



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ
ΝΤΗΖΕΛ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΛΟΥΚΑ Ν. ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Δ.Θ. ΧΟΥΝΤΑΛΑΣ

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2018

Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται ο προπτυχιακός κύκλος σπουδών μου. Τα τελευταία χρόνια αποκόμισα σπουδαία εφόδια και βασικές γνώσεις για το επάγγελμα του μηχανολόγου μηχανικού.

Οφείλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, που επέβλεπε την διπλωματική μου εργασία, κ. Δημήτριο Χουντάλα, που με καθοδήγησε σωστά με τις γνώσεις του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια. Κλείνοντας, θα ήθελα να αφιερώσω αυτή την εργασία στους γονείς μου.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	4
Περίληψη.....	7
Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή.....	8
1.1 Σκοπός.....	8
Κεφάλαιο 2 : Ναυτιλία.....	10
2.1 Γενικά.....	10
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	10
2.3 Η Ναυτιλία στην Ελλάδα.....	11
Κεφάλαιο 3: Θαλάσσιες μεταφορές.....	13
3.1 Γενικά.....	13
3.2 Ναυτιλιακή Βιομηχανία.....	14
3.3 Λιμάνια και υπηρεσίες logistics.....	16
Κεφάλαιο 4: Ναυτιλιακά Καύσιμα.....	17
4.1 Γενικά.....	17
4.2 Κατηγορίες Καυσίμων.....	17
4.3 Κατηγοριοποίηση των ναυτιλιακών καυσίμων.....	20
4.4 Προδιαγραφές και χαρακτηριστικά.....	23
4.5 Καύσιμα Ναυτικών κινητήρων Diesel.....	30
4.6 Λειτουργικά χαρακτηριστικά μηχανών Diesel.....	32
Κεφάλαιο 5: Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών (ECAs).....	35
5.1 Γενικά.....	35
5.2 Κανονισμοί.....	37
Κεφάλαιο 6: Συστήματα Μεταφοράς και Διανομής Καυσίμου.....	54
6.1 Αυτοματισμός και έλεγχος.....	54
6.2 Συστήματα Καυσίμου.....	54
6.2.1 Συστήματα πλήρωσης και μεταφοράς.....	54
6.2.2 Συστήματα επεξεργασίας καυσίμου.....	55
6.2.3 Συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου.....	56
6.2.4 Αντλία τροφοδοσίας ή ανυψωτική αντλία.....	57
6.2.5 Δεξαμενή καυσίμων.....	57
6.2.6 Δίκτυο Καυσίμου.....	58
6.3 Αισθητήρες.....	62
6.3.1 Γενικά.....	62
Διαδικασία μέτρησης.....	65
6.4 Ροόμετρα: Τεχνικές Μέτρησης.....	66
Κεφάλαιο 7: Διαδικασία Επεξεργασίας Δεδομένων.....	68
7.1 Αρχεία Δεδομένων.....	68
7.3.Επεξεργασία Δεδομένων.....	69
Κεφάλαιο 8: Περιγραφή των Εξεταζόμενων Περιπτώσεων.....	71
8.1 Περιγραφή Ταξιδιών.....	71
Κεφάλαιο 9: Ανάλυση Δεδομένων.....	72
9.1 Διαγράμματα ταξιδιού Ελλάδα-Νιγηρία.....	72
9.1.1.1. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο.....	72
9.1.1.2. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel.....	81
9.1.2.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο.....	82

<u>9.1.2.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για καύσιμο Diesel</u>	<u>85</u>
<u>9.1.3.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>88</u>
<u>9.1.3.2 Διαγράμματα από το Online καταγραφικό σύστημα για καύσιμο Diesel</u>	<u>89</u>
<u>9.1.4.1 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>90</u>
<u>9.1.4.2 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel</u>	<u>91</u>
<u>9.1.5.1 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο, για την κύρια μηχανή</u>	<u>92</u>
<u>9.1.5.2 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα για καύσιμο Diesel, για την κύρια μηχανή</u>	<u>93</u>
<u>9.1.6.1 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>94</u>
<u>9.1.6.2 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel</u>	<u>95</u>
<u>9.2 Διαγράμματα ταξιδιού Μεξικό- Ιταλία</u>	<u>96</u>
<u>9.2.1.1. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>96</u>
<u>9.2.1.2. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel</u>	<u>105</u>
<u>9.2.2.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>106</u>
<u>9.2.2.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για καύσιμο Diesel</u>	<u>109</u>
<u>9.2.3.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>109</u>
<u>9.2.3.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για καύσιμο Diesel</u>	<u>110</u>
<u>9.2.4 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>110</u>
<u>9.2.5 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο, για την κύρια μηχανή</u>	<u>111</u>
<u>9.2.6 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών -Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>112</u>
<u>9.3 Διαγράμματα ταξιδιού Νιγηρία-Γαλλία</u>	<u>113</u>
<u>9.3.1.1. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>113</u>
<u>9.3.1.2. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel</u>	<u>122</u>
<u>9.3.2.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>123</u>
<u>9.3.2.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για καύσιμο Diesel</u>	<u>125</u>
<u>9.3.3.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για Βαρύ καύσιμο</u>	<u>126</u>
<u>9.3.3.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για καύσιμο Diesel</u>	<u>126</u>

<u>9.3.4 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο.....</u>	<u>127</u>
<u>.....</u>	<u>127</u>
<u>9.3.5 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Folwimeters για Βαρύ καύσιμο, για την κύρια μηχανή.....</u>	<u>128</u>
<u>9.3.6 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών -Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο.....</u>	<u>129</u>
<u>9.4 Αξιολόγηση μεθόδων και για τα τρία ταξίδια.....</u>	<u>130</u>
<u>Κεφάλαιο 10: Συμπεράσματα.....</u>	<u>131</u>
<u>Βιβλιογραφία.....</u>	<u>133</u>

Περίληψη

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στην εισαγωγή και στο σκοπό της εργασίας αυτής, καθώς και στη σημασία της μετρήσεως κατανάλωσης καυσίμου και στις μεθόδους μετρήσεων δεξαμενών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνεται εισαγωγή και ιστορική αναδρομή στην ναυτιλία και η θέση της στην Ελλάδα.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφερόμαστε για τις θαλάσσιες μεταφορές, τη ναυτιλιακή βιομηχανία και τη λειτουργία των λιμανιών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παραθέτουμε πληροφορίες για τα ναυτιλιακά καύσιμα. Αναφερόμαστε στις κατηγορίες και τις προδιαγραφές των καυσίμων. Επίσης, παρουσιάζονται και πληροφορίες σχετικά με τον κινητήρα diesel.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε στοιχεία και τους κανονισμούς για τις περιοχές ECA's.

Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφονται τα συστήματα καυσίμου των δεξαμενών στο πλοίο, η διαδικασία της μέτρησης και η λειτουργία και τα είδη των αισθητήρων.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αρχεία και η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων.

Στο όγδοο κεφάλαιο γίνεται η περιγραφή των ταξιδιών και δίνονται τα στοιχεία του πλοίου που μελετάμε.

Στο ένατο κεφάλαιο παραθέτονται τα διαγράμματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων, για κάθε σύστημα μέτρησης ξεχωριστά, αλλά και συγκριτικά.

Στο δέκατο κεφάλαιο αναλύουμε τα συμπεράσματα που προέκυψαν μετά την επεξεργασία των μετρήσεων και τους λόγους που οδήγησαν σε τυχόν αποκλίσεις.

Η εργασία κλείνει με την παράθεση της βιβλιογραφίας.

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

1.1 Σκοπός

Σκοπός της εργασίας είναι να εξετάσουμε το βαθμό αξιοπιστίας των κυριότερων τεχνικών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της κατανάλωσης του καυσίμου σε Ναυτικούς κινητήρες diesel. Επιπρόσθετα μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης των μεθόδων αυτών διαπιστώνονται οι μεταξύ τους αποκλίσεις και επιδιώκεται να ερμηνευθούν τα αίτια τα οποία τις προκαλούν.

Τα καύσιμα ναυτιλίας (marine fuel oil) ακόμα και σήμερα βασίζονται στα υπολείμματα απόσταξης του αργού πετρελαίου, τα οποία έχουν τη χαμηλότερη τιμή πώλησης και παρουσιάζουν φθίνουσα ζήτηση με την πάροδο του χρόνου με τις προδιαγραφές της αγοράς να θέτουν περιορισμούς κυρίως στο ιξώδες και την περιεκτικότητα σε θείο. Η προμήθεια καυσίμων από τη ναυτιλία και η επιθυμητή τους ποιότητα συμπυκνώνεται στο πρότυπο ISO 8217, το οποίο παρέχει προδιαγραφές τόσο για τη σειρά των ενδιάμεσων, υπολειμματικών καυσίμων (IFO series) όσο και για τα καύσιμα προϊόντα διύλισης αργού πετρελαίου (distillate marine fuels). Με δεδομένο ότι η κατανάλωση καυσίμων στις κύριες και βοηθητικές μηχανές αποτελούν περίπου το 50-60% του κόστους λειτουργίας ενός σύγχρονου πλοίου, έχουν καταβληθεί σημαντικές προσπάθειες για τον περιορισμό του κόστους αυτού.

Το βασικό εργαλείο για την μέτρηση των δεξαμενών καυσίμων του πλοίου είναι η μετροταινία από χάλυβα(steel tape). Αποτελείται από μια μεταλλική ταινία μέτρησης χιλιοστών όπου στην άκρη της κρέμεται ένα μπρούτζινο βαρίδι όπου μετράει απόσταση σε χιλιοστά όπως και η ταινία. Άλλα όργανα μέτρησης είναι οι μετρητές(gauges) και ιδιαίτερα ο μετρητής πλωτήρας (float gauge). Τα όργανα μέτρησης συνήθως μας δίνουν την μέτρηση των καυσίμων σε εκατοστά. Υπάρχουν και άλλα είδη οργάνων για μετρήσεις καυσίμων. Ενδεικτικά αναφέρονται τα Μετρητές χωρητικότητας(Capacitance gauges), Υδροστατικές μετρητές(Hydrostatic gauges), Μετρητές υπερήχων(Ultrasonic gauges), Ραντάρ(Radar gauges). Επίσης για την μέτρηση των καυσίμων χρησιμοποιούνται και μετρητές ροής (flow meters) οι οποίες είναι συσκευές που καταγράφουν το ποσό του προϊόντος που πέρασε μέσα από τον μετρητή ροής. Κοινώς είναι οι ίδιες συσκευές που καταγράφουν την ποσότητα της βενζίνης όταν γεμίζουμε το ρεζερβουάρ του αυτοκινήτου μας. Ένας νέος τύπος μετρητή ροής είναι ο μετρητής ροής μάζας Coriolis (coriolis mass flow meter), που καταγράφει το βάρος του καυσίμου που διοχετεύεται σε μια δεξαμενή. Η βυθομέτρηση(sounding) είναι το βάθος του προϊόντος μέσα στη δεξαμενή, ενώ η απόσταση από την επιφάνεια των καυσίμων μέχρι τη κορυφή της δεξαμενής λέγεται ullage. Επειδή όλες οι μετρήσεις γίνονται μέσω του σωλήνα βυθίσματος (sounding pipe), ο οποίος βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο της δεξαμενής. Το ύψος αυτό ονομάζεται ύψος αναφοράς(reference height).

Ένας ακόμη όρος είναι ο παρατηρούμενος όγκος(observed volume) και η παρατηρούμενη πυκνότητα(to observed density) , που είναι ο όγκος και η πυκνότητα αντίστοιχα των καυσίμων μέσα στη δεξαμενή την στιγμή της μέτρησης. Ο σωλήνας βυθίσματος, είναι ένας σωλήνας διαμέτρου περίπου 50mm που ξεκινάει πάνω από την δεξαμενή σε ικανοποιητικό ύψος ώστε να διευκολύνει τις μετρήσεις. Χρησιμοποιείται σε δεξαμενές καυσίμων του πλοίου ή της λάντζας για να μειώσει τη κίνηση στην επιφάνεια των καυσίμων μέσα στη δεξαμενή που προκαλείται από την κίνηση της θάλασσας επιτρέποντας μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις. θερμοκρασία που θα είχε το φορτίο σε πρότυπη (standard) θερμοκρασία. Αυτή εξαρτάται από τους κανόνες που θέτει η διεύθυνση στο λιμάνι παράδοσης. Στην πράξη οι δεξαμενές σπάνια έχουν απόλυτα ορθογώνιο σχήμα καθώς περιέχουν διάφορα στοιχεία που μειώνουν τον όγκο τους όπως σωλήνες, αντλίες και διάφορα άλλα εξαρτήματα που επηρεάζουν την μέτρηση και ονομάζονται «dead wood». Έτσι για να εξαλειφθούν τα λάθη στις μετρήσεις, σε κάθε δεξαμενή υπάρχουν πίνακες (μοναδικοί για κάθε δεξαμενή) πιστοποιημένοι από ειδικούς εμπειρογνώμονες, οι οποίοι συσχετίζουν το ύψος του υγρού μέσα στο σωλήνα βυθίσματος με τον όγκο του υγρού στη δεξαμενή όταν είναι γεμάτη. Επίσης υπάρχουν πίνακες που ισοσταθμίζουν δεξαμενές με κλίση, δηλαδή όταν η στάθμη του καυσίμου γέρνει προς την πλώρη ή την πρύμνη. Οι πίνακες αυτοί είναι απαραίτητοι για την μέτρηση των καυσίμων και καλούνται «tank calibration tables» και «trim correction tables» αντίστοιχα. Άλλοι πίνακες απαραίτητοι στις μετρήσεις είναι οι πίνακες που μετατρέπουν τον όγκο του καυσίμου κατά τη διάρκεια της μέτρησης (observed volume) σε όγκο του καυσίμου όταν βρίσκεται στην πρότυπη θερμοκρασία (standard temperature). Μετά την μέτρηση του ύψους των καυσίμων με τη μετροταινία χάλυβα, κάνουμε τις διορθώσεις στάθμισης μέσω των βοηθητικών πινάκων οι οποίοι είναι αποκλειστικοί για κάθε δεξαμενή. Στη συνέχεια ο υπολογισμός του όγκου είναι θέμα προσθαφαίρεσης των ενδείξεων στην ταινία μέτρησης και της βαθμονόμησης των πινάκων. Το αποτέλεσμα που θα βρούμε είναι ο όγκος του καυσίμου της δεξαμενής τη στιγμή της μέτρησης ή αλλιώς «observed volume». Αυτό που πρέπει να κάνουμε στη συνέχεια είναι να μετατρέψουμε τον όγκο σε βάρος, που αποτελεί και την μονάδα στην οποία πωλούνται τα καύσιμα στις περισσότερες συναλλαγές. Για να το πετύχουμε πρέπει να γνωρίζουμε τη θερμοκρασία των καυσίμων που βρίσκονται μέσα στη δεξαμενή και την πρότυπη πυκνότητα τους ή αλλιώς «standard density».

[6]

Κεφάλαιο 2 : Ναυτιλία

2.1 Γενικά

Ναυτιλία ονομάζεται το σύνολο των μεθόδων, διαδικασιών και ενεργειών που εφαρμόζονται ώστε, ένα σκάφος, να ταξιδέψει από ένα μέρος της γης σ' ένα άλλο, αφ' ενός με ασφάλεια αφ' ετέρου το ταχύτερο δυνατόν. Η ναυτιλία είναι ταυτόχρονα επιστήμη και τέχνη. Με την γνώση της, υπολογίζουμε την πορεία μας και βρίσκουμε το στίγμα (θέση) μας στην θάλασσα. Από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα, η θάλασσα αποτέλεσε το φορέα επαφής μεταξύ των λαών και συνέβαλε στη βελτίωση του πολιτισμού, στην ανταλλαγή των αγαθών, στην κυκλοφορία των πνευματικών ιδεών και στην κατανόηση μεταξύ των διαφόρων πολιτισμών. Οι πρώτοι καπετάνιοι, διαπίστωσαν γρήγορα τις μεγάλες δυνατότητες επικοινωνίας που προσφέρουν οι θαλασσινοί δρόμοι. Η γνώση της ναυτιλίας ήταν απαραίτητη για την ασφάλεια, αλλά και την συντόμευση των πλοίων. Η ναυτιλία χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

Ακτοπλοΐα: Στην ακτοπλοΐα, για να βρούμε την θέση μας (στίγμα), βασιζόμαστε σε παρατηρήσεις φυσικών ή τεχνητών καταφανών σημείων της στεριάς. Σαν φυσικά βοηθήματα μπορούμε να θεωρήσουμε κάβους, οικισμούς, χαρακτηριστικά κτίρια ή διαμορφώσεις της ακτής, ψηλές κορυφές βουνών κ.ά. Τεχνητά βοηθήματα είναι οι φάροι και διάφορα ειδικά σημάδια ή σχήματα.

Ωκεανοπλοΐα: Όταν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, δεν έχουμε οπτική επαφή με την στεριά, οπότε για τον υπολογισμό του στίγματος χρησιμοποιούμε είτε τον ήλιο και τα άστρα (αστροναυτιλία), είτε ραδιοβοηθήματα ή δορυφορικά ηλεκτρονικά βοηθήματα.

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Ο κλάδος της ελληνικής ναυτιλίας γεννήθηκε ανάμεσα ιστίων και ατμού τον 19ο αιώνα, τα πρώτα μεταπελευθερωτικά χρόνια. Από τότε είχε μακριά και περιπετειώδη εξέλιξη μέχρι να καταλήξει στη σημερινή της μορφή. Το 1828 δρομολογήθηκε το πρώτο ταχυδρομικό πλοίο που, εκτός από το ταχυδρομείο, μετέφερε επιβάτες και εμπορεύματα. Στο μεταξύ, η συγκοινωνία ανάμεσα στις παράλιες περιοχές γινόταν με υποτυπώδη μέσα. Σύμφωνα με τον Λουδοβίκο Ρο στις «Αναμνήσεις και Ανακοινώσεις από την Ελλάδα 1832-1833»: «Αυτά τα πλεούμενα καΐκια ή τρεχαντήρια που κάνουν την ακτοπλοΐα στις ελληνικές θάλασσες είναι γερά σκαριά που είναι ξεσκέπαστα στην πρύμη και την πλώρη, έχουν πλήρωμα 3 άντρες. Οι επιβάτες βολεύονται μαζί με το φορτίο και δεν μαγειρεύουν πάνω στο πλεούμενο, παρά μόνο όταν έχει νηνεμία». Έτσι καταλαβαίνει κανείς ότι τα πρώτα ελληνικά επιβατηγά πλοία καμία σχέση δεν είχαν με τα σημερινά. Η πρώτη σύμβαση για μεταφορά ταχυδρομείου και

επιβατών στο εξωτερικό υπογράφηκε το 1833 μεταξύ της ελληνικής κυβέρνησης και του Φραγκίσκου Φεράλδη. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα "ταχύπλοα ιστιοφόρα" του Φεράλδη εκτελούσαν τα δρομολόγια μεταξύ: Ναυπλίου - Μασσαλίας, κάθε 25 μέρες Ναυπλίου - Τεργέστης, κάθε 25 μέρες Ναυπλίου - Αλεξάνδρειας Ναυπλίου - Σμύρνης. Είχε πλέον καθιερωθεί εισιτήριο 2 θέσεων, «εις κάμαρας» και «εις το αμπάριον». Οι συνθήκες διαβίωσης των επιβατών ήταν λίγο καλύτερες. Τα "ταχύπλοα ιστιοφόρα" που προαναφέρθηκαν έδωσαν τη θέση τους το 1837 στα γαλλικά ατμόπλοια και ειδικότερα στο πλοίο «Ανατολή». Στη συνέχεια, μετά από πολλές συμβάσεις της ελληνικής κυβέρνησης με ξένες εταιρίες και ξένα κράτη αποφασίσθηκε το 1856 να συσταθεί «ελληνική ατμοπλοϊκή Εταιρία». Πράγματι, το 1857 συστάθηκε η πρώτη ελληνική ατμοπλοϊκή εταιρία με το όνομα «Συριανή» εξ αιτίας της έδρας της. Σε αυτήν την εταιρία η ελληνική κυβέρνηση έκανε σύμβαση για 12 χρόνια και της παραχωρούσε το "αποκλειστικό προνόμιο για την των παραλίων μερών". Στο διάστημα 1830-1852, που τις θαλάσσιες συγκοινωνίες τις εκμεταλλεύονταν ξένες εταιρίες, έγιναν μερικές προσπάθειες από ιδιώτες, αλλά και την Εθνική Τράπεζα, για την ίδρυση ατμοπλοϊκών εταιριών, που θα εκμεταλλεύονταν τις ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες και τις συγκοινωνίες της Ανατολικής Μεσογείου. Σαν τέτοιες αναφέρονται: της Εθνικής Τράπεζας, η προσπάθεια συστάσεως ατμοπλοϊκής εταιρίας από κάποιον Ευριπίδη το 1851, το 1853 γίνεται μια άλλη προσπάθεια από οικονομικούς παράγοντες της Πάτρας κ.λ.π..

2.3 Η Ναυτιλία στην Ελλάδα

Η ελληνική ναυτιλία παραμένει στην κορυφή των θαλάσσιων μεταφορών για περίπου τα τελευταία 30 χρόνια, διατηρώντας ένα ισχυρό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, λόγω της γεωπολιτικής θέσης της χώρας και της κατοχής εξειδικευμένης τεχνογνωσίας σε επίπεδο επιχειρησιακής διαχείρισης, σε συνδυασμό με άλλες μεταβλητές κόστους που συμβάλλουν σε αυτήν την επιτυχία. Οι ελληνικές ναυτιλιακές εταιρίες δραστηριοποιούνται στον, ιδιαίτερα, ανταγωνιστικό χώρο της μεταφοράς χύδην φορτίων (bulk shipping), ενώ ένα μικρό ποσοστό δραστηριοποιείται στην αγορά των ναυτιλιακών τακτικών γραμμών, εξυπηρετώντας κατά βάση τοπικές και περιφερειακές αγορές (Theotokas & Kaza, 2006). Υπάρχουν, επίσης, λίγες εταιρίες που λειτουργούν σε τακτικές γραμμές, αλλά η συντριπτική πλειοψηφία έχει αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσω της λειτουργίας τους στις αγορές μεταφοράς χύδην φορτίων. Οι Theotokas & Progoulaki (2004) υποστηρίζουν ότι τα βασικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα της ελληνικής ναυτιλίας προέρχονται κυρίως από την επιχειρησιακή τους λειτουργία, η οποία σχετίζεται με τα δομικά χαρακτηριστικά και τους τρόπους διαχείρισης, που επιτρέπουν τον έλεγχο του κόστους, και από τις επενδυτικές στρατηγικές, οι οποίες βασίζονται στη συσσώρευση κερδών από τις πωλήσεις και αγορές πλοίων που χρησιμοποιούνται, στη συνέχεια, για την επέκτασή τους σε νέες αγορές ή για την κάλυψη ζημιών σε περιόδους παρατεταμένης ύφεσης στις αγορές εμπορευμάτων. Η ανάπτυξη της ελληνικής ναυτιλίας είναι εμφανής σε πολλά μεγέθη της αγοράς. Το 2010, η Ελλάδα έλεγχε το μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας χωρητικότητας σε όρους μεταφορικής ικανότητας των

πλοίων, αντιστοιχώντας σε ποσοστό 16,2% της παγκόσμιας αγοράς. Συγκριτικά, η Ιαπωνία, η Γερμανία και η Κίνα, χώρες με παράδοση στη ναυτιλία, έλεγχαν το 15,8%, 9,2% και 8,6%, αντίστοιχα (UNCTAD, 2011). Θα πρέπει ωστόσο, να σημειωθεί ότι τα πλοία που κατέχει μία εταιρεία θεωρούνται ελληνικής ιδιοκτησίας, αν η εταιρεία είναι ελληνικών συμφερόντων, ανεξάρτητα από την έδρα της επιχείρησης και από τη σημαία στην οποία είναι εγγεγραμμένα τα πλοία. Αυτή η διευκρίνιση είναι σημαντική, αν αναλογιστεί κανείς ότι το 68,3% της παγκόσμιας χωρητικότητας πλοίων λειτουργεί υπό ξένη σημαία, τακτική που ονομάζεται «σημαίες ευκαιρίας» (“flags of convenience”) (UNCTAD, 2011). Όσον αφορά τα πλοία ελληνικής σημαίας, η ελληνική ναυτιλία κατέχει το μεγαλύτερο στόλο παγκοσμίως (65 εκατομμύρια dwt), ακολουθούμενη από την Κινέζικη (46 εκατομμύρια dwt). Παρόλα αυτά, σε όρους αριθμού πλοίων, η Ελλάδα, με συνολικά 3213 πλοία, υστερεί σε σχέση με τις προαναφερθείσες χώρες, καταδεικνύοντας έτσι το γεγονός ότι τα ελληνικής ιδιοκτησίας πλοία μεταφέρουν μεγαλύτερα ποσοστά εμπορευμάτων κατά μέσο όρο (Theotokas, 2007). Η διαφορά αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην προτίμηση των ελληνικών ναυτιλιακών επιχειρήσεων σε πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και δεξαμενόπλοια, τα οποία τείνουν να είναι μεγαλύτερα από τα πλοία γενικών φορτίων. Αναφορικά με το ιδιοκτησιακό και οργανωσιακό καθεστώς των εγχώριων επιχειρήσεων, οι ελληνικές ναυτιλιακές είναι είτε οι κύριες εταιρείες ιδιοκτησίας ή εταιρείες διαχείρισης πλοίων, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του εδρεύει σε τρίτες χώρες, με τον κύριο ιδιοκτήτη ή διαχειριστή να σχετίζεται με κάποιο μέλος της οικογένειας κύριας ιδιοκτησίας (Theotokas & Harlaftis, 2009). Επιπλέον, τα πλοία ελληνικής ιδιοκτησίας διαχειρίζονται από εταιρίες διαφόρων μεγεθών, με τυποποιημένη ταξινόμηση μικρών (1-4 πλοία), μεσαίων (5-15 πλοία) και μεγάλων (16+ πλοία) στόλων. Ο Theotokas (2007), επίσης, αναφέρει πως όταν οι πλοιοκτήτες επενδύουν σε μη ναυτιλιακές επιχειρήσεις το κάνουν κυρίως για την αναζήτηση συμπληρωματικών κερδών, διατηρώντας το ναυτιλιακό χαρακτήρα των επιχειρήσεών τους. Ένα ακόμα σημαντικό αναπτυξιακό χαρακτηριστικό της ελληνικής ναυτιλίας είναι η μεγάλη εξαγωγική της δραστηριότητα, δεδομένου μάλιστα και του μικρού συνολικά ποσοστού συνεισφοράς της χώρας στο διεθνές εμπόριο. Οι Ikaza et al (2011)⁸ αναφέρουν πως η ελληνική ναυτιλία αντιστοιχεί στο 6% του εγχώριου ΑΕΠ και στο 6% της συνολικής απασχόλησης, παράγοντας περίπου το 75% των 400.000 σχετικών θέσεων εργασίας. Τέλος, σχετικά με τη δομή του κλάδου, η ευρεία ελληνική ναυτιλία περιλαμβάνει εταιρείες ιδιοκτησίας και διαχείρισης κυρίως πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου και πετρελαιοφόρων, παρόχους υπηρεσιών θαλάσσιων μεταφορών, όπως ναυλομεσίτες και πράκτορες, εταιρείες παροχής εξειδικευμένων νομικών συμβουλών, εταιρείες χρηματοδότησης και θαλάσσιας ασφάλισης, προμηθευτές θαλάσσιου εξοπλισμού και ναυτικής εκπαίδευσης. Το υπόλοιπο 25% του κλάδου αποτελείται από επιχειρήσεις αλιείας, ακτοπλοΐας, λιμενικές αρχές και ναυπηγικές επιχειρήσεις. Σε γενικότερους όρους, ο κλάδος της ναυτιλίας στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά σημαντικός για την οικονομία της χώρας, γεγονός που καταδεικνύεται και από τις περιορισμένες σχετικά επιπτώσεις που είχε η πρόσφατη χρηματοπιστωτική κρίση στον κλάδο, παρά τη μείωση ρευστότητας που είναι πλέον διαθέσιμη για τη χρηματοδότησή του. Συνεπώς, η επίτευξη και διατήρηση της ποιότητας στον κλάδο αποτελεί κρίσιμο στόχο της ελληνικής ναυτιλίας.[2]

Κεφάλαιο 3: Θαλάσσιες μεταφορές

3.1 Γενικά

Οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν ένα ιδιαίτερα ευρύ πεδίο των γενικών μεταφορών ανθρώπων και φορτίων, που εκτελούνται με εμπορικά πλοία, η ιστορία των οποίων πηγαίνει πολύ πίσω στο παρελθόν. Ποσοστό 80-85% του παγκόσμιου εμπορίου γίνεται με πλοία. Η ναυπήγηση σκαφών από την εποχή του Ομήρου και η συνεχής εξέλιξη από το κουπί στο ιστίο, την εφεύρεση της πυξίδας, όπου επέτρεψε στους θαλασσοπόρους την ανακάλυψη νέων θαλάσσιων οδών και τόπων ανάπτυξης εμπορίου και στη συνέχεια η εφαρμογή του ατμού της έλικας και της επιλογής του σιδήρου και του χάλυβα ως μέσον υλικού, έδωσαν μια σημαντική πρόοδο στις θαλάσσιες μεταφορές.

Η σύγχρονη ναυπηγική βιομηχανία, με την παράλληλη διάνοιξη διωρύγων, την βελτίωση των λιμενικών εγκαταστάσεων και την ίδρυση μεγάλων ναυτιλιακών εταιρειών, παρουσιάζει πρόοδο, που όμοιά της δεν υφίσταται σε άλλους τομείς μεταφορών. Με τη σύγχρονη και ευρύτατη εξειδίκευση των τύπων των πλοίων το διεθνές εμπόριο πραγματοποιείται σε τεράστιες ποσότητες με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Για παράδειγμα, η ανάγκη μεταφορών μεγάλων ποσοτήτων φορτίων ιδιαίτερα χύδην (χύμα) οδήγησε στη ναυπήγηση των φορτηγών πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου, των φορτηγιδοφόρων, των εμπορευματοκιβωτίων (Containers), αλλά και αυτών των δεξαμενοπλοίων, καθώς και άλλων πολλών, που συνεχίζουν με σταδιακή αύξηση μεγεθών. Οι άλλοτε, πριν μερικών δεκαετιών, υφιστάμενες διεθνείς γραμμές τακτικών (δρομολογίων) και ελεύθερων, στις μέρες μας φέρονται να έχουν υποστεί μεγάλο πλήγμα από τους παραπάνω εξειδικευμένους τύπους πλοίων. Σήμερα μόνο ιδιαίτερα ακριβά είδη μεταφέρονται με αεροπλάνα, που όμως έχουν αυξήσει την μεταφορά προσώπων. Οι χερσαίες μεταφορές συνεχίζουν τη διακίνηση αγαθών σε επιμέρους μικρές ποσότητες, αλλά και με αύξηση του επιβατηγού κοινού, χωρίς όμως ιδιαίτερη ανάγκη εξειδικευμένων μέσων μεταφορών.

Θαλάσσιες μεταφορές που εκτελούνται με σταθερή περιοδικότητα μεταξύ λιμένων, χαρακτηρίζονται γενικά θαλάσσιες συγκοινωνίες. Οι θαλάσσιες συγκοινωνίες διακρίνονται σε διεθνείς και εσωτερικές, (εντός της επικράτειας). Και οι μεν πρώτες αν επεκτείνονται σε ανοικτές θάλασσες, ωκεανούς χαρακτηρίζονται ποντοπόρες, οι δε δεύτερες εφαρμόζοντας, κατά το μεγαλύτερο μέρος τους ονομάζονται ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες. [1]

Παρόλο που ο χρόνος μεταφοράς εμπορευμάτων δια θαλάσσης είναι αυξημένος και η εξάρτησή της από τις καιρικές συνθήκες είναι μεγάλη, οι θαλάσσιες μεταφορές βρίσκονται στην πρώτη θέση των παγκόσμιων εμπορευματικών μεταφορών, με ποσοστό πάνω από 70%. Μέσω των θαλάσσιων μεταφορών μεταφέρονται κυρίως πρώτες ύλες, υγρά και εύφλεκτα υλικά. Βασικά πλεονεκτήματα των θαλάσσιων μεταφορών έναντι χερσαίων και εναέριων μεταφορών:

- Σε ολική επιφάνεια της γης που υπολογίσθηκε σε 510 εκατ. τ. χλμ., η θάλασσα κατέχει τα 355. Δηλαδή η υδρόγειος καλύπτεται κατά 70% περίπου από θάλασσες και ακόμη οι θαλάσσιοι δρόμοι παραμένουν ευκολότεροι λόγω της ανώμαλης φυσικής διαμόρφωσης της επιφάνειας της ξηράς.

- Επιτυγχάνεται η μεταφορά μεγάλων φορτίων με χαμηλό κόστος.

- Και τέλος τα θαλάσσια μεταφορικά μέσα είναι περισσότερο προσαρμοσμένα προς τις ειδικές απαιτήσεις των μεταφερόμενων αγαθών. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατασκευή ειδικών πλοίων, όπως κιβωτιαγωγά, ψυγεία και δεξαμενόπλοια. (Κ. Λεκαράκου, Α. Παπασπύρου, 1999).

Η ναυτιλιακή αγορά και γενικότερα οι θαλάσσιες μεταφορές μπορούν να καταταχθούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

Η ναυλαγορά charter: Πρόκειται για αγορά τέλειου ανταγωνισμού όπου οι ναύλοι προσδιορίζονται καθαρά από την αλληλεπίδραση προσφοράς και ζήτησης, δηλαδή της μεταφορικής ικανότητας των πλοίων. Οι πλόες των ελεύθερων φορτηγών πλοίων πραγματοποιούνται κατά τρόπο μη προγραμματισμένων δρομολογίων, ενώ οι ναύλοι υπόκεινται σε ελεύθερη διαπραγμάτευση, ανάλογα με την προσφορά και τη ζήτηση. Στη ναυλαγορά charter γίνεται ναύλωση ολόκληρου του πλοίου κάτω από ειδικούς όρους που συμφωνούνται μεταξύ πλοιοκτήτη και ναυλωτή και μπορεί να αφορά από ένα ταξίδι μέχρι τη χρήση του πλοίου για 10 έως 15 χρόνια. Τα εμπορεύματα που μεταφέρονται είναι συνήθως χύδην, όπως πετρέλαιο, μεταλλεύματα, κάρβουνο κ.τ.λ. δηλαδή πρόκειται για μεταφορά μεγάλων ομοιογενών ποσοτήτων. Συνήθως το πλοίο είναι εντελώς γεμάτο στη μία κατεύθυνση και άδειο στην επιστροφή. Το είδος των πλοίων που χρησιμοποιούνται σε αυτού του τύπου την αγορά είναι επί το πλείστον εξειδικευμένα όπως για παράδειγμα δεξαμενόπλοια.

Η ναυλαγορά liner: Στη ναυλαγορά αυτή έχουμε πλοία που εκτελούν κανονικά, τακτικά δρομολόγια σε προκαθορισμένες διαδρομές. Σε αυτή την αγορά ένα πλοίο μπορεί να μεταφέρει πολλές χιλιάδες διαφορετικά εμπορεύματα στην ίδια διαδρομή. Τα εμπορεύματα έχουν μεγάλη ειδική αξία και φορτώνονται πάντα σε πακέτα, κυρίως σε εμπορευματοκιβώτια. Εδώ το κύριο χαρακτηριστικό είναι η οργάνωση της ναυλαγοράς σε μορφή καρτέλ (κοινοπραξίες) που καθορίζουν το ύψος των ναύλων. Σήμερα υπάρχουν πάνω από 300 κοινοπραξίες που εξυπηρετούν διαδρομές σε όλο τον κόσμο. Μία εταιρεία liner μπορεί να είναι μέλος μέχρι και 30 κοινοπραξιών. (Α. Γουλιέλμος, Κ. Γκιζιάκης, 1997)

3.2 Ναυτιλιακή Βιομηχανία

Η ναυτιλιακή βιομηχανία αποτελείται από ένα σύνολο τομέων. Μια γενική διάκριση των τομέων αυτών μπορεί να γίνει διαχωρίζοντας τους τύπους των πλοίων και τα φορτία που αυτά μεταφέρουν:

Χύδην φορτηγός ναυτιλία (bulk shipping): Τα φορτία που διακινούνται στις θαλάσσιες οδούς μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: Τα ξηρά φορτία, τα υγρά φορτία και τα επικίνδυνα φορτία. Χύδην ξηρά φορτία Δημητριακά, μεταλλεύματα, βωξίτης, γαιάνθρακας, αλουμίνια, φυσικά

φωσφάτα. Δευτερευόντως: Ορυκτά μαγγανίου και μαγνησίου, αλάτι, θειάφι, προϊόντα σιδήρου, τσιμέντο, σογιάλευρα, δασικά προϊόντα, ζάχαρη κ.α.

Ειδικά χύδην φορτία: Τα ειδικά χύδην φορτία κατά την μεταφορά τους πρέπει να παραμείνουν σε καθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας: Φορτία ελεγχόμενης θερμοκρασίας (πχ φρούτα), φορτία ψύξεως (πχ κρέας), φορτία καταψύξεως (ψάρια). Ακόμη, στα ειδικά χύδην φορτία συμπεριλαμβάνονται και φορτία τα οποία χρίζουν ιδιαίτερου χειρισμού κατά την φόρτωση και εκφόρτωσή τους. (προκατασκευασμένα σπίτια, οχήματα κ.α.).

A.Χύδην υγρά φορτία

Ακατέργαστο πετρέλαιο, παράγωγα πετρελαίου (άσφαλτος, κηροζίνη, βενζίνη κ.α.), υγροποιημένα αέρια (μεθάνιο, βουτάνιο, προπάνιο κτλ) , χημικά φορτία, φυτικά έλαια.[10]

B.Ναυτιλία τακτικών γραμμών (liner shipping) .

Τα πλοία της ναυτιλίας τακτικών γραμμών δύναται να μεταφέρουν συγχρόνως πολλά διαφορετικά φορτία. Στα γενικά φορτία συμπεριλαμβάνονται αγαθά υψηλής αξίας ή ευαισθησίας, τα οποία απαιτούν ειδική μεταφορική υπηρεσία για τα οποία ο ιδιοκτήτης τους προτιμά να πληρώνει προκαθορισμένο ναύλο. Μεταφέρουν φορτία σε γνωστούς από πριν, χρόνους αναχώρησης και άφιξης, σε καθορισμένους εκ των προτέρων θαλάσσιους δρόμους με καθορισμένους ναύλους. Οι εταιρείες των τακτικών γραμμών υποχρεούνται να τηρούν το χρονοδιάγραμμα των ταξιδιών, ανεξάρτητα από ενδεχόμενη βραχυχρόνια μείωση της ζήτησης. Η ναυτιλία τακτικών γραμμών επομένως, εστιάζει στην αξιοπιστία, την ταχύτητα και ποιότητα της μεταφορικής υπηρεσίας που παρέχει. Η διάκριση των γενικών φορτίων, λόγω του μεγάλου αριθμού τους, βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο γίνονται ο χειρισμός και η φόρτωσή τους.

Οι πιο βασικοί τρόποι χειρισμού και μεταφοράς των γενικών φορτίων είναι οι εξής:

- Χαλαρό φορτίο. Ξεχωριστά αντικείμενα καθένα από τα οποία πρέπει να φορτώνεται και να στοιβάζεται χωριστά.
- Κιβωτιοποιημένο φορτίο. Τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια.
- Φορτίο σε παλέτες. Το φορτίο πακετάρεται σε παλέτες
- Σαμπανιασμένο φορτίο. Μικρά τεμάχια δεμένα μαζί τα οποία σχηματίζουν πακέτα ίδιου μεγέθους.
- Υγρό φορτίο. Φορτίο σε υγρή μορφή, μεταφερόμενο σε δεξαμενές, εμπορευματοκιβώτια ή βαρέλια.
- Φορτίο μεταφερόμενο σε ψυγεία Ευπαθή φορτία που φορτώνονται είτε σε συνθήκες ψύξης είτε κατάψυξης, είτε σε χωριστά αμπάρια του πλοίου γενικού φορτίου.
- Βαρέο και δυσκολοχειρίστο φορτίο. Μεγάλα όγκου φορτία με δυσκολίες στην στοιβασία τους.[11]

Γ. Επιβατηγός Ναυτιλία (Passenger shipping) . Αν και η οργάνωση της επιβατηγού ναυτιλίας είναι διαφορετική από την οργάνωση της φορτηγού ναυτιλίας, η αγορά και στις δύο περιπτώσεις δεν είναι ενιαία, αφού και οι επιβάτες που χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες της δεν έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Η ζήτηση σ' αυτόν τον τομέα εμφανίζεται και ως παράγωγος (η ζήτηση για υπηρεσία ή προϊόν η οποία εξαρτάται από την ύπαρξη ζήτησης για άλλη υπηρεσία ή προϊόν) και ως πρωτογενής. Η διαφοροποίηση του σκοπού της ζήτησης και η οφειλόμενη σε αυτήν διάκριση των επιμέρους τομέων της επιβατηγού ναυτιλίας οδηγούν και στην διαφοροποίηση των τύπων των πλοίων που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση.[11]

3.3 Λιμάνια και υπηρεσίες logistics

Ο ρόλος των λιμανιών έχει διαφοροποιηθεί από την παλαιότερη αντίληψη που ήθελε το λιμάνι να ικανοποιεί μόνο τις εισαγωγικές και εξαγωγικές ανάγκες της ενδοχώρας. Με την εμφάνιση των «logistics» όπου επιχειρείται η μεταφορά των φορτίων με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, στο μικρότερο δυνατό χρόνο, με τη χρήση όλων των δυνατών συνδυασμών των μεταφορικών μέσων από ένα και μόνο διαμεταφορέα, το λιμάνι αποτελεί ένα σημαντικό κρίκο στο όλο μεταφορικό κύκλωμα. Το λιμάνι σήμερα καλείται να παίξει ένα πιο ουσιαστικό ρόλο στην ολοκληρωμένη διαδικασία των logistics. Σαν αποτέλεσμα των νέων απαιτήσεων των πελατών, τα κέντρα χειρισμού του φορτίου συνεχώς μετατρέπονται σε κέντρα που προσφέρουν υπηρεσίες σε ολόκληρη την αλυσίδα της μεταφορικής διαδικασίας ,από τον παραγωγό στον παραλήπτη. Έτσι, στο μέλλον τα λιμάνια φαίνεται να αυξάνουν τον ρόλο τους και σαν κέντρα logistics.[7]

Κεφάλαιο 4: Ναυτιλιακά Καύσιμα

4.1 Γενικά

Οι δυο σημαντικότερες κατηγορίες καυσίμων στην ναυτιλιακή βιομηχανία είναι τα προϊόντα-αποστάγματα (distillates) και τα υπολείμματα αποστάξεως (residual fuel oil). Πρόκειται για δυο κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς τις φυσικές τους ιδιότητες και τον τρόπο χρήσης τους. Ωστόσο, είτε για λειτουργικούς είτε για οικονομικούς λόγους, στις προωστήριες εγκαταστάσεις με μηχανές Diesel, χρησιμοποιούνται καύσιμα και των δύο κατηγοριών, είτε εναλλάξ είτε σε μείγματα. Τα προϊόντα απόσταξης χωρίζονται στα Marine Gas Oil(MGO) και στα Marine Diesel Oil(MDO). Το MGO χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρούς υψηλόστροφους κινητήρες Diesel, οι οποίοι βρίσκουν εφαρμογή σε πολλούς τύπους πλοίων. Το βαρύ πετρέλαιο ή αλλιώς βαρύ καύσιμο, είναι το καύσιμο με το υψηλότερο ιξώδες και ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος τύπος αυτού στην ναυτιλία είναι το IFO180 και IFO380, με ιξώδες των 180 και 380 centistokes στους 50ο C. Σε αντίθεση με τα προϊόντα απόσταξης, το βαρύ πετρέλαιο απαιτεί εγκαταστάσεις προθέρμανσης για την καύση του. Το βαρύ καύσιμο σε συνήθεις συνθήκες θερμοκρασίας είναι μαύρο και παχύρευστο. Πρόκειται για το υπόλειμμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου, το οποίο δεν αποστάζει ως τους 360ο C και το οποίο εξέρχεται από την βάση του πύργου αποστάξεως του διυλιστηρίου. Είναι το προϊόν του διυλιστηρίου με την χαμηλότερη τιμή πώλησης. Οι προδιαγραφές της αγοράς θέτουν περιορισμούς κυρίως στην περιεκτικότητα σε θείο.

4.2 Κατηγορίες Καυσίμων

Τα ναυτιλιακά καύσιμα σύμφωνα με το σχετικό ISO 8217 διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: πετρέλαιο diesel και βαρύ καύσιμο, όπως αναφέραμε προηγουμένως. Η χρήση των καυσίμων αυτών με τον ένα ή τον άλλο τρόπο επηρεάζει την ποιότητα ανάφλεξης στους κινητήρες diesel. Για τον προσδιορισμό της ποιότητας ανάφλεξης, αρχικά μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 70, χρησιμοποιούνταν ο αριθμός και ο δείκτης κετανίου (CCI-Calculated Cetane Index) για τον προσδιορισμό του οποίου υπάρχουν άμεσοι ή μηχανικοί και έμμεσοι ή εργαστηριακοί τρόποι. Μετά τις αρχές της δεκαετίας του `80 και συγκεκριμένα το 1982, όπου έγινε η πρώτη προσπάθεια θέσπισης ορίων για τα ναυτιλιακά καύσιμα, κατέστη ακόμα μεγαλύτερη η σημασία της ποιότητας ανάφλεξης. Αυτό οδήγησε ένα χρόνο μετά και κατόπιν μιας σειράς πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν από τον A.P. Zeelenberg, στην διαπίστωση μιας μαθηματικής σχέσης, η οποία συνδέει την αρωματικότητα των καυσίμων με τη ποιότητα ανάφλεξης τους. Έτσι, εισάχθηκε ένα νέο ποιοτικό εργαλείο για τον χαρακτηρισμό της ανάφλεξης: ο δείκτης αρωματικότητας (CCAI-Calculated Carbon Aromaticity Index).

Ας δούμε πιο συγκεκριμένα το Πετρέλαιο Diesel (Gasoil). Το καύσιμο αυτό οφείλει το όνομα του στο γεγονός ότι αρχικά ήταν το μόνο καύσιμο που χρησιμοποιούνταν στις μηχανές diesel, λόγω του χαμηλού ιξώδους, που επέτρεπε καλύτερο διασκορπισμό και του υψηλού βαθμού καθαρότητας, που

εξασφάλιζε καύση χωρίς επιβλαβή κατάλοιπα. Σήμερα χρησιμοποιείται στο εμπόριο μόνο για ταχύστροφες μηχανές μικρής σχετικά ισχύος, φερόμενο στο εμπόριο με το όνομα gasoil ή diesel oil. Σε όλες τις άλλες κατηγορίες μηχανών μεγάλης ισχύος και κυρίως τις ναυτικές μηχανές χρησιμοποιούνται βαρέα καύσιμα με βάση το βαρύ καύσιμο. Το gasoil, οφείλεται στο γεγονός ότι πρόκειται για έλαιο (oil) που με εξαερίωση (πυρόλυση) παράγει αέριο (gas). Κύριο χαρακτηριστικό του, με το οποίο διακρίνεται από τις άλλες κατηγορίες πετρελαίου που χρησιμοποιούνται τις μηχανές Diesel, είναι ότι αποτελεί απόσταγμα του φυσικού πετρελαίου, ανήκει δηλαδή στα ευγενή προϊόντα του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κατατάσσεται στα καλύτερα και ακριβότερα καύσιμα μηχανών εσωτερικής καύσης. Χρησιμοποιείται λοιπόν, ως καύσιμο μηχανών diesel, όταν υπάρχουν ειδικοί λόγοι, που αποκλείουν τη χρήση βαρύτερων καυσίμων, που παράγονται με βάση το βαρύ καύσιμο όπως π.χ. α) υψηλή ταχύτητα περιστροφής, β) μικρές ιπποδυνάμεις, γ) ευχέρεια προσαρμογής καύσεως στις απαιτήσεις φορτίου της μηχανής, όπως συμβαίνει κατά τους χειρισμούς απόπλου ή κατάπλου ενός σκάφους και γενικά ενός δύσκολου ή ειδικού πλου, όπου απαιτείται γρήγορη αυξομείωση της ισχύος της μηχανής, στην οποία μόνο το diesel μπορεί με ευχέρεια να ανταποκριθεί. Το πετρέλαιο diesel αποτελεί το τελευταίο κλάσμα του φυσικού πετρελαίου, και έχει όρια θερμοκρασιών ζέσεως 200 °C – 360 °C. Συνήθως δεν χρειάζεται άλλη επεξεργασία μετά την απόσταξη, και χρησιμοποιείται όπως λαμβάνεται από τον πύργο αποστάξεως. Η εξέλιξη των πετρελαιομηχανών επιβάλλει για το πετρέλαιο diesel ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες που εξασφαλίζονται με τις αντίστοιχες προδιαγραφές κατά ISO 8217.

Σε σχέση με το πετρέλαιο βαρύ καύσιμο, πρόκειται για το μέρος του φυσικού πετρελαίου που δεν αποστάζει ως τους 360 °C, το οποίο εξέρχεται από την βάση του πύργου αποστάξεως του διυλιστηρίου, το γενικό όνομα του βαρύ καύσιμο είναι υπόλειμμα αποστάξεως (residual fuel oil) και είναι ένα πολύτιμο καύσιμο. Είναι πολύτιμο για τους εξής λόγους: α) Αποτελεί περίπου του 50% του φυσικού πετρελαίου, β) Είναι φθηνό (περίπου το 1/2 της τιμής του diesel), γ) Έχει ευρύτατη εφαρμογή σαν καύσιμο πετρελαιομηχανών αλλά και λεβήτων. Ο γενικός τύπος με τον οποίο διακινείται το βαρύ καύσιμο είναι Marine Fuel Oil. Γενικά, το βαρύ καύσιμο είναι μαύρο και παχύρευστο στις συνήθεις θερμοκρασίες (θερμοκρασία περιβάλλοντος), για αυτό για να διατηρείται σε ρευστή κατάσταση στις δεξαμενές χρειάζεται προθέρμανση σε θερμοκρασία τουλάχιστον 15 – 45 °C για την άντληση και την εύκολη ροή στους σωλήνες των δικτύων. Το βαρύ καύσιμο αποτελεί την πρώτη ύλη για την παραγωγή των λιπαντικών. Παλαιότερα αναφερόταν ως πετρέλαιο λεβήτων λόγω του ότι αρχικά, πριν χρησιμοποιηθεί στις μηχανές Diesel, είχε χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο λεβήτων, δηλαδή στις μηχανές ατμού όπου και είχε εκτοπίσει την χρήση γαιανθράκων.

Το βαρύ καύσιμο είναι χαμηλότερης ποιότητας σε όλη την έκταση των φυσικοχημικών του χαρακτηριστικών από το diesel, με αποτέλεσμα η μετάπτωση από diesel σε βαρύ καύσιμο στους ναυτικούς κινητήρες να συνοδεύεται από πολλά προβλήματα λειτουργίας των πετρελαιομηχανών τα οποία καλούνται να αντιμετωπίσουν τόσο οι κατασκευαστές κινητήρων, όσο και οι πλοιοκτήτες με δύο τρόπους:

A) Κατασκευαστικοί τρόποι: Οι σύγχρονες ναυτικές πετρελαιομηχανές είναι γενικά αργόστροφες και με μεγάλη ιπποδύναμη, εξοπλισμένες με συστήματα

έντονου καθαρισμού και επεξεργασίας των καυσίμων, ώστε οι δυσμενείς επιδράσεις από την χαμηλή ποιότητα των καυσίμων να περιορίζονται στο ελάχιστο.

Β) Λειτουργικοί τρόποι: Περιλαμβάνουν σειρά μέτρων που εκμηδενίζουν ή τουλάχιστον ελαχιστοποιούν τα προβλήματα από την ποιότητα του καυσίμου όπως είναι η χρήση φυγοκεντρικών καθαριστήρων, η τοποθέτηση φίλτρων και η προθέρμανση του καυσίμου για την διατήρηση του ιξώδους στα κατάλληλα επίπεδα.

Η ποιότητα αναφλέξεως του πετρελαίου diesel καθορίζεται από την ταχύτητα με την οποία αναφλέγεται μέσα στον κύλινδρο της μηχανής, μετά την εκτόξευση από τον εγχυτήρα (καυστήρα). Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ εκτοξεύσεως και εναύσεως πρέπει να είναι όσο γίνεται μικρότερος. Επιβράδυνση της εναύσεως θα έχει ως αποτέλεσμα την συγκέντρωση στον θάλαμο καύσεως αρκετού πετρελαίου, που απότομη ανάφλεξη του δημιουργεί απότομες αυξήσεις πιέσεως. Οι αυξήσεις αυτές γίνονται αντιληπτές σαν κτύπημα (Knocking), δηλαδή κραδασμοί και δονήσεις που επιδρούν καταστρεπτικά στη μηχανή και μειώνουν την απόδοση της. Ο χρόνος μεταξύ εκτοξεύσεως και εναύσεως, που είναι γνωστός σαν καθυστέρηση αναφλέξεως (delay period) και ο οποίος επηρεάζει την εξέλιξη όλου του φαινομένου εξαρτάται:

α) Από την ποιότητα του καυσίμου (αριθμός κετανίου), δηλαδή από το είδος και την αναλογία υδρογονανθράκων που έχει, β) από τις συνθήκες που δημιουργούνται μέσα στον κύλινδρο κατά την στιγμή της εγχύσεως.

Είναι γνωστό ότι στην πετρελαιομηχανή η ανάφλεξη γίνεται χωρίς σπινθηριστή, έχουμε αυτανάφλεξη, που για να συμβεί πρέπει να εξασφαλίσουμε τις κατάλληλες συνθήκες πιέσεως και θερμοκρασίας. Η αυτανάφλεξη αυτή που προκαλεί την καύση δεν είναι ακαριαία γιατί το καύσιμο στην μηχανή diesel βρίσκεται σε μορφή λεπτών σταγονιδίων, δηλαδή σε υγρή κατάσταση και πρέπει πριν την ανάφλεξη να προηγηθούν άλλες διεργασίες μετά από τις οποίες ακολουθεί η καύση όλου του μείγματος, όπως:

α) πλήρης ανάμιξη των σταγονιδίων με τον αέρα, β) εξαέρωση των σταγονιδίων, γ) ανάμιξη των ατμών του καυσίμου με τον αέρα, δ) προφλογική οξειδωση του καυσίμου, ε) τοπική ανάφλεξη.

Με τις ίδιες λειτουργικές και μηχανικές συνθήκες, η εξέλιξη του φαινομένου της καύσεως εξαρτάται από το καύσιμο και την ιδιότητα του, που χαρακτηρίζεται σαν ποιότητα αναφλέξεως, η οποία μετράται με τον αριθμό κετανίου. Η μέτρηση του αριθμού κετανίου του πετρελαίου μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους που κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: α) άμεσοι ή μηχανικοί τρόποι και β) έμμεσοι ή εργαστηριακοί τρόποι.

Άμεσοι ή μηχανικοί τρόποι:

α) Μέθοδος καθυστέρησης αναφλέξεως: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε μηχανή diesel, που λειτουργεί με σταθερό φορτίο και σταθερή ταχύτητα. Με ηλεκτρικό μετρητή μετράται η πραγματική καθυστέρηση αναφλέξεως, δηλαδή ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που ανεβαίνει η βελόνα του εκνεφωτή ως την στιγμή ενάρξεως της αναφλέξεως. Κάτω από τις ίδιες συνθήκες και στην ίδια μηχανή αναζητείται από την σειρά πρότυπων καυσίμων, δηλαδή με γνωστό αριθμό κετανίου εκείνο το καύσιμο που έχει την ίδια ακριβώς καθυστέρηση αναφλέξεως με το μετρούμενο δείγμα.

β) Μέθοδος ASTM.: Για την μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται μηχανή diesel στην οποία ο βαθμός συμπίεσεως μπορεί να μεταβάλλεται, ώστε η ανάφλεξη να γίνεται πάντοτε μετά την έγχυση. Είναι ευνόητο ότι κάθε καύσιμο απαιτεί διαφορετική συμπίεση για να εξασφαλισθεί ανάφλεξη, αλλά κατά κανόνα θα χρειασθεί τόσο λιγότερη συμπίεση, όσο πιο εύκολα αναφλέγεται το καύσιμο, δηλαδή όσο μεγαλύτερο αριθμό κετανίου έχει. Αντίθετα, καύσιμα με μικρό αριθμό κετανίου, που αναφλέγονται δυσκολότερα, απαιτούν μεγαλύτερη συμπίεση για να εξασφαλισθεί ανάφλεξη, ακριβώς στα όρια της διαδρομής στροφάλου

γ) Πρότυπη μηχανή CFR.: Η μηχανή αυτή βασίζεται στην ίδια αρχή που βασίζονται και οι μηχανές CFR (Cooperative Fuel Research) για την μέτρηση του αριθμού οκτανίου. Με ειδική ηλεκτρική συσκευή που διαθέτουν (knock meter) συγκρίνονται τα κτυπήματα που παρουσιάζει η μηχανή όταν λειτουργεί με το άγνωστο καύσιμο, με τα κτυπήματα που με τις ίδιες συνθήκες καταγράφονται, όταν η μηχανή λειτουργεί με καύσιμο γνωστού αριθμού κετανίου.[6]

4.3 Κατηγοριοποίηση των ναυτιλιακών καυσίμων

Το διεθνές πρότυπο ISO 8216-1:2010 κατηγοριοποιεί τα ναυτιλιακά καύσιμα ακολουθώντας την εξής κωδικοποίηση. Το λατινικό γράμμα «D» είναι το αρχικό της λέξης «Distillate - Αποσταγμένο» ενώ το λατινικό γράμμα «R» είναι το αρχικό της λέξης «Residual - Υπολειμματικό». Στη συνέχεια ακολουθεί το λατινικό γράμμα «M» αρχικό της λέξης «Marine - Ναυτιλιακό» που δηλώνει την οικογένεια του καυσίμου. Στη συγκεκριμένη περιπτώση είναι το ναυτιλιακό καύσιμο. Ακολουθούν τα γράμματα «X, A, Z, B, κ.λ.π.) χωρίς καμία ιδιαίτερη βαρύτητα στην κατηγοριοποίηση. Τα υπολειμματικά ναυτιλιακά καύσιμα συνοδεύονται και από έναν αριθμό ο οποίος εκφράζει το μέγιστο κινηματικό ιξώδες αυτών, στους 50°C σε mm² /sec.

Πίνακας 4.3.1 Κατηγοριοποίηση των Ναυτιλιακών Καυσίμων

Οικογένεια Υποκατηγορία ανάλογα με το είδος του καυσίμου	Κατηγορία Υποκατηγορίες ανάλογα με την εφαρμογή και τις ιδιότητες	ISO-F	Παρατηρήσεις
		Μέγιστο κινηματικό Ιξώδες στους 50°C mm ² /sec	
Κλάσματα	DMX	-	Χρησιμοποιείται σε έκτακτες καταστάσεις Χρησιμοποιείται σε γενικές εφαρμογές δεν πρέπει να περιέχει υπολλειμματικά κλάσματα Χρησιμοποιείται σε γενικές εφαρμογές δεν πρέπει να περιέχει υπολλειμματικά κλάσματα Χρησιμοποιείται σε γενικές εφαρμογές μπορεί να περιέχει ανιχνεύσιμα ποσοστά υπολλειμματικών κλασμάτων.
	DMA	-	
	DMZ	-	
	DMB	-	
	RMA	10	
	RMB	30	
	RMD	80	
	RME	180	
	RMG	180	
	Υπολλειματικά	RMG	
	RMG	500	
	RMG	700	
	RMK	380	
	RMK	500	
	RMK	700	

Σε σχέση με την προηγούμενη κατηγοριοποίηση, η οποία είχε εφαρμοσθεί με την έκδοση του 2005, οι διαφορές της τρέχουσας έκδοσης είναι ότι προστέθηκε μια καινούργια κατηγορία η DMZ. Η κατηγορία αυτή, όπως φαίνεται στον πίνακα 2, έχει ελάχιστο κινηματικό ιξώδες στους 40°C, 3,0 mm² /sec. Η κατηγορία DMC που υπήρχε στην έκδοση του 2005 έχει τροποποιηθεί και έχει μεταφερθεί στα υπολλειματικά ναυτιλιακά καύσιμα με την ονομασία RMA 10. Αυξήθηκε στα 2,0 mm² /sec η ελάχιστη απαίτηση για το κινηματικό ιξώδες της κατηγορίας DMA, ενώ ταυτόχρονα οριοθετήθηκε ως ελάχιστο κινηματικό ιξώδες για την κατηγορία DMB το όριο των 2,0 mm² /sec. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.3.2 προστέθηκαν για πρώτη φορά όρια στην περιεκτικότητα σε υδρόθειο, στον αριθμό οξύτητας, στην οξειδωτική σταθερότητα και στην λιπαντική ικανότητα των αποσταγμένων ναυτιλιακών καυσίμων.

Πίνακας 4.3.2 Αποσταγμένα καύσιμα

Ιδιότητα	Μονάδα	Όριο	Κατηγορία ISO-F-				Μέθοδος Ελέγχου
			DMX	DMA	DMZ	DMB	
Κινηματικό Ιξώδες στους 40°C	mm ² /s	max. min.	5,500 1,400	6,000 2,000	6,000 3,000	11,00 2,000	ISO 3104
Πυκνότητα στους 15°C	kg/m ³	max.	-	890,0	890,0	900,0	ISO 3675 ή ISO 12185
Δείκτης Κετανίου		min.	45	40	40	35	ISO 4264
Θείο	κ.β. %	max.	1,00	1,50	1,50	2,00	ISO 8754 ISO 14596
Σημείο Ανάφλεξης	°C	min.	43	60	60	60	ISO 2719
Υδροθείο	mg/kg	max.	2,00	2,00	2,00	2,00	IP 570
Οξύτητα	mg KOH/g	max.	0,5	0,5	0,5	0,5	ASTM D664
Ολικό Υπόλειμμα μέσω ζεστού φιλτραρίσματος	κ.β. %	max.	-	-	-	0,10	ISO 10307-1
Οξειδωτική Σταθερότητα	g/m ³	max.	25	25	25	25	ISO 12205
Ανθρακούχο Υπόλειμμα – μικρομέθοδος στο 10% (V/V) του υπολείμματος απόσταξης	κ.β. %	max.	0,30	0,30	0,30	-	ISO 10370
Ανθρακούχο Υπόλειμμα – μικρομέθοδος	κ.β. %	max.	-	-	-	0,30	ISO 10370
Σημείο Θόλωσης	°C	max.	-16	-	-	-	ISO 3015
Σημείο Χειμερινή Ποιότητα Ροής (Ανώτερο)	°C	max.	-6	-6	-6	0	ISO 3016
Σημείο Καλοκαιρινή Ποιότητα	°C	max.	0	0	0	6	ISO 3016
Οπτικός Έλεγχος			Καθαρό & Διαυγές Clear & Bright				
Νερό	κ.ο. %	max.	-	-	-	0,30	ISO 3733
Τέφρα	κ.β. %	max.	0,010	0,010	0,010	0,010	ISO 6245
Λιπαντική Ικανότητα, Διορθωμένη διάμετρος φθοράς (wsd 1.4) στους 60 °C	μm	max.	520	520	520	520 ⁹	ISO 12156

Όσον αφορά τα υπολειμματικά ναυτιλιακά καύσιμα, όπως παρουσιάζονται και στον Πίνακα 4.3.1, αυτά χωρίζονται σε έντεκα (11) κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα προστέθηκε η κατηγορία RMA10, η κατηγορία RMG χωρίστηκε σε τέσσερις υποκατηγορίες με διαφορετικό όριο κινηματικού ιξώδους η κάθε μια και τέλος η κατηγορία RMK η οποία με την σειρά της χωρίστηκε σε τρεις υποκατηγορίες με διαφορετικό ιξώδες η κάθε μια. Σχετικά με την προηγούμενη κατηγοριοποίηση της έκδοσης του 2005 οι κατηγορίες των υπολειμματικών καυσίμων RMF και RMH καταργήθηκαν. Επίσης, μειώθηκαν τα όρια της περιεκτικότητας σε βανάδιο σε όλες σχεδόν της κατηγορίες ,εκτός από τις κατηγορίες RMB 30, στην οποία έμεινε αμετάβλητο και στην κατηγορία RMG 380 στην οποία αυξήθηκε ελάχιστα. Μειώθηκαν τα όρια περιεκτικότητας του αθροίσματος των στοιχείων αλουμινίου και πυριτίου. Επιπλέον, επανεξετάστηκε η περιεκτικότητα των χρησιμοποιημένων λιπαντικών ελαίων εντός των υπολειμματικών ναυτιλιακών καυσίμων.[5]

4.4 Προδιαγραφές και χαρακτηριστικά

Τα χαρακτηριστικά και προδιαγραφές των ναυτιλιακών καυσίμων καθορίζονται σύμφωνα με κανονισμούς A.S.T.M (American Society Testing material), BSS(British Standard Specification), ISO 8217 2010, CIMAC H-55 και τα εγχειρίδια κατασκευαστών μηχανών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η ποιότητα του καυσίμου και η επεξεργασία αυτού μέχρι και την έγχυση του στο θάλαμο καύσης αποτελούν το σημαντικότερο παράγοντα για την σύσταση των προϊόντων, που προκύπτουν από την καύση του, δηλαδή τις εκπομπές του πλοίου στο περιβάλλον. Ας δούμε κάποια επιμέρους χαρακτηριστικά:

- Ειδικό βάρος (0.83-1.05). οι τιμές δίνονται στο μετρικό σύστημα στους 15 °C, στο Αγγλικό στους 60 F σε Beaume και στην Αμερική σε API. Οι τύποι μετατροπής είναι: Η αναγωγή του ειδικού βάρους για διαφορετικές θερμοκρασίες από 15 °C, γίνεται με την πρόσθεση για $t > 15$ °C και αντίστοιχα αφαίρεση για $t < 15$ °C.
- Το σημείο ανάφλεξης (Flash point), είναι η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία το πετρέλαιο θερμαινόμενο δίνει ατμούς αναφλεγόμενους στιγμιαία σε επαφή με φλόγα. Κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 70-120 °C και μετράται με την μέθοδο κλειστού ή ανοιχτού δοχείου. Σύμφωνα με τους Lloyd's το σημείο ανάφλεξης για λόγους ασφαλείας πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 65 °C.
- Το σημείο καύσης είναι η ελάχιστη θερμοκρασία που οι ατμοί του θερμαινόμενου πετρελαίου αναφλεγόμενοι από φλόγα συνεχίζουν να καίονται επί 5 δευτερόλεπτα. Είναι συνήθως 15-25 °C μεγαλύτερο από το σημείο αναφλέξεως.
- Το σημείο αυτανάφλεξης, είναι η θερμοκρασία που αυταναφλέγεται το καύσιμο σε ατμοσφαιρική πίεση, συνήθως 350-500 °C, όπου σε συμπίεση 30 ATM. Κατέρχεται στους 200-250 °C.
- Το σημείο ροής (Pour point), είναι η θερμοκρασία που αρχίζει να ρέει το πετρέλαιο και ενδιαφέρει για τον υπολογισμό της απαραίτητης προθέρμανσης στις δεξαμενές για την επιτυχή αναρρόφηση του.
- Η θερμαντική ικανότητα (Calorific value), είναι η έκλυση θερμικής ενέργειας ανά μονάδα μάζας καυσίμου KJ/kg και επηρεάζει άμεσα την ιπποδύναμη της μηχανής.
- Η περιεκτικότητα σε θειάφι (Sulphur content) επί της %. Επηρεάζει διότι κατά την καύση σχηματίζονται διαβρωτικές ενώσεις και κάνουν διαβρώσεις στα χιτώνια, έμβολα, βαλβίδες εισαγωγές στροβιλοσυμπιεστών. Επίσης συνδέεται άμεσα και με τις εκπομπές του πλοίου σε διοξείδιο του θείου και την μόλυνση στο περιβάλλον.
- Η περιεκτικότητα σε τέφρα (Ash content), κυμαίνεται από 0.01-0.02% κατά βάρος και προκαλεί φθορές.
- Η περιεκτικότητα σε νερό (water content) % κατ όγκο. Απαιτεί καταβύθιση στις δεξαμενές και φυγοκέντριση ώστε να είναι 0.2%.
- Το εξανθράκωμα (Carbon residue), είναι το % κατά βάρος ανθρακούχο υπόλοιπο της τέφρας που μένει μετά την θέρμανση, εξάτμιση και

κάψιμο όλων των πτητικών μιας ποσότητας καυσίμου. Τα μεγάλα εξανθρακώματα ρυπαίνουν τα στοιχεία της μηχανής που έρχονται σε επαφή. Η περιεκτικότητα σε μέταλλα, όπως βανάδιο, μετριέται σε ppm και πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 200-600 και σε συνδυασμό με το νάτριο προκαλεί χημική και θερμή διάβρωση.

- Η περιεκτικότητα σε ασφαλένια, κυμαίνεται μεταξύ 0.5-2% στα ελαφρύτερα καύσιμα, 6-8% στα βαρύτερα και 10-20% στα καύσιμα που προέρχονται από θερμική πυρόλυση. Αυτά κατακάθονται στις δεξαμενές, βουλώνουν τα φίλτρα και αποβάλλονται από τη φυγοκέντρωση.
- Η περιεκτικότητα σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες και τέλος το ιξώδες (Viscosity), είναι το μέτρο αντίστασης στη ροή ενός ρευστού ή το μέτρο της εσωτερικής τριβής των μορίων του. Όσο μικρότερο το ιξώδες ενός καυσίμου τόσο λεπτότερο το υγρό και ταχύτερη η ροή του.

Πίνακας 4.4.1 Χαρακτηριστικά υπολειμματικών καυσίμων

Parameter	Unit	Limit	RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK				
			10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700		
Viscosity at 50°C	mm ² /s	Max	10.00	30.00	80.00	180.0	180.0	380.0	500.0	700.0	380.0	500.0	700.0		
Density at 15°C	kg/m ³	Max	920.0	960.0	975.0	991.0	991.0				1010.0				
Micro Carbon Residue	% m/m	Max	2.50	10.00	14.00	15.00	18.00				20.00				
Aluminium + Silicon	mg/kg	Max	25	40		50	60								
Sodium	mg/kg	Max	50	100		50	100								
Ash	% m/m	Max	0.040	0.070			0.100				0.150				
Vanadium	mg/kg	Max	50	150			350				450				
CCAI	-	Max	850	860			870								
Water	% V/V	Max	0.30					0.50							
Pour point (upper) ^b , Summer	°C	Max	6						30						
Pour point (upper) ^b , Winter	°C	Max	0						30						
Flash point	°C	Min					60.0								
Sulphur ^c	% m/m	Max	Statutory requirements												
Total Sediment, aged	% m/m	Max					0.10								
Acid Number ^e	mgKOH/g	Max					2.5								
Used lubricating oils (ULO):			The fuel shall be free from ULO, and shall be considered to contain ULO when either one of the following conditions is met:												
Calcium and Zinc; or Calcium and Phosphorus	mg/kg	-	Calcium > 30 and zinc > 15; or Calcium > 30 and phosphorus > 15.												
Hydrogen sulphide ^d	mg/kg	Max					2.00								
^a	This residual marine fuel grade is formerly DMC distillate under ISO 8217:2005.														
^b	Purchasers shall ensure that this pour point is suitable for the equipment on board, especially in cold climates.														
^c	The purchaser shall define the maximum sulphur content according to the relevant statutory requirements.														
^d	Effective only from 1 July 2012.														
^e	Strong acids are not acceptable, even at levels not detectable by the standard test methods for SAN. As acid numbers below the values stated in the table do not guarantee that the fuels are free from problems associated with the presence of acidic compounds, it is the responsibility of the supplier and the purchaser to agree upon an acceptable acid number.														

Πίνακας 4.4.2 Χαρακτηριστικά απεσταγμένων καυσίμων

Parameter	Unit	Limit	DMX	DMA	DMZ	DMB
Viscosity at 40°C	mm ² /s	Max	5.500	6.000	6.000	11.00
Viscosity at 40°C	mm ² /s	Min	1.400	2.000	3.000	2.000
Micro Carbon Residue at 10% Residue	% m/m	Max	0.30	0.30	0.30	-
Density at 15°C	kg/m ³	Max	-	890.0	890.0	900.0
Micro Carbon Residue	% m/m	Max	-	-	-	0.30
Sulphur ^a	% m/m	Max	1.00	1.50	1.50	2.00
Water	% V/V	Max	-	-	-	0.30 ^b
Total sediment by hot filtration	% m/m	Max	-	-	-	0.10 ^b
Ash	% m/m	Max	0.010	0.010	0.010	0.010
Flash point	°C	Min	43.0	60.0	60.0	60.0
Pour point, Summer	°C	Max	-	0	0	6
Pour point, Winter	°C	Max	-	-6	-6	0
Cloud point	°C	Max	-16	-	-	-
Calculated Cetane Index		Min	45	40	40	35
Acid Number	mgKOH/g	Max	0.5	0.5	0.5	0.5
Oxidation stability	g/m ³	Max	25	25	25	25 ^c
Lubricity, corrected wear scar diameter (wsd 1.4 at 60°C ^d	um	Max	520	520	520	520 ^c
Hydrogen sulphide ^e	mg/kg	Max	2.00	2.00	2.00	2.00
Appearance			Clear & Bright ^f			^{b, c}
^a	A sulphur limit of 1.00% m/m applies in the Emission Control Areas designated by the International Maritime Organization. As there may be local variations, the purchaser shall define the maximum sulphur content according to the relevant statutory requirements, notwithstanding the limits given in this table.					
^b	If the sample is not clear and bright, total sediment by hot filtration and water test shall be required.					
^c	Oxidation stability and lubricity tests are not applicable if the sample is not clear and bright.					
^d	Applicable if sulphur is less than 0.050% m/m.					
^e	Effective only from 1 July 2012.					
^f	If the sample is dyed and not transparent, water test shall be required. The water content shall not exceed 200 mg/kg (0.02% m/m).					

Οι βαθμοί των ναυτιλιακών καυσίμων που χρησιμοποιούνται (Fuel oil grades) στους ναυτικούς κινητήρες είναι οι παρακάτω:

A. Τέσσερις βαθμοί απεσταγμένου πετρελαίου, (DM denotes Distillate) με χαρακτηριστικά: DMX για καθαρό απεσταγμένο, DMA για gas oil, DMB για καθαρό diesel, DMC για diesel αναμεμειγμένο με περισσότερο από 10% υπόλειμμα απόσταξης.

B. Τα υπολείμματα απόσταξης, δέκα συνολικά βαθμοί, χαρακτηρίζονται με τα αρχικά RM (βαρύ καύσιμο or Residual Marine Fuel oil), ακολουθούμενα από ένα ακόμη γράμμα μεταξύ A-K το οποίο προκαθορίζει τα χαρακτηριστικά του και από έναν αριθμό που καθορίζει το ιξώδες του σε mm²/s στους 50C.

Τα χαρακτηριστικά των καυσίμων πρέπει να ελέγχονται κατά την παραλαβή (bunkering) από το πλήρωμα για εξακρίβωση της σύνθεσης τους και την καταλληλότητα ανάμειξης τους με παλαιότερα καύσιμα που πιθανόν να

βρίσκονται στις δεξαμενές. Σε σχέση με τις προδιαγραφές των καυσίμων για χρήση σε Ναυτικούς κινητήρες, θα λέγαμε ότι τα υπάρχοντα καύσιμα στην παγκοσμία αγορά είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ISO, που φαίνονται στους ανωτέρω πίνακες. Όπως φαίνεται για αποσταγμένα καύσιμα όπως το Marine diesel oil και το Marine gas oil, το ιξώδες τους στους 40 οC είναι το ελάχιστο έως και 1.40 cSt. Η χαμηλή τιμή αυτή για το ιξώδες είναι και ο λόγος που δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα στο μηχανοστάσιο, όπως αδυναμία εκκίνησης της κύριας μηχανής έως και τυχόν έκρηξη στο βραστήρα, που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ανθρώπινης ζωής. Η βιομηχανία καυσίμων ερευνά το θέμα από την δική της πλευρά και καταβάλλει προσπάθειες για την παραγωγή ενός καυσίμου, που να είναι συμβατό και ασφαλές με τα υπάρχοντα συστήματα και δίκτυα στα πλοία.

Η προσπάθεια έχει κατεύθυνση προς τη δημιουργία ενός καυσίμου που να έχει το προδιαγραφόμενο ποσοστό σε θείο με μεγαλύτερη όμως, τιμή ιξώδους. Η τιμή ωστόσο αυτού του καυσίμου αλλά και η διαθεσιμότητα του στα λιμάνια, είναι κάποια από τα ζητήματα που απασχολούν τις πλοιοκτήτριες εταιρείες. Οι λόγοι είναι ότι οι εταιρείες πρέπει να επιβαρυνθούν όχι μόνο το επιπλέον κόστος του συγκεκριμένου καυσίμου, αλλά και τις τυχόν καθυστερήσεις του πλοίου στο λιμάνι για να προμηθευτεί το καύσιμο, αφού εάν μόνο λίγες εταιρείες το διαθέτουν στην αγορά τότε αναπόφευκτα θα υπάρχει συνωστισμός. Καθυστερήσεις και λίγων ωρών για μία πλοιοκτήτρια εταιρεία που διαθέτει το πλοίο της σε τρίτους, έναντι ημερήσιου ναύλου σημαίνει μεγάλη απώλεια χρημάτων.

Σε σχέση με την διαδικασία παραλαβής καυσίμων, το bunkering και η ποιότητα των καυσίμων πετρελαίου είναι ένα ζήτημα μεταξύ των ιδιοκτητών / διαχειριστών και των προμηθευτών, βάσει του παραρτήματος VI της MARPOL 73/78, τείνει να καταστεί υποχρεωτικό το θέμα. Εκτός από τις απαιτήσεις που περιορίζουν την περιεκτικότητα σε θείο του καυσίμου πετρελαίου, το παράρτημα VI περιλαμβάνει απαιτήσεις που εμποδίζουν την ενσωμάτωση των δυνητικά επιβλαβών ουσιών, και ιδίως τα ρεύματα αποβλήτων (π.χ. χημικά απόβλητα), σε βαρύ καύσιμο. Δελτία παραδόσεως (Bunkering) πρέπει να διατηρούνται επί του σκάφους για τουλάχιστον τρία χρόνια και πρέπει να περιλαμβάνουν τις ακόλουθες πληροφορίες: όνομα και ο αριθμό IMO του πλοίου που παραλαμβάνει τα καύσιμα, το λιμάνι ανεφοδιασμού καυσίμων, την ημερομηνία έναρξης ανεφοδιασμού, την επωνυμία, διεύθυνση, αριθμός τηλεφώνου του προμηθευτή, την ονομασία προϊόντος, την ποσότητα (σε μετρικούς τόνους), την πυκνότητα στους 15°C (kg/m³) και την περιεκτικότητα σε θείο (% m/m). Μια υπογεγραμμένη δήλωση από τον προμηθευτή του καυσίμου ή εκπρόσωπο του ότι το καύσιμο είναι απαλλαγμένο από ανόργανα οξέα και δεν περιλαμβάνει καμία προστιθέμενη ουσία ή χημικά απόβλητα τα οποία θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια των πλοίων, επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση της μηχανής, είναι επιβλαβή για το προσωπικό, και συνεισφέρουν συνολικά στην πρόσθετη ρύπανση του αέρα.

Τα δείγματα πρέπει να διατηρούνται επί του σκάφους για τουλάχιστον 12 μήνες και η ετικέτα στο κάθε δείγμα πρέπει να αναγράφει τα ακόλουθα: τη θέση στην οποία ευρίσκονται, και τη μέθοδο με την οποία πήραν το δείγμα, η

ημερομηνία που πραγματοποιήθηκε ο ανεφοδιασμός, η ονομασία του δεξαμενοπλοίου / εγκατάσταση καυσίμων, το όνομα και ο αριθμός IMO του πλοίου που παραλαμβάνει τα καύσιμα, οι υπογραφές και τα ονόματα του προμηθευτή και εκπροσώπου του πλοίου και τέλος λεπτομέρειες σχετικά με σφραγίδα ταυτοποίησης.

Είναι γνωστό ότι το θείο που υπάρχει στο πετρέλαιο καύσεως έχει και ευεργετικές ιδιότητες για την μηχανή και ειδικά για τις αντλίες πετρελαίου, διότι βοηθάει στη λίπανση των κινούμενων μερών και αποφεύγονται τα κολλήματα. Ήδη κυκλοφορούν αρκετά πρόσθετα στην αγορά, που βελτιώνουν την λιπαντική ικανότητα των καυσίμων, ειδικά όταν το καύσιμο είναι πολύ χαμηλού θείου.

Το καύσιμο περιεκτικότητας σε θείο 0,1% που προβλέπεται να χρησιμοποιείται στα λιμάνια, χαρακτηρίζεται συνήθως από ένα ιξώδες της τάξεως του 1 – 3 mm²/s. Οι μηχανές όμως μέχρι σήμερα έχουν σχεδιασθεί για να χρησιμοποιούν κατά την καύση ιξώδες από 10 – 20 mm²/s. Η περίπτωση της αντικατάστασης του συνηθισμένου καυσίμου (HFO) από το ελαφρύ MGO στα λιμάνια θα είναι μια συχνή πραγματικότητα. Ήδη καύσιμο πολύ χαμηλού θείου και χαμηλού ιξώδους χρησιμοποιείται και σε εγκαταστάσεις ξηράς, αλλά εκεί έχουν τοποθετηθεί ψύκτες για τον σκοπό της διόρθωσης του ιξώδους του καυσίμου. Η θερμοκρασία και εξαέρωση των Καυσίμων. Όταν κανείς γυρίζει μια μηχανή από χρήση καυσίμου HFO σε MGO ή MDO όπου δεν απαιτείται προθέρμανση, λόγω της υπολειμματικής θερμότητας στο κύκλωμα καυσίμου, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν προβλήματα στις αντλίες από εξαέρωση του ελαφρού καυσίμου, εξαιτίας της αυξημένης θερμοκρασίας. Πρέπει λοιπόν να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή κατά το γύρισμα από HFO σε MGO ή MDO.

Οι κανονισμοί πλέον απαιτούν κατά τον ελλιμενισμό την χρήση καυσίμου με την περιεκτικότητα σε θείο 0,1%. Είναι προφανές ότι το μόνο καύσιμο που πληρεί αυτούς τους όρους είναι το MGO. Είναι όμως πιθανό ότι θα υπάρχουν διαρροές καυσίμου από τις αντλίες, εφ' όσον οι αντλίες είναι σχεδιασμένες για ιξώδη 10 – 20 mm²/s, ενώ τα χαμηλού θείου καύσιμα έχουν ιξώδη από 1 – 3 mm²/s. Τα κάτωθι μπορούν να συμβούν ως επακόλουθο των διαρροών:

1. Πτώση της πίεσεως στις αντλίες,
2. Περιορισμός στην ποσότητα εκχύσεως καυσίμου,
3. Φαινόμενα Εξαερώσεως,
4. Διαρροές καυσίμου,
5. Βραδυπορία στην ανάφλεξη για μηχανές που έχουν σχεδιασθεί σύμφωνα με τους κανονισμούς NOX.

Από την άλλη, η ανάμειξη του καυσίμου με το λιπαντικό της μηχανής θα επιφέρει και τα κάτωθι προβλήματα:

1. Πτώση του ιξώδους του λιπαντελαίου,
2. Πτώση του Σημείου Αναφλέξεως. Αυτό μπορεί να γίνει και αιτία ανάφλεξης,
3. Επειδή το καύσιμο αυτό έχει χαμηλά αρωματικά δεν είναι φιλικό σε πολλά λάστιχα στεγανοποίησης και αυτό μπορεί να δημιουργεί προβλήματα στεγανοποίησης στο κύκλωμα καυσίμου.

Με βάση το ISO 8217 2010 και τους παραπάνω διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες ανάλογα με τις φυσικές τους ιδιότητες και το τρόπο χρήσης τους. Όμως για λειτουργικούς και οικονομικούς λόγους, στις προωσθήριες εγκαταστάσεις με μηχανές diesel χρησιμοποιούνται καύσιμα και των δύο κατηγοριών εναλλάξ, είτε σε μείγματα. Η πρώτη κατηγοριοποίηση των ναυτιλιακών καυσίμων ξεκίνησε το 1982 και έκτοτε εκσυγχρονίζεται έως την τελευταία ανανέωση του ISO 8217 τον Ιούνιο του 2010. Ωστόσο κάθε χρόνο τα πρότυπα των καυσίμων γίνονται αυστηρότερα όσον αφορά θέματα περιβάλλοντος όπως η περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο.

Αναλυτικότερα οι κατηγορίες παρουσιάζονται ως εξής: Το πετρέλαιο diesel ή αλλιώς marine gas oil (MGO) ή πετρέλαιο εσωτερικής καύσης. Οφείλει το όνομα του στο γεγονός ότι αρχικά ήταν το μόνο καύσιμο που χρησιμοποιούνταν στις μηχανές diesel λόγω του χαμηλού ιξώδους του και του υψηλού βαθμού καθαρότητας που εξασφαλίζει καύση χωρίς επιβλαβή κατάλοιπα. Αποτελεί απόσταγμα φυσικού πετρελαίου (distillate fuel), ανήκει δηλαδή στα ευγενή προϊόντα του καικατατάσσεται στα καλύτερα και ακριβότερα καύσιμα μηχανών εσωτερικής καύσης. Το gasoil οφείλει το όνομα του στο γεγονός ότι πρόκειται για έλαιο (oil) το οποίο με εξαερίωση παράγει αέριο (gas). Το MGO έχει τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θείο από όλους τους τύπους καυσίμων.

Το πετρέλαιο βαρύ καύσιμο ή αλλιώς residual fuel oil (RO) ή υπόλειμμα αποστάξεως. Ονομάζεται έτσι γιατί εξέρχεται από τη βάση του πύργου αποστάξεως του διυλιστηρίου. Αρχικά χρησιμοποιούνταν ως καύσιμο των λεβήτων, δηλαδή στις μηχανές ατμού και είχε καταφέρει να εκτοπίσει τη χρήση του άνθρακα. Είναι το βαρύτερο από όλα τα κλάσματα πετρελαίου και απαιτεί προθέρμανση για σωστή ροή στις δεξαμενές. Επίσης χρησιμοποιείται και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή των λιπαντικών. Πρόκειται για μέρος του φυσικού πετρελαίου (περίπου 50%) και είναι χαμηλότερης ποιότητας σε σχέση με το diesel. Περιέχει πολλούς ρύπους όπως διοξείδιο του θείου. Παρόλα αυτά, είναι το φθηνότερο υγρό καύσιμο της αγοράς.

Άλλες κατηγορίες που αποτελούν προσμίξεις των δύο κύριων κατηγοριών είναι: IFO (Intermediate fuel oil), αποτελεί μίξη των δύο παραπάνω με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πετρέλαιο βαρύ καύσιμο. Συγκεκριμένα αποτελείται περίπου 98% από κατάλοιπα πετρελαίου βαρύ καύσιμο και 2% από απόσταγμα πετρελαίου diesel.

Το residual fuel χρησιμοποιείται για την καύση της κύριας μηχανής (main engine), ενώ το πετρέλαιο distillate fuel (diesel) χρησιμοποιείται για τις βοηθητικές μηχανές (auxiliary engines). Σε αντιστοιχία με τις κατηγορίες που αναφέρθηκαν παραπάνω το residual fuel oil που προορίζεται για την κύρια μηχανή και αναμιγνύεται ελαφρώς με πετρέλαιο diesel είναι συνήθως το IFO ή MFO ή HFO ενώ το IFO υπό κατηγοριοποιείται ανάλογα με το κινηματικό ιξώδες του το οποίο μετράται σε centistokes (cSt). Οι δύο τύποι που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη ναυτιλία είναι το IFO 380 cSt και το IFO 180 cSt. Εννοείται ότι όσο πιο πολλούς βαθμούς έχει, τόσο πιο παχύρευστο θα είναι και συνεπώς τόσο πιο δύσκολη θα είναι η καύση του. Το γεγονός αυτό κάνει απαραίτητη την προθέρμανση της μηχανής.

Το IFO και γενικότερα όλα τα καύσιμα που χρησιμοποιούν κυρίως κατάλοιπα πετρελαίου είναι κατάλληλο για την κύρια μηχανή μεγάλων πλοίων, που κάνουν ποντοπόρα ταξίδια και δεν χρησιμοποιείται όταν το πλοίο βρίσκεται στο λιμάνι. Οι κυριότεροι λόγοι είναι ότι έχει υψηλή συγκέντρωση ρύπων κατά

την καύση του. Το κινηματικό ιξώδες μετράει το βαθμό ρευστότητας του καυσίμου, δηλαδή μετράει την ικανότητα του καυσίμου να ρέει κάτω από την αντίσταση της βαρύτητας. Όσο πιο μεγάλος ο αριθμός τόσο καλύτερη η ροή και τόσο παράγει πολύ πυκνό και σκούρο καπνό. Επίσης χρειάζεται συγκεκριμένη θερμοκρασία για αποθήκευση και άντληση ενώ δεν παρέχει ευελιξία στις κινήσεις του πλοίου που είναι απαραίτητες μέσα στο λιμάνι.

Αντίθετα το πετρέλαιο diesel χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν ειδικοί λόγοι που αποκλείουν τη χρήση βαρύτερων καυσίμων. Τέτοιοι είναι: η υψηλή ταχύτητα περιστροφής, οι μικρές ιπποδυνάμεις και η ευχέρεια προσαρμογής καύσεως στις απαιτήσεις του φορτίου και της μηχανής. Αυτό συμβαίνει κατά τους χειρισμούς απόπλου ή κατάπλου ενός σκάφους και γενικά ενός δύσκολου ή ειδικού πλου, όπου απαιτείται γρήγορη αυξομείωση της ισχύος της μηχανής, στην οποία μόνο το diesel μπορεί με ευχέρεια να ανταποκριθεί.

Η μετάπτωση από diesel σε βαρύ καύσιμο στους ναυτικούς κινητήρες συνοδεύεται από πολλά προβλήματα λειτουργίας των πετρελαιομηχανών τα οποία καλούνται να αντιμετωπίσουν τόσο οι κατασκευαστές κινητήρων όσο και οι πλοιοκτήτες. Από την πλευρά των κατασκευαστών χρειάζεται εξοπλισμός των ναυτικών νηζελομηχανών με συστήματα έντονου καθαρισμού και επεξεργασίας των καυσίμων, ώστε οι δυσμενείς επιδράσεις από την χαμηλή ποιότητα των καυσίμων να περιορίζονται στο ελάχιστο. Από την πλευρά των πλοιοκτητών χρειάζεται η λήψη μέτρων που εκμηδενίζουν ή τουλάχιστον ελαχιστοποιούν τα προβλήματα από την ποιότητα του καυσίμου όπως είναι η χρήση φυγοκεντρικών καθαριστήρων, η τοποθέτηση φίλτρων και η προθέρμανση του καυσίμου για την διατήρηση του ιξώδους στα κατάλληλα επίπεδα. Τα ποντοπόρα πλοία μπορούν να καταναλώσουν από 5 έως 350 τόνους καταλοίπων πετρελαίου (residual oil) την μέρα ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου και τη ταχύτητα του. Συνήθως η χωρητικότητα στις δεξαμενές καυσίμων επαρκεί για πλεύση από 40 έως 60 μέρες ενώ η πετρέλευση γίνεται κάθε 20 με 30 μέρες ανάλογα με το πρόγραμμα του ταξιδιού. Για τις βοηθητικές μηχανές η κατανάλωση πετρελαίου diesel κυμαίνεται ημερησίως από 0,5 έως 15 τόνους ανάλογα με το πλοίο. Βέβαια για όλα τα παραπάνω υπάρχουν και εξαιρέσεις.

Όσον αφορά τα μικρά πλοία της ακτοπλοΐας η ημερήσια κατανάλωση κυμαίνεται από 2 έως 10 τόνους τη μέρα για το πετρελαίο diesel και η χωρητικότητα των δεξαμενών επαρκεί για 10 με 15 μέρες ταξιδιού. Αντίθετα τα πολεμικά πλοία χρησιμοποιούν αποκλειστικά gasoil και συνήθως ξεκινούν το ταξίδι τους σε ομάδες συνοδευμένα από ένα δεξαμενόπλοιο μεταφοράς gasoil.[6]

4.5 Καύσιμα Ναυτικών κινητήρων Diesel

Η επικράτηση του ναυτικού κινητήρα diesel στα συστήματα προώσεως πλοίων, δεν συντελέστηκε χωρίς προβλήματα, γιατί λόγω της αναστάτωσης στην ενεργειακή ζήτηση, οι ναυτικοί κινητήρες diesel είχαν να αντιμετωπίσουν τη μεταβαλλόμενη και μειούμενη ποιότητα καυσίμου.

Η ποιότητα καυσίμου έχει σημαντική επίδραση στη λειτουργία, κυρίως όταν η ποιότητα είναι μεταβαλλόμενη. Οι μηχανές μπορούν να ρυθμιστούν να λειτουργούν ικανοποιητικά με καύσιμα ιδιαίτερα χαμηλής ποιότητας. Οι νέες κατασκευές που σχεδιάστηκαν για μικρότερες ταχύτητες, έχουν σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και ως εκ τούτου τη μείωση του κόστους καυσίμου.

Το καύσιμο που χρησιμοποιείται, συνήθως στη ναυτιλία είναι βαρύ καύσιμο καταλοίπων, είτε ελαφρύτερο απόσταγμα. Η ποιότητα του καθορίζεται από την προέλευση του αργού πετρελαίου, το βαθμό και τον τρόπο διύλισης, το βαθμό ανάμιξης με ελαφρύτερα απόσταγματα και τον τρόπο μεταφοράς και αποθήκευσής του.

Σκοπός του καυσίμου είναι να παρέχει στις κύριες και βοηθητικές μηχανές, καύσιμο σταθερής ποιότητας. Τα υποσυστήματα από τα οποία αποτελείται, είναι:

- σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου
- σύστημα καθαρισμού
- σύστημα αποθήκευσης.

Το *σύστημα τροφοδοσίας* παρέχει στην κύρια και τις βοηθητικές μηχανές, καύσιμο συνεκτικότητας περίπου 12-15cSt. Για να φτάσει το καύσιμο σε αυτήν την τιμή συνεκτικότητας, θα πρέπει να θερμανθεί στους προθερμαντήρες σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, ανάλογα την ποιότητά του.

Σκοπός του *συστήματος καθαρισμού* είναι η εξαγωγή του νερού και των ακαθαρσιών, που μπορεί να υπάρχουν στο καύσιμο. Οι ακαθαρσίες που μπορεί να περιέχει το καύσιμο είναι κυρίως κατάλοιπα από τις διαδικασίες διυλίσεως, που χρησιμοποιούν καταλύτες, καθώς άμμος και σκουριά από τις δεξαμενές και τις σωληνώσεις. Το νερό στο καύσιμο μπορεί να φθάσει το 4%, αλλά οι έρευνες δείχνουν πως η χρήση καυσίμων με περιεκτικότητα σε νερό 10%, δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην καύση. Η ύπαρξη νερού σε χαμηλές συγκεντρώσεις, με την επακόλουθη εξάτμιση σε μικρές σταγόνες, διευκολύνει τον ψεκασμό του καυσίμου, αλλά η ύπαρξη αλμυρού νερού είναι ανεπιθύμητη.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι καθαρισμού: με βαρύτητα και διήθηση. Στην πρώτη μέθοδο, το καύσιμο πρώτα αφήνεται σε δεξαμενή κατακαθίσεως, όπου οι ακαθαρσίες καθιζάνουν και μετά οδηγείται σε φυγοκεντρικούς διαχωριστές, όπου διαχωρίζονται τα βαρύτερα σωματίδια. Με τη μέθοδο διήθησης χρησιμοποιείται φίλτρο μεταξύ διαχωριστών και της δεξαμενής ημερήσιας κατανάλωσης. Αν η περιεκτικότητα σε ασφαλτένια είναι μεγάλη, η χρήση ομογενοποιητή είναι απαραίτητη. Επίσης, με τον ομογενοποιητή τα νερό γαλακτοποιείται σε μικρού μεγέθους σταγονίδια. Τα σύγχρονα λεπτά φίλτρα μπορούν να συγκρατούν σωματίδια μεγέθους μέγχρι και 5μm.

Στο *σύστημα αποθήκευσης* ανήκουν οι δεξαμενές, οι σωληνώσεις, οι αντλίες και το σύστημα θέρμανσης των δεξαμενών. Η θερμοκρασία του βαρέος καυσίμου στις δεξαμενές φθάνει συνήθως τους 50°C, ώστε η συνεκτικότητά του να είναι περίπου 100cSt. Η θέρμανση μπορεί να γίνεται με ατμό, λάδι, νερό ψύξεως ή και ηλεκτρισμό. Ο ατμός μπορεί να παράγεται σε λέβητα καυσαερίων. Η χρήση λαδιού ως θερμαντικού μέσου έχει τα πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης δικτύων χωρίς υπερπίεση, της μεγάλης θερμοκρασίας που φθάνει τους 400°C, την ανυπαρξία κινδύνων διάβρωσης και τα χαμηλά έξοδα συντήρησης και λειτουργίας. Είναι, όμως, όπως και η χρήση

ηλεκτρικών αντιστάσεων, ενεργοβόρα. Η χρήση του νερού ψύξεως του κινητήρα απαιτεί πιο περίπλοκες και δαπανηρές εγκαταστάσεις.

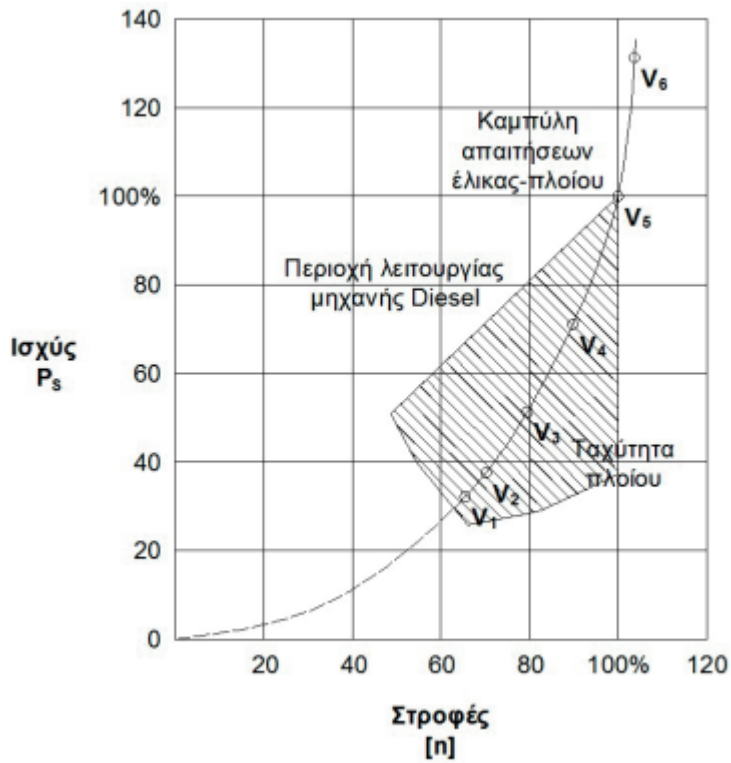
Η ενέργεια που χρειάζεται για να παραμείνει σταθερή η θερμοκρασία στις δεξαμενές, εξαρτάται κυρίως από τη θέση των δεξαμενών. Αυτές που βρίσκονται στα πλευρικά τοιχώματα του πλοίου έχουν και τις μεγαλύτερες απώλειες.

Η υιοθέτηση κεντρικού συστήματος δεξαμενών αποτελεί μια καλή λύση, ιδιαίτερα όταν οι δεξαμενές είναι τοποθετημένες στο πρωραίο άκρο του μηχανοστασίου. Με αυτόν τον τρόπο, όχι μόνο μειώνονται οι θερμικές απώλειες, αλλά μειώνεται το μήκος των σωληνώσεων και διευκολύνεται ο καθαρισμός των δεξαμενών. Στο σύστημα περιλαμβάνονται και οι δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης, καθώς και υπερχειλίσεως, έτσι ώστε οι απώλειες των δεξαμενών αυτών να θερμαίνουν τις υπόλοιπες. Τα μειονεκτήματα του συστήματος είναι ότι δίνει πλοία με μεγαλύτερο μήκος, με αρνητικές επιπτώσεις στο κέντρο βάρους και τη διαγωγή. Η μικρή αύξηση της έμπρυμνης διαγωγής έχει θετική επίδραση στο έμφορτο βύθισμα και αρνητική στο άφορτο, γιατί αυξάνει την υδροδυναμική αντίσταση.

4.6 Λειτουργικά χαρακτηριστικά μηχανών Diesel

Μια μηχανή Diesel έχει μία περιοχή επιτρεπόμενης λειτουργίας σχετικά με την ιπποδύναμη που παράγει σε συγκεκριμένο αριθμό στροφών, όπως δείχνεται στο σχήμα 4.5.1. Αντίστοιχα, το σύστημα έλικα-πλοίο, σε κάθε συγκεκριμένη κατάσταση (φορτίου, ρύπανσης και καιρικών συνθηκών) έχει μια καμπύλη απαιτήσεων για να κινηθεί με ταχύτητα VS , όταν η έλικα στρέφεται με στροφές n , ενώ η μηχανή αποδίδει ισχύ PS .

Εκτός όμως από την ιπποδύναμη, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά μέγιστης επιτρεπόμενης ροπής αναφορικά με τις στροφές της μηχανής. Μπορεί δηλαδή η έλικα να απαιτήσει μεγαλύτερη ροπή από αυτή που μπορεί να δώσει η μηχανή σε κάποιο αριθμό στροφών. Υπάρχουν επίσης και άλλοι θερμικοί και μηχανικοί περιορισμοί.



Σχήμα 4.5.1 Πεδίο λειτουργίας μηχανής Diesel και καμπύλη απαιτήσεων πλοίου με έλικα.

Σήμερα, ελάχιστα εργοστάσια κατασκευάζουν ναυτικούς κινητήρες Diesel για ποντοπόρα πλοία. Ως παράδειγμα στα σχήματα 4.5.2α,β δείχνονται (μερικώς) οι οικογένειες αργόστροφων κινητήρων Diesel, που κατασκευάζουν τα εργοστάσια MAN και WARTSILA.

Κεφάλαιο 5: Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών (ECAs)

5.1 Γενικά

Είναι οι περιοχές στις οποίες επιβάλλονται αυστηρότεροι έλεγχοι και προϋποθέσεις για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία. Αυτές οι προϋποθέσεις αφορούν τον έλεγχο των προαναφερόμενων ρυπαντών και οι απαιτήσεις και τα γεωγραφικά τους όρια καθορίζονται στο παράρτημα VI της MARPOL 1997.

Μέχρι στιγμής υπάρχουν τέσσερις Περιοχών Ελέγχου Εκπομπών (ECAs):

1. η Βαλτική θάλασσα,
2. η Βόρεια Θάλασσα,
3. η NAECA (η Περιοχή Ελέγχου Εκπομπών της Βορείου Αμερικής), και
4. η US Caribbean ECA, η οποία περιλαμβάνει κυρίως την αμερικανική ακτή της Καραϊβικής θάλασσας.

Όλες οι Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών έχουν αυξημένες απαιτήσεις για τα οξείδια του θείου, μόνο όμως οι Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών των Η.Π.Α. περιέχουν αυξημένες απαιτήσεις για οξείδια του αζώτου ή NOx.

Στο μέλλον αναμένεται η δημιουργία νέων ECAs, ενώ θα περιλαμβάνονται περισσότερες περιοχές με αυστηρότερα όρια και στα οξείδια του αζώτου.

Για να πληροί τις διατάξεις των παραπάνω κανονισμών, ένα πλοίο έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί καύσιμο που έχει περιεκτικότητα σε θείο όπως αυτή ορίζεται παραπάνω (αυτό, βέβαια, συνεπάγεται υψηλό κόστος καυσίμου) ή, μεταξύ άλλων εναλλακτικών μεθόδων συμμόρφωσης, σε ένα πλοίο μπορεί να εγκατασταθεί ένα σύστημα “καθαρισμού” των καυσαερίων, δίδοντάς του την δυνατότητα να συνεχίσει να χρησιμοποιεί τα ίδια καύσιμα που χρησιμοποιεί σε περιοχές εκτός ECAs (κατά κύριο λόγο βαρύ καύσιμο).
[4]

Τοπικοί κανονισμοί

Εκτός από τους παραπάνω διεθνείς κανονισμούς, πολλές χώρες (ή πολιτείες των Η.Π.Α.) εφαρμόζουν τοπικής ισχύος κανονισμούς με στόχο την

περαιτέρω μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων από τα πλοία. Μερικοί από αυτούς είναι οι παρακάτω:

Καλιφόρνια

Από την 1η Ιανουαρίου 2014, όλα τα πλοία που πλέουν στα χωρικά ύδατα της πολιτείας της Καλιφόρνια (24 ν.μ. από την ακτή) θα πρέπει να ακολουθούν το "Ocean-Going Vessel (OGV) Fuel regulation", το οποίο υποχρεώνει όλα τα πλοία που πλέουν στην παραπάνω περιοχή να χρησιμοποιούν καύσιμα με λιγότερο από 0,10% περιεκτικότητα σε θείο.

Yangtze River Delta (Κίνα)

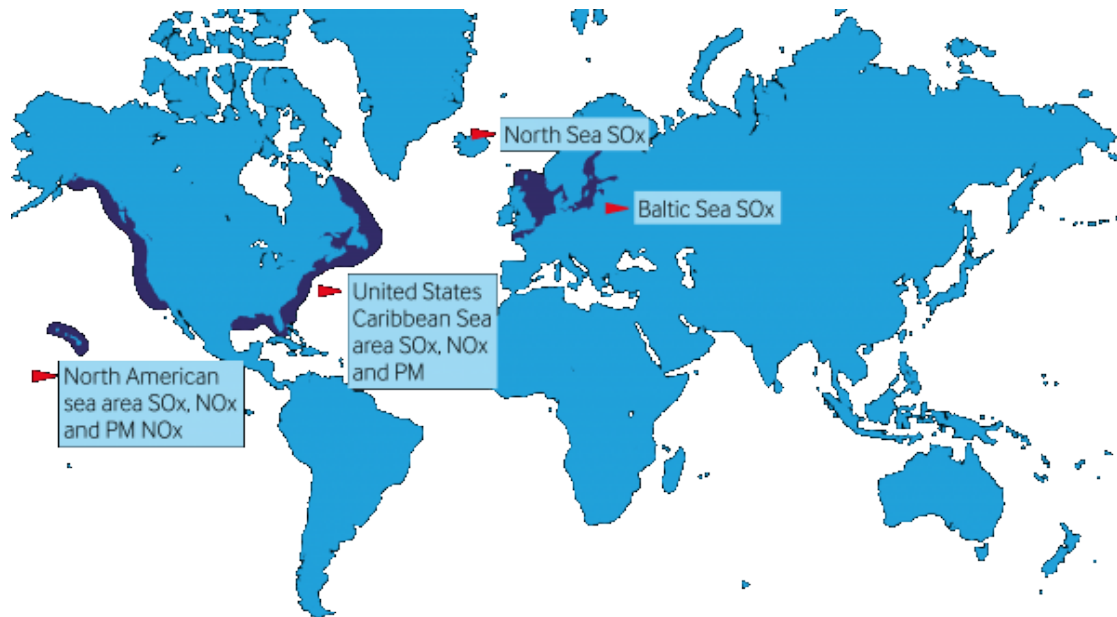
Αφορά πλοία που επισκέπτονται τους λιμένες Ningbo-Zhoushan (συμπεριλαμβανόμενων των περιοχών Beilun, Chuanshan, Daxie, Zhenhai, Meishan, Shengsi, Liuheng, Dinghai, Qushan, Jintang), Suzhou και Nantong, Shanghai, θα πρέπει να χρησιμοποιούν καύσιμα με περιεκτικότητα σε θείο μικρότερη από 0,5% κατά την παραμονή τους στις προβλήτες από την 1η Απριλίου 2016. (Δεν αφορά παραμονή σε αγκυροβόλιο ή δέσιμο σε κάποιο ναύδετο.)

Εξαιρείται η πρώτη ώρα μετά την άφιξη και η τελευταία ώρα πριν τον απόπλου του πλοίου, ενώ διατηρείται η δυνατότητα χρησιμοποίησης εναλλακτικών μεθόδων συμμόρφωσης, που αναφέρονται στο Annex VI της MARPOL.

Ειδικά για τον λιμένα της Σαγκάης, υπάρχει η δυνατότητα της εξαίρεσης από τον κανονισμό, εάν η χρήση του καύσιμου με χαμηλή σε περιεκτικότητα σε θείο κρίνεται επικίνδυνη για το πλοίο.

Ευρωπαϊκή ένωση

Όλα τα πλοία που βρίσκονται δεμένα σε ντόκο της Ε.Ε. θα πρέπει να χρησιμοποιούν καύσιμα με περιεκτικότητα σε θείο μικρότερη από 0.1%.



Σχήμα 5.1 Περιοχές ECAs

5.2 Κανονισμοί

A. ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΙΜΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΕ ΙΣΧΥ

1. Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη Ρύπανσης από Πλοία, 1973, όπως τροποποιήθηκε από το Πρωτόκολλο 1978 που σχετίζεται με αυτή.

Η Σύμβαση MARPOL 73/78 είναι η κύρια Διεθνής Σύμβαση που καλύπτει την πρόληψη ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από πλοία από λειτουργικές ή ατυχηματικές αιτίες. Είναι συνδυασμός δύο Συμβάσεων που υιοθετήθηκαν το 1973 και 1978 αντίστοιχα και επικαιροποιήθηκαν στη διάρκεια των ετών. Η Σύμβαση περιέχει κανονισμούς που στοχεύουν στην πρόληψη και ελαχιστοποίηση της ρύπανσης από πλοία, τόσο της ατυχηματικής ρύπανσης, όσο και εκείνης από λειτουργίες ρουτίνας, και προς το παρόν περιλαμβάνει έξι Παραρτήματα. Ειδικές Περιοχές με αυστηρούς ελέγχους για τις λειτουργικές ρυπάνσεις περιλαμβάνονται στα περισσότερα Παραρτήματα.

Παράρτημα I: Κανονισμοί για την Πρόληψη Ρύπανσης από Πετρέλαιο (τέθηκε σε ισχύ την 2 Οκτωβρίου 1983): καλύπτουν την πρόληψη πετρελαϊκής ρύπανσης από λειτουργικά μέτρα, καθώς και από ατυχηματικές ρυπάνσεις. Με τις τροποποιήσεις 1992 στο Παράρτημα I υποχρεώθηκαν τα νέα δεξαμενόπλοια να είναι διπλού κύτους και καθιερώθηκε σταδιακό πρόγραμμα μετατροπής των υπάρχοντων δεξαμενοπλοίων διπλού κύτους, το οποίο αναθεωρήθηκε στη συνέχεια το 2001 και το 2003.

Παράρτημα II: Κανονισμοί για τον Έλεγχο της Ρύπανσης από Υγρές Τοξικές Ουσίες Χύδην (τέθηκε σε ισχύ την 2 Οκτωβρίου 1983): καθορίζουν τα κριτήρια απόρριψης και μέτρα για τον έλεγχο της ρύπανσης από επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται χύμα. Περίπου 250 ουσίες έχουν εκτιμηθεί και περιληφθεί στον κατάλογο που προσαρτάται στη Σύμβαση. Η απόρριψη των καταλοίπων τους επιτρέπεται μόνον σε ευκολίες υποδοχής μέχρι να εκπληρωθούν ορισμένες συγκεντρώσεις και προϋποθέσεις (που μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την κατηγορία της ουσίας). Σε κάθε περίπτωση, η απόρριψη καταλοίπων που περιέχουν επιβλαβείς ουσίες δεν επιτρέπεται εντός 12 μιλίων από την πλησιέστερη ξηρά. Αυστηρότεροι περιορισμοί εφαρμόζονται στις περιοχές της Βαλτικής και Μαύρης Θάλασσας.

Παράρτημα III: Πρόληψη Ρύπανσης από Επιβλαβείς Ουσίες που Μεταφέρονται δια Θαλάσσης σε Συσκευασμένη Μορφή (τέθηκε σε ισχύ την 1 Ιουλίου 1992): περιέχει γενικές απαιτήσεις για την έκδοση λεπτομερών προτύπων για συσκευασία, σήμανση, τοποθέτηση ετικετών, έκδοση εγγράφων, στοιβασία, ποσότητες, περιορισμούς, εξαιρέσεις και αναφορές για την πρόληψη ρύπανσης από επιβλαβείς ουσίες. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Κώδικας Επικινδύνων Φορτίων (IMDG Code) έχει από το 1991 περιλάβει θαλάσσιους ρυπαντές.

Παράρτημα IV: Πρόληψη Ρύπανσης από Λύματα από τα Πλοία (τέθηκε σε ισχύ την 27 Σεπτεμβρίου 2003): περιέχει ομάδα κανονισμών σχετικά με την απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα, τον εξοπλισμό και συστήματα των πλοίων για τον έλεγχο των απορρίψεων λυμάτων, την παροχή ευκολιών στα λιμάνια και τερματικούς σταθμούς για την παραλαβή λυμάτων και απαιτήσεις για την επιθεώρηση και έκδοση πιστοποιητικών των πλοίων. Οι κανονισμοί εφαρμόζονται σε πλοία που απασχολούνται σε διεθνείς πλόες 400 κόνων χωρητικότητας (gt) και άνω. Τα πλοία απαιτείται να εφοδιάζονται με εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού ή με σύστημα κονιορτοποίησης και απολύμανσης, ή δεξαμενή συγκράτησης λυμάτων.

Παράρτημα V: Πρόληψη Ρύπανσης από Απορρίμματα από τα Πλοία (τέθηκε σε ισχύ την 31 Δεκεμβρίου 1988): απαιτεί τον διαχωρισμό των διαφόρων τύπων απορριμμάτων και καθορίζει τις αποστάσεις από την ξηρά και τον τρόπο που αυτά μπορούν να απορριφθούν, διαφορετικά θα πρέπει να παραδοθούν σε ευκολίες παραλαβής στην ξηρά. Οι απαιτήσεις είναι πολύ αυστηρότερες σε αριθμό “ειδικών περιοχών” αλλά ίσως σημαντικότερο χαρακτηριστικό του Παραρτήματος είναι η πλήρης απαγόρευση απόρριψης στη θάλασσα όλων των μορφών πλαστικών.

Παράρτημα VI: Πρόληψη Ρύπανσης του Αέρα από Πλοία (τέθηκε σε ισχύ την 19 Μαΐου 2005 και το αναθεωρημένο Παράρτημα VI την 1 Ιουλίου 2010): θέτει όρια στις εκπομπές με καυσαέρια των πλοίων οξειδίων του θείου και οξειδίων του αζώτου, καθώς και μικροσωματιδίων, και απαγορεύει τις ηθελημένες εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν το όζον, όπως οι υδροχλωροφθοράνθρακες. Αυστηρότερα πρότυπα καθορίζονται

για τις Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών που έχουν καθορισθεί από τον ΙΜΟ (Βαλτικής Θάλασσας, Βορείου Θάλασσας και Βορείου Αμερικής). Περισσότερες πληροφορίες για τον έλεγχο των ανωτέρω εκπομπών, καθώς και για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Αέριο του Θερμοκηπίου) δίνονται στο Παράρτημα 1 του ανά χειράς εντύπου.

2. Διεθνής Σύμβαση για την Επέμβαση στην Ανοικτή Θάλασσα σε Περιπτώσεις Ατυχημάτων Ρύπανσης από Πετρέλαιο, 1969

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 29 Νοεμβρίου 1969 και τέθηκε σε ισχύ την 6 Μαΐου 1975. Επιβεβαιώνει το δικαίωμα του παράκτιου κράτους να λάβει εκείνα τα μέτρα που μπορεί να είναι αναγκαία για να προληφθεί, μετριασθεί ή εξαλειφθεί ο κίνδυνος για τις ακτές του ή τα σχετικά συμφέροντα από ρύπανση από πετρέλαιο ή από απειλή ρύπανσης μετά από ναυτικό ατύχημα. Το Πρωτόκολλο του 1973 επέκτεινε τη Σύμβαση για να καλύψει και άλλες ουσίες εκτός πετρελαίου.

3. Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο των Επιβλαβών Συστημάτων Υφαλοχρωμάτων των Πλοίων, 2001

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 5 Οκτωβρίου 2001 και τέθηκε σε ισχύ την 17 Σεπτεμβρίου 2008. Απαγορεύει τη χρήση επιβλαβών οργανοκασσιτερικών ενώσεων σε υφαλοχρώματα που χρησιμοποιούνται στα πλοία και καθιερώνει μηχανισμό για να προληφθεί η πιθανή μελλοντική χρήση άλλων επιβλαβών ουσιών στα υφαλοχρώματα.

4. Διεθνής Σύμβαση για την Ετοιμότητα, Συνεργασία και Αντιμετώπιση Ρύπανσης της Θάλασσας από Πετρέλαιο, 1990 (OPRC 1990)

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε τον Νοέμβριο του 1990 και τέθηκε σε ισχύ τον Μάιο του 1995. Τα μέρη στη Σύμβαση υποχρεώνονται να καθιερώσουν μέτρα για τον χειρισμό περιστατικών ρύπανσης, είτε εθνικά, είτε σε συνεργασία με άλλες χώρες. Απαιτείται να παρέχουν βοήθεια σε άλλες χώρες σε περίπτωση κατάστασης ανάγκης ρύπανσης και προβλέπεται η πληρωμή των δαπανών για κάθε βοήθεια που παρασχέθηκε. Η Σύμβαση καλεί τα μέρη να δημιουργήσουν αποθέματα εξοπλισμού καταπολέμησης κηλίδων πετρελαίου, να διενεργούν γυμνάσια καταπολέμησης τους και να καταρτίζουν λεπτομερή σχέδια για την διαχείριση περιστατικών ρύπανσης. Τα πλοία υποχρεώνονται να φέρουν σχέδιο έκτακτης ανάγκης αντιμετώπισης ρύπανσης από πετρέλαιο και να αναφέρουν περιστατικά στις παράκτιες αρχές. Η Σύμβαση καθορίζει λεπτομερώς τις ενέργειες που πρέπει να γίνονται κατόπιν.

5. Πρωτόκολλο για την Ετοιμότητα, Συνεργασία και Αντιμετώπιση Ρύπανσης της Θάλασσας από Επικίνδυνες και Επιβλαβείς Ουσίες, 2000 (OPRC-HNS Protocol 2000)

Το Πρωτόκολλο υιοθετήθηκε την 15 Μαρτίου 2000 και τέθηκε σε ισχύ την 14 Ιουνίου 2007. Ακολουθεί τις αρχές της Διεθνούς Σύμβασης για την Ετοιμότητα, Συνεργασία και Αντιμετώπιση Ρύπανσης από Πετρέλαιο, 1990. Όπως η Σύμβαση OPRC, το Πρωτόκολλο HNS στοχεύει στην παροχή παγκόσμιου πλαισίου για την καταπολέμηση σοβαρών περιστατικών ή απειλών θαλάσσιας ρύπανσης. Το Πρωτόκολλο HNS εξασφαλίζει ότι τα πλοία που μεταφέρουν επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες καλύπτονται από καθεστώτα ετοιμότητας και αντιμετώπισης, όμοια με εκείνα για τα περιστατικά πετρελαίου.

6. Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης της Θάλασσας από την Απόρριψη Καταλοίπων και Άλλων Υλών, 1972

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 13 Νοεμβρίου 1972 και τέθηκε σε ισχύ την 30 Αυγούστου 1975. Απαγορεύει την απόρριψη ορισμένων επικίνδυνων υλών, απαιτεί προηγούμενη ειδική άδεια για την απόρριψη αριθμού άλλων αναγνωρισμένων υλών και προηγούμενη γενική άδεια για άλλα απόβλητα ή ύλες. Ως “Απόρριψη” έχει ορισθεί η ηθελημένη απόρριψη στη θάλασσα αποβλήτων ή άλλων υλών από πλοία, αεροσκάφη, εξέδρες ή άλλες ανθρώπινες κατασκευές, καθώς επίσης και η ηθελημένη απόρριψη των ίδιων των πλοίων ή εξέδρων, υπό καθορισμένες συνθήκες. Η Σύμβαση αντικαταστάθηκε από το Πρωτόκολλο 1996 που υιοθετήθηκε την 7 Νοεμβρίου 1996 και τέθηκε σε ισχύ την 24 Μαρτίου 2006. Το Πρωτόκολλο 1996 αντί να ορίζει ποιες ύλες δεν μπορούν να απορριφθούν, περιορίζει όλες τις απορρίψεις εκτός από εκείνες επιτρεπόμενου καταλόγου, ως ακολούθως:

1. Υλικά εκσκαφών
2. Λάσπη βιολογικών καθαρισμών
3. Υπολείμματα ψαριών ή οργανικά υλικά που προέρχονται από εργασίες βιομηχανικής επεξεργασίας ψαριών
4. Πλοία² και εξέδρες ή άλλες τεχνητές κατασκευές στη θάλασσα
5. Αδρανή, ανόργανα γεωλογικά υλικά
6. Οργανικά υλικά φυσικής προέλευσης
7. Ογκώδη υλικά που αποτελούνται κυρίως από σίδηρο, χάλυβα, τσιμέντο και παρόμοια αβλαβή υλικά, όπου αυτά τα απόβλητα παράγονται σε τοποθεσίες, όπως μικρά νησιά με απομονωμένες κοινότητες που δεν έχουν στην πράξη άλλη επιλογή απαλλαγής από την απόρριψη.
8. Ροές CO₂ από διαδικασίες σύλληψης CO₂.

Β. ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΙΜΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΤΕΘΕΙ ΣΕ ΙΣΧΥ

1. Διεθνής Σύμβαση για τον Έλεγχο και Διαχείριση του Θαλασσέρματος και Ιζημάτων που προέρχονται από πλοία, 2004

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 13 Φεβρουαρίου 2004 και αναμένεται να τεθεί σε ισχύ το 2012. Τα μέρη αναλαμβάνουν να προλάβουν, ελαχιστοποιήσουν και τελικά εξαλείψουν την μεταφορά επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων παραγόντων με τον έλεγχο και διαχείριση του θαλασσέρματος και ιζημάτων των πλοίων. Τα πλοία πρέπει να εγκαταστήσουν συστήματα διαχείρισης θαλασσέρματος, να τηρούν Μητρώο (Ημερολόγιο) Θαλασσέρματος για να καταγράφουν πότε λαμβάνουν θαλάσσερμα, το κυκλοφορούν ή το επεξεργάζονται για σκοπούς διαχείρισής του, και το απορρίπτουν στη θάλασσα. Θα πρέπει επίσης να καταγράφουν πότε το θαλάσσερμα παραδόθηκε σε ευκολία υποδοχής, καθώς και ατυχηματικές ή άλλες εξαιρούμενες απορρίψεις του.

2. Διεθνής Σύμβαση του Χονγκ Κονγκ για την Ασφαλή και Περιβαλλοντικά Φιλική Ανακύκλωση των Πλοίων, 2009

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 11 Μαΐου 2009 και θα τεθεί σε ισχύ 24 μήνες μετά την ημερομηνία κατά την οποία 15 Κράτη, που αντιπροσωπεύουν το 40% της ολικής χωρητικότητας του παγκόσμιου εμπορικού στόλου θα την έχουν κυρώσει. Στόχο έχει να εξασφαλισθεί ότι τα πλοία που ανακυκλώνονται όταν φθάσουν στο τέλος της λειτουργικής ζωής τους, δεν αποτελούν συμφυή με τη δραστηριότητα κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή και ασφάλεια ή το περιβάλλον. Σκοπεύει να αντιμετωπίσει όλα τα θέματα γύρω από την ανακύκλωση πλοίων, περιλαμβανομένου του γεγονότος ότι τα προς διάλυση πλοία μπορεί να περιέχουν περιβαλλοντικά επικίνδυνες ουσίες, όπως αμίαντο, βαριά μέταλλα, υδρογονάνθρακες, ουσίες που καταστρέφουν το όζον, και άλλες. Η Σύμβαση θα αντιμετωπίσει τις ανησυχίες που έχουν αναδειχθεί για τις συνθήκες εργασίας και περιβάλλοντος σε πολλά μέρη ανακύκλωσης πλοίων στον κόσμο.

Γ. ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΙΜΟ ΓΙΑ ΕΥΘΥΝΗ ΚΑΙ ΑΠΟΖΗΜΙΩΣΗ ΣΕ ΙΣΧΥ

1. Διεθνής Σύμβαση αναφορικά με την Αστική Ευθύνη συνεπεία Ζημιών από Ρύπανση με Πετρέλαιο, 1969
2. Στον απόηχο της προσάραξης του TORREY CANYON έξω από τις νοτιοδυτικές ακτές του Ηνωμένου Βασιλείου το 1967, οι πλοιοκτήτες δεξαμενοπλοίων μέσω των οργανισμών αμοιβαίας ασφάλισης P&I Clubs ενέργησαν εποικοδομητικά για να μετριασθούν τα αποτελέσματα ρύπανσης από πετρέλαιο και να εξασφαλισθεί επαρκής και έγκαιρη αποζημίωση των θιγομένων. Το σχήμα αποζημίωσης, γνωστό ως Εθελοντική Συμφωνία Πλοιοκτητών Δεξαμενοπλοίων που αφορά την

Ευθύνη για Ρύπανση από Πετρέλαιο (TOVALOP) δημιουργήθηκε το 1968. Ένα αδελφό εθελοντικό καθεστώς αποζημίωσης για ρύπανση από πετρέλαιο, το Συμβόλαιο που Αφορά Συμπλήρωμα στην Ευθύνη των Δεξαμενοπλοίων για Ρύπανση από Πετρέλαιο (CRISTAL) δημιουργήθηκε παράλληλα από ιδιοκτήτες φορτίων (εταιρείες πετρελαίου) ως εθελοντική συμφωνία της ναυτιλίας σχεδιασμένη να αντιμετωπίσει ζημιές ρύπανσης από πετρέλαιο μεγαλύτερες από τις προβλεπόμενες από το TOVALOP. Οι δύο εθελοντικές συμφωνίες σχεδιάσθηκαν ως προσωρινές ρυθμίσεις μέχρι την ευρύτερη κύρωση από ναυτιλιακές χώρες των δύο διεθνών Συμβάσεων που καταρτίσθηκαν υπό την αιγίδα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού. Η Διεθνής Σύμβαση για Αστική Ευθύνη συνεπεία Ζημιών από Ρύπανση με Πετρέλαιο (CLC) υιοθετήθηκε την 29 Νοεμβρίου 1969 και τέθηκε σε ισχύ την 19 Ιουνίου 1975. Αντικαταστάθηκε από το Πρωτόκολλο 1992 που υιοθετήθηκε την 27 Νοεμβρίου 1992 και τέθηκε σε ισχύ την 30 Μαΐου 1996. Η Σύμβαση υιοθετήθηκε για να εξασφαλισθεί ότι διατίθεται επαρκής αποζημίωση σε πρόσωπα που υφίστανται ζημιά που προκλήθηκε από ναυτικά ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται πλοία που μεταφέρουν πετρέλαιο. Καθιερώνει αντικειμενική ευθύνη³ για τέτοιες ζημιές για τον ιδιοκτήτη του πλοίου από το οποίο διέρρευσε πετρέλαιο ή έγινε απόρριψη. Η Σύμβαση απαιτεί τα πλοία που καλύπτει να διατηρούν ασφάλιση ή άλλη οικονομική ασφάλεια σε ποσό ισοδύναμο της συνολικής ευθύνης του πλοιοκτήτη για ένα ατύχημα. Εφαρμόζεται σε όλα τα ποντοπόρα πλοία που μεταφέρουν χύμα πετρέλαιο ως φορτίο, αλλά μόνο εκείνα που μεταφέρουν περισσότερους από 2.000 τόνους πετρελαίου απαιτείται να διατηρούν υποχρεωτικά ασφάλιση για ζημιά από πετρελαϊκή ρύπανση. Σύμφωνα με τις τροποποιήσεις 2000 που υιοθετήθηκαν την 18 Οκτωβρίου 2000 και τέθηκαν σε ισχύ την 1 Νοεμβρίου 2003 τα όρια αποζημίωσης κυμαίνονται από 4.51 εκατ. Ειδικά Τραβηχτικά Δικαιώματα-SDR (\$6.77 εκατ.) για πλοίο μέχρι 5.000 gt σε 89,77 εκατ. SDR (\$134,66 εκατ.) για πλοίο άνω των 140.000 gt.

3. Διεθνής Σύμβαση για την Ίδρυση Διεθνούς Κεφαλαίου για Αποζημίωση Ζημιών Ρύπανσης από Πετρελαιοειδή, 1971

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 18 Δεκεμβρίου 1971 και τέθηκε σε ισχύ την 16 Οκτωβρίου 1978. Αντικαταστάθηκε από το Πρωτόκολλο του 1992 που υιοθετήθηκε την 27 Νοεμβρίου 1992 και τέθηκε σε ισχύ την 30 Μαΐου 1996. Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του 1992 το 3 Υπό καθεστώς αντικειμενικής ευθύνης τα άτομα που υφίστανται ζημιά από ρύπανση και διεκδικούν αποζημίωση δεν είναι υποχρεωμένα να αποδείξουν ότι ο εναγόμενος ήταν αμελής ή άμεσα υπαίτιος. Απλουστεύει και επιταχύνει τις πληρωμές αποζημίωσης μέχρι του ποσού της συνολικής ευθύνης του πλοιοκτήτη και ταυτόχρονα εξασφαλίζει ότι η πραγματική αξία των περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας δεν είναι περιοριστικός παράγοντας (όπως διαφορετικά θα μπορούσε). Αυτό το χαρακτηριστικό είναι σημαντικό δεδομένου ότι οι ναυτιλιακές εταιρείες είναι κυρίως ιδιωτικών συμφερόντων ποικίλων μεγεθών. 11 μέγιστο ποσό αποζημίωσης που καταβάλλεται από το Κεφάλαιο για ένα μοναδικό ατύχημα, περιλαμβανομένου του ορίου που

έχει καθιερωθεί από το Πρωτόκολλο 1992 της CLC, είναι 135 εκατ. SDR (\$202,5 εκατ.). Οι τροποποιήσεις του 2000 που υιοθετήθηκαν την 18 Οκτωβρίου 2000 και τέθηκαν σε ισχύ την 1 Νοεμβρίου 2003 αύξησαν το μέγιστο ποσό σε 203 εκατ. SDR (\$304,5 εκατ.). Ωστόσο, εάν τρία κράτη που συνεισφέρουν στο Κεφάλαιο παραλαμβάνουν άνω των 600 εκατ. τόνων πετρελαίου ετησίως, το μέγιστο ποσό θα ανέρχεται σε 301 εκατ. SDR (\$451,5 εκατ.). Το Πρωτόκολλο 2003 που υιοθετήθηκε την 16 Μαΐου 2003 και τέθηκε σε ισχύ τον Μάρτιο 2005 καθιέρωσε ένα Διεθνές Συμπληρωματικό Κεφάλαιο για Αποζημίωση από Ρύπανση από Πετρέλαιο με στόχο να συμπληρώσει την αποζημίωση που διατίθεται από τις Συμβάσεις Αστικής Ευθύνης και Κεφαλαίου του 1992 με πρόσθετο, τρίτο επίπεδο αποζημίωσης. Το Πρωτόκολλο είναι προαιρετικό και ανοικτό για συμμετοχή σε όλα τα κράτη μέρη στη Σύμβαση του Κεφαλαίου του 1992. Το συνολικό ποσό αποζημίωσης που καταβάλλεται για ένα ατύχημα θα περιορισθεί στο συνδυασμένο σύνολο των 750 εκατ. SDR (\$1.1125 εκατ.), περιλαμβανομένου του ποσού αποζημίωσης που καταβάλλεται σύμφωνα με την ισχύουσα Σύμβαση CLC/Fund.

4. Διεθνής Σύμβαση για Αστική Ευθύνη για Βλάβη από Ρύπανση Πετρελαίου Καυσίμων, 2001

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 23 Μαρτίου 2001 και τέθηκε σε ισχύ την 21 Νοεμβρίου 2008. Εξασφαλίζει ότι διατίθεται επαρκής, έγκαιρη και αποτελεσματική αποζημίωση σε άτομα που υπέστησαν ζημιά που προκλήθηκε από ρυπάνσεις πετρελαίου, όταν αυτό μεταφέρεται ως καύσιμο από το πλοίο. Εφαρμόζεται σε ζημιά που προκλήθηκε στην περιοχή, περιλαμβανομένων των χωρικών υδάτων και της αποκλειστικής οικονομικής ζώνης των κρατών μερών και απαιτεί από τα πλοία άνω των 1.000 gt να διατηρούν ασφάλιση ή άλλη οικονομική ασφάλεια.

5. Σύμβαση για τον Περιορισμό των Ευθυνών για Ναυτικές Απαιτήσεις, 1976

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 19 Νοεμβρίου 1976 και τέθηκε σε ισχύ την 1 Δεκεμβρίου 1986. Το Πρωτόκολλο του 1999 υιοθετήθηκε την 3 Μαΐου 1996 και τέθηκε σε ισχύ την 13 Μαΐου 2004. Η Σύμβαση καθορίζει δύο είδη απαιτήσεων: απαιτήσεις για απώλεια ζωής ή προσωπικό τραυματισμό, και απαιτήσεις περιουσίας (όπως ζημιά σε άλλα πλοία, περιουσία ή λιμενικά έργα). Η Σύμβαση παρέχει ένα σύστημα περιορισμού της ευθύνης και αποζημίωσης.

6. Σύμβαση σχετική με την Αστική Ευθύνη στον Τομέα Ναυτιλιακής Μεταφοράς Πυρηνικών Υλικών, 1971

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 17 Δεκεμβρίου 1971 και τέθηκε σε ισχύ την 15 Ιουλίου 1975. Σκοπός της είναι να επιλύει δυσκολίες και διαφορές που προκύπτουν από την ταυτόχρονη εφαρμογή ορισμένων Συμβάσεων περί ευθύνης του πλοιοκτήτη για βλάβη από πυρηνικά, καθώς και άλλων

Συμβάσεων που καθιερώνουν ευθύνη των υπευθύνων πυρηνικών εγκαταστάσεων, που προκύπτει από πυρηνικά συμβάντα και από τις οποίες ή προς τις οποίες μεταφέρονται τα συγκεκριμένα υλικά. 12

Δ. ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΙΜΟ ΓΙΑ ΕΥΘΥΝΗ ΚΑΙ ΑΠΟΖΗΜΙΩΣΗ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΤΕΘΕΙ ΣΕ ΙΣΧΥ

1. Διεθνής Σύμβαση του Ναϊρόμπι για την Απομάκρυνση Ναυαγίων, 2007

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 18 Μαΐου 2007 και θα τεθεί σε ισχύ 12 μήνες μετά την ημερομηνία κατά την οποία θα την έχουν κυρώσει 10 κράτη. Παρέχει ισχυρή νομική βάση σε παράκτια κράτη να απομακρύνουν, ή να υποχρεώσουν την απομάκρυνση από τις ακτές τους ναυαγίων που παρουσιάζουν κίνδυνο για την ασφάλεια της ναυσιπλοίας ή για το θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον, ή και για τα δύο. Θα καταστήσει τους πλοιοκτήτες οικονομικά υπεύθυνους και θα απαιτεί από αυτούς να ασφαλισθούν ή να παρέχουν άλλη οικονομική ασφάλεια για να καλύψουν τις δαπάνες της απομάκρυνσης ναυαγίων.

2. Διεθνής Σύμβαση για Ευθύνη και Αποζημίωση για Βλάβη σε Σχέση με τη Μεταφορά δια Θαλάσσης Επικίνδυνων και Επιβλαβών Ουσιών, 1996

Η Σύμβαση υιοθετήθηκε την 3 Μαΐου 1996 και θα τεθεί σε ισχύ όταν το Πρωτόκολλο HNS του 2010 τεθεί σε ισχύ. Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο 2010, εάν η ζημιά προκαλείται από χύμα ουσίες HNS, θα αναζητηθεί πρώτα αποζημίωση από τον πλοιοκτήτη μέχρι το μέγιστο ποσό των 100 εκατ. SDR (περίπου \$150 εκατ.). Όπου η ζημιά προκαλείται από συσκευασμένες ουσίες HNS ή από χύμα και συσκευασμένες ουσίες HNS, η μέγιστη ευθύνη για τον πλοιοκτήτη είναι 115 εκατ. SDR (\$172,5 εκατ.). Όταν καλυφθεί το όριο, θα καταβληθεί αποζημίωση από το δεύτερο επίπεδο, το Κεφάλαιο HNS, μέχρι το μέγιστο ποσό των 250 εκατ. SDR (\$375 εκατ.), περιλαμβανόμενης της αποζημίωσης που καταβάλλεται από το πρώτο επίπεδο.

Ε. ΚΩΔΙΚΕΣ ΤΟΥ ΙΜΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

1. Διεθνής Κώδικας Διαχείρισης Ασφάλειας

Ο Διεθνής Κώδικας Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM Code) έγινε υποχρεωτικός το 1998. Αντικειμενικός στόχος του είναι να εξασφαλισθεί η ασφάλεια, να προληφθεί ο τραυματισμός ανθρώπων ή η απώλεια ζωής, και να αποφευχθεί ζημιά στο περιβάλλον, ειδικά στο θαλάσσιο περιβάλλον, και στην περιουσία. Ο Κώδικας καθιερώνει στόχους διαχείρισης της ασφάλειας και απαιτεί να καθιερωθεί σύστημα διαχείρισης

ασφάλειας (SMS) από την “Εταιρεία”, που καθορίζεται ως ο πλοιοκτήτης ή κάθε άλλο πρόσωπο, όπως ο διαχειριστής ή ναυλωτής γυμνού πλοίου, που έχει αναλάβει την ευθύνη λειτουργίας του πλοίου. Στη συνέχεια η εταιρεία απαιτείται να καθιερώσει και εφαρμόσει πολιτική για την επίτευξη αυτών των στόχων. Τούτο απαιτεί την παροχή των αναγκαίων πόρων και υποστήριξη από την ξηρά. Κάθε εταιρεία πρέπει «να ορίσει στην ξηρά άτομο ή άτομα που θα έχουν άμεση επαφή με το ανώτατο επίπεδο διαχείρισης και θα είναι υπεύθυνα για την παρακολούθηση εφαρμογής του Συστήματος Διαχείρισης Ασφαλείας». Οι διαδικασίες που απαιτούνται από τον Κώδικα πρέπει να ορίζονται εγγράφως και να συγκεντρώνονται σε Εγχειρίδιο Διαχείρισης Ασφάλειας, αντίγραφο του οποίου πρέπει να τηρείται στο πλοίο. Για το πλοίο εκδίδεται από την Αρχή της χώρας της σημαίας του ή εξουσιοδοτημένο οργανισμό Πιστοποιητικό Διαχείρισης Ασφάλειας 5ετούς ισχύος.

2. Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και Εξοπλισμό Πλοίων που μεταφέρουν Χύμα Υγροποιημένα Αέρια (IGC Code) και Κώδικας για την Κατασκευή και Εξοπλισμό Πλοίων που μεταφέρουν Χύμα Υγροποιημένα Αέρια (GC Code)

Αυτοί οι Κώδικες σκοπό έχουν να παρέχουν διεθνή πρότυπα για την ασφαλή μεταφορά δια θαλάσσης χύδην υγροποιημένων αερίων και ορισμένων άλλων ουσιών με τον καθορισμό προτύπων σχεδίασης και κατασκευής πλοίων που ασχολούνται με τέτοιες μεταφορές και τον εξοπλισμό που πρέπει να φέρουν για να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο για το πλοίο, το πλήρωμά του και το περιβάλλον, λαμβάνοντας υπόψη την φύση των σχετικών φορτίων.

3. Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και Εξοπλισμό Πλοίων που μεταφέρουν Χύμα Επικίνδυνα Χημικά (IBC Code)

Ο Κώδικας παρέχει διεθνές πρότυπο για την ασφαλή μεταφορά δια θαλάσσης χύμα επικίνδυνων και επιβλαβών χημικών. Για να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι για το πλοίο, το πλήρωμά του και το περιβάλλον ο Κώδικας καθορίζει τα πρότυπα σχεδίασης και κατασκευής πλοίων και τον εξοπλισμό που πρέπει να φέρουν, λαμβάνοντας υπόψη την φύση των σχετικών φορτίων.

4. Τεχνικός Κώδικας για τον Έλεγχο Εκπομπών Οξειδίων του Αζώτου από Ναυτικές Μηχανές Ντήζελ

Ο Κώδικας παρέχει υποχρεωτικές διαδικασίες για την δοκιμή, επιθεώρηση και πιστοποίηση ναυτικών μηχανών ντήζελ προκειμένου οι κατασκευαστές μηχανών, πλοιοκτήτες και Αρχές να εξασφαλίζουν ότι όλες οι μηχανές στις οποίες εφαρμόζεται συμμορφώνονται με τις οριακές τιμές NOx που ορίζει το Παράρτημα VI της MARPOL.

ΣΤ. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΗΣ Ε.Ε.

1. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2172/2004 για την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 417/2002 για την εσπευσμένη σταδιακή καθιέρωση απαιτήσεων διπλού κύτους ή ισοδύναμου σχεδιασμού για τα πετρελαιοφόρα μονού κύτους

Ο Κανονισμός καθιέρωσε εσπευσμένη σταδιακή εφαρμογή του διπλού κύτους ή ισοδύναμων απαιτήσεων σχεδίασης για πετρελαιοφόρα μονού κύτους.

2.Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 782/2003 για την απαγόρευση οργανοκασσιτερικών ενώσεων σε πλοία

Σκοπός του Κανονισμού είναι να μειωθούν ή εξαλειφθούν τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα για το θαλάσσιο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία που προκαλούνται από τις οργανοκασσιτερικές ενώσεις που δρουν ως ενεργά βιοκτόνα στα αντιρρυπαντικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στα πλοία που φέρουν τη σημαία, ή δραστηριοποιούνται υπό την εξουσία κράτους μέλους, και σε πλοία αδιακρίτως σημαίας που πλέουν προς ή από λιμάνια των κρατών μελών.

3.Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 336/2006 για την εφαρμογή του Διεθνούς Κώδικα Διαχείρισης της Ασφάλειας εντός της Κοινότητας και την κατάργηση του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 3051/95

Σκοπός του Κανονισμού είναι να ενισχυθεί η διαχείριση ασφάλειας και η ασφαλής λειτουργία των πλοίων, καθώς και η πρόληψη ρύπανσης από πλοία με την εξασφάλιση ότι οι εταιρείες που τα διαχειρίζονται συμμορφώνονται με τον Κώδικα ISM.

4.Οδηγία 2000/59 σχετικά με τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων πλοίου και καταλοίπων φορτίου

Σκοπός της Οδηγίας είναι να μειωθούν οι απορρίψεις στη θάλασσα αποβλήτων που δημιουργούνται στα πλοία και καταλοίπων φορτίων, ειδικά οι παράνομες απορρίψεις από πλοία που χρησιμοποιούν λιμάνια της ΕΕ με την βελτίωση της διαθεσιμότητας και χρήσης των ευκολιών υποδοχής τους, ώστε να ενισχυθεί η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

5.Οδηγία 1999/32/ΕΚ σχετικά με τη μείωση της περιεκτικότητας ορισμένων υγρών καυσίμων σε θείο και για την τροποποίηση της Οδηγίας 93/12/ΕΟΚ

Σκοπός της Οδηγίας είναι να μειωθούν οι εκπομπές οξειδίων του θείου που προέρχονται από την καύση ορισμένων τύπων υγρών καυσίμων ώστε να μειωθούν οι επιβλαβείς επιδράσεις τέτοιων εκπομπών στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

6.Οδηγία 2009/20/ΕΚ σχετικά με την ασφάλιση των πλοιοκτητών για ναυτικές απαιτήσεις

Η Οδηγία θέτει κανόνες που εφαρμόζονται σε ορισμένες πτυχές των υποχρεώσεων των πλοιοκτητών σχετικά με την ασφάλισή τους για ναυτικές απαιτήσεις.

7.Οδηγία 95/21/ΕΚ σχετικά με τον έλεγχο των πλοίων από το κράτος του λιμένα Σκοπός της Οδηγίας είναι να εξαλειφθούν τα υποβαθμισμένα πλοία από τα ύδατα δικαιοδοσίας των κρατών μελών με:

- ♦ την αύξηση συμμόρφωσης με την διεθνή και σχετική κοινοτική νομοθεσία για την ναυτική ασφάλεια, προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και τις συνθήκες διαβίωσης και εργασίας στα πλοία όλων των σημαιών, και

- ♦ την καθιέρωση κοινών κριτηρίων για τον έλεγχο των πλοίων από το Κράτος του λιμένα και την εναρμόνιση των διαδικασιών για την επιθεώρηση και κράτηση, λαμβάνοντας υπόψη τις δεσμεύσεις των ναυτιλιακών Αρχών των Κρατών Μελών σύμφωνα με το Μνημόνιο Παρισίων για τον έλεγχο των πλοίων από το κράτος του λιμένα (MoU)⁴ .

Z. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

1. Οδηγός Ασφάλειας Δεξαμενοπλοίων – Χημικά (ICS5)

Ο Οδηγός λαμβάνει πλήρως υπόψη τις εξελίξεις στον IMO και την πιο πρόσφατη εμπειρία των διαχειριστών δεξαμενοπλοίων σχετικά με τις καλύτερες πρακτικές της βιομηχανίας και τις συμβουλές ασφάλειας. Αυτό το μεγάλο έργο, συμπυκνωμένο σε ένα μόνο τόμο παραγωγής του ICS σε συνεργασία με ένα ευρύ φάσμα των εταιρειών χημικών δεξαμενοπλοίων, προάγει πρακτικές ασφαλούς εργασίας, συμβατές με τα άριστα διεθνή πρότυπα.

2. Οδηγός Ασφάλειας Δεξαμενοπλοίων – Υγροποιημένα αέρια (ICS)

Παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των υγροποιημένων αερίων, τους κινδύνους και τις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης. Σειρά προσαρτημάτων παρέχουν συμπληρωματικές πληροφορίες, περιλαμβανομένων φύλλων χημικών στοιχείων για όλα τα

υγροποιημένα αέρια που μεταφέρονται δια θαλάσσης. Είναι το απολύτως απαραίτητο εγχειρίδιο λειτουργίας για όσους εμπλέκονται στην μεταφορά υγροποιημένων αερίων δια θαλάσσης.

3. ISGOTT – Διεθνής Οδηγός Ασφάλειας για Πετρελαιοφόρα και Τερματικούς Σταθμούς (ICS-OCIMF6 -IAPH7)

Ο οδηγός παρέχει λειτουργικές συμβουλές για να βοηθηθεί άμεσα το προσωπικό που εμπλέκεται σε λειτουργίες δεξαμενοπλοίων και τερματικών σταθμών, περιλαμβανομένων οδηγιών, με παραδείγματα, ορισμένων πτυχών των λειτουργιών δεξαμενοπλοίων και τερματικών σταθμών και πως αυτές θα μπορούν να διαχειρίζονται. Δεν αποτελεί συγκεκριμένη περιγραφή πως διενεργούνται οι λειτουργίες δεξαμενοπλοίων και τερματικών σταθμών. Η ναυτιλία συνιστά γενικά να τηρείται αντίγραφο του ISGOTT σε κάθε δεξαμενόπλοιο και κάθε τερματικό σταθμό, ώστε να υπάρχει συνεπής προσέγγιση στις λειτουργικές διαδικασίες και μοιρασμένες ευθύνες για λειτουργίες διασύνδεσης πλοίου/ξηράς.

4. Οδηγός μετάγγισης από πλοίο σε πλοίο - Πετρέλαιο (ICS-OCIMF)

Ο Οδηγός παρέχει συμβουλές σε πλοιάρχους, αρχιπλοιάρχους και άλλους που είναι υπεύθυνοι για τη σχεδίαση επιχειρήσεων μετάγγισης από πλοίο σε πλοίο. Πρόκειται κυρίως για την μετάγγιση αργού πετρελαίου και προϊόντων πετρελαίου μεταξύ ποντοπόρων πλοίων.

5. Οδηγός μετάγγισης από πλοίο σε πλοίο – Υγροποιημένα αέρια (ICS-OCIMF-SIGTTO8)

Ασχολείται με τη μεταφορά υγροποιημένων αερίων στη θάλασσα και στοχεύει να εξοικειώσει τους πλοιάρχους των πλοίων, τις εταιρείες πλοίων και φορτηγίδων και ναυλωτές/εμπόρους με τις γενικές αρχές των λειτουργιών μετάγγισης υγροποιημένων αερίων. Περιλαμβάνει καταλόγους Ζελέγχου για τα διάφορα στάδια της λειτουργίας περιλαμβανομένων πληροφοριών πριν τη συμφωνία, την έναρξη λειτουργιών, την προσέγγιση και πρόσδεση, την μετάγγιση φορτίου και την αποδέσμευση.

6. Πρόγραμμα Αναφοράς Επιθεώρησης Πλοίων – SIRE (OCIMF)

Σύμφωνα με αυτό το πρόγραμμα, τηρείται σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων συγκέντρωση τεχνικών πληροφοριών για την κατάσταση και λειτουργία πετρελαιοφόρων για χρήση από τα μέλη του OCIMF και ορισμένα άλλα μέρη περιλαμβανομένων κρατικών υπηρεσιών. Ο OCIMF επέκτεινε πρόσφατα το πρόγραμμα SIRE για να περιλάβει μικρά σκάφη και φορτηγίδες.

7. Οδηγίες για την Αυτο-αξιολόγηση της Διαχείρισης Δεξαμενοπλοίων – TMSA (OCIMF)

Οι Οδηγίες βασίζονται στα θεμέλια του Κώδικα ISM. Κύρια στοιχεία τους είναι ότι οι διαχειριστές δεξαμενοπλοίων ελέγχουν τις δικές τους διαδικασίες για τις λειτουργίες, ασφάλεια, ποιότητα και περιβάλλον για να επιδεικνύουν συνεχείς βελτιώσεις.

8. Αναφορά Επιθεώρησης Πλοίου του Ινστιτούτου Διανομής Χημικών- CDI SIR (CEFIC9)

Το CDI SIR είναι ένα καθεστώς επιθεώρησης σχεδιασμένο για τα δεξαμενόπλοια χημικών και υγραερίων. Αναπτύχθηκε ως μέρος του «Συστήματος Αξιολόγησης της Ασφάλειας και Ποιότητας για την Διαχείριση των Λειτουργιών Πλοίων» του CEFIC. Σκοπός του SIR είναι να δοθεί ακριβής αξιολόγηση του πλοίου στον χρόνο που διενεργείται η επιθεώρηση. Το SIR είναι στην ουσία μία αξιολόγηση της ποιότητας των πλοίων, των λειτουργιών τους και του προσωπικού, η οποία ενσωματώνει επίσης ουσιαστικές πτυχές ασφάλειας και προστασίας περιβάλλοντος. Δεξαμενόπλοιο 9 European Chemical Industry Council. 18

9. Οδηγίες της Βιομηχανίας για Μεταβατικά Μέτρα για Πλοιοκτήτες που πωλούν πλοία για ανακύκλωση (BIMCO10-IACS11-ICS-INTERCARGO12- INTERTANKO13-IPTA14-ITF15-OCIMF)

Τα Μεταβατικά Μέτρα στόχο έχουν να προσφέρουν το μέσο με το οποίο οι πλοιοκτήτες μπορούν να εξασφαλίζουν ότι τα πλοία τους θα ανακυκλωθούν σε ευκολίες που συμμορφώνονται με τη νέα Σύμβαση του IMO στη μεγαλύτερη δυνατή έκταση, και παράλληλα θα διατηρούν εμπορική ανταγωνιστικότητα σε καθιερωμένες αγορές για την πώληση άχρηστων πλοίων.

10.Οδηγίες της Ναυτιλιακής Βιομηχανίας για τη χρήση Διαχωριστήρων Πετρελαίου/Νερού (BIMCO-IACS-ICS-INTERCARGO-INTRETANKO-ITFOCIMF)

Σκοπός των οδηγιών της ναυτιλίας είναι να επισημανθούν ορισμένα θέματα που αφορούν τη χρήση των διαχωριστήρων πετρελαίου/νερού και να υπενθυμίσουν στις διαχειρίστριες εταιρείες και το προσωπικό των πλοίων πως μπορούν να ενεργούν για να προλάβουν παραβιάσεις της MARPOL.

11.Οδηγίες της ναυτιλιακής βιομηχανίας για ένα πλαίσιο εξασφάλισης συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις Περιβαλλοντικής Συμμόρφωσης της MARPOL (ICS-ISF16)

Οι απαιτήσεις της MARPOL δεν έχουν τηρηθεί πάντοτε ομοιόμορφα και περιπτώσεις ηθελημένων απορρίψεων κατά παράβαση της MARPOL συνεχίζουν να εντοπίζονται από κυβερνητικές αρχές. Ενώ η έλλειψη επαρκών ευκολιών υποδοχής αποβλήτων και η κακή απόδοση εξοπλισμού μπορεί να σχετίζονται με αυτές, ποτέ δεν μπορούν να δικαιολογήσουν απροκάλυπτες παραβιάσεις των διεθνών κανονισμών. Οι οδηγίες καταρτίστηκαν ως υπόδειγμα για την ανασκόπηση των προγραμμάτων συμμόρφωσης της εταιρείας που υιοθετήθηκαν σύμφωνα με τις ισχύουσες νομοθετικές απαιτήσεις, όπως ο Κώδικας ISM του IMO.

Η. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1. Ο ρόλος του IMO Ρόλος του IMO είναι να προωθεί τη συνεργασία μεταξύ κυβερνήσεων για να υιοθετηθούν κανονισμοί και συστάσεις που να καθιερώνουν διεθνή πρότυπα στο πρακτικά υψηλότερο επίπεδο στα πεδία της ναυτικής ασφάλειας, αποδοτικής ναυσιπλοΐας, πρόληψης/μείωσης θαλάσσιας ρύπανσης από τα πλοία και άλλα νομικά θέματα. Οι κυβερνήσεις μπορεί να έχουν περιορισμένες δυνατότητες σχετικά με τα πλοία άλλων κυβερνήσεων. Ορισμένες Συμβάσεις προβλέπουν ότι τα πλοία πρέπει να φέρουν πιστοποιητικά που να δείχνουν ότι έχουν επιθεωρηθεί και συμμορφώνονται με τα απαιτούμενα πρότυπα. Τα πιστοποιητικά γίνονται αποδεκτά ως απόδειξη από τις αρχές άλλων κρατών ότι τα πλοία που τα φέρουν έχουν συμμορφωθεί με τα απαιτούμενα πρότυπα, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει να γίνουν περαιτέρω ενέργειες.
2. Έλεγχος από τις Αρχές των Σημειών Οι κυβερνήσεις των μερών υιοθετούν στον IMO συλλογικά κανονισμούς αλλά έχουν την ευθύνη να τους θέσουν σε ισχύ και να τους εφαρμόσουν ατομικά ή σε συνεργασία. Οι συμβαλλόμενες κυβερνήσεις εφαρμόζουν τις διατάξεις των Συμβάσεων του IMO όσον αφορά τα πλοία τους και επίσης καθιερώνουν κυρώσεις για παραβιάσεις τους, όπου προβλέπονται αυτές. Η κύρια ευθύνη για την εξασφάλιση ότι τα πλοία διατηρούνται σε επίπεδο τουλάχιστον ισοδύναμο με εκείνο που καθορίζεται σε Διεθνείς Συμβάσεις ανήκει στο κράτος της σημαίας του πλοίου.
3. Έλεγχος από τις Αρχές των Λιμένων Πολλές από τις πιο σημαντικές τεχνικές Συμβάσεις του IMO περιέχουν διατάξεις που προβλέπουν τον έλεγχο των πλοίων όταν επισκέπτονται ξένα λιμάνια για να εξασφαλισθεί ότι συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του IMO. Ο έλεγχος από τις Αρχές των Λιμένων είναι η επιθεώρηση πλοίων υπό ξένες σημαίες σε εθνικά λιμάνια με σκοπό να διαπιστωθεί ότι η κατάσταση των πλοίων και του εξοπλισμού τους συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις διεθνών συμβάσεων και ότι τα πλοία επανδρώνονται και λειτουργούν σύμφωνα με τους εφαρμοζόμενους διεθνείς νόμους. Αρχικός σκοπός αυτών των επιθεωρήσεων ήταν να είναι επικουρικές των δραστηριοτήτων εφαρμογής των Συμβάσεων από τις χώρες της σημαίας, αλλά η πείρα έδειξε ότι μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικές, ειδικά εάν οργανωθούν σε

περιοχική βάση. Ο έλεγχος από τις Αρχές των λιμένων παρέχει ένα “δίκτυο ασφαλείας” για τη σύλληψη υποβαθμισμένων πλοίων. Ο Έλεγχος από τις Αρχές Λιμένων διαδόθηκε αρχικά με την ίδρυση το 1982 του Μνημονίου Συνεννόησης των Παρισίων (MoU) που ακολουθήθηκε από το Asia and the Pacific (Tokyo) MoU. Ο IMO ενθάρρυνε την ίδρυση περιοχικών οργανισμών για τον έλεγχο από τις Αρχές των λιμένων και έχουν υπογραφεί MoUs που καλύπτουν άλλες περιοχές του κόσμου: Λατινική Αμερική (Acuerdo de Vina del Mar), Καραϊβική (Caribbean MoU), Δυτική και Κεντρική Αφρική (Abuja MoU), Μαύρη Θάλασσα (Black Sea MoU), Μεσόγειος (Mediterranean MoU), Ινδικός Ωκεανός (Indian Ocean MoU), και Περσικός Κόλπος (Riyadh MoU). Η Ακτοφυλακή των ΗΠΑ έχει ευρεία εξουσία να εφαρμόζει σχετικούς ομοσπονδιακούς νόμους των ΗΠΑ σε πλοία υπό ξένες σημαίες όταν είναι σε ύδατα της δικαιοδοσίας των ΗΠΑ. Για να εφαρμόσει νόμους των ΗΠΑ και διεθνή πρότυπα η Ακτοφυλακή έχει εξουσιοδοτηθεί να διενεργεί λιμενικό έλεγχο σε πλοία υπό ξένες σημαίες.

Το πρωτοπόρο Paris MoU θα εφαρμόσει από 1 Ιανουαρίου 2011 ένα “Νέο Καθεστώς Επιθεώρησης” (“New Inspection Regime” - NIR). Με την εισαγωγή του NIR ο στόχος ελέγχου του 25% των εξατομικευμένων πλοίων που καταπλέουν σε κάθε χώρα μέλος αλλάζει με κοινή δέσμευση πλήρους κάλυψης με την επιθεώρηση όλων των πλοίων που καταπλέουν σε λιμάνια και αγκυροβόλια του Paris MoU. Προβλέπεται η απαγόρευση πρόσβασης σε λιμάνια σε πλοία που έχουν κρατηθεί για ελλείψεις περισσότερο από δύο φορές μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Το σύστημα χρησιμοποιεί τις πληροφορίες τεράστιας βάσης δεδομένων στην οποία υπάρχει παγκόσμια πρόσβαση, καθώς και σύστημα μαύρης λίστας κρατών των σημαιών και ναυτιλιακών εταιρειών.

4. Νηογνώμονες Η πολύ μεγάλη πλειοψηφία των πλοίων ναυπηγούνται και επιθεωρούνται τακτικά σύμφωνα με τα πρότυπα που καθιερώνουν οι νηογνώμονες. Το έργο των νηογνωμόνων είναι σημαντικό και εκτείνεται στη σχεδίαση, κατασκευή, επισκευή, λειτουργία και συντήρηση των πλοίων και έχει αναγνωρισθεί επίσημα από τον IMO. Είναι αναντικατάστατη πηγή τεχνογνωσίας, καθώς επίσης και έρευνας και ανάπτυξης. Η Διεθνής Ένωση Νηογνωμόνων IACS17 ενώνει τους μεγαλύτερους νηογνώμονες για πολλούς σοβαρούς λόγους. Για να εξασφαλισθεί η κατασκευαστική ακεραιότητα των πλοίων είναι απολύτως στοιχειώδεις οι νηογνώμονες συλλογικά να εφαρμόζουν όσο δυνατόν υψηλότερα πρότυπα στην εκτέλεση των καθηκόντων τους. Η σχεδίαση και προδιαγραφές της κατασκευής του πλοίου, ο βαθμός συμμόρφωσης με τους κανονισμούς των νηογνωμόνων και η επίβλεψη της ποιότητας της εργασίας κατά τα στάδια της ναυπήγησης καθορίζουν σε μεγάλη έκταση την ποιότητα του πλοίου σε λειτουργία. Ως αποτέλεσμα, τα περισσότερα κράτη των σημαιών εξουσιοδοτούν νηογνώμονες να διενεργούν εξ ονόματός τους θεσμοθετημένες επιθεωρήσεις για να διαπιστώνεται συμμόρφωση με τις Συμβάσεις του IMO και εθνικούς νόμους. 17 Διεθνής Ένωση Νηογνωμόνων με 11 μέλη προς το παρόν: American Bureau of Shipping (ABS), Bureau Veritas (BV), Det Norske Veritas (DNV), Germanischer Lloyd (GL), China Classification Society (CCS), Indian Register of Shipping (IRS), Korean Register of Shipping (KR), Lloyds

Register of Shipping (LR), Nippon Kaiji Kyokai (NK), Russian Maritime Register of Shipping (RS), Registro Italiano Navale (RINA)

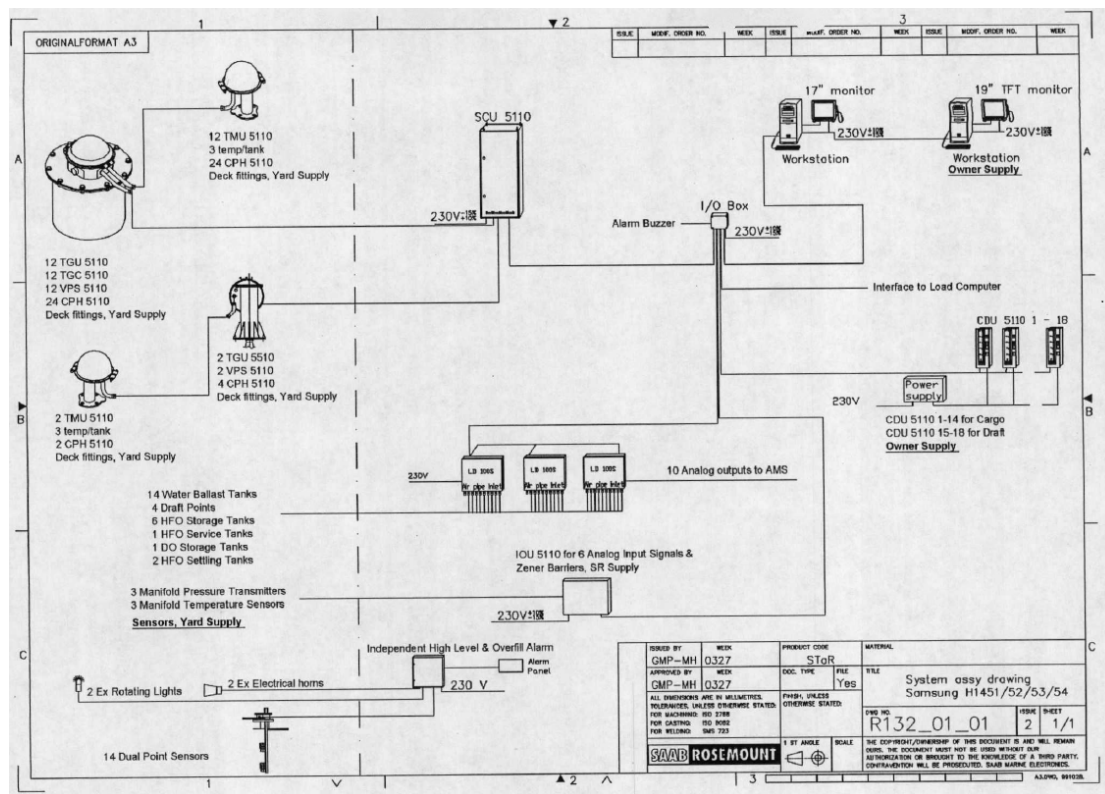
1. Σχήματα Ελέγχου Πλοίων της Ναυτιλιακής Βιομηχανίας Ο έλεγχος συμμόρφωσης των πλοίων με τις απαιτήσεις του κράτους της σημαίας (θεσμοθετημένες) και τις απαιτήσεις των νηογνωμόνων συμπληρώνεται από τα συστήματα της ναυτιλιακής βιομηχανίας, δηλαδή το πρόγραμμα Ship Inspection Report (SIRE) του OCIMF, τις οδηγίες Tanker Management and Self Assessment του OCIMF και το Chemical Distribution Institute Ship Inspection Report του CEFIC. Η έγκριση από αυτά τα σχήματα έχει γίνει στην πράξη προϋπόθεση της ναύλωσης των πλοίων.
2. Ευκολίες Υποδοχής Η δυνατότητα των πλοίων να συμμορφωθούν πλήρως με τις απαιτήσεις απόρριψης που καθορίζονται από την MARPOL εξαρτάται από την διαθεσιμότητα στην ξηρά επαρκών ευκολιών υποδοχής για τα κατάλοιπα που δημιουργούνται στο πλοίο. Επαρκείς ευκολίες υποδοχής πρέπει να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των χρηστών, από το μεγαλύτερο εμπορικό πλοίο ως το μικρότερο σκάφος αναψυχής, καθώς και του περιβάλλοντος, χωρίς να προκαλείται αδικαιολόγητη καθυστέρηση στα πλοία που τις χρησιμοποιούν. Η ανεπάρκεια των ευκολιών υποδοχής και τα συστήματα χρέωσης για τη χρήση τους προκαλούν συνεχείς ανησυχίες. Σε πολλά ευρωπαϊκά λιμάνια είναι υποχρεωτική η παράδοση καταλοίπων στην ξηρά, ακόμη και μικρών ποσοτήτων, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα σχέδια διαχείρισης επί του πλοίου και η επάρκεια χωρητικότητας για την προσωρινή διατήρησή τους στα πλοία. Η χρέωση δεν είναι ομοίμορφη ή δεν είναι πρέπουσα (π.χ. με βάση την ολική χωρητικότητα). Συχνά, κατάλοιπα που έχουν διαχωριστεί στο πλοίο συναθροίζονται εκ νέου όταν παραδίδονται στην ξηρά. Ο IMO έχει τονίσει την σπουδαιότητα της επάρκειας ευκολιών υποδοχής στην αλυσίδα εφαρμογής της MARPOL και έχει ενθαρρύνει έντονα κράτη μέλη του, ειδικά εκείνα που είναι μέλη της MARPOL, να εκπληρώσουν ως κράτη λιμένων τις υποχρεώσεις τους και να παρέχουν επαρκείς ευκολίες υποδοχής.
7. Αλυσίδα Ευθύνης Τα πλοία έχουν αυξηθεί σε αριθμό, έχουν γίνει μεγαλύτερα σε μέγεθος και ταχύτερα. Σε αντίθεση, τα περισσότερα λιμάνια, οι υποδομές τους και οι προσβάσεις τους δεν έχουν βελτιωθεί για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες απαιτήσεις της κυκλοφορίας. Τα περισσότερα ατυχήματα συμβαίνουν κοντά στα λιμάνια και σε πολλά από αυτά εμπλέκονται πλοηγοί. Η παραδοχή ότι η ναυτική ασφάλεια και προστασία του περιβάλλοντος μπορούν να προαχθούν μόνον με την κοινή προσπάθεια όλων των μερών που εμπλέκονται στην “αλυσίδα ευθύνης” υπογραμμίζει την σπουδαιότητα της αυτορρύθμισης. Λύσεις που σχετίζονται με την ναυτιλιακή βιομηχανία υποδηλώνουν έναν υψηλό βαθμό αυτορρύθμισης, που είναι επιθυμητός για τη βιομηχανία, αλλά που ακόμη δεν τον εμπιστεύονται οι κυβερνήσεις. Τον Ιούνιο 1999 η

Ευρωπαϊκή ναυτιλιακή βιομηχανία και άλλοι 23 ιδιωτικοί οργανισμοί υπόγραψαν στο Άμστερνταμ τη Χάρτα για την Ποιότητα στη Ναυτιλιακή Βιομηχανία. Στόχος της Χάρτας ήταν να προαχθεί η κοινή προσπάθεια για την εξάλειψη των υποβαθμισμένων πλοίων. Ωστόσο, η ναυτική ασφάλεια και η προστασία του περιβάλλοντος εξαρτώνται επίσης από την εκπλήρωση των δεσμεύσεων και υποχρεώσεων των παράκτιων κρατών για την εξασφάλιση ασφαλούς και επαρκούς πλαισίου για τις λειτουργίες της ναυτιλίας.[3]

Κεφάλαιο 6: Συστήματα Μεταφοράς και Διανομής Καυσίμου

6.1 Αυτοματισμός και έλεγχος

Οι εγκαταστάσεις ναυτικών κινήτρων γενικά σχεδιάζονται με κεντρικό σύστημα αυτόματης παρακολούθησης και ελέγχου των λειτουργιών και υποσυστημάτων τους. Έλεγχος της κύριας μηχανής από την γέφυρα του πλοίου είναι πλέον συνηθισμένος. Τα περισσότερα εμπορικά πλοία έχουν πιστοποίηση για λειτουργία υπό κανονικές συνθήκες, χωρίς παρακολούθηση του μηχανοστασίου.



Σχήμα 6.1 Κεντρικό σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου

6.2 Συστήματα Καυσίμου

Ένα τυπικό σύστημα καυσίμου πρέπει να είναι ικανό να διαχειρισθεί βαρύ πετρέλαιο ή μείγματα πετρελαίων, καθώς επίσης και αποστάγματα(πετρέλαιο Diesel). Μπορεί να χωρισθεί σε υποσυστήματα πλήρωσης και μεταφοράς, επεξεργασίας και τροφοδότησης του καυσίμου(ημερήσιας κατανάλωσης).

6.2.1 Συστήματα πλήρωσης και μεταφοράς

Το σύστημα πλήρωσης και μεταφοράς επιτρέπει την πλήρωση των δεξαμενών καυσίμου από αντλίες εγκατεστημένες στο λιμάνι ή σε φορτηγίδα καυσίμου. Η διάταξη του συστήματος πρέπει να επιτρέπει την παραλαβή νέου καυσίμου με την ελάχιστη ανάμιξη αυτού, με το καύσιμο που είναι ήδη στο πλοίο. Επίσης, πρέπει να είναι δυνατή η μεταφορά του καυσίμου αντίστροφα από τις δεξαμενές καυσίμου στην ξηρά ή σε φορτηγίδα καυσίμου.

Το σύστημα πλήρωσης και μεταφοράς καυσίμου Diesel αποτελεί απλοποιημένη μορφή του συστήματος βαρέος πετρελαίου, με λιγότερες δεξαμενές και χωρίς την ανάγκη θέρμανσης ή θερμομόνωσης των σωλήνων.

6.2.2 Συστήματα επεξεργασίας καυσίμου

Στα συστήματα επεξεργασίας καυσίμου συμπεριλαμβάνονται οι δεξαμενές καθίζησης και οι διαχωριστήρες, ώστε να απομακρύνονται τα στερεά συστατικά και το νερό από το καύσιμο. Ενώ μερικές φορές το απόσταγμα θεωρείται κατάλληλο για καύση σε κινητήρες Diesel ως έχει, χωρίς επεξεργασία πέρα από την καθίζηση και διήθηση, συνίσταται ο φυγοκεντρικός καθαρισμός, ακόμη και του αποστάγματος. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, το καύσιμο μεταφέρεται στις δεξαμενές καθίζησης, απευθείας από τις δεξαμενές αποθήκευσης, αλλά φθάνει στη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης, μόνο αφού περάσει από τους διαχωριστές.

Όταν υπάρχει χώρος προτείνεται η εγκατάσταση δύο δεξαμενών καθίζησης βαρέος πετρελαίου, κάθε μια 24ώρου χωρητικότητας, ώστε το καύσιμο να παραμείνει σε ηρεμία για καθίζηση επί αρκετό χρονικό διάστημα. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται το φορτίο των φυγοκεντρικών διαχωριστών. Για την αποφυγή της εισόδου νερού και ιζημάτων στον καθαριστή, οι δεξαμενές καθίζησης πρέπει να έχουν επικλινή πυθμένα και το στόμιο αναρρόφησης στο άνω άκρο περίπου 50 mm πάνω από τον πυθμένα.

Το πλοίο πρέπει να είναι εφοδιασμένο με τουλάχιστον δυο φυγοκεντρικούς διαχωριστές, κατάλληλους για συνεχή λειτουργία, είτε παράλληλα, είτε σε σειρά. Οι περισσότεροι διαχωριστές είναι μονάδες αποβολής ιζήματος, που λειτουργούν αυτόματα μεταξύ χειρωνακτικών καθαρισμών, οι οποίοι εκτελούνται ανά μήνα, εβδομάδα ή συχνότερα.

Οι αντλίες τροφοδοσίας των διαχωριστών μπορεί να είναι εξαρτημένες, θετικής εκτοπίσεως μονάδες, με ρύθμιση της παροχής με ανακυκλοφορία, ή ανεξάρτητες ηλεκτροκίνητες μονάδες μεταβλητής εκτοπίσεως. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις το καύσιμο εξέρχεται των διαχωριστήρων με επαρκή πίεση, ώστε να φθάσει στις δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης, αλλιώς εγκαθίστανται αντλίες κατάθλιψης. Αν οι δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης είναι εφοδιασμένες με γραμμές υπερχείλισης προς τις δεξαμενές καθίζησης, οι διαχωριστήρες μπορούν να λειτουργούν συνεχώς, ανεξάρτητα από την κατανάλωση της κύριας μηχανής.

Το βαρύ πετρέλαιο πρέπει να θερμαίνεται σε θερμοκρασίες κοντά στο σημείο βρασμού του νερού, ώστε να διευκολύνεται ο καθαρισμός. Στη συνέχεια, το θερμό καύσιμο εισέρχεται στις δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης, θερμαίνοντας τις δεξαμενές αυτές σε θερμοκρασία που μπορεί να είναι υψηλότερη του σημείου ανάφλεξης του καυσίμου. Επομένως, μερικές

εγκαταστάσεις είναι εφοδιασμένες με ψυγείο καυσίμου, στη γραμμή κατάθλιψης του διαχωριστήρα βαρέως πετρελαίου.

6.2.3 Συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου

Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου παρέχει καύσιμο στη μηχανή στο κατάλληλο ιξώδες. Για τον περιορισμό της ψύξης του βαρέως πετρελαίου στο δίκτυο μεταξύ των θερμαντήρων και της μηχανής και για την εξασφάλιση σταθερής πίεσης στις αντλίες έγχυσης, διατηρείται παροχή δύο ή τρεις φορές μεγαλύτερη της κατανάλωσης της μηχανής στην ονομαστική ισχύ της, με ανακύκλωση του καυσίμου, το οποίο δεν καταναλώνεται.

Το καύσιμο που ανακυκλοφορεί, συνήθως επιστρέφει σε δεξαμενή ανάμειξης, όπου αναμειγνύεται με καύσιμο προερχόμενο από τη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης. Η δεξαμενή ανάμειξης βοηθά στην αποφυγή υπερθέρμανσης της δεξαμενής ημερήσιας κατανάλωσης και χρησιμοποιείται για τη σταδιακή μετάβαση από θερμό σε ψυχρό πετρέλαιο Diesel, καθώς και για την απομάκρυνση των ατμών, ελαφρύτερων κλασμάτων του βαρέως πετρελαίου. Σε μερικές εγκαταστάσεις δεν υπάρχει δεξαμενή ανάμειξης και το ανακυκλούμενο καύσιμο επιστρέφει απευθείας στη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης.

Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, στις οποίες πρέπει να προθερμανθεί ένα καύσιμο, όταν είναι πολύ βαρύ και της αντίστοιχης αύξησης των παραγόμενων αερίων υπό ατμοσφαιρική πίεση, μερικοί κατασκευαστές κινητήρων προτείνουν το θερμό κύκλωμα του δικτύου μεταφοράς του καυσίμου, να σχεδιάζεται ως κλειστός βρόγχος υπό πίεση. Αυτό απαιτεί ένα επιπλέον σύνολο αντλιών καυσίμου χαμηλής πίεσης για την τροφοδοσία της δεξαμενής ανάμειξης από την δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης, αλλά υπάρχει μεγαλύτερη ελευθερία στη διαστασιολόγηση (σχεδιασμό) και τοποθέτηση της δεξαμενής ανάμειξης. Τα αέρια τα οποία παράγονται στο βρόγχο αυτόν πρέπει να απομακρύνονται μέσω ανακουφιστικής βαλβίδας.

Οι τροφοδοτικές αντλίες καυσίμου χαμηλής πίεσης εγκαθίστανται σε ζεύγη και είναι συνήθως περιστροφικές αντλίες θετικής εκτοπίσεως. Οι αντλίες αυτές κανονικά λειτουργούν για την κυκλοφορία μερικώς προθερμασμένου καυσίμου, πρέπει όμως να έχουν τη δυνατότητα κυκλοφορίας πετρελαίου Diesel κατά περίπτωση, καθώς και ψυχρού βαρέως πετρελαίου κατά το μεταβατικό στάδιο, έως ότου το δίκτυο φθάσει σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

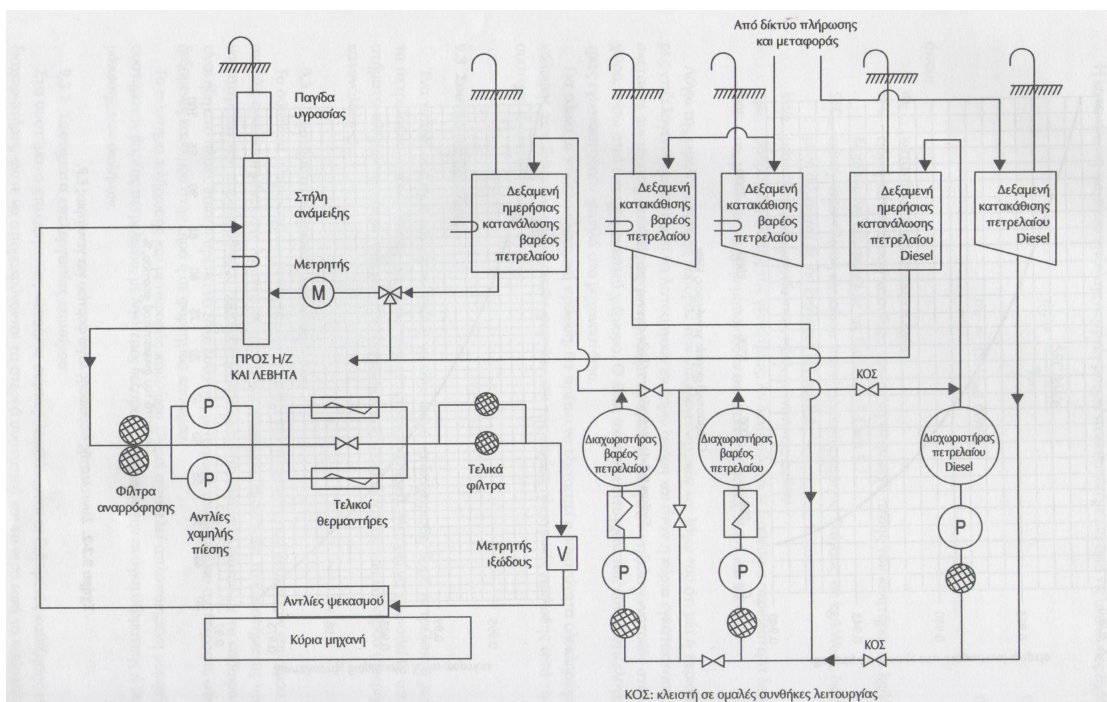
Πρέπει να εγκαθίστανται τουλάχιστον δύο θερμαντήρες καυσίμου, ο κάθε ένας από τους οποίους πρέπει να είναι ικανός να θερμάνει το βαρύτερο καύσιμο, το οποίο είναι πιθανό να χρησιμοποιήσει ο κινητήρας, έχοντας αρκετό περιθώριο για ικανοποιητική απόδοση, ακόμη και με κάποιο βαθμό ρύπανσης. Η παροχή ατμού στους θερμαντήρες ελέγχεται από το ιξωδόμετρο, το οποίο πρέπει να τοποθετείται κατά το δυνατόν κοντά στις αντλίες έγχυσης.

Εάν οι βοηθητικές μηχανές του πλοίου πρόκειται να λειτουργούν με βαρύ πετρέλαιο, το δίκτυο παροχής του καυσίμου μπορεί να είναι εις διπλούν, υπό κατάλληλη κλίμακα και να ενσωματώνει μονάδα ανάμειξης. Εάν οι βοηθητικές μηχανές πρόκειται να λειτουργούν με βαρύ πετρέλαιο, ακόμη και όταν δεν

υπάρχει ατμός, τότε πρέπει να εγκατασταθεί ηλεκτρικός θερμαντήρας καυσίμου, παράλληλα με τους θερμαντήρες ατμού.

Αμέσως μετά τους θερμαντήρες τοποθετείται το τελικό φίλτρο καυσίμου, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διήθηση του καυσίμου, χάρη στο μειωμένο ιξώδες. Το φίλτρο αυτό, αποτελεί κυρίως εφεδρεία των διαχωριστήρων καυσίμου. Μπορεί να είναι αυτόκαθαριζόμενη μονάδα λεπτού πλέγματος ή να αποτελείται από απορριπτόμενο στοιχείο, ακόμη λεπτότερου πλέγματος.

Το σύνολο του δικτύου σωληνώσεων ενός συστήματος παροχής βαρέως πετρελαίου, συμπεριλαμβανομένων μερικές φορές των αντλιών και των φίλτρων, είναι πιθανό να θερμαίνεται με ατμό ή ηλεκτρική αντίσταση και να είναι θερμομονωμένο.



Σχήμα 6.2 Τυπικό σύστημα επεξεργασίας και τροφοδότησης καυσίμου.

6.2.4 Αντλία τροφοδοσίας ή ανυψωτική αντλία

Είναι η αντλία που διοχετεύει τα καύσιμα στο σύστημα, μέσα από τα φίλτρα πετρελαίου.

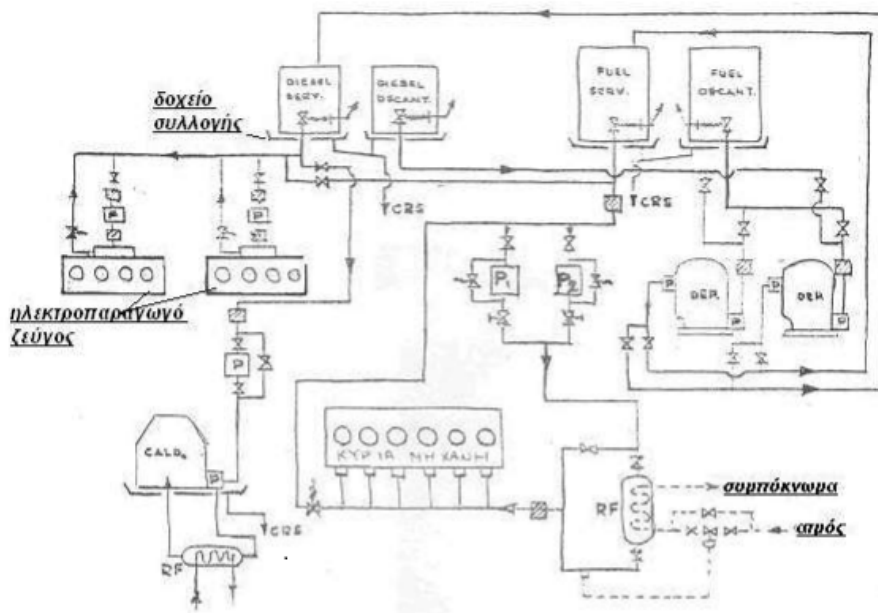
6.2.5 Δεξαμενή καυσίμων

Αυτή μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε μέσα στο πλοίο και να είναι μία ή περισσότερες, ανάλογα με το πλοίο, την ισχύ και την κατανάλωση των μηχανών.

Η αποθήκη του καυσίμου είναι μια μικρή ή μεγάλη δεξαμενή, κατασκευασμένη από γαλβανισμένη λαμαρίνα ή σύνθετα υλικά. Το σχήμα και οι διαστάσεις ποικίλουν, ανάλογα την εφαρμογή για την οποία προορίζεται. Οι δεξαμενές συνήθως φέρουν στο εσωτερικό τους, χωρίσματα κατά την έννοια του μήκους και έτσι διαιρούνται σε διαμερίσματα, τα οποία συγκοινωνούν μεταξύ τους με οπές. Σκοπός των διαχωρισμάτων είναι να μην υπάρχουν παφλασμοί και ανακάτεμα πετρελαίου, που έχουν ως αποτέλεσμα την χημική αλλοίωση του καυσίμου. Το ρεζερβουάρ έχει στόμιο με τον αντίστοιχο σωλήνα, που χρησιμεύει για την πλήρωση του. Το άκρο του σωλήνα ασφαλίζει με ειδικό πώμα. Επίσης, στο κάτω μέρος της δεξαμενής υπάρχει μια οπή, που χρησιμεύει για το άδειασμα.

6.2.6 Δίκτυο Καυσίμου

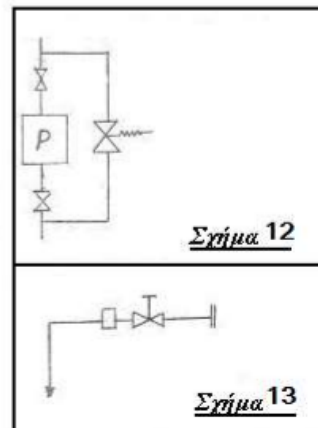
Για να πραγματοποιηθεί η εκκίνηση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών, πρέπει να υπάρχει πετρέλαιο στις δεξαμενές. Ο σταθμός παραλαβής πετρελαίου βρίσκεται στο κύριο κατάστρωμα του πλοίου (ένας δεξιά και ένας αριστερά), αποτελείται από τυποποιημένη φλάντζα, διεθνή σύνδεσμο, που είναι τυφλή όταν δεν χρησιμοποιείται, έχει φίλτρο, επιστόμιο, μετρητικό ρολόι και μανόμετρο. Η σωλήνωση του σταθμού παραλαβής πρέπει να έχει διάμετρο για σύντομη παραλαβή της απαιτούμενης από το πλοίο ποσότητας πετρελαίου. Συνήθως απαιτείται ικανότητα παραλαβής 200 m³ /h, ή και 400 m³ /h για μεγαλύτερα πλοία.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Επιστόμιο γρήγορου κλεισίματος χειριζόμενο από απόσταση
-  Θερμοβαλβίδα
- CRS** Δεξαμενή συλλογής
- RF** Θερμαντήρας καυσίμου
-  Καύσιμο
-  Ατμός
- DEP** Φυγοκεντρικός καθαριστήρας

Σχήμα 14



Σχήμα 6.3 Δίκτυο καυσίμου

Το πετρέλαιο αυτό μεταγγίζεται στις δεξαμενές αποθήκευσης του πλοίου (δεξαμενές διπύθμενων ή και deep tanks) από εξωτερική εγκατάσταση ή φορτηγίδες μέσω ακριβώς του δικτύου μετάγγισης πετρελαίου το οποίο αποτελείται από τις αντίστοιχες σωληνώσεις και αντλίες για τη μεταφορά του από τις δεξαμενές αποθήκευσης στις δεξαμενές κατακάθισης και ημερήσιας κατανάλωσης.

Η δεξαμενή κατακάθισης χρησιμεύει για τον αποχωρισμό του πετρελαίου από το νερό που αυτό περιέχει και που ως βαρύτερο συγκεντρώνεται στο κάτω μέρος της δεξαμενής αυτής.

Οι δεξαμενές κατακάθισης εφοδιάζονται με μέσα αποστράγγισης του νερού από τον πυθμένα της δεξαμενής. Εάν δεν προβλέπονται δεξαμενές κατακάθισης, οι δεξαμενές πετρελαίου ή οι δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης εφοδιάζονται με αποστραγγίσεις νερού.

Από τη δεξαμενή κατακάθισης το πετρέλαιο οδηγείται συνήθως στους φυγοκεντρικούς καθαριστές για την απομάκρυνση και του υπόλοιπου νερού και στη συνέχεια διοχετεύεται στην δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης.

Η χωρητικότητα της δεξαμενής ημερήσιας κατανάλωσης καθορίζεται από την ειδική κατανάλωση της κύριας μηχανής (0,120 – 0,140) kg/PS h, ενώ η χωρητικότητα της δεξαμενής κατακάθισης πρέπει να είναι διπλάσια έως τριπλάσια.

Η χωρητικότητα των δεξαμενών αποθήκευσης εξαρτάται από την ακτίνα δράσεως του πλοίου και από το γεγονός ότι το πετρέλαιο diesel χρησιμοποιείται και ως καύσιμο των γεννητριών συνεχώς και για την εκκίνηση της Κ.Μ. καθώς και κατά τη διάρκεια των χειρισμών.

Οπότε εξετάζεται το ποσοστό για το οποίο απαιτείται η καύση από την Κ.Μ. πετρελαίου diesel, ποσοστό που συνήθως λαμβάνεται 10 %. Πάντως, ως ειδική κατανάλωση των κινητήρων των γεννητριών λαμβάνεται (0,190 – 0,210) kg/KW h. Το πετρέλαιο για λέβητες και μηχανές του πλοίου πρέπει να έχει σημείο ανάφλεξης υψηλότερο από 600C, εκτός από τις γεννήτριες ανάγκης για τις οποίες απαιτείται όριο 430C.

Οι χειρισμοί αφορούν στη φόρτωση, την εκφόρτωση, τη μετάγγιση τον καθαρισμό και την τροφοδοσία των μηχανών που το καταναλώνουν. Ο διαχωρισμός του δικτύου πετρελαίου από τα άλλα δίκτυα είναι υποχρεωτικός για να αποφεύγονται ανωμαλίες ακόμα και από λάθη χειρισμού.

Όλες οι αντλίες πρέπει να μπορούν να λειτουργούν έτσι ώστε να μη δημιουργούνται υψηλές και επικίνδυνες υπερπίεσεις στο κύκλωμα ακόμα και με κλειστές από λάθος βαλβίδες. Οι ογκομετρικές αντλίες πρέπει να είναι εφοδιασμένες με by-pass βαθμολογημένο στη μέγιστη πίεση υπολογισμού του κυκλώματος και οι φυγοκεντρικές αντλίες μπορούν να είναι χωρίς bypass εάν η χαρακτηριστική τους καμπύλη είναι τέτοια ώστε να μην επιτρέπει τέτοιες υπερπίεσεις.

Στο διάγραμμα φόρτωσης του καυσίμου πρέπει να τοποθετούνται (σχήμα 6.3) φλάντζες τυφλές για να αποφεύγονται τυχόν διαρροές, βαλβίδα και φίλτρο πριν την κάθοδο στις δεξαμενές.

Για συμπλήρωμα στις δεξαμενές τοποθετούνται βοηθητικές δεξαμενές και δεξαμενές μετάγγισης για καύσιμο προς καθαρισμό και καθαρισμένο, δεξαμενές για συγκέντρωση των υπολειμμάτων καθαρισμού (δεξαμενές κατακάθισης), δεξαμενές για διαφορετικά καύσιμα (fuel, diesel).

Όλες οι βαλβίδες στο κάτω μέρος πρέπει να είναι εφοδιασμένες με γρήγορο κλείσιμο χειριζόμενο εξ αποστάσεως, εκτός χώρων και πάνω από το κύριο κατάστρωμα για ασφάλεια.

Όλες οι δεξαμενές είναι εφοδιασμένες με μετρητικούς σωλήνες, σωλήνες εξαεριστικούς και υπερχειλίσης οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρικό σωλήνα που καταλήγει στη δεξαμενή υπερχειλίσεων, η οποία είναι εφοδιασμένη με συσκευή που σημαίνει αυτόματο συναγερμό όταν το περιεχόμενο φθάσει το 75 % της χωρητικότητάς της.

Στο σχήμα παρατηρούνται :

δύο αντλίες τροφοδοσίας κυρίων μηχανών με by-pass (P1, P2),
θερμαντήρας πετρελαίου με ατμό (RF) με θερμοβαλβίδα που ρυθμίζει τη ροή του ατμού σε σχέση με τη θερμοκρασία εξόδου του πετρελαίου,
οι βαλβίδες γρήγορου κλεισίματος, με χειρισμό από απόσταση στις αναρροφήσεις όλων των δεξαμενών,
τα κυκλώματα by-pass στην κύρια μηχανή και στα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη για την επανακυκλοφορία του καυσίμου που δεν καταναλώθηκε,
το χειροκίνητο by-pass στην τροφοδοσία του λέβητα για να αποκλειστεί η αντλία, τροφοδοτώντας με τη βαρύτητα,
το χειροκίνητο by-pass που αποκλείει το θερμαντήρα fuel εάν δεν χρειάζεται.
οι αντλίες στους καθαριστήρες με αναρρόφηση και κατάθλιψη.

Τα δίκτυα που υπάρχουν στα πλοία είναι περισσότερο σύνθετα από αυτό που παρουσιάζεται εδώ και απαιτούν μια προσεκτική γνώση των μηχανημάτων και των δικτύων τους, τα οποία διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Η τελική διάταξη των δικτύων είναι αποτέλεσμα συνεργασίας μεταξύ των κατασκευαστών των μηχανημάτων και του τεχνικού γραφείου του ναυπηγού.

6.3 Αισθητήρες

6.3.1 Γενικά

Η συνεχής μέτρηση και η παρακολούθηση της στάθμης καυσίμου σε μια δεξαμενή αποθήκευσης είναι ένα σημαντικό θέμα. Απαιτείται ένας αισθητήρας και μετατροπέας για να γνωρίζουμε ποια ποσότητα καυσίμου είναι διαθέσιμη σε μια δεξαμενή όπως αεροσκάφη, δημόσιες συγκοινωνίες, δεξαμενόπλοια ή οποιοδήποτε άλλο μεγάλο δοχείο. Ένας αισθητήρας στάθμης καυσίμου λειτουργεί όχι μόνο κάτω από πολύ σοβαρές περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η έντονη μεταβολή της θερμοκρασίας και των κραδασμών. Αλλά επίσης επιβιώνει το ίδιο το καύσιμο, συμπεριλαμβανομένης της αιθανόλης, της μεθανόλης, του διαβρωτικού θείου ή των πρόσθετων καυσίμων κλπ., που μπορεί να επηρεάσουν την αξιοπιστία του αισθητήρα. Για την ανίχνευση ή την παροχή πληροφοριών για τη στάθμη καυσίμου σε τέτοιες συνθήκες, χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως οι μη παρεμβατικές αναλογικές συσκευές. Παρέχει ένα ηλεκτρικό σήμα λόγω γωνιακής ή γραμμικής μετατόπισης ενός βραχίονα πλωτήρα σε σχέση με τη συνεχή αλλαγή της στάθμης καυσίμου στη δεξαμενή αποθήκευσης. Η αποτελεσματικότητα μιας τέτοιας μεθόδου εξαρτάται από την ακρίβεια και την ακεραιότητα των χρησιμοποιούμενων οργάνων. Μία από τις πιο κοινές μεθόδους ανίχνευσης γωνιακής μετατόπισης χρησιμοποίησε ένα περιστροφικό ποτενσιόμετρο ως αισθητήρα, ο οποίος συνδέεται με έναν βραχίονα πλωτήρα. Σε αυτή την υλοποίηση, η αλλαγή της στάθμης καυσίμου προκαλεί γωνιακή κίνηση στο βραχίονα μέσω ενός πλωτήρα και τελικά αντιπροσωπεύεται ως αλλαγή αντίστασης. Επιπλέον, μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα, δηλαδή τάσης ή ρεύματος χρησιμοποιώντας κατάλληλο κύκλωμα επεξεργασίας σήματος. Αυτή η κίνηση βραχίονα ή μετατόπιση μπορεί να είναι περιστροφική ή γραμμική σύμφωνα με τη μηχανική διάταξη του βραχίονα σε ένα τοίχωμα της δεξαμενής. Τώρα, η μετατόπιση του βραχίονα πλωτήρα μπορεί να ανιχνευθεί με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένων αλλά χωρίς περιορισμό σε επαγωγικές, μαγνητικές, οπτικών ινών και οπτικών κωδικοποιητών.

Στην προηγούμενη τεχνική του συστήματος παρακολούθησης της στάθμης καυσίμου, ένας γραμμικός μεταβλητός μετασχηματιστής διαφορικού (LVDT) ή ένας τροποποιημένος επαγωγικός μορφοτροπέας χρησιμοποιείται ως αισθητήρας για την ανίχνευση της μετατόπισης του βραχίονα πλωτήρα. Στις τεχνικές αυτές, ένας βραχίονας πλωτήρα είναι κατασκευασμένος με σιδηρομαγνητικό υλικό και κινείται κατακόρυφα διαμέσου κυλινδρικού πηνίου συλλογής κατά τη διάρκεια της μεταβολής της στάθμης καυσίμου σε μια δεξαμενή. Εδώ, δύο πανομοιότυπα πηνία τραυματίζονται ομοιόμορφα γύρω από μια κοίλη κυλινδρική ράβδο. Έτσι, η ίδια η ράβδος ενεργεί ως οδηγός του βραχίονα πλωτήρα. Συνεπώς, η υπερβολική δύναμη τριβής μεταξύ της ράβδου και του βραχίονα μπορεί να προκαλέσει ανεπαρκή μετατόπιση του βραχίονα πλωτήρα για πολύ μικρή αλλαγή της στάθμης καυσίμου. Επίσης, το κόστος κατασκευής αυτού του αισθητήρα είναι υψηλό και δεν είναι ανθεκτικό στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Εκτός αυτού, μια μέθοδος βασισμένη σε

κυβέλες φορτίου τάσης είναι απαλλαγμένη από οποιοδήποτε σφάλμα δύναμης τριβής. Επειδή μετρά τη στάθμη του καυσίμου αξιολογώντας το βάρος του γεμισμένου με καύσιμο δεξαμενή και προστατεύεται από τις μαγνητικές παρεμβολές. Αλλά παρουσιάζει κακή υστέρηση και μηδενική μετατόπιση με τη μεταβολή της θερμοκρασίας.

Όσον αφορά την ασφάλεια, ο αισθητήρας μετατόπισης μαγνητικού τύπου είναι πολύ αξιόπιστος για εύφλεκτα υγρά, εξαιτίας της μη ηλεκτρικής διεπαφής εντός αυτού. Παραδοσιακά, οι αισθητήρες μαγνητοσυστολής και ανιχνευτή Hall χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της στάθμης καυσίμου. Σε αυτή τη μέθοδο, ένας πλωτήρας ή ένας πλωτός βραχίονας επιτυγχάνεται με έναν μόνιμο μαγνήτη και οι αισθητήρες είναι σε θέση να ανιχνεύσουν τη θέση του βραχίονα πλωτήρα μέσω αλλαγής στο μαγνητικό πεδίο. Αλλά εκτός από τη δημοτικότητά του σχετικά με την ασφάλεια, έχει ορισμένους περιορισμούς όπως η κρίσιμη προδιαγραφή για τη σωστή επιλογή πλωτήρα, η μικρότερη αντίσταση έναντι της μηχανικής κακής ευθυγράμμισης και ειδικά ο πλωτήρας είναι απρόσιτος χωρίς διακοπή του συστήματος. Επίσης, είναι ανεφάρμοστο σε βρώμικο περιβάλλον ή σε διαδικασία όπου μπορεί να παραχθεί μαγνητίτης.

Ενώ ο αισθητήρας στάθμης καυσίμου οπτικού τύπου έχει βασικά πλεονεκτήματα έναντι της προηγούμενης τεχνικής, συμπεριλαμβανομένης της ανοσίας έναντι ηλεκτρομαγνητικού ή μαγνητικού πεδίου, εξαιρετικά ευαίσθητη, ανεξάρτητα από τις θερμικές επιδράσεις, πιο ακριβής και γραμμική. Επιπλέον, παρέχει καλή ασφάλεια στα εύφλεκτα υγρά όπως αναφέρθηκε από τους E. Udd και K. T. V. Grattan and T. Sun . Σύμφωνα με τις βιομηχανικές απαιτήσεις συνήθως χρησιμοποιούνται σήμερα δύο τύποι οπτικών αισθητήρων, όπως οπτικών ινών και οπτικών κωδικοποιητών. Χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα οπτικών ινών, η στάθμη καυσίμου μπορεί να ανιχνευθεί με τεχνική διαμόρφωσης της ανακλαστικής φωτεινής έντασης. Εδώ, ένας πλωτήρας με μόνιμο μαγνήτη τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια ενός σωλήνα και ένας μαγνήτης με έναν καθρέφτη κρατιέται μέσα στον ίδιο σωλήνα. Έτσι, κατά τη μεταβολή της στάθμης καυσίμου εκτός του σωλήνα, ο καθρέφτης μπορεί να κινηθεί προς τα πάνω ή προς τα κάτω από τη μαγνητική σύνδεση του μαγνήτη πλωτήρα. Τώρα, ένα ζευγάρι αισθητήρα οπτικών ινών τοποθετείται στην κορυφή του σωλήνα για να μεταδώσει ή να δεχθεί την παραλλακτική ένταση των ανακλώμενων ακτίνων φωτός από τον καθρέφτη, αναφέρει ο Robert J. Bardooian . Αυτός ο μηχανισμός υφίσταται μηχανική κακή ευθυγράμμιση του πλωτήρα. Λόγω αυτού του μειονεκτήματος, μια απλή τεχνική διαμόρφωσης φωτεινής έντασης τύπου φλοτέρ περιγράφεται από τους Sengupta et al. και H. Z. Yang et al. . Όλα αυτά τα συστήματα μπορούν να μετρήσουν τη στάθμη καυσίμου στην περιοχή από λίγα μm έως cm ανάλογα με την καθοδήγηση οπτικής διαδρομής από τοίχο ή φακό. Αλλά η εξάτμιση υγρασίας, σκόνης και υγρού μπορεί να προκαλέσει διαταραχή στην αντανάκλαση του καθρέφτη. Επίσης, η ευαισθησία τέτοιων συστημάτων θα υποβαθμιστεί με την αύξηση της κλίμακας μετρημένων επιπέδων. Στο Refs. , οι συγγραφείς πρότειναν έναν εγγενή και παρεμβατικό αισθητήρα οπτικών ινών για την παρακολούθηση των διακριτών βαθμίδων στάθμης καυσίμου σε μια δεξαμενή. Η αρχή λειτουργίας των αισθητήρων βασίζεται στις απώλειες ακτινοβολίας σε κάμψεις οπτικών ινών n. Εμφανίζεται στην οριακή επιφάνεια μεταξύ δύο διαφορετικών μέσων, όπου βρίσκεται ο αισθητήρας οπτικών ινών.

Αυτά τα συστήματα είναι σε θέση να καθορίσουν την πυκνότητα καυσίμου καθώς και τη στάθμη καυσίμου σε μια δεξαμενή σε διακριτά σημεία. Επιπλέον απαιτεί συχνή συντήρηση.

Εκτός από τον αισθητήρα οπτικών ινών, ο οπτικός κωδικοποιητής χρησιμοποιείται σε πολλούς μηχανισμούς ανίχνευσης επιπέδου καυσίμου λόγω της υψηλής γραμμικότητάς του, χαμηλής υστέρησης και απλότητας. Επιπλέον, η ευαισθησία της είναι ανεξάρτητη από τις ιδιότητες καυσίμου και την κλίμακα επιπέδων. Η ευαισθησία μιας τέτοιας μεθόδου εξαρτάται μόνο από την ανάλυση της κωδικοποιημένης κλίμακας, η οποία μπορεί να τροποποιηθεί εξωτερικά χωρίς να παρεμποδίζεται η υπάρχουσα δομή υλικού. Λόγω αυτής της απλότητας, είναι φυσικά αξιόπιστη στον τομέα αυτό. W. Zhang et al. περιγράφει μια διαδικασία όπου ένας βραχίονας πλωτήρα μετατόπισε μια γραμμική κωδικοποιημένη κλίμακα κατακόρυφα μέσω πηγής φωτός και δέκτη φωτός. Επομένως, ένα διαφορετικό μήκος κύματος φωτός λαμβάνεται από έναν αναλυτή οπτικού φάσματος (OSA) αφού περάσει μέσα από την απομακρυνόμενη σχισμή πολλαπλών κομματιών δυαδικής κωδικοποιημένης κλίμακας. Αυτά τα δυαδικά ψηφία αναγνωρίζονται από διαφορετικά μήκη κύματος φωτός και ο συνδυασμός αυτών των δυαδικών ψηφίων αντιπροσωπεύει κάθε θέση στάθμης καυσίμου. Αυτή η πρακτική είναι δύσκολο να αναπτυχθεί σε φορητές συσκευές και είναι επίσης δαπανηρή. Στις άλλες υλοποιήσεις, ο βραχίονας πλωτήρα περιστρέφει μια κωδικοποιημένη κλίμακα κατά τη διάρκεια της μεταβολής της στάθμης καυσίμου με άμεση σύζευξη ή μηχανισμό τροχαλίας μαζί του. Αυτή η κωδικοποιημένη κλίμακα περιλαμβάνει πολλαπλούς κώδικες τροχαλίας ή γραμμική σειρά μικροσκοπικών κυψελών φωτοανιχνευτή. Στον σχεδιασμό πολλαπλών κομματιών κώδικα, χρησιμοποιείται πλειάδα πομπού και δέκτη για την αποκωδικοποίηση των δυαδικών ή γκρι κωδικών δυαδικών ψηφίων κάθε τροχαλίας. Ένας συνδυασμός τέτοιων δυαδικών ψηφίων αντιπροσωπεύει το επίπεδο καυσίμου μετά τη βαθμονόμηση με γωνιακές θέσεις του βραχίονα πλωτήρα. Αντί για τον κώδικα γραμμής, έχει σχεδιαστεί μια κυκλική κλίμακα τοποθετώντας μια σειρά φωτοανιχνευτή σε μία τροχιά και τοποθετείται ένας παράλληλος παράλληλος διατηρώντας ένα κενό αέρα μαζί του. Έτσι, μια συγκριτικά υψηλή έξοδος πλάτους ενός τέτοιου ανιχνευτή αντιπροσωπεύει τη γωνιακή θέση της κλίμακας κωδικοποίησης και επίσης την στάθμη καυσίμου σε μία δεξαμενή. Αυτό το σύστημα εξυπηρετεί φορητότητα, αλλά το κύκλωμα αποκωδικοποίησης εξουδετερώνει την απλότητα αυτού του σχεδιασμού. Ένα σύστημα μέτρησης στάθμης καυσίμου οπτικού τύπου με πλωτήρα, ανιχνεύει γενικά τη μετατόπιση του βραχίονα πλωτήρα με χρονικές μεταβολές της έντασης του φωτός. Συχνά υποφέρεται για κακή γραμμικότητα, ευαισθησία και ακρίβεια. Για να βελτιωθούν αυτά τα μειονεκτήματα, έχει αποδειχθεί και συζητηθεί μια μέθοδος ανίχνευσης στάθμης καυσίμου με απόλυτο άξονα. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές δυαδικές κωδικοποιημένες δομές απόλυτης κωδικοποίησης πολλαπλών γραμμών, ο προτεινόμενος κωδικοποιητής συντίθεται με έναν μοναδικό κώδικα κομματιού και απαιτεί μόνο έναν μόνο δέκτη για να αποκωδικοποιήσει την κωδικοποιημένη θέση από την άποψη ενός αναλογικού σήματος. Αυτή η κωδικοποιημένη δομή παρέχει ένα σχεδιασμό και κατασκευή χωρίς κωδικό χωρίς προβλήματα. Επίσης απαιτεί ένα απλό SPC για τη βαθμονόμηση του αναλογικού σήματος με τη στάθμη καυσίμου. Αυτή η τεχνική παρουσιάζει καλή γραμμικότητα,

ευαισθησία και ανάλυση σε εργαστηριακές συνθήκες όπως παρουσιάζεται στα πειραματικά αποτελέσματα.

Μπορεί να αναφερθεί εδώ ότι σύμφωνα με την τυποποίηση των βιομηχανικών απαιτήσεων, ο ευρέως αποδεκτός αισθητήρας στάθμης καυσίμου μπορεί να μετρήσει το επίπεδο μέχρι αισθητήρα στάθμης καυσίμου χωρητικότητας έως και ελαχίστου 'cm'. Παρέχουν γραμμική τάση εξόδου με ακρίβεια $\pm 1\%$ για την περιοχή των 25 cm. Αλλά σε σύγκριση με τα διαθέσιμα εμπορικά προϊόντα, το προτεινόμενο πρωτότυπο είναι σε θέση να μετρήσει τη στάθμη καυσίμου στην περιοχή των 0-30 cm με την ίδια ακρίβεια. Επίσης, η γραμμικότητα εξόδου δεν επηρεάζεται από τη ζώνη μαγνητική. Επιπλέον, ο σχεδιασμός του είναι πολύ απλός, εύκολος στην εγκατάσταση και το κόστος είναι χαμηλό σε σύγκριση με τον άλλο εμπορικά διαθέσιμο αισθητήρα στάθμης καυσίμου. Αυτό το κόστος πρωτότυπου εργαστηρίου εκτιμάται σε 5 δολάρια μόνο, αλλά το μέσο πρότυπο κόστος αισθητήρα είναι περίπου \$ 50.

Προκειμένου να αποδειχθεί η ιδέα, ένα πρωτότυπο σχεδιάζεται, αναπτύσσεται και δοκιμάζεται σε εργαστηριακές συνθήκες. Εδώ, το μετρημένο μήκος του πρωτοτύπου θα μπορούσε να επεκταθεί τροποποιώντας το μήκος του βραχίονα του πλωτήρα και την κωδικοποιημένη διάμετρο του δίσκου. Αλλά η ανάλυσή του μπορεί να υποβαθμιστεί με μεγάλη διάμετρο δίσκου. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με την εισαγωγή ενός κώδικα τροχιάς ευρητηρίου μαζί με το κύριο κωδικοποιημένο κομμάτι. Ωστόσο, η χρήση φωτοδιόδου αντί για LDR μπορεί να παράγει καλύτερη ευαισθησία και ακρίβεια σε ζώνες υψηλής θερμοκρασίας. Εκτός αυτού, το ανεπιθύμητο σφάλμα όπως η διακύμανση της έντασης του φωτός που προκαλείται από τη διακύμανση της ισχύος μπορεί επίσης να διορθωθεί με την εφαρμογή μιας τεχνικής αυτοαναφοράς. Δεδομένου ότι υπάρχει ανακρίβεια για το σφάλμα εκτύπωσης εικόνας, μπορεί να βελτιωθεί με ακριβή κατασκευή. Όλα αυτά αποτελούν το μελλοντικό πεδίο εργασίας αυτής της προκαταρκτικής μελέτης. [9]

Διαδικασία μέτρησης

Οι δεξαμενές αποθήκευσης τηλεμετρούνται από το κεντρικό σύστημα με διάταξη αισθητήρων. Η μέτρηση στάθμης αποτελεί ένα σημαντικό μέρος των διαδικασιών ελέγχου και χρησιμοποιείται σε πολλές βιομηχανίες.

Οι αισθητήρες στάθμης συνεχούς μέτρησης χρησιμοποιούνται για μέτρηση της στάθμης εντός ορισμένων ορίων και εξασφαλίζουν συνεχή επιτήρηση στάθμης.

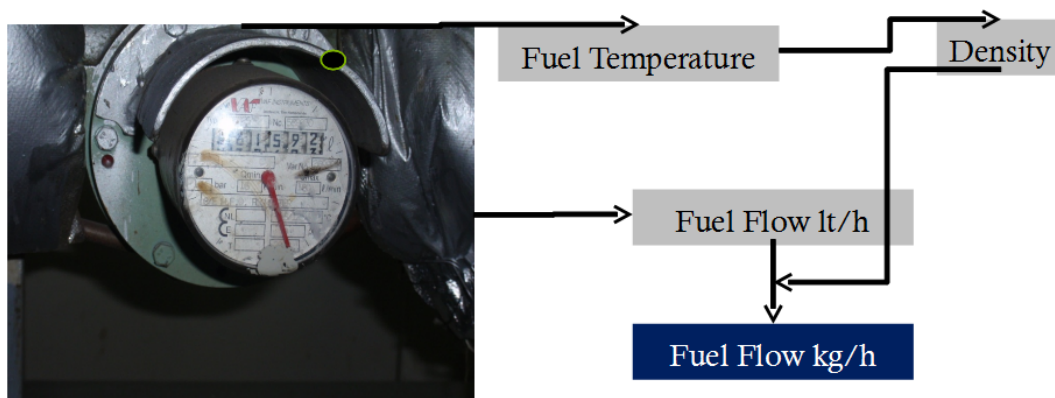
Κατά τη συνεχή μέτρηση, το ύψος της στάθμης ανιχνεύεται γραμμικά, μετατρέπεται σε ένα ηλεκτρικό σήμα και παρουσιάζεται στην ένδειξη. Για την περαιτέρω επεξεργασία χρησιμεύουν, ανάλογα με τον τύπο της συσκευής, έξοδοι ενεργοποίησης ελεύθερου προγραμματισμού ή μια αναλογική έξοδος.

Κατά τη μέτρηση οριακών σημείων ανιχνεύεται το ύψος μιας καθορισμένης στάθμης και μετατρέπεται στη συνέχεια σε ένα ηλεκτρικό σήμα. Η προσαρμογή των αισθητήρων ανάλογα με το υλικό μέσο μπορεί να διεκπεραιωθεί από το χρήστη με ένα μόνο πάτημα πλήκτρου, χάρη στο μικροεπεξεργαστή. Το ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σύστημα φροντίζει για μια ακριβή επανάληψη των προορισμένων σημείων ενεργοποίησης

6.4 Ροόμετρα: Τεχνικές Μέτρησης

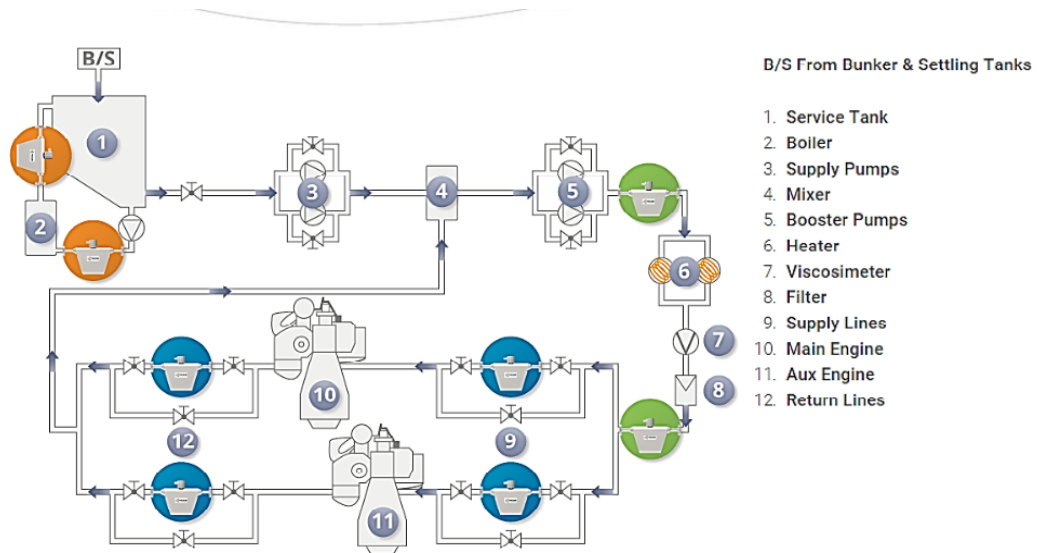
Για την ανάλυση της λειτουργίας του κινητήρα και την παρακολούθηση των εκπομπών, πρέπει να μετρηθούν με ακρίβεια η ισχύς φρένου κινητήρα, το FOC (Κατανάλωση Καυσίμου) και οι εκπομπές Nox. Η πιο συνηθισμένη τεχνική μέτρησης κατανάλωσης καυσίμου είναι η χρήση του ογκομετρικού μετρητή ροής.

Στην περίπτωση αυτή μετράται ο όγκος ροής του καυσίμου και η θερμοκρασία στο μετρητή ροής για την εξαγωγή της πυκνότητας. Επίσης, γίνεται χρήση μετρητών ροής μάζας, για τη συνολική μέτρηση του επιπέδου της δεξαμενής. Οι πιο συνήθεις δυσκολίες που παρουσιάζονται για τα ροόμετρα είναι η ακρίβεια των ογκομετρικών μετρητών ροής, οι διακυμάνσεις φορτίου κατά τη διάρκεια των μετρήσεων και οι διαρροές του συστήματος. Ακόμη, ο χρόνος που απαιτείται για τη σωστή μέτρηση, περίπου 20 λεπτά, δεν είναι αμελητέος και κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας είναι δύσκολο να διατηρείται πάντα σταθερό το φορτίο.



Σχήμα 6.5 Διάγραμμα ροής Flow-meters

Για την ανάλυση της λειτουργίας του κινητήρα και την παρακολούθηση των εκπομπών, πρέπει να μετρηθούν με ακρίβεια η ισχύς φρένου κινητήρα, το FOC (Κατανάλωση Καυσίμου) και οι εκπομπές Nox. Η πιο συνηθισμένη τεχνική μέτρησης FOC είναι η χρήση του ογκομετρικού μετρητή ροής.



Σχήμα 6.5.1 Σύστημα Flow-meters

Η μέτρηση κατανάλωσης καυσίμου είναι πολύ απαιτητική. Τα καλά αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν ακόμα και με ογκομετρικό τύπο, υπό την προϋπόθεση ότι η όλη διαδικασία διεξάγεται σωστά. Οι μετρητές ροής μάζας (Coriolis) είναι ακριβείς, αλλά έχουν περιορισμούς. Η επίδραση των κραδασμών επίσης, είναι ένα ζήτημα. Η χρήση του μετρητή ροής και του μετρητή ροπής δεν μπορεί να εγγυηθεί την ακριβή τιμή του SFOC για εφαρμογές πεδίου. Το αποτέλεσμα εξαρτάται έντονα από τις συνθήκες δοκιμής, δηλαδή το φορτίο του κινητήρα, την κατάσταση της θάλασσας κ.λπ. Ωστόσο, υπάρχει λύση που παρέχει στιγμιαίες τιμές για το SFOC χρησιμοποιώντας ελάχιστο όργανο και προσπάθεια. Άλλα ονόματα: μετρητής ροής Coriolis / μετρητής αδρανειακής ροής.[13]

Κεφάλαιο 7: Διαδικασία Επεξεργασίας Δεδομένων

7.1 Αρχεία Δεδομένων

Αρχεία δεδομένων Flowmeter: Τα αρχεία με τα ροόμετρα περιλαμβάνουν την κατανάλωση των δεξαμενών σε kg/h, τα οποία έχουν υπολογιστεί από lt/h, με σταθερή πίεση.

Στην πρώτη στήλη των δεδομένων είναι ο χρόνος της δειγματοληψίας καυσίμου από τις δεξαμενές και στη δεύτερη στήλη είναι η κατανάλωση της κύριας μηχανής σε Kg/h. Στην Τρίτη στήλη υπάρχει η θερμοκρασία του καυσίμου, σε βαθμούς Κελσίου, στην τέταρτη στήλη η κατανάλωση του Diesel Generator και στην πέμπτη, έκτη και έβδομη στήλη είναι η θερμοκρασία του Diesel Generator, η κατανάλωση και η θερμοκρασία του boiler.

Αρχεία δεδομένων Bridge: Στην πρώτη στήλη των δεδομένων είναι η ημερομηνία και ο χρόνος, στην δεύτερη έως έβδομη στήλη είναι οι συντεταγμένες του πλοίου. Η όγδοη στήλη περιλαμβάνει την ταχύτητα με την οποία κινείται το πλοίο(ταχύτητα του GPS). Η ένατη και δέκατη στήλη περιλαμβάνει την κατεύθυνση του και η ενδέκατη στήλη δίνει την πραγματική ταχύτητα του πλοίου. Η δέκατη τρίτη στήλη έχει το βάθος. Επίσης, η δέκατη πέμπτη στήλη έχει την κατεύθυνση του ανέμου σε μοίρες και η δέκατη έκτη την ταχύτητά του, σε m/s. Τέλος, η δέκατη έβδομη στήλη έχει την γωνία του πηδαλίου.

Αρχεία δεδομένων KWmeters: Είναι η ισχύς της γεννήτρια του diesel(Diesel Generator). Η πρώτη στήλη περιλαμβάνει τον χρόνο και η δεύτερη την ισχύ της πρώτης γεννήτριας σε Watt, ενώ η Τρίτη την ενέργειά της σε Kw/h. Η τέταρτη και πέμπτη στήλη περιλαμβάνει την ισχύ σε Watt και την ενέργεια σε Kw/h της δεύτερης γεννήτριας αντίστοιχα. Ομοίως, η έκτη και έβδομη στήλη για την τρίτη γεννήτρια.

KUMA: Η πρώτη στήλη περιλαμβάνει τον χρόνο, η δεύτερη τις στροφές σε rpm και η Τρίτη την ισχύ σε Kw.

Αρχεία δεδομένων PYTHIA Online καταγραφικό σύστημα: Το Pythia είναι ένα σύστημα εποπτείας της λειτουργίας και τη διάγνωσης βλαβών των κινητήρων diesel (engine condition and monitoring system). Η πρώτη στήλη περιλαμβάνει τον χρόνο και η δεύτερη την ισχύ σε Kw. Η τρίτη δείχνει την πίεση σάρωσης σε bar, ενώ η τέταρτη και πέμπτη στήλη την ειδική κατανάλωση σε gr/kwh και την κατανάλωση σε kg/h, αντίστοιχα. Επίσης, η όγδοη στήλη περιλαμβάνει τις στροφές σε rpm και τέλος, η ένατη το φορτίο % .

7.3.Επεξεργασία Δεδομένων

Αρχικά, αφαιρέθηκαν όλα τα κελιά που δεν είχαν τιμή και στα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών και στα Ροόμετρα. Στη συνέχεια, στην ενδεικνυόμενη στάθμη των δεξαμενών (Ένδειξη στάθμης δεξαμενών) μετατρέψαμε τα volt σε mili Amber, μέσω της αντίστασης, κάνοντας χρήση του τύπου:

$$V= I \cdot R \quad (7.1)$$

Έπειτα, έγινε η μετατροπή σε μέτρα, με βάση τα constants και με τον τύπο:

$$\text{Scaling min+ (scaling max- scaling min)}/16 \cdot (R \cdot 1000 - 4) \quad (7.2)$$

Υπολογίστηκε το trim, από την σχέση:

$$\text{Draft}_{\text{μπροστά}} - \text{Draft}_{\text{πίσω}} \quad (7.3)$$

Επίσης, μέσω του trim και των πινάκων Ullages έγινε η μετατροπή σε κυβικά μέτρα. Το trim δεν χρησιμοποιήθηκε για όλες τις δεξαμενές, αλλά μόνο για αυτές που βρίσκονται στα άκρα του πλοίου, τις λεγόμενες “draft” δεξαμενές.

Τέλος, τα κυβικά μέτρα μετατράπηκαν σε τόνους, μέσω της παροχής καυσίμου και της πυκνότητας.

Ο υπολογισμός της παροχής μάζας καυσίμου, m, από την ογκομετρική παροχή καυσίμου, Q, υπολογίζεται από την πυκνότητα, ρ_{act} :

$$m= Q \rho_{act} \quad (7.4)$$

Η πυκνότητα του καυσίμου στην θερμοκρασία των $T_{act}=117^{\circ}\text{C}$ από την οποία διέρχεται από το ροόμετρο, ρ_{act} , υπολογίζεται από την πυκνότητα στην θερμοκρασία αναφοράς $T_{15}=15^{\circ}\text{C}$, $\rho_{15}=988.8 \text{ kg/m}^3$, στο πιστοποιητικό του καυσίμου, μέσω του συντελεστή διόρθωσης VCF (Volume Correction Factor):

$$\rho_{act} = \rho_{15} V_{cf} \quad (7.5)$$

Ο συντελεστής διόρθωσης, VCF, υπολογίζεται σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D1250-80 συναρτήσει των παραμέτρων K0 και K1 που έχουν υπολογισθεί με στατιστικές μεθόδους και σχετίζονται με τον συντελεστή διαστολής του υλικού, ως ακολούθως:

$$V_{cf} = \exp(-a_{15}(t_{act} - t_{15})(1 + 0,8a_{15}(t_{act} - t_{15}))) \quad (7.6)$$

$$a_{15} = K_0 / \rho_{15}^2 + K_1 / \rho_{15} \quad (7.7)$$

Οι τιμές των παραμέτρων K_0 και K_1 , δίνονται στον πίνακα:

Fuel Oil

K_0	186.97
K_1	0.4862

Τελικά, η διορθωμένη πυκνότητα στην θερμοκρασία $T_{act}=117^{\circ}C$, η οποία παρέμεινε σταθερή καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων ήταν $\rho_{act}=918.7$ kg/m³.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται ιδιότητες του καυσίμου, που χρησιμοποιούνταν στον σταθμό παραγωγής κατά την διάρκεια των μετρήσεων. [12]

Πυκνότητα (15 $^{\circ}C$)	kg/m ³	988.8
Κινηματικό ιξώδες (50 $^{\circ}C$)	mm ² /s	343.5
Κατωτέρα Θερμογόνος Δύναμη	kCal/kg	9679.0

Στη συνέχεια, μετατράπηκαν τα δεδομένα των Ροόμετρα από Kg σε τόνους, διαιρώντας τα κιλά με 1000.

Κατόπιν, έγινε ο πολλαπλασιασμός της Ισχύος από το Online καταγραφικό σύστημα για την κύρια μηχανή, με την ειδική κατανάλωση και η διαίρεση με 1000 για να γίνει η μετατροπή από κιλά σε τόνους, ενώ τέλος πολλαπλασιάσαμε επί τη χρονική απόσταση δειγματοληψίας και διαιρέσαμε με το 60 για να πάρουμε την τελική μονάδα τόνους ανά ώρα.

Διαδικασία Processing: Στα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών προκειμένου να βρούμε την μείωση της στάθμης της δεξαμενής, μέσω της κατανάλωσης, αφαιρούμε κάθε φορά από τις μετρήσεις την αρχική. Σε περίπτωση που έχουμε ανεφοδιασμό, όπως στο ταξίδι Ελλάδα- Νιγηρία, τον αφαιρούμε κάθε φορά για να μην έχουμε αρνητικές τιμές.

Hours Processing : Με τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιήσαμε μια συνάρτηση για να μετατρέψουμε την ώρα σε ακέραιο, αφού κάναμε τον διαχωρισμό της από τις ημερομηνίες. Στη συνέχεια, τη μορφοποιούμε σε αριθμό, ώστε να μπορούμε να την αθροίσουμε. Στο άθροισμα των ωρών κάθε που μηδενίζει όταν φτάνει στο εικοσιτετράωρο, προσθέτουμε το 24, 48,72 κοκ. Ανάλογα πόσα εικοσιτετράωρα έχουν περάσει από την αρχή του ταξιδιού

Κεφάλαιο 8: Περιγραφή των Εξεταζόμενων Περιπτώσεων

8.1 Περιγραφή Ταξιδιών

Το πλοίο πραγματοποίησε τρία ταξίδια. Το πρώτο ταξίδι που πραγματοποιήθηκε, ξεκίνησε από την Ελλάδα στις 12 Οκτωβρίου 2012 και ώρα 19:40. Έφτασε στην Νιγηρία στις 28 Οκτωβρίου του 2012, στις 08:35 το πρωί.

Στη συνέχεια, το επόμενο ταξίδι που προγραμματίστηκε, ξεκίνησε από το Μεξικό στις 13 Ιουλίου του 2016 και ώρα 14.30 το μεσημέρι. Κατόπιν, έφτασε στην Ιταλία στις 25 του Ιούλη και ώρα 17:45 το απόγευμα.

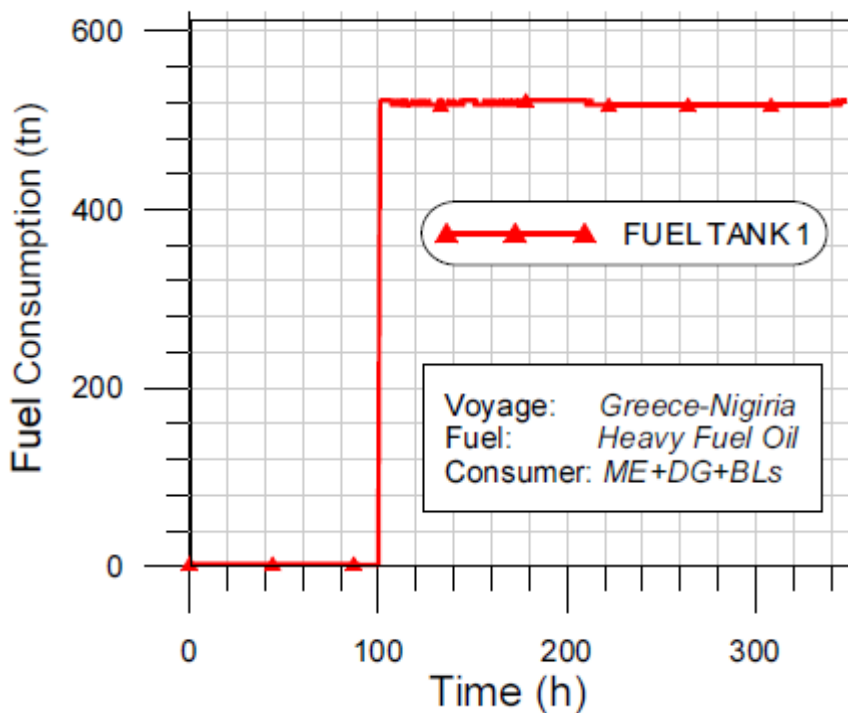
Το τελευταίο ταξίδι ξεκίνησε από τη Νιγηρία την 1^η Νοεμβρίου 2016 , στις 14:30 το μεσημέρι, όπου τελικά, έφτασε στη Γαλλία στις 16 Νοεμβρίου 2016 και ώρα 13:55.

Κεφάλαιο 9: Ανάλυση Δεδομένων

9.1 Διαγράμματα ταξιδιού Ελλάδα-Νιγηρία

9.1.1.1. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο

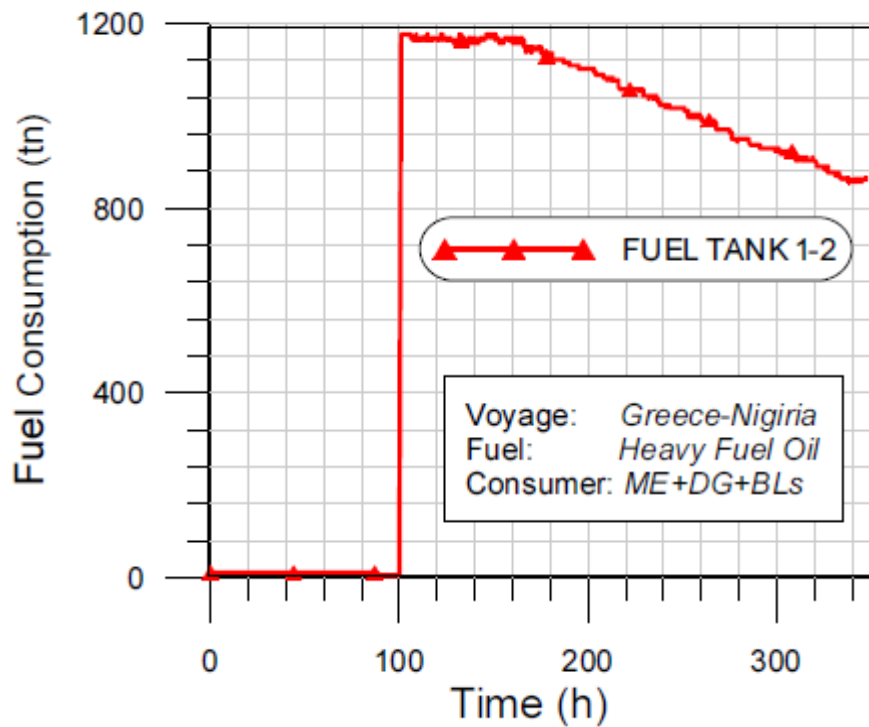
Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από την επεξεργασία των δεδομένων από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών , για το βαρύ καύσιμο.



Σχήμα 9.1.1 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) αθροιστική κατανάλωση

δεξαμενής 1-βαρύ καύσιμο

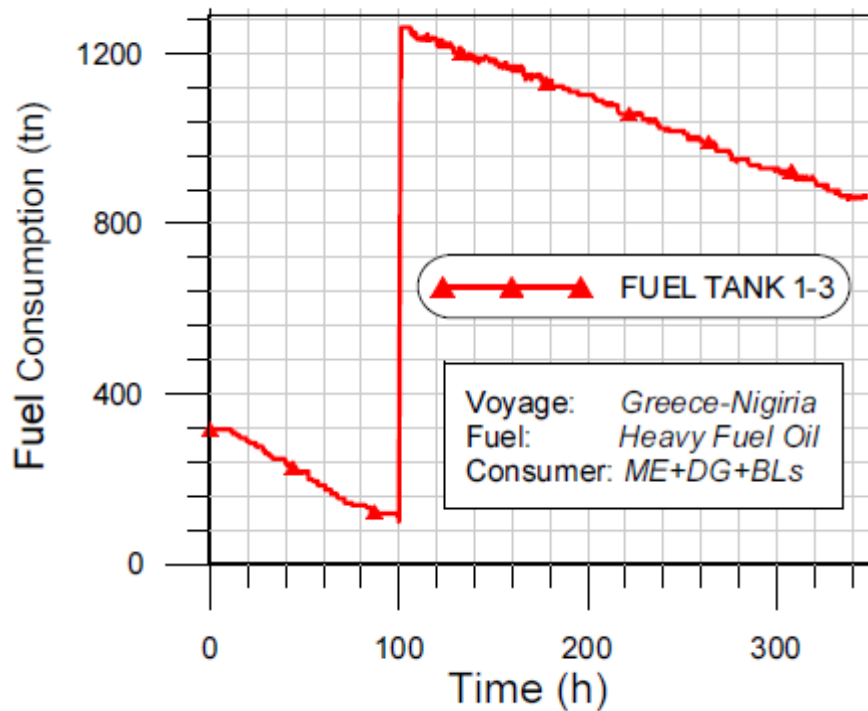
Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε την μείωση της στάθμης καυσίμου σε τόνους από την πρώτη δεξαμενή (Ένδειξη στάθμης δεξαμενών) στον άξονα των y σε σχέση με τον χρόνο, αθροίζοντας τις ώρες του ταξιδιού, στον άξονα των x. Παρατηρούμε ότι αρχικά από αυτή τη δεξαμενή δεν έχουμε κατανάλωση μέχρι τη χρονική στιγμή 89:35 .Η απότομη αύξηση της στάθμης μετά από 101:55 ώρες ταξιδιού, σημαίνει ότι εκείνη τη στιγμή πραγματοποιήθηκε ανεφοδιασμός στο πλοίο. Η στάθμη στη συγκεκριμένη δεξαμενή παραμένει σταθερή. Τυχόν ανομοιομορφίες στο διάγραμμα μπορεί να οφείλονται σε κυματισμό της θάλασσας.



Σχήμα 9.1.2 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-2-βαρύ καύσιμο

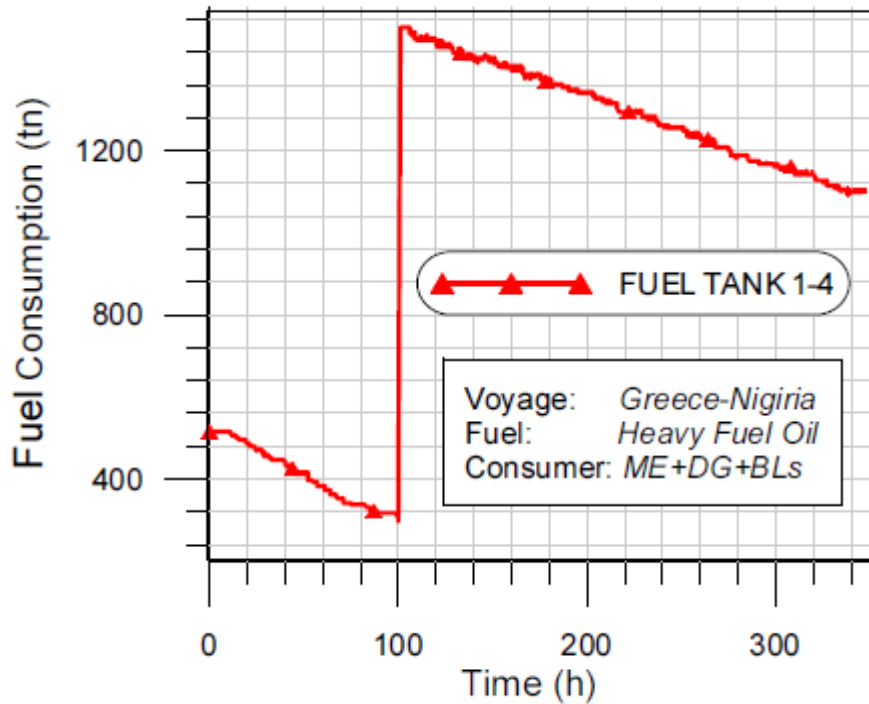
Στο δεύτερο διάγραμμα φαίνεται αθροιστικά η πτώση στάθμης της πρώτης και δεύτερης δεξαμενής. Εδώ με την πάροδο του χρόνου μετά τον ανεφοδιασμό, η στάθμη του καυσίμου μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου. Επίσης, διακρίνουμε τον ανεφοδιασμό από την απότομη αύξηση στη στάθμη των δεξαμενών.



Σχήμα 9.1.3 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-3-βαρύ καύσιμο

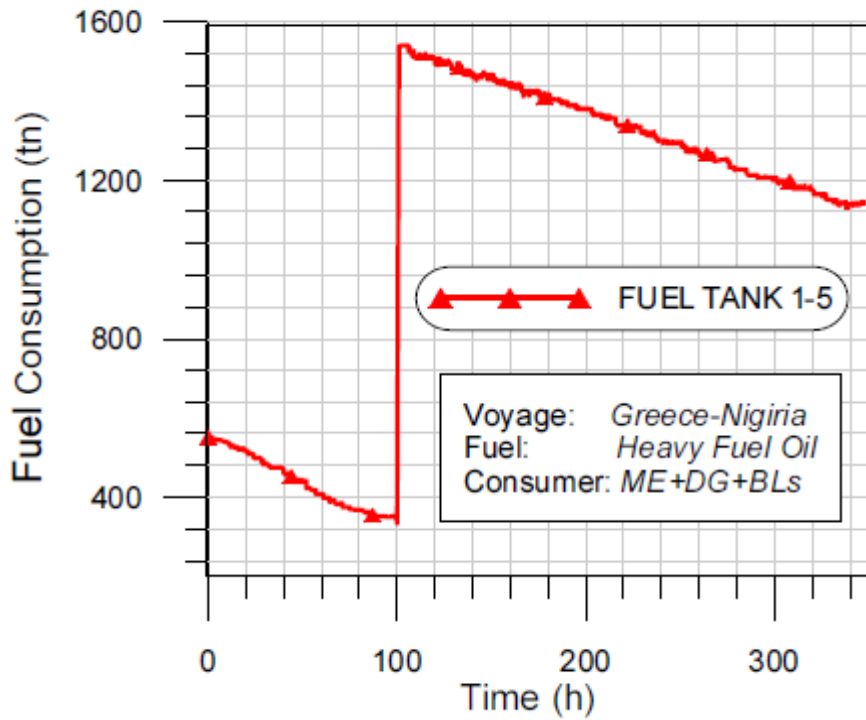
Στο τρίτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των τριών πρώτων δεξαμενών. Στην αρχή, η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου μόνο από την τρίτη δεξαμενή, επειδή από τα δύο προηγούμενα διαγράμματα είναι εμφανές ότι από τις δύο πρώτες δεξαμενές δεν υπάρχει κατανάλωση καυσίμου, πριν τον ανεφοδιασμό. Μετά τον ανεφοδιασμό υπάρχει απότομη αύξηση της στάθμης και στην συνέχεια, με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



Σχήμα 9.1.4 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-4-βαρύ καύσιμο

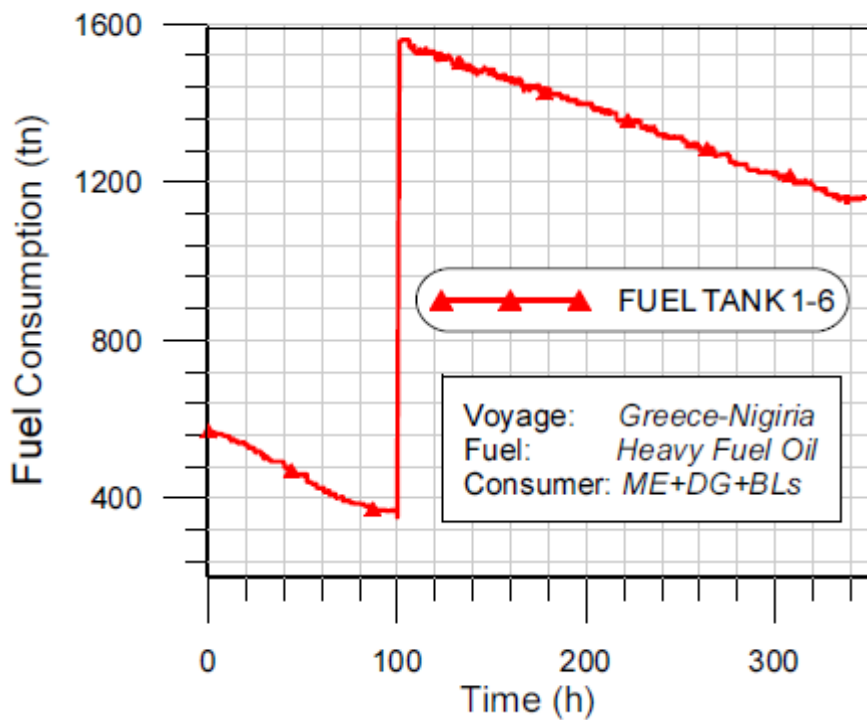
Στο τέταρτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των τεσσάρων πρώτων δεξαμενών. Στην αρχή, η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου. Μετά τον ανεφοδιασμό υπάρχει απότομη αύξηση της στάθμης και στην συνέχεια, με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



Σχήμα 9.1.5 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-5-βαρύ καύσιμο

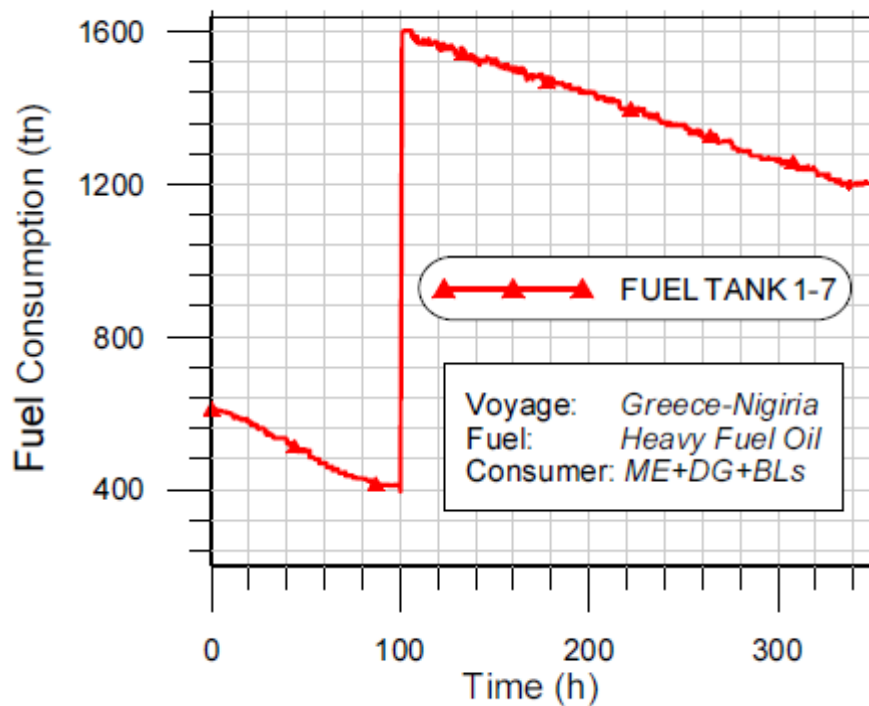
Στο πέμπτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των πέντε πρώτων δεξαμενών. Όπως και προηγουμένως, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου . Μετά τον ανεφοδιασμό υπάρχει απότομη αύξηση της στάθμης και στην συνέχεια, με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



Σχήμα 9.1.6 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-6-βαρύ καύσιμο

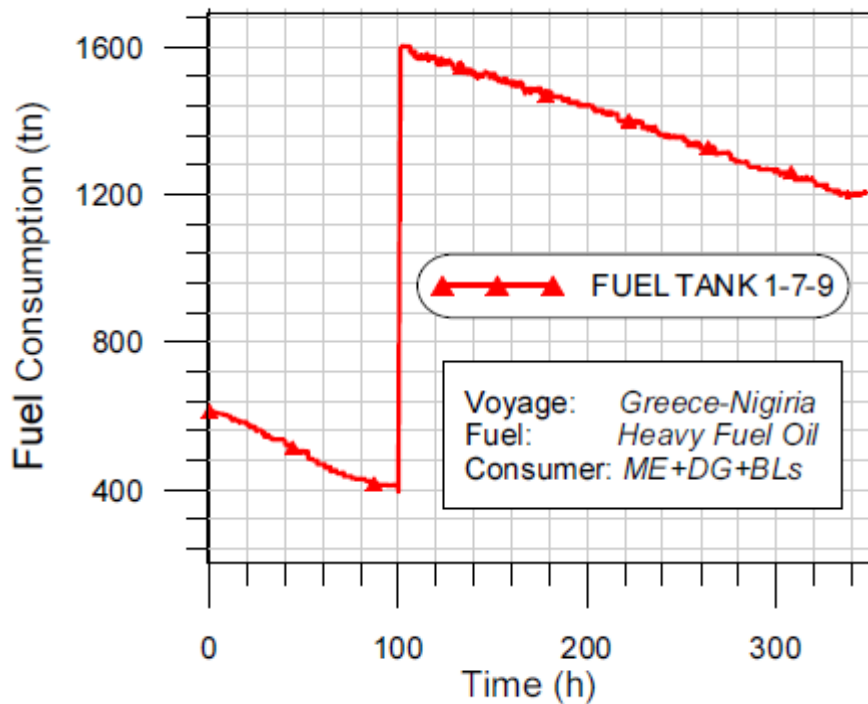
Στο έκτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των έξι πρώτων δεξαμενών. Και εδώ, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου. Μετά τον ανεφοδιασμό υπάρχει απότομη αύξηση της στάθμης και στην συνέχεια, με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται πιο απότομη μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, συγκριτικά με τα προηγούμενα διαγράμματα, επομένως η κατανάλωση καυσίμου είναι μεγαλύτερη.



Σχήμα 9.1.7 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-7-βαρύ καύσιμο

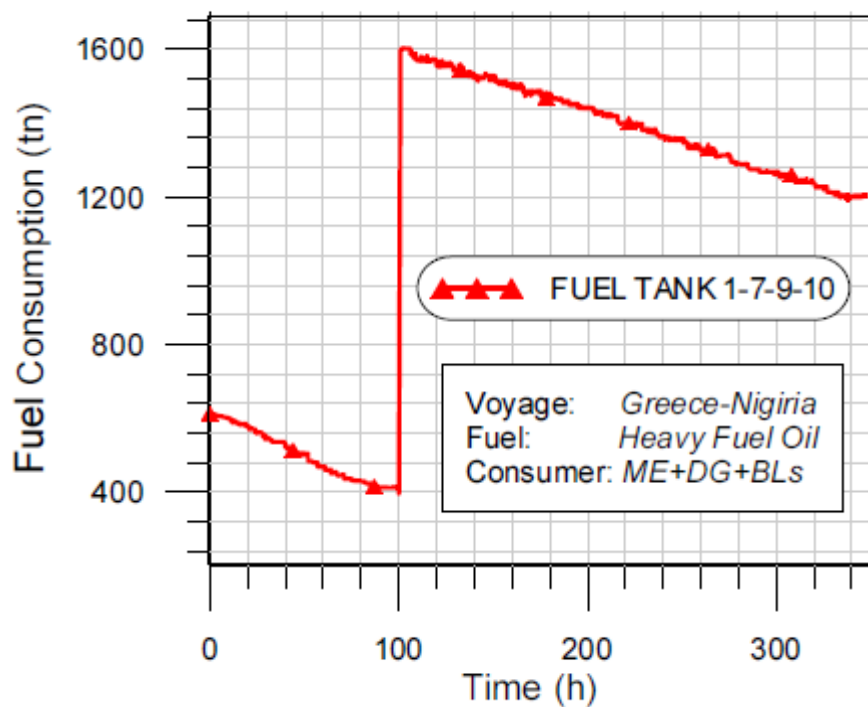
Στο έβδομο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των επτά πρώτων δεξαμενών. Όπως και προηγουμένως, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου. Μετά τον ανεφοδιασμό υπάρχει απότομη αύξηση της στάθμης και στην πορεία, όσο περνάει ο χρόνος παρατηρείται μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



Σχήμα 9.1.8 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-7,9-βαρύ καύσιμο

Στο όγδοο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των επτά πρώτων δεξαμενών και της δεξαμενής εννιά. Η δεξαμενή οχτώ δεν συμπεριλαμβάνεται, γιατί δεν περιέχει βαρύ καύσιμο, αλλά diesel. Όπως και πριν, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου. Μετά τον ανεφοδιασμό υπάρχει απότομη αύξηση της στάθμης και στην συνέχεια, με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



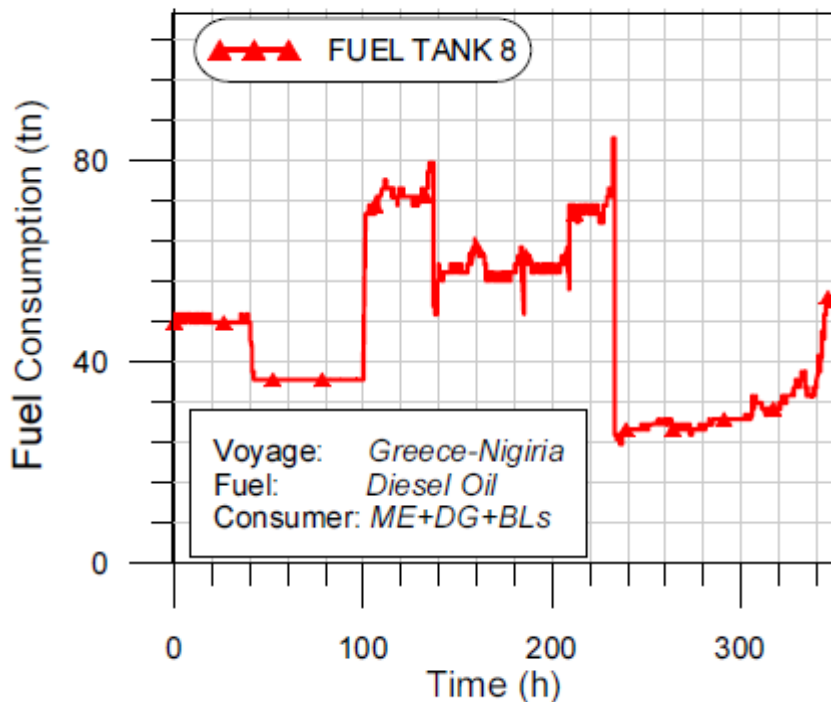
Σχήμα 9.1.9 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)

αθροιστική κατανάλωση δεξαμενών 1-7,9-10-βαρύ καύσιμο

Τέλος, σε αυτό το διάγραμμα έχουμε αθροιστικά την μείωση της στάθμης όλων των δεξαμενών που έχουν βαρύ καύσιμο, δηλαδή και των δέκα δεξαμενών, πλην της όγδοης δεξαμενής που έχει diesel. Αρχικά, αφού υπάρχει κατανάλωση βλέπουμε ότι η στάθμη της δεξαμενής μειώνεται. Επιπλέον, και σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται ο ανεφοδιασμός και στην πορεία υπάρχει μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, λόγω της κατανάλωσης καυσίμου.

9.1.1.2. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα και από την επεξεργασία των δεδομένων για την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών , για το Diesel.

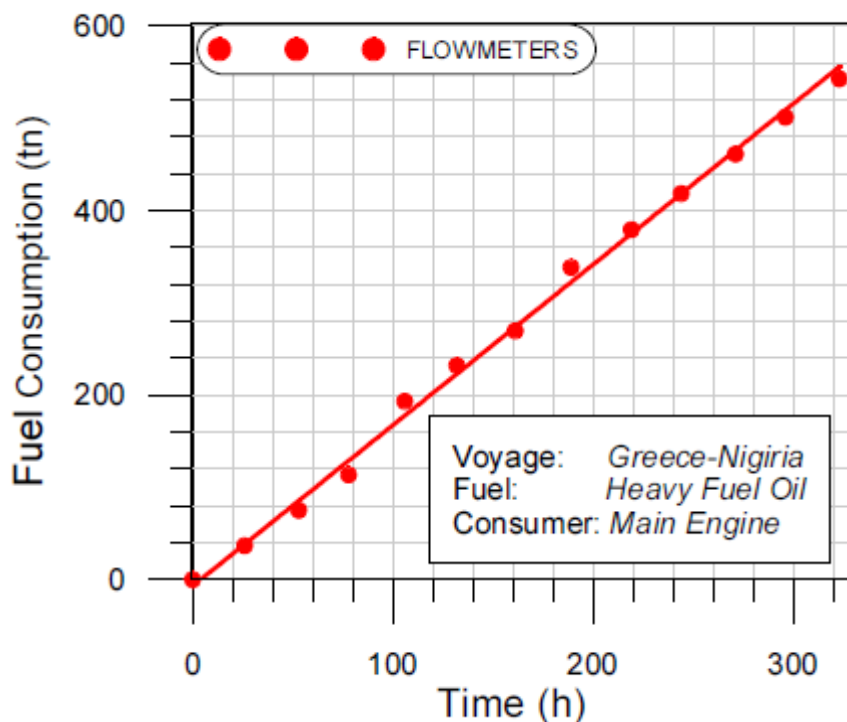


Σχήμα 9.1.1.2 Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) -Diesel

Αυτό το διάγραμμα αφορά τη δεξαμενή οχτώ, καθώς είναι η μοναδική που περιέχει καύσιμο diesel. Σε αυτό το διάγραμμα παρατηρούμε πολλές ανομοιομορφίες. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κυματισμό της θάλασσας καθώς στο αργό στο πετρέλαιο οι αναταράξεις είναι πολύ πιο έντονες από το βαρύ καύσιμο, διότι το diesel έχει πιο χαμηλό ιξώδες, αφού είναι λεπτόρρευστο σε σχέση με το βαρύ καύσιμο. Μια ακόμη περίπτωση είναι να έχουμε επιστροφές καυσίμου στη δεξαμενή, για αυτό το λόγο παρατηρούμε αυτές τις αυξομειώσεις στο διάγραμμα. Τέλος, δεν πρέπει να αποκλείουμε το ενδεχόμενο να υπάρχει κάποιο πρόβλημα στον αισθητήρα της δεξαμενής και οι τιμές που δίνει να μην είναι απολύτως ακριβείς.

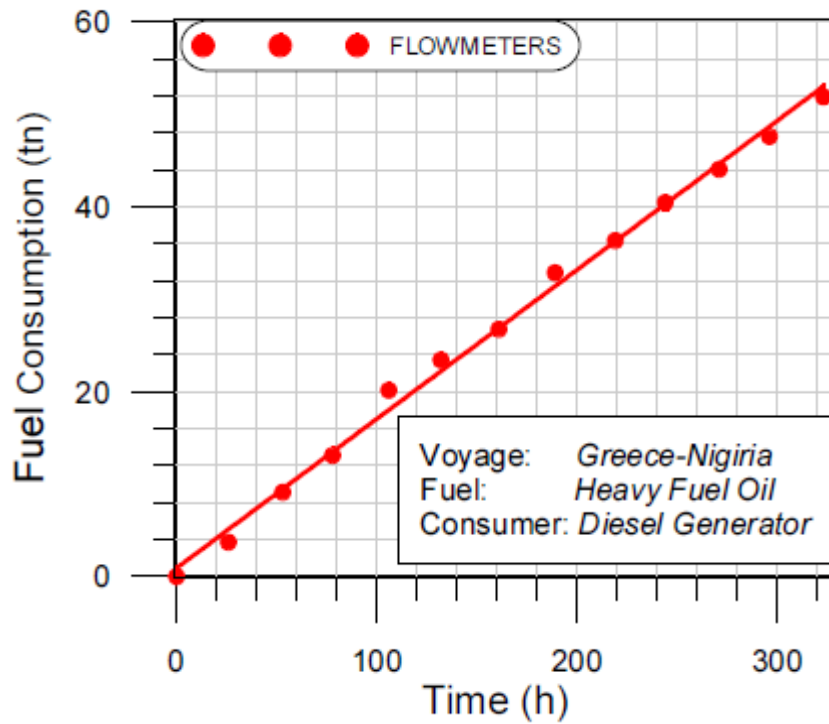
9.1.2.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από τα Ροόμετρα για βαρύ καύσιμο.



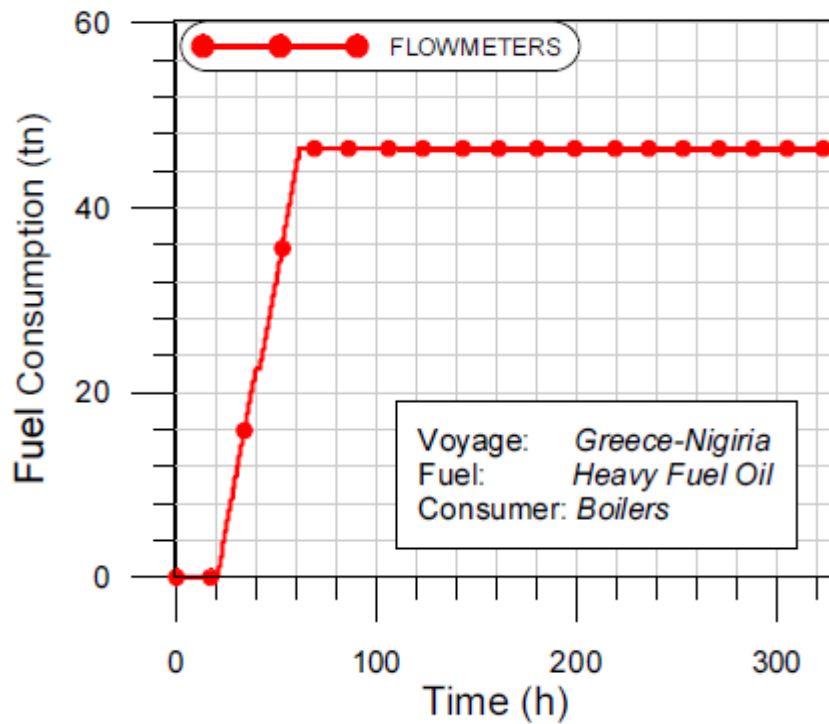
Σχήμα 9.1.2.1 Ροόμετρα(Flowmeters) –Βαρύ καύσιμο, Κύρια Μηχανή

Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την κύρια μηχανή και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως όσο περνάνε οι ώρες, αθροιστικά η κατανάλωση αυξάνεται.



Σχήμα 9.1.2.2 Ροόμετρα (Flowmeters)-Βαρύ καύσιμο, γεννήτρια Diesel

Στο δεύτερο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την γεννήτρια και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως όσο περνάνε οι ώρες, αθροιστικά η κατανάλωση αυξάνεται.

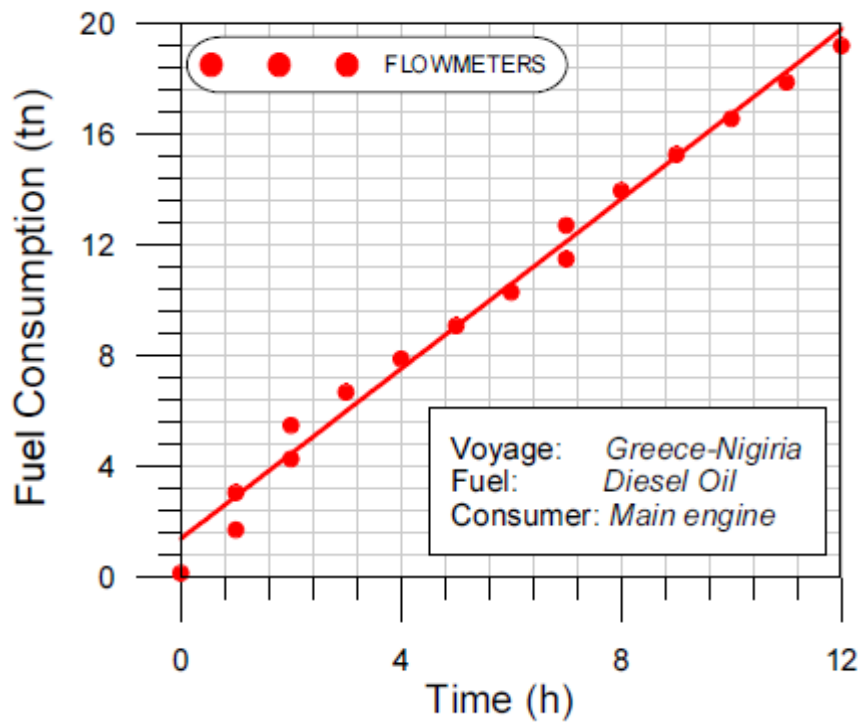


Σχήμα 9.1.2.3 Ροόμετρα(Flowmeters) - Βαρύ καύσιμο, Boiler

Στο τρίτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για το boiler και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως όσο περνάνε οι ώρες, η κατανάλωση αυξάνεται και από κάποια χρονική στιγμή, η παροχή για το boiler είναι μηδενική

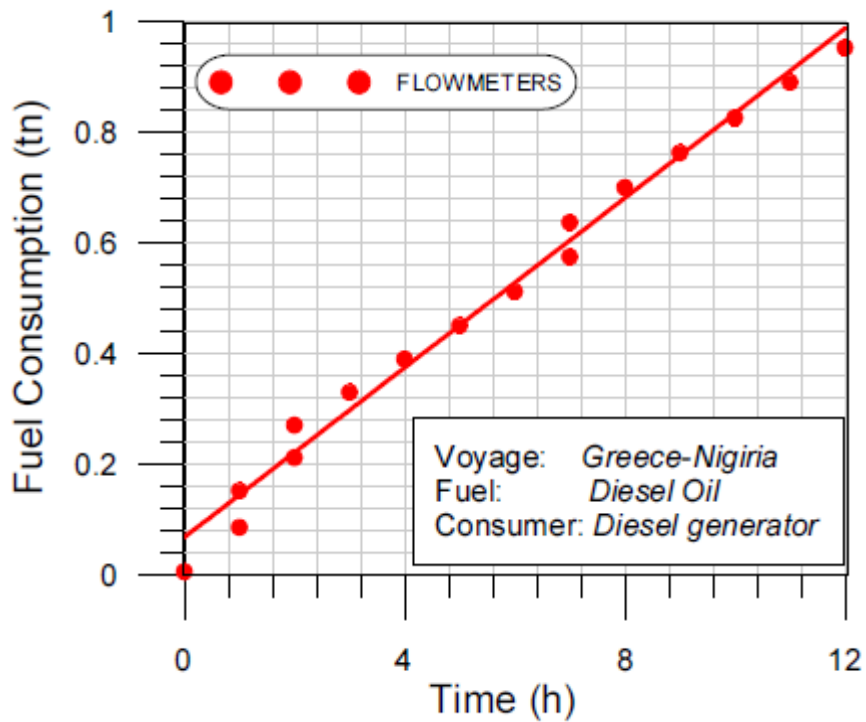
9.1.2.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για καύσιμο Diesel

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από τα Ροόμετρα για καύσιμο diesel.



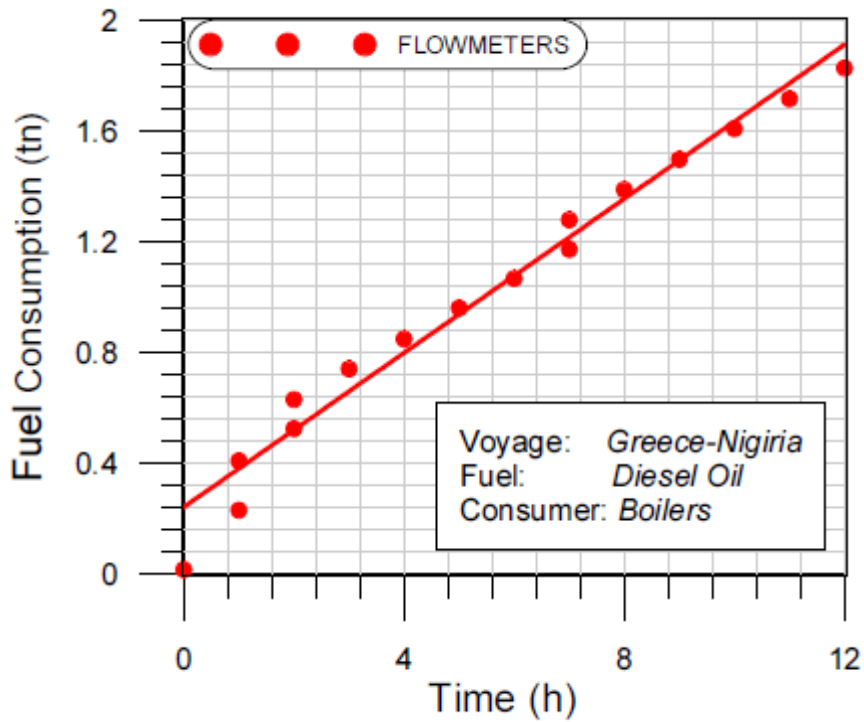
Σχήμα 9.1.2.4 Ροόμετρα(Flowmeters) - Diesel,Κύρια Μηχανή

Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την κύρια μηχανή και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως με την πάροδο του χρόνου, αθροιστικά η κατανάλωση αυξάνεται.



Σχήμα 9.1.2.5_Ροόμετρα(Flowmeters) - Diesel, Γεννήτρια Diesel

Στο δεύτερο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την γεννήτρια και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε ότι υπάρχει κατανάλωση καυσίμου, δεδομένου ότι η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

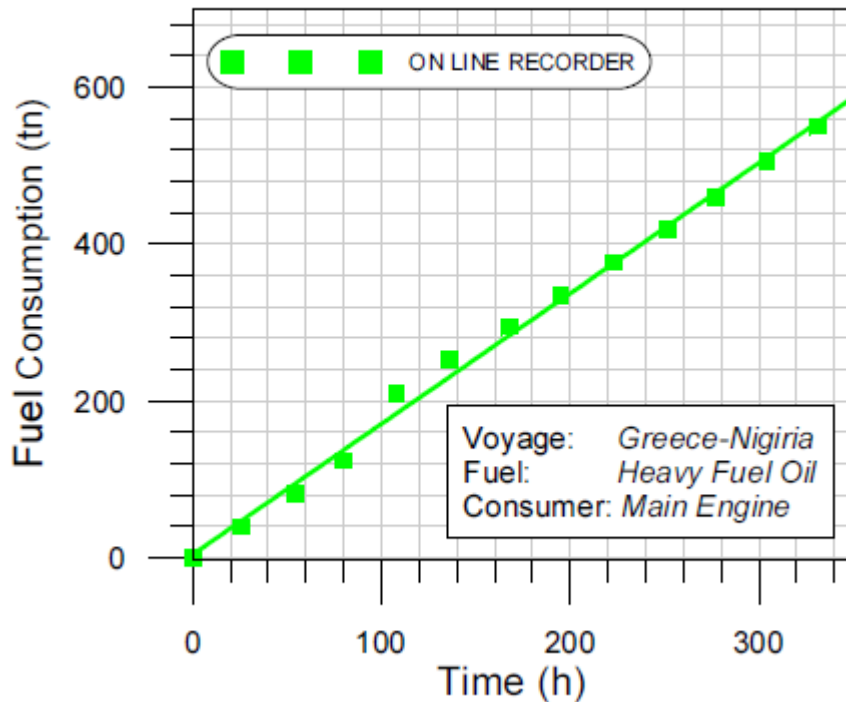


Σχήμα 9.1.2.6 Ροόμετρα(Flowmeters) – Diesel, Boiler

Στο τρίτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για το boiler και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε ότι υπάρχει κατανάλωση καυσίμου καυσίμου, δεδομένου ότι η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

9.1.3.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από το Online καταγραφικό σύστημα για βαρύ καύσιμο. Οι μετρήσεις αφορούν μόνο την κύρια μηχανή.

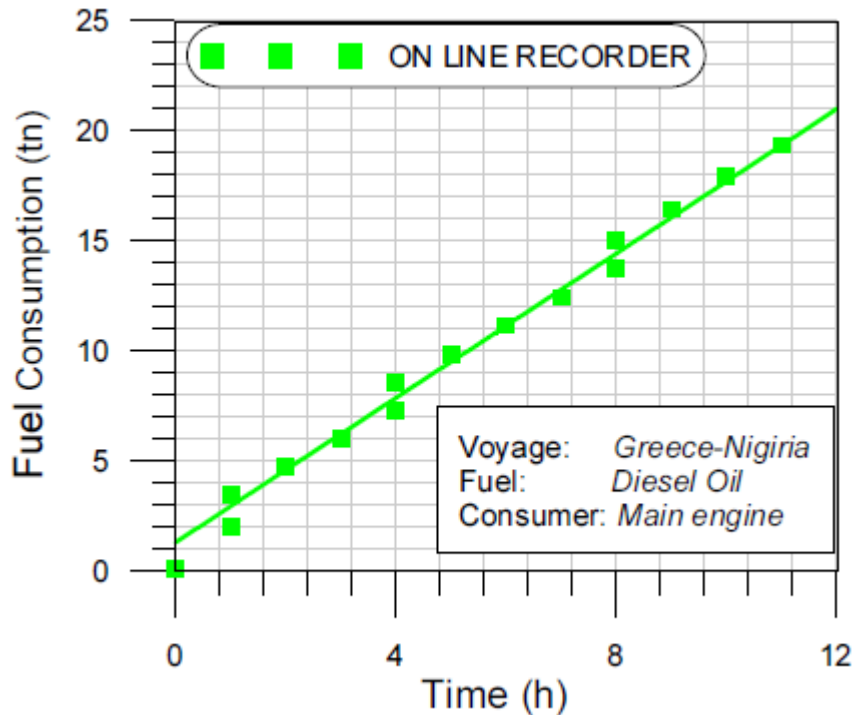


Σχήμα 9.1.3.1 Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Βαρύ καύσιμο, Κύρια Μηχανή

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα στον άξονα των x έχουμε αθροιστικά την κατανάλωση σε τόνους και στον άξονα των y έχουμε αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Εδώ παρατηρούμε πως με την πάροδο του χρόνου η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται.

9.1.3.2 Διαγράμματα από το Online καταγραφικό σύστημα για καύσιμο Diesel

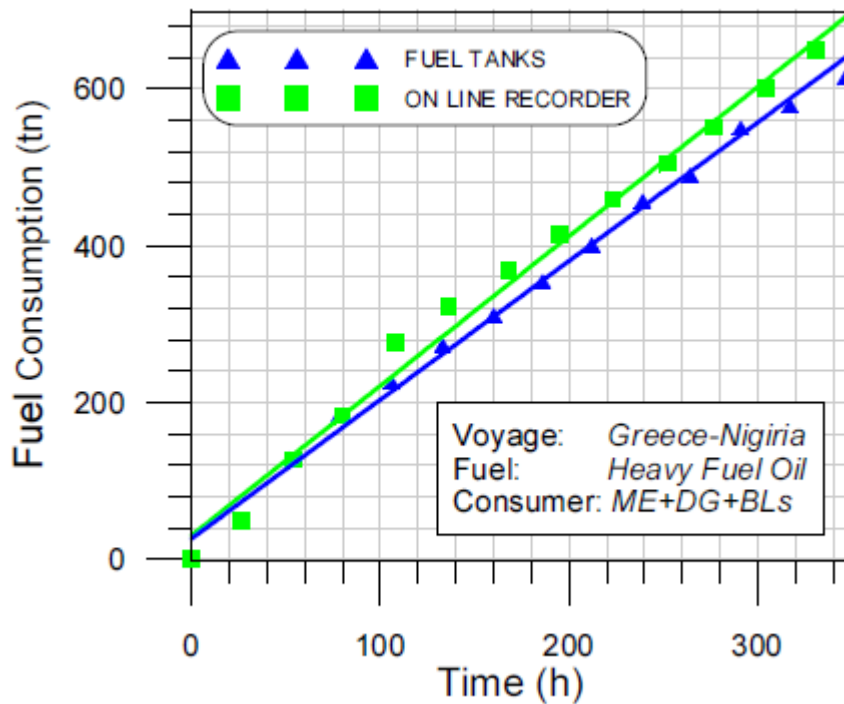
Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από το Online καταγραφικό σύστημα για καύσιμο diesel. Οι μετρήσεις αφορούν μόνο την κύρια μηχανή.



Σχήμα 9.1.3.2 Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Diesel,Κύρια Μηχανή

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα στον άξονα των x έχουμε αθροιστικά την κατανάλωση σε τόνους και στον άξονα των y έχουμε αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε ότι αθροιστικά η κατανάλωση καυσίμου αυξάνεται.

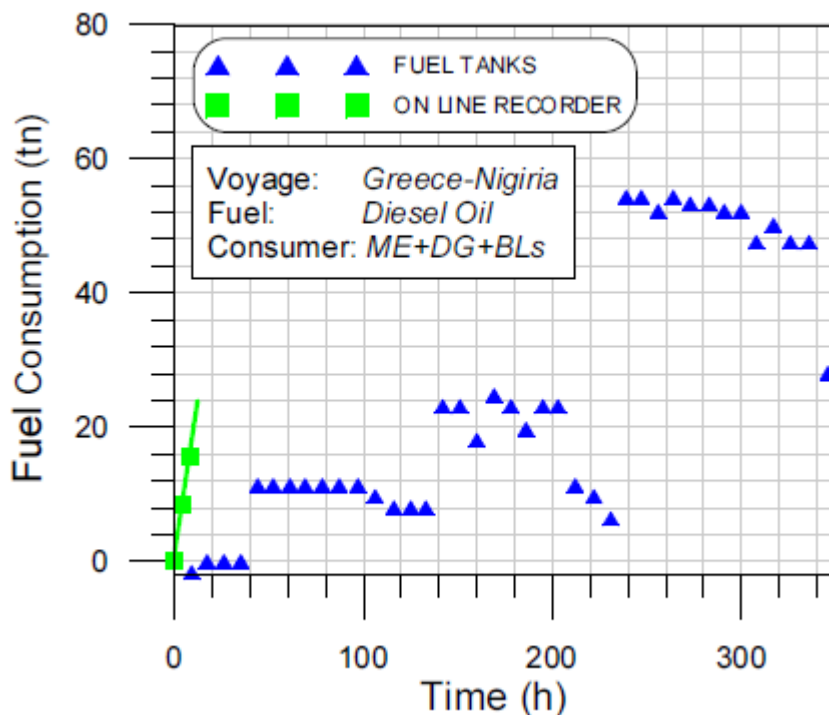
9.1.4.1 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο



Σχήμα 9.1.4.1 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)-Βαρύ καύσιμο

Από αυτό το διάγραμμα έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος και από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν οι δεξαμενές. Στην Ένδειξη στάθμης δεξαμενών έχουμε κατανάλωση της τάξης των 613 τόνων, ενώ από το Online καταγραφικό σύστημα 674 τόνους. Το Online καταγραφικό σύστημα έχει απόκλιση -10% σε σχέση με την κατανάλωση από τις δεξαμενές, δηλαδή δείχνει κατανάλωση 10% περισσότερη από αυτή των δεξαμενών.

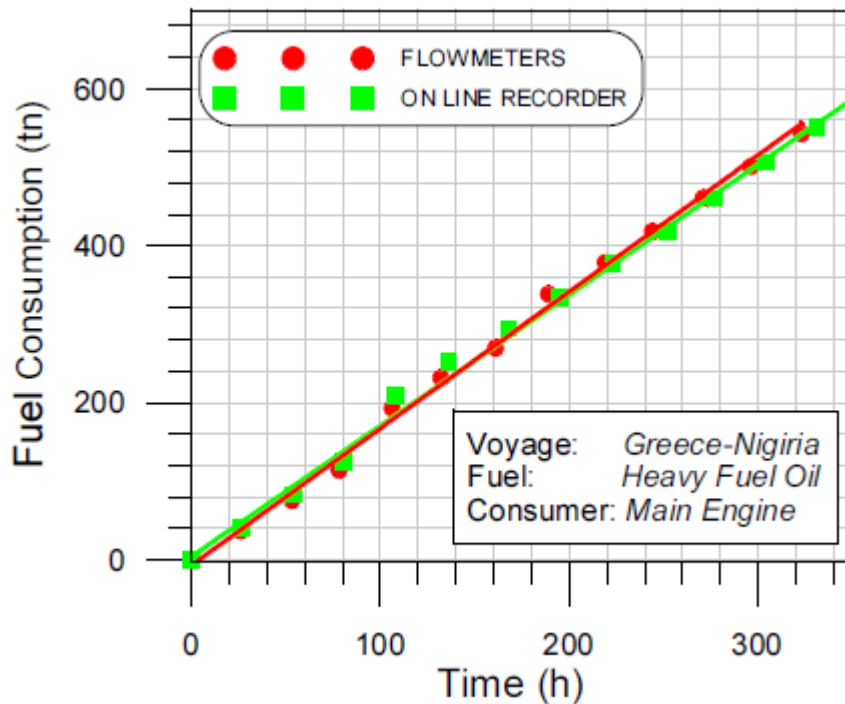
9.1.4.2 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel



Σχήμα 9.1.4.2 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks)-diesel

Από αυτό το διάγραμμα έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικό σύστημα και των Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για το diesel. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μικρότερη κατανάλωση από αυτή που δείχνει οι δεξαμενές. Στα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών έχουμε κατανάλωση της τάξης των 28 τόνων, ενώ από το Online καταγραφικό σύστημα 23 τόνους. Το Online καταγραφικό σύστημα έχει απόκλιση 16,58% σε σχέση με την κατανάλωση από τις δεξαμενές, δηλαδή δείχνει κατανάλωση 16,58% λιγότερη από αυτή των δεξαμενών.

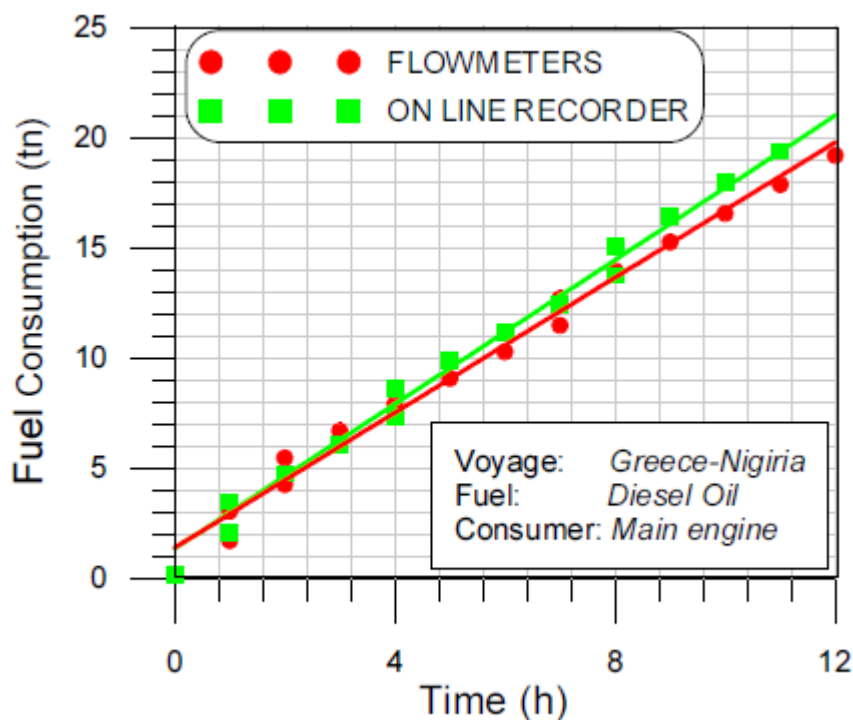
9.1.5.1 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο, για την κύρια μηχανή



Σχήμα 9.1.5.1 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ροόμετρα(Flowmeters) – Βαρύ καύσιμο,Κύρια Μηχανή

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος και των Ροομέτρων, για την κύρια μηχανή, για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δίνουν τα Ροόμετρα. Στα Ροόμετρα έχουμε κατανάλωση 641 τόνους, ενώ από το Online καταγραφικό σύστημα 674 τόνους.

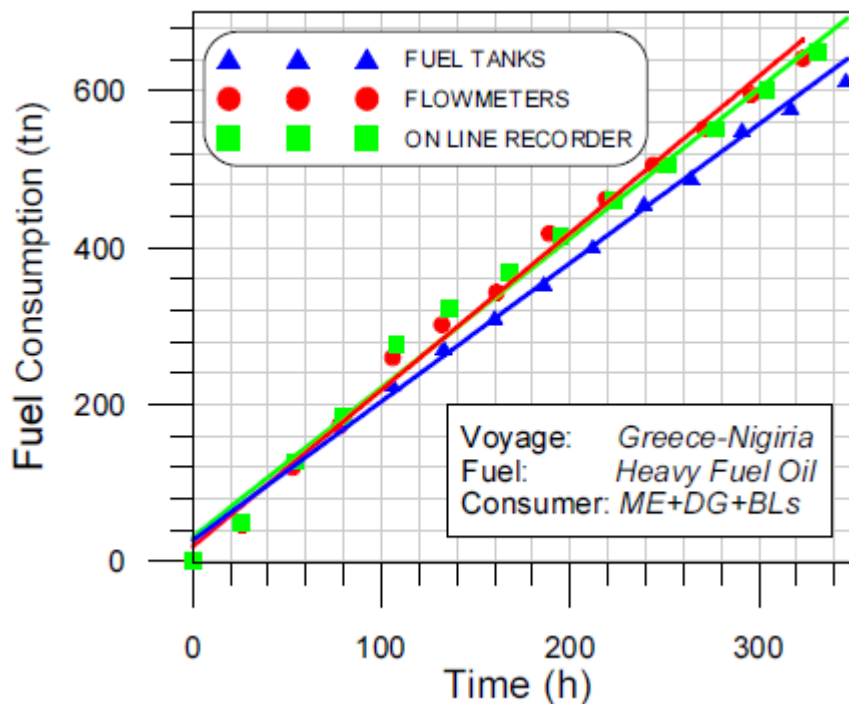
9.1.5.2 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα για καύσιμο Diesel, για την κύρια μηχανή



Σχήμα 9.1.5.2 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)- Ροόμετρα(Flowmeters) – Diesel,Κύρια Μηχανή

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος και των Ροόμετρών, για την κύρια μηχανή, για το diesel. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δίνουν τα Ροόμετρα. Τα Ροόμετρα δείχνει κατανάλωση 22 τόνους, ενώ από το Online καταγραφικό σύστημα 22 τόνους. Οι τιμές και από τις δύο μετρήσεις είναι πολύ κοντά.

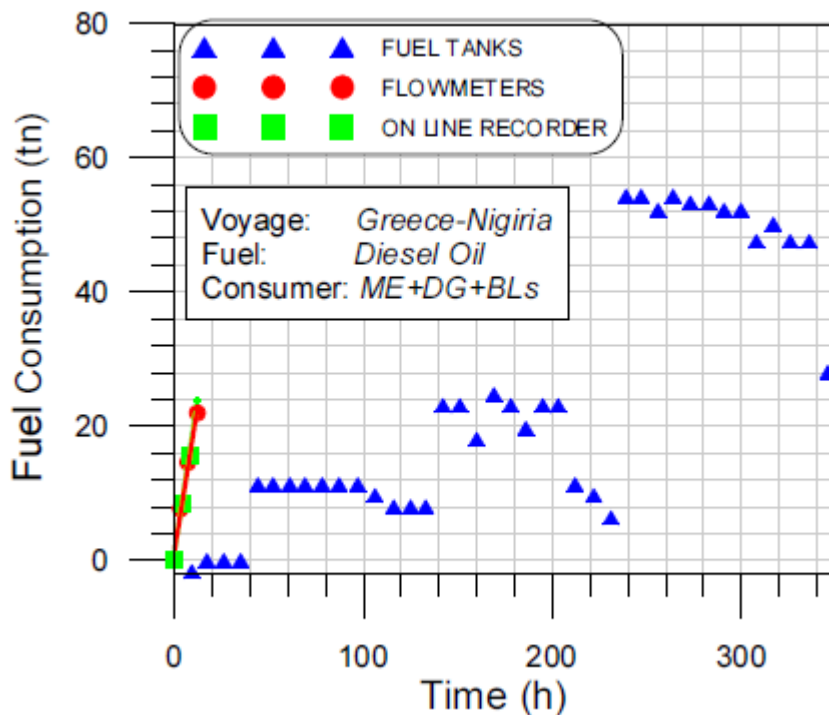
9.1.6.1 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο



Σχήμα 9.1.6.1 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) -Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του καταγραφικού συστήματος, της Ένδειξης στάθμης δεξαμενών και των Ροομέτρων, για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν τα άλλα δύο. Τα Ροόμετρα δείχνουν κατανάλωση 641 τόνους, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 674 τόνους και η Ένδειξη στάθμης δεξαμενών 613 τόνους. Οι αποκλίσεις με αναφορά την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι -9.99% για το Online καταγραφικό σύστημα, δηλαδή καταναλώθηκε σχεδόν 10% περισσότερο καύσιμο σε σχέση με αυτό που καταναλώθηκε από τις δεξαμενές και -4.5% για τα Ροόμετρα, δηλαδή τα ροόμετρα κατέγραψαν κατανάλωση 4.5% μεγαλύτερη από αυτή των δεξαμενών.

9.1.6.2 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel



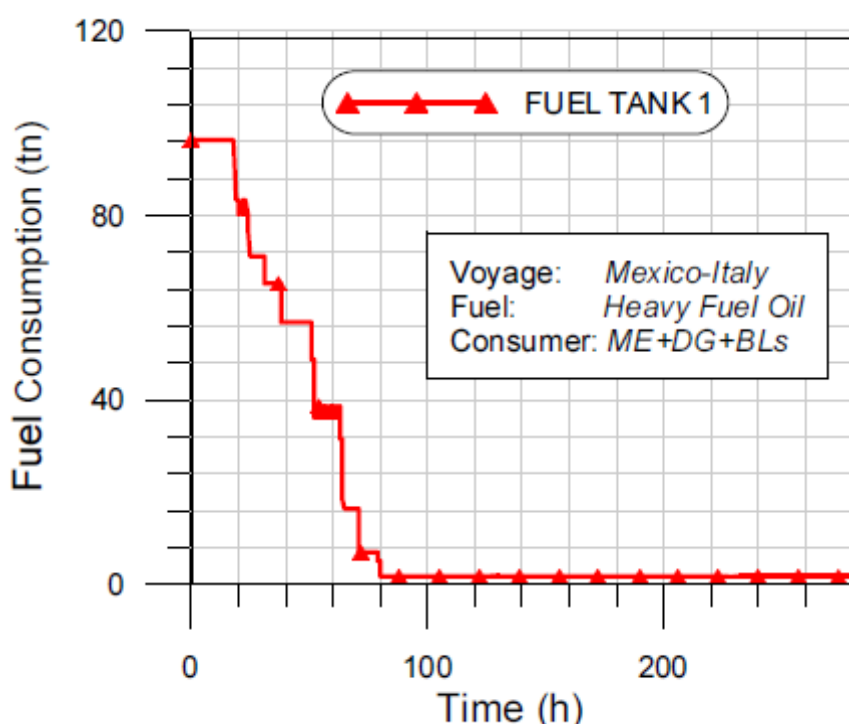
Σχήμα 9.1.6.2 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) -Ροόμετρα(Flowmeters)-Diesel

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικό σύστημα, Ένδειξη στάθμης δεξαμενών και των Ροόμετρα, για το diesel. Παρατηρούμε ότι τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών δείχνουν μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν τα άλλα δύο. Στα Ροόμετρα δείχνουν κατανάλωση 22 τόνους, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 23 τόνους και τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών δείχνουν 28 τόνους. Οι αποκλίσεις με αναφορά τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι 16,58% για το Online καταγραφικό σύστημα, δηλαδή δείχνει κατανάλωση 16,58% μικρότερη από αυτή των δεξαμενών και 20,64% για τα Ροόμετρα, δηλαδή 20,64% μικρότερη κατανάλωση από αυτή των δεξαμενών.

9.2 Διαγράμματα ταξιδιού Μεξικό- Ιταλία

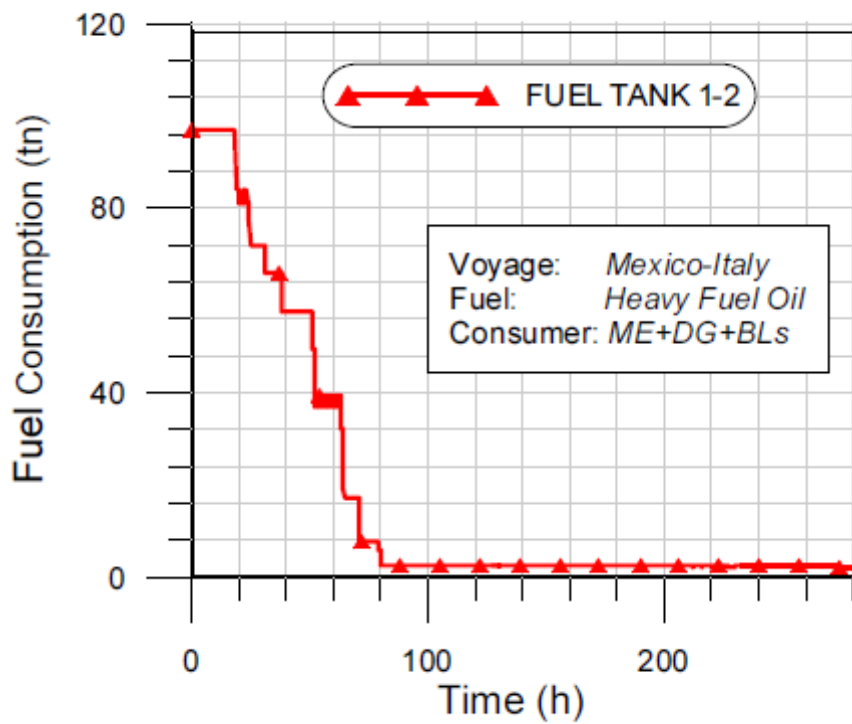
9.2.1.1. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από την επεξεργασία των δεδομένων της Ένδειξης στάθμης δεξαμενών , για το βαρύ καύσιμο. Το πλοίο στην αρχή του ταξιδιού βρίσκεται σε περιοχή ECA, παρόλαυτα οι μετρήσεις που έχουμε ξεκινούν τέσσερις μέρες μετά την αναχώρηση, όποτε δεν καταγράφεται η κατανάλωση Diesel.



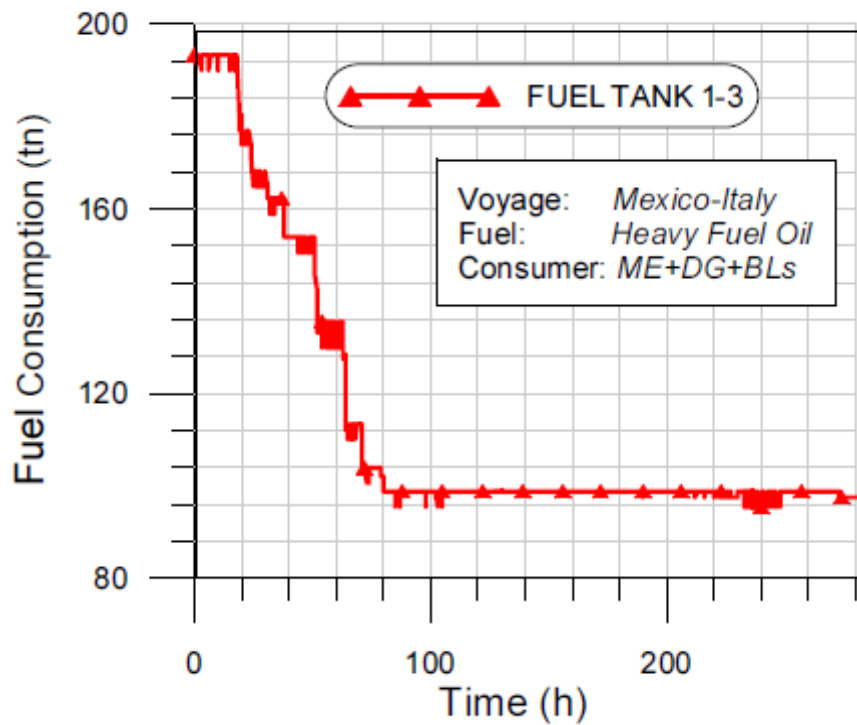
Σχήμα 9.2.1 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τη δεξαμενή 1-Βαρύ καύσιμο

Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε την μείωση της στάθμης καυσίμου σε τόνους από την πρώτη δεξαμενή στον άξονα των y σε σχέση με τον χρόνο, αθροίζοντας τις ώρες του ταξιδιού, στον άξονα των x. Η στάθμη στη συγκεκριμένη δεξαμενή μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, ενώ κάποιες χρονικές στιγμές παραμένει σταθερή, δηλαδή δεν έχουμε κατανάλωση καυσίμου από την συγκεκριμένη δεξαμενή. Τυχόν ανομοιομορφίες στο διάγραμμα μπορεί να οφείλονται σε κυματισμό της θάλασσας.



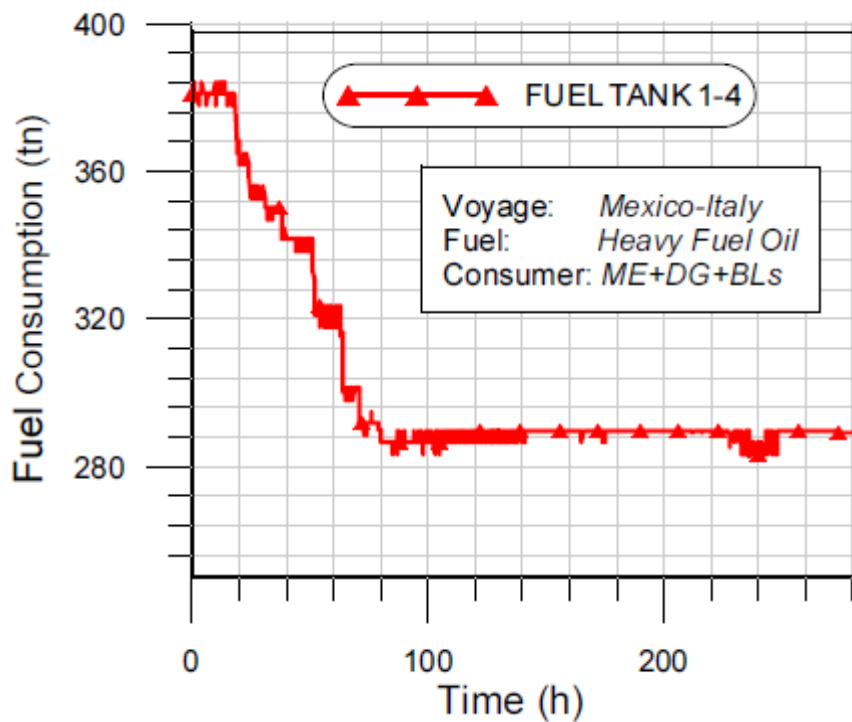
Σχήμα 9.2.2 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-2-Βαρύ καύσιμο

Στο δεύτερο διάγραμμα φαίνεται αθροιστικά η μείωση στάθμης της πρώτης και δεύτερης δεξαμενής, με την πάροδο του χρόνου.



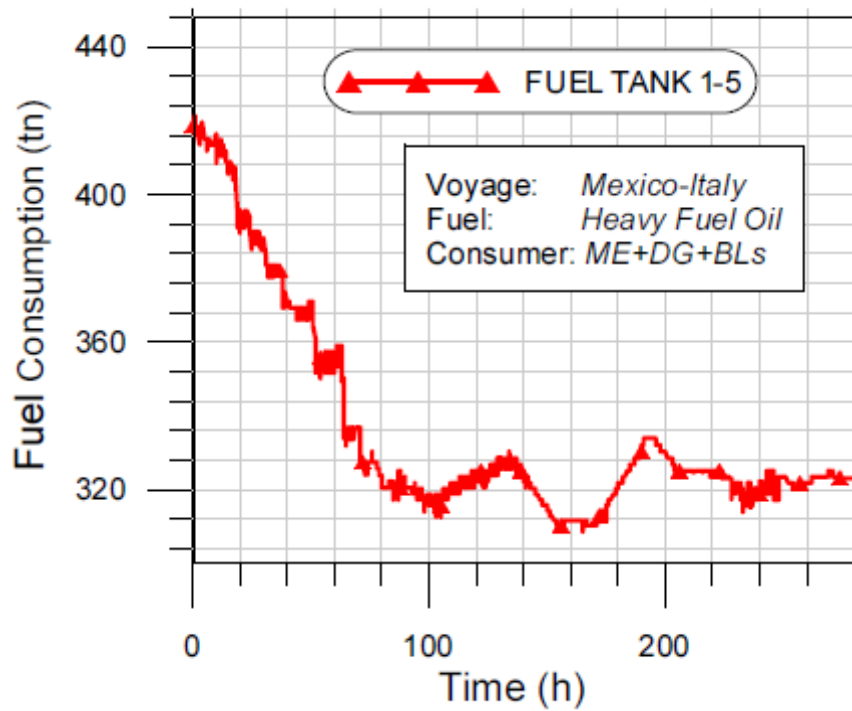
Σχήμα 9.2.3 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-3-Βαρύ καύσιμο

Στο τρίτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των τριών πρώτων δεξαμενών. Με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



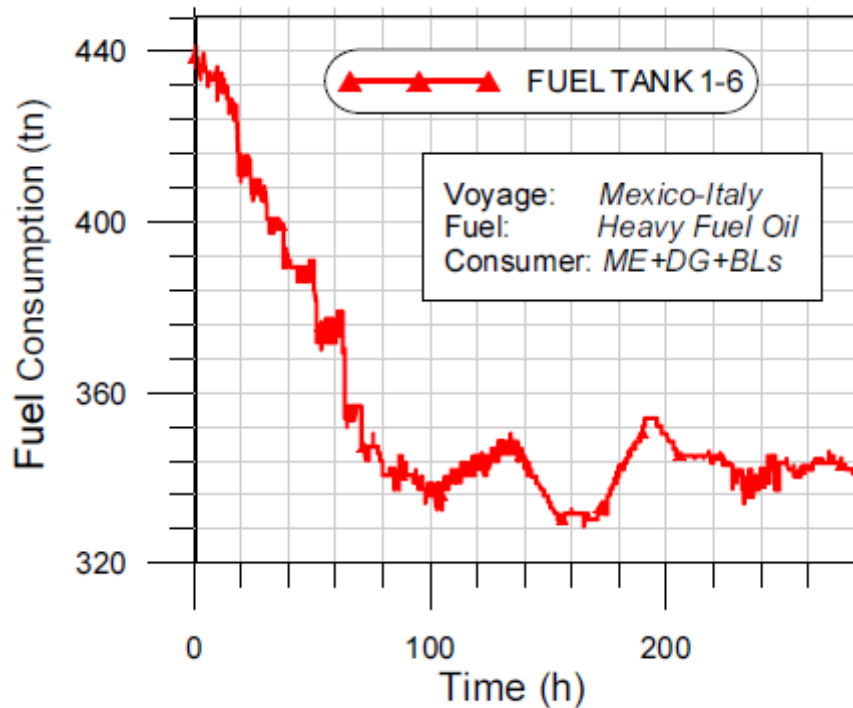
Σχήμα 9.2.4 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-4-Βαρύ καύσιμο

Στο τέταρτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των τεσσάρων πρώτων δεξαμενών. Στην αρχή, η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου και στην συνέχεια, η μείωση στη στάθμη των δεξαμενών είναι σταθερή, άρα δεν έχουμε κατανάλωση. Στη συνέχεια, παρατηρούμε ότι έχουμε μείωση στη στάθμη, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου, για ένα μικρό χρονικό διάστημα.



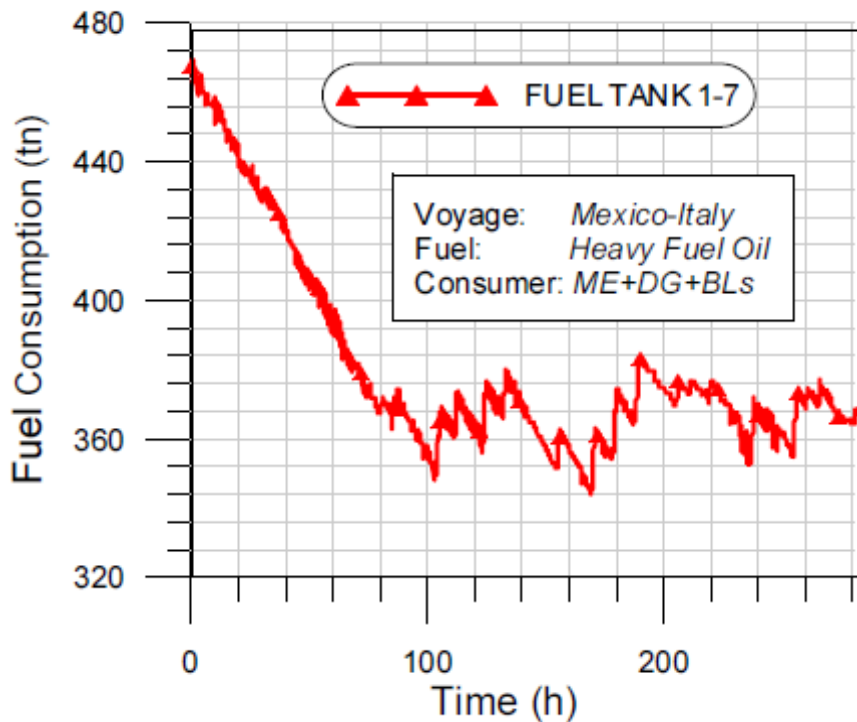
Σχήμα 9.2.5 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-5-Βαρύ καύσιμο

Στο πέμπτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των πέντε πρώτων δεξαμενών. Όπως και προηγουμένως, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



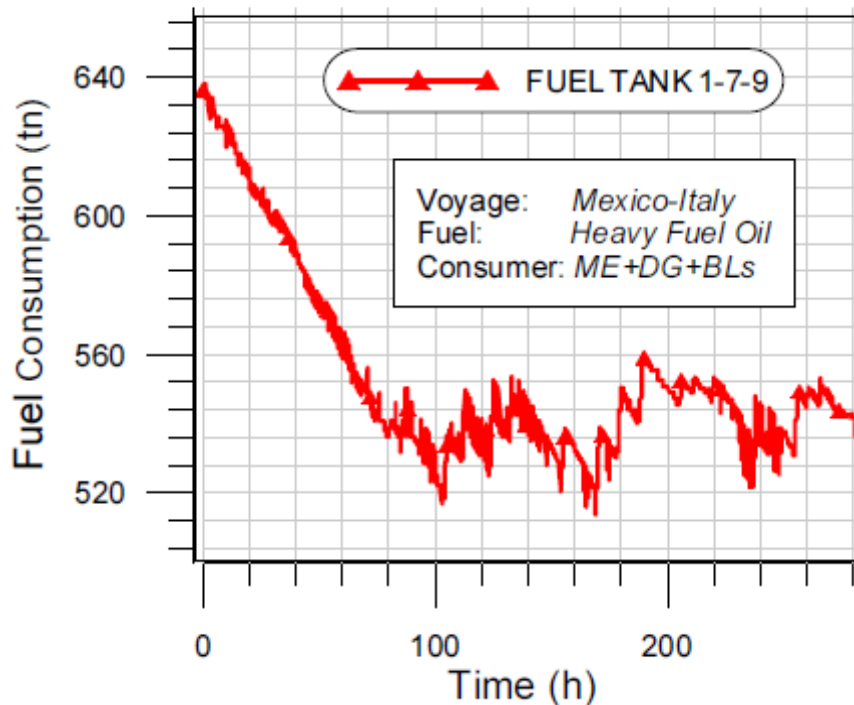
Σχήμα 9.2.6 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-6-Βαρύ καύσιμο

Στο έκτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των έξι πρώτων δεξαμενών. Και εδώ, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου, ενώ στην συνέχεια η μείωση γίνεται πιο ομαλά και στο τέλος σχεδόν σταθεροποιείται .



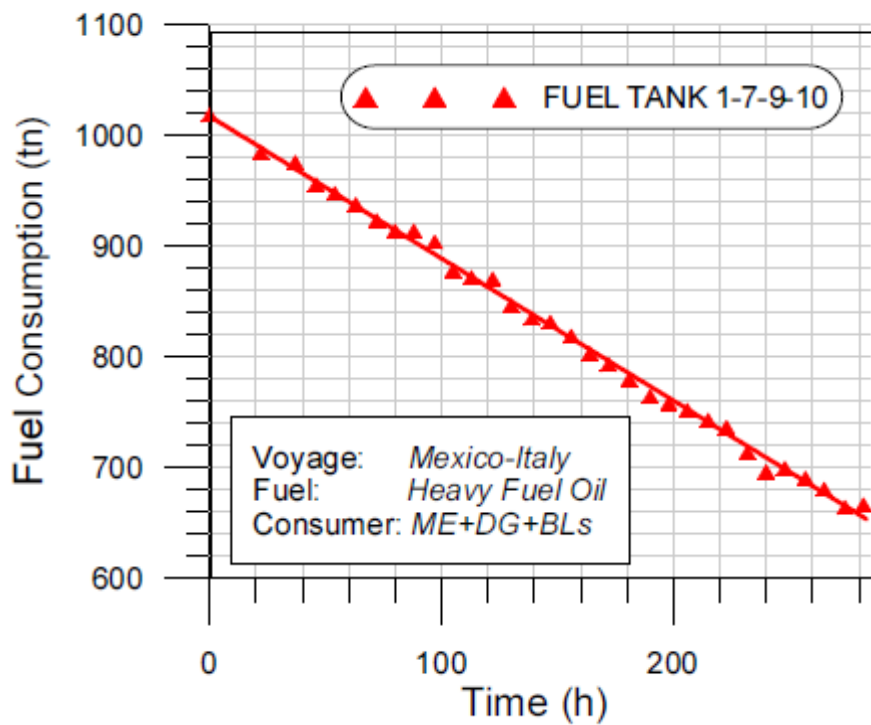
Σχήμα 9.2.7 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-7-Βαρύ καύσιμο

Στο έβδομο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των επτά πρώτων δεξαμενών. Όπως και προηγουμένως, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται πιο απότομα, άρα έχουμε μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου. Στη συνέχεια η μείωση της στάθμης γίνεται με πιο ομαλό τρόπο.



Σχήμα 9.2.8 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-7,9-Βαρύ καύσιμο

Στο όγδοο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των επτά πρώτων δεξαμενών και της δεξαμενής εννιά. Η δεξαμενή οχτώ δεν συμπεριλαμβάνεται, γιατί δεν περιέχει βαρύ καύσιμο, αλλά diesel. Όπως και πριν, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου .

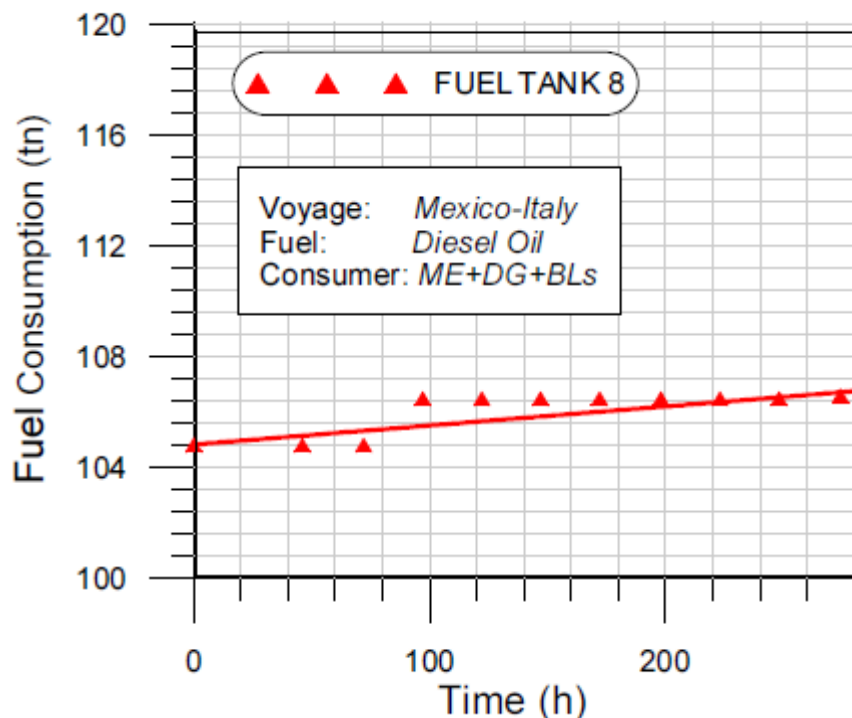


Σχήμα 9.2.9 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-7, 9-10-Βαρύ καύσιμο

Τέλος, σε αυτό το διάγραμμα έχουμε αθροιστικά την μείωση της στάθμης όλων των δεξαμενών που έχουν βαρύ καύσιμο, δηλαδή και των δέκα δεξαμενών, πλην της όγδοης δεξαμενής που έχει diesel. Παρατηρούμε ότι υπάρχει συνεχόμενη μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, λόγω της κατανάλωσης καυσίμου.

9.2.1.2. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από την επεξεργασία των δεδομένων από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών , για το Diesel.



Σχήμα 9.2.1.2 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών (Fuel Tanks)

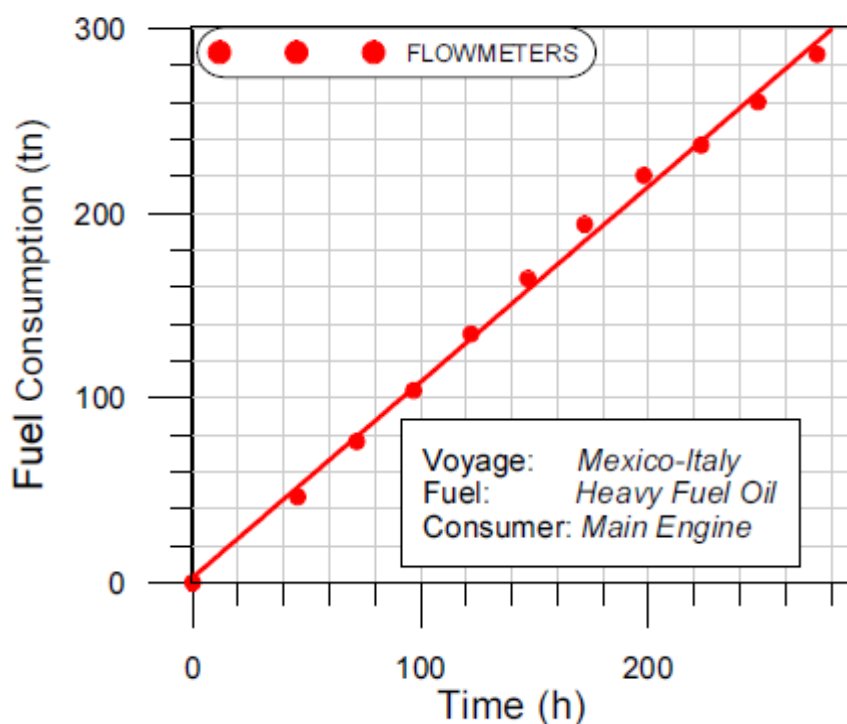
δεξαμενή 8-Diesel

Αυτό το διάγραμμα αφορά τη δεξαμενή οχτώ, καθώς είναι η μοναδική που περιέχει καύσιμο diesel. Σε αυτό το διάγραμμα παρατηρούμε πολλές ανομοιομορφίες. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κυματισμό της θάλασσας και στο αργό πετρέλαιο οι αναταράξεις είναι πολύ πιο έντονες από το βαρύ καύσιμο, διότι το πετρέλαιο έχει πιο χαμηλό ιξώδες, αφού είναι λεπτόρρευστο σε σχέση με το βαρύ καύσιμο. Μια ακόμη περίπτωση είναι να έχουμε επιστροφές καυσίμου στη δεξαμενή, για αυτό το λόγο παρατηρούμε αυτές τις αυξομειώσεις στο διάγραμμα. Επίσης, δεν πρέπει να αποκλείουμε το ενδεχόμενο να υπάρχει κάποιο πρόβλημα στον αισθητήρα της δεξαμενής και οι τιμές που δίνει να μην είναι απολύτως ακριβείς. Τέλος, μετά την επεξεργασία των δεδομένων, προκύπτει ότι δεν έχουμε κατανάλωση πετρελαίου καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού, αφού η συνολική κατανάλωση στη συγκεκριμένη δεξαμενή είναι μηδενική. Όμως, λόγω των ανομοιομορφιών

που υπάρχουν στις μετρήσεις, στο διάγραμμα φαίνεται σαν να αυξάνεται αθροιστικά η κατανάλωση καυσίμου, χωρίς αυτό να συμβαίνει.

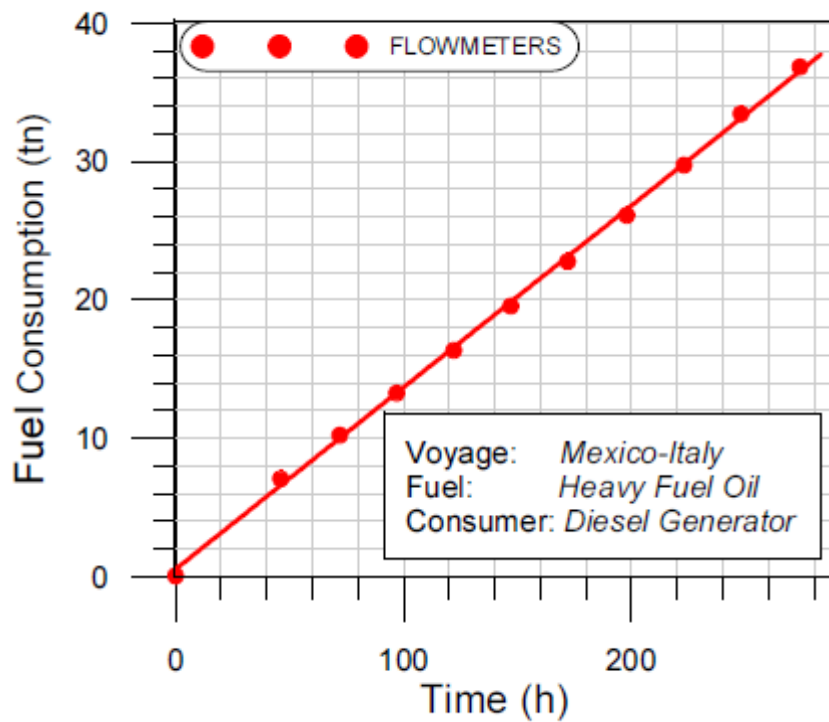
9.2.2.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από τα Ροόμετρα για βαρύ καύσιμο.



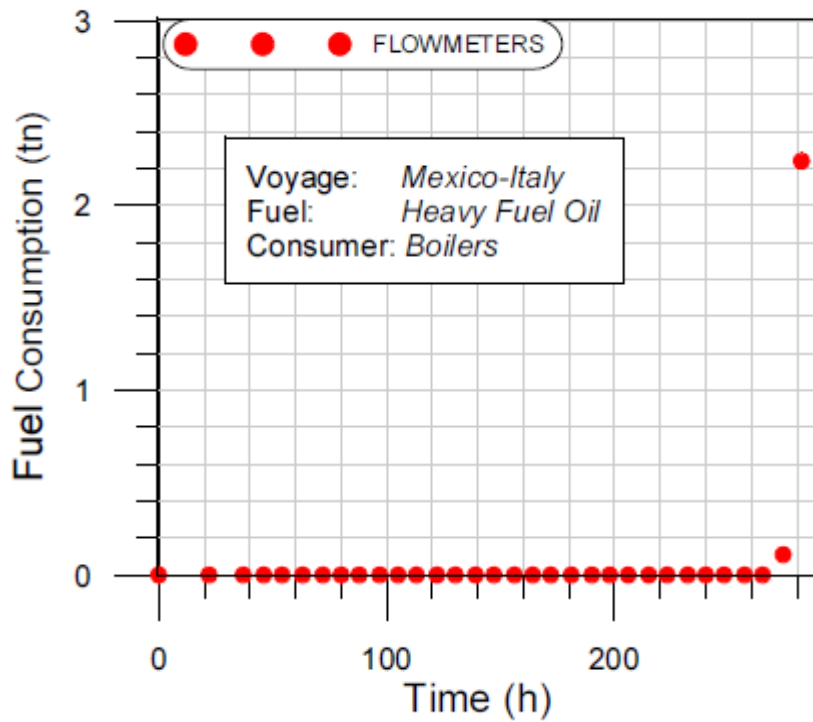
Σχήμα 9.2.2.1 Αθροιστική κατανάλωση Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο,Κύρια Μηχανή

Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την κύρια μηχανή και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως όσο περνάνε οι ώρες, η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται.



Σχήμα 9.2.2.2 Αθροιστική κατανάλωση Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο, Γεννήτρια Diesel

Στο δεύτερο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την γεννήτρια και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως όσο περνάνε οι ώρες, η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται.



Σχήμα 9.2.2.3 Αθροιστική κατανάλωση_Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο,Boiler

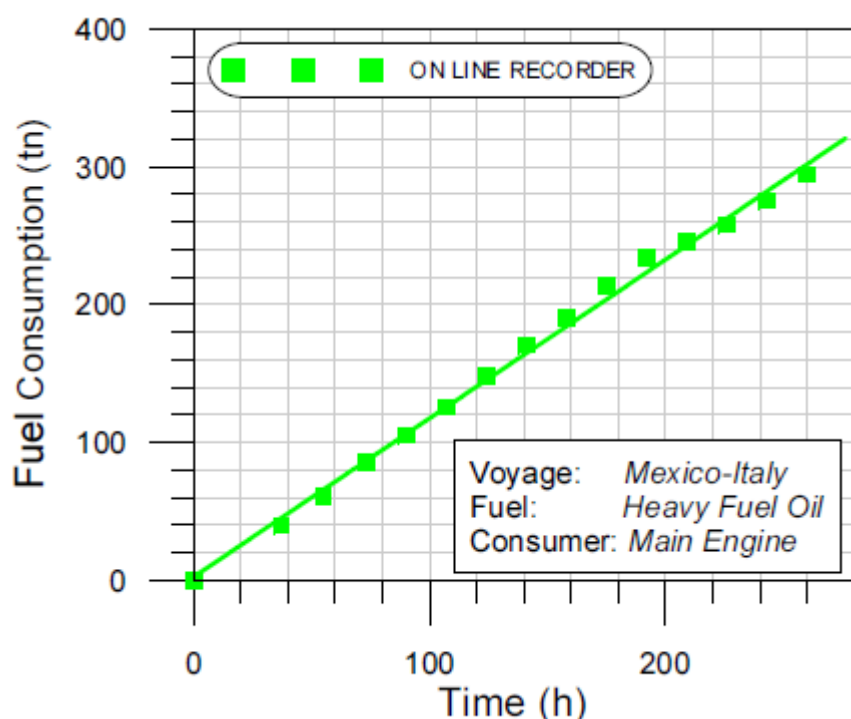
Στο τρίτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για το boiler και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε ότι στην αρχή του ταξιδιού η παροχή για το boiler είναι μηδενική, ενώ χρησιμοποιείται μόνο στο τέλος του ταξιδιού.

9.2.2.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για καύσιμο Diesel

Παροχή καυσίμου από τα flowmeter δεν υπάρχει για το αργό πετρέλαιο, αφού στο συγκεκριμένο ταξίδι έχουμε μόνο κατανάλωση βαρέως καυσίμου.

9.2.3.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από το Online καταγραφικό σύστημα για βαρύ καύσιμο. Οι μετρήσεις αφορούν μόνο την κύρια μηχανή.



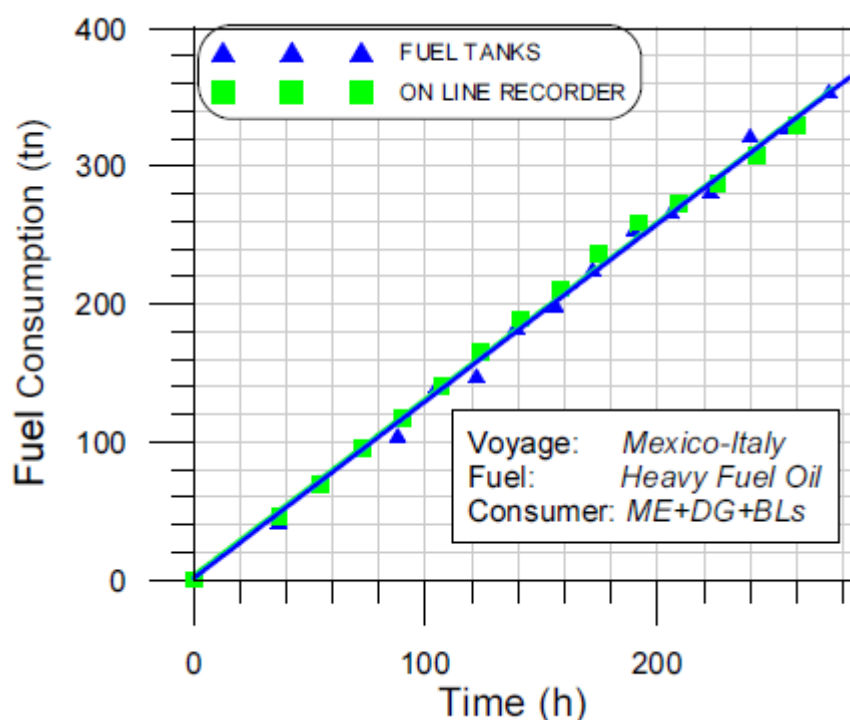
Σχήμα 9.2.3.1 Διάγραμμα αθροιστικής κατανάλωσης Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder) –Βαρύ καύσιμο,Κύρια Μηχανή

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα στον άξονα των x έχουμε αθροιστικά την κατανάλωση σε τόνους και στον άξονα των y έχουμε αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Εδώ παρατηρούμε πως με την πάροδο του χρόνου η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται.

9.2.3.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για καύσιμο Diesel

Εδώ δεν έχουμε τιμές από το Online καταγραφικό σύστημα για το Diesel, διότι δεν έχουμε κατανάλωση του καυσίμου diesel σε αυτό το ταξίδι.

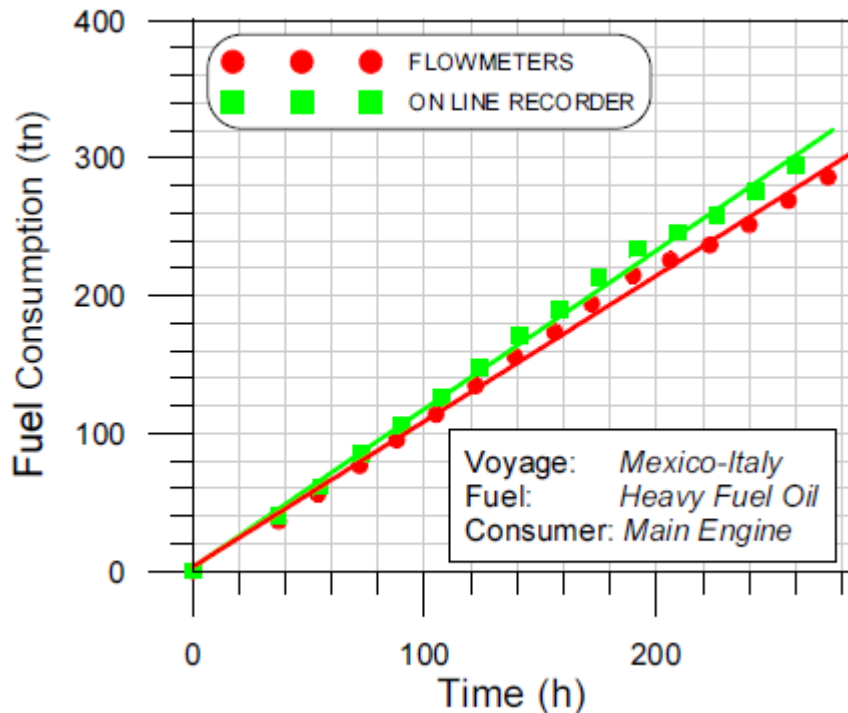
9.2.4 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο



Σχήμα 9.2.4. Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) -Βαρύ καύσιμο

Από αυτό το διάγραμμα έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος και της Ένδειξης στάθμης δεξαμενών για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μικρότερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν οι δεξαμενές. Τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών δείχνουν κατανάλωση της τάξης των 353 τόνων, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 346 τόνους. Το Online καταγραφικό σύστημα έχει απόκλιση 1,8% σε σχέση με την κατανάλωση από τις δεξαμενές, δηλαδή δείχνει να υπάρχει κατανάλωση 1,8% λιγότερη από αυτή των δεξαμενών.

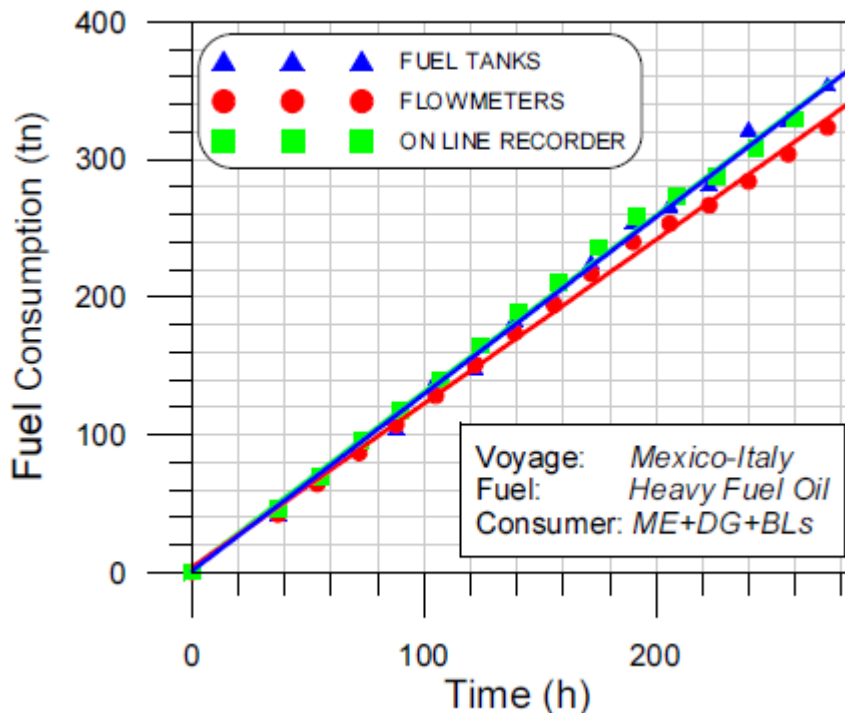
9.2.5 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο, για την κύρια μηχανή



Σχήμα 9.2.5 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ροόμετρα(Flowmeters)-Βαρύ καύσιμο, κύρια μηχανή

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος και των Ροόμετρων, για την κύρια μηχανή, για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν τα Ροόμετρα. Τα Ροόμετρα δείχνουν κατανάλωση 328 τόνους, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 346 τόνους.

9.2.6 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών -Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο



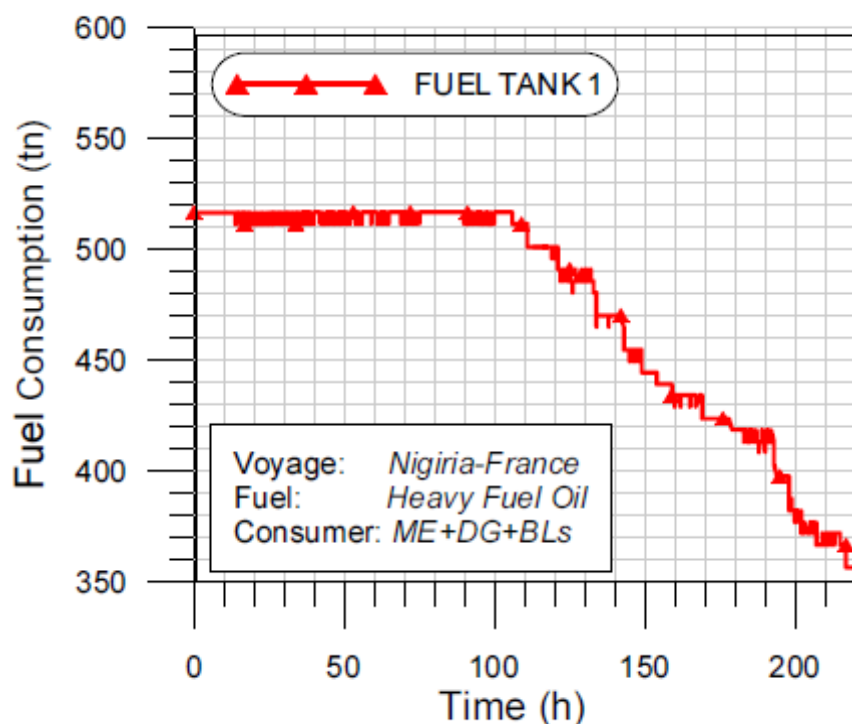
Σχήμα 9.2.6. Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) -Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος, της Ένδειξης στάθμης δεξαμενών και των Ροομέτρων, για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι η Ένδειξη στάθμης δεξαμενών δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν τα άλλα δύο. Τα Ροόμετρα δείχνουν κατανάλωση 328 τόνους, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 346 τόνους και η Ένδειξη στάθμης δεξαμενών έχουμε 353 τόνους. Οι αποκλίσεις με αναφορά την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι 1,8% για το Online καταγραφικό σύστημα, δηλαδή κατέγραψε κατανάλωση 1,8% λιγότερη από την ένδειξη των δεξαμενών και 6,9% για τα Ροόμετρα, δηλαδή έδειξαν κατανάλωση 6,9% λιγότερη από την ένδειξη των δεξαμενών.

9.3 Διαγράμματα ταξιδιού Νιγηρία-Γαλλία

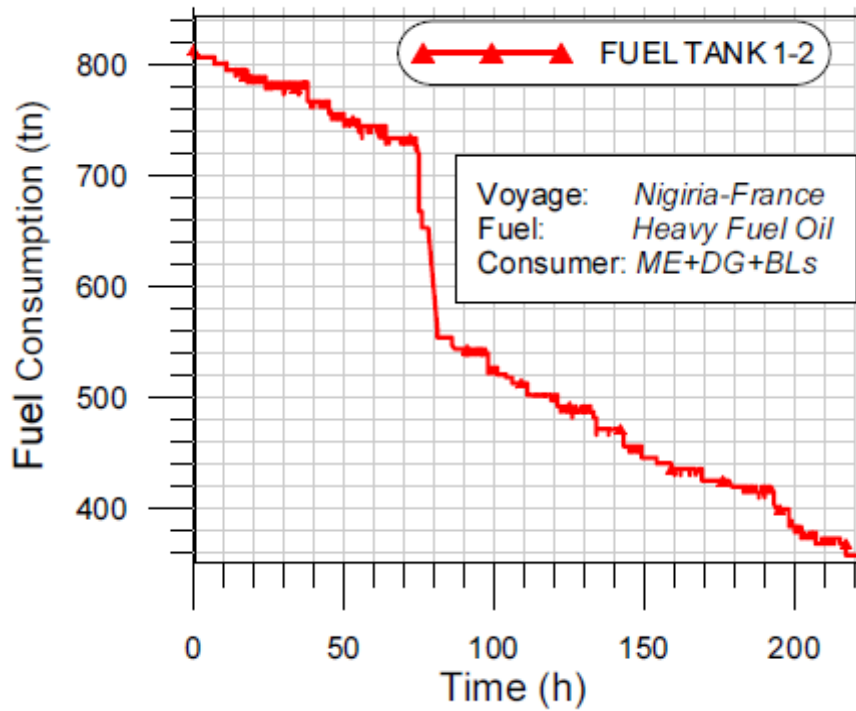
9.3.1.1. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από την επεξεργασία των δεδομένων της Ένδειξης στάθμης δεξαμενών , για το βαρύ καύσιμο.



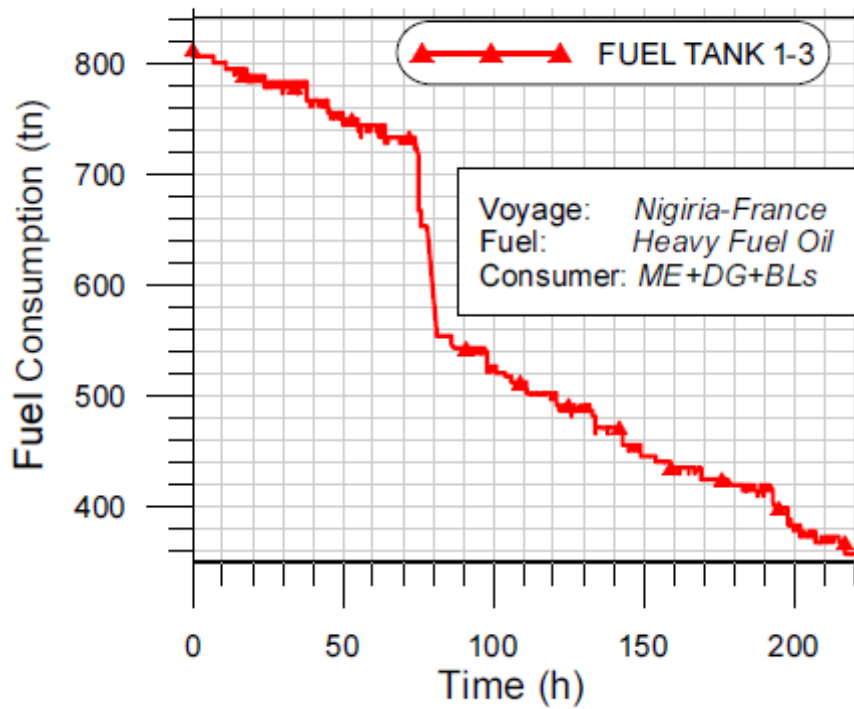
Σχήμα 9.3.1 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τη δεξαμενή 1-Βαρύ καύσιμο

Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε την μείωση της στάθμης καυσίμου σε τόνους από την πρώτη δεξαμενή στον άξονα των y σε σχέση με τον χρόνο, αθροίζοντας τις ώρες του ταξιδιού, στον άξονα των x. Η στάθμη στη συγκεκριμένη δεξαμενή αρχικά είναι σταθερή, άρα δεν καταναλώνεται καύσιμο. Στη συνέχεια, η στάθμη μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, δηλαδή έχουμε κατανάλωση καυσίμου . Τυχόν ανομοιομορφίες στο διάγραμμα μπορεί να οφείλονται σε κυματισμό της θάλασσας.



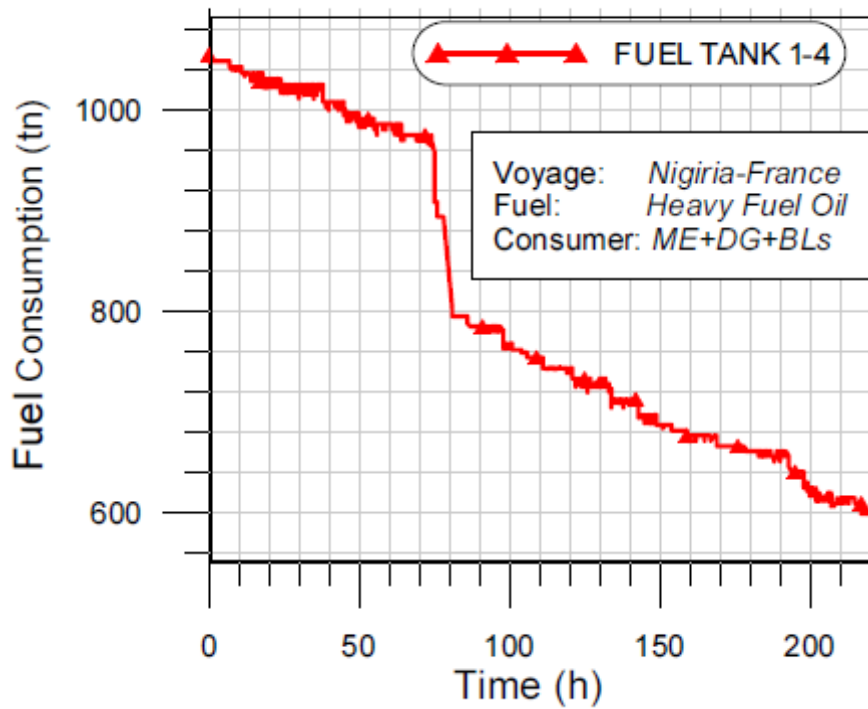
Σχήμα 9.3.2 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-2-Βαρύ καύσιμο

Στο δεύτερο διάγραμμα φαίνεται αθροιστικά η πτώση στάθμης της πρώτης και δεύτερης δεξαμενής, με την πάροδο του χρόνου.



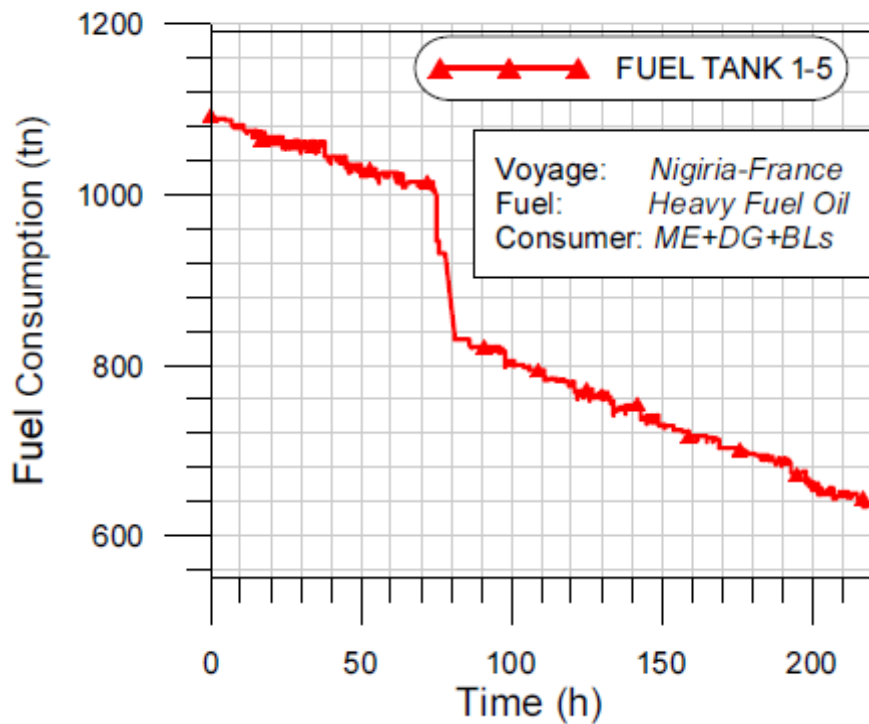
Σχήμα 9.3.3 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-3-Βαρύ καύσιμο

Στο τρίτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των τριών πρώτων δεξαμενών. Με το πέρασμα του χρόνου παρατηρείται μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



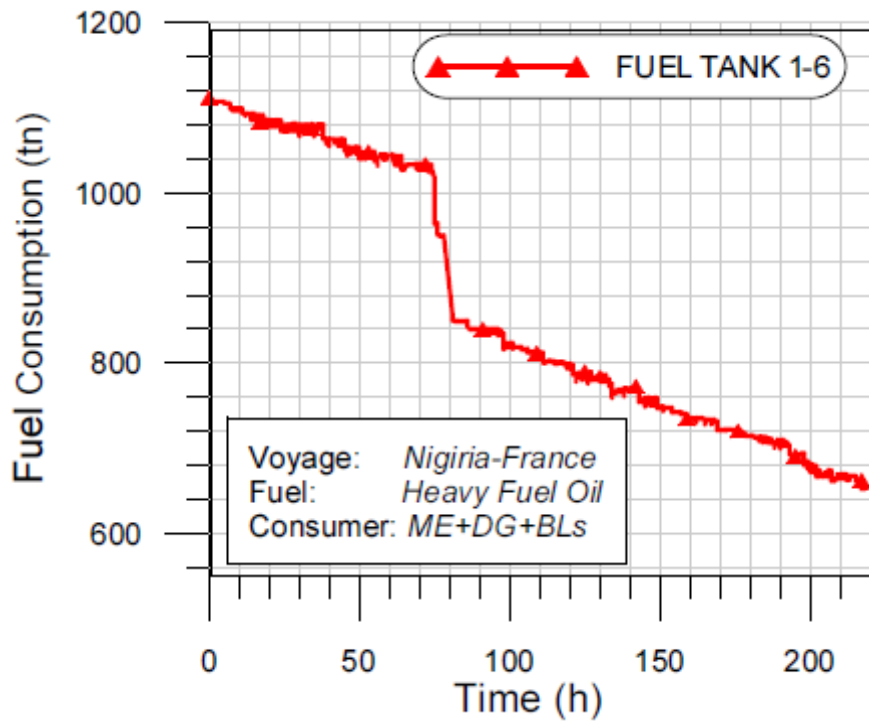
Σχήμα 9.3.4 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-4-Βαρύ καύσιμο

Στο τέταρτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των τεσσάρων πρώτων δεξαμενών. Παρατηρείται συνεχής μείωση στην στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



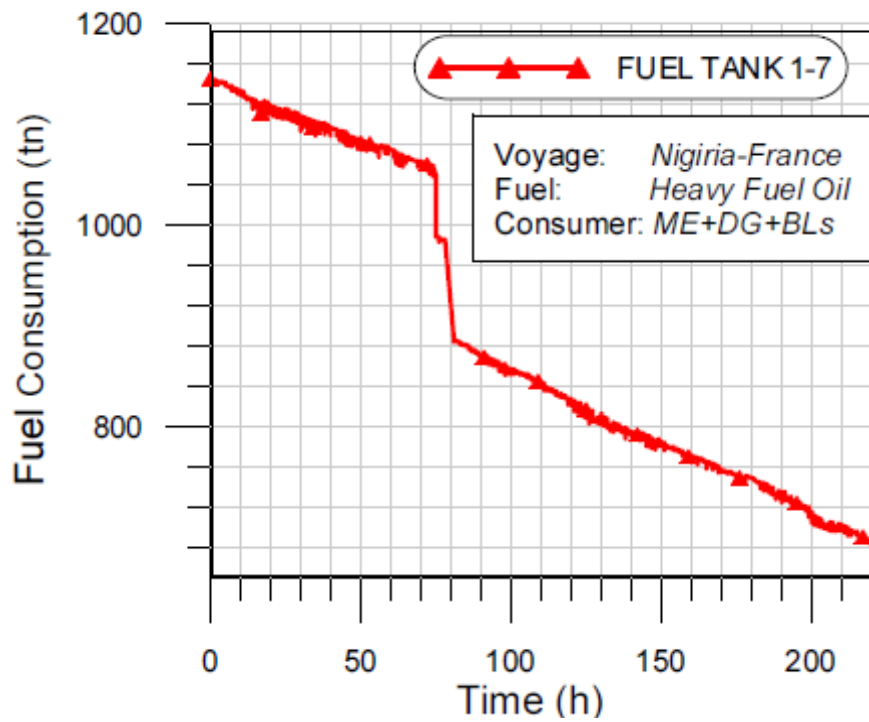
Σχήμα 9.3.5 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-5-Βαρύ καύσιμο

Στο πέμπτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των πέντε πρώτων δεξαμενών. Όπως και προηγουμένως, έχουμε συνεχή μείωση στην στάθμη των δεξαμενών, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου.



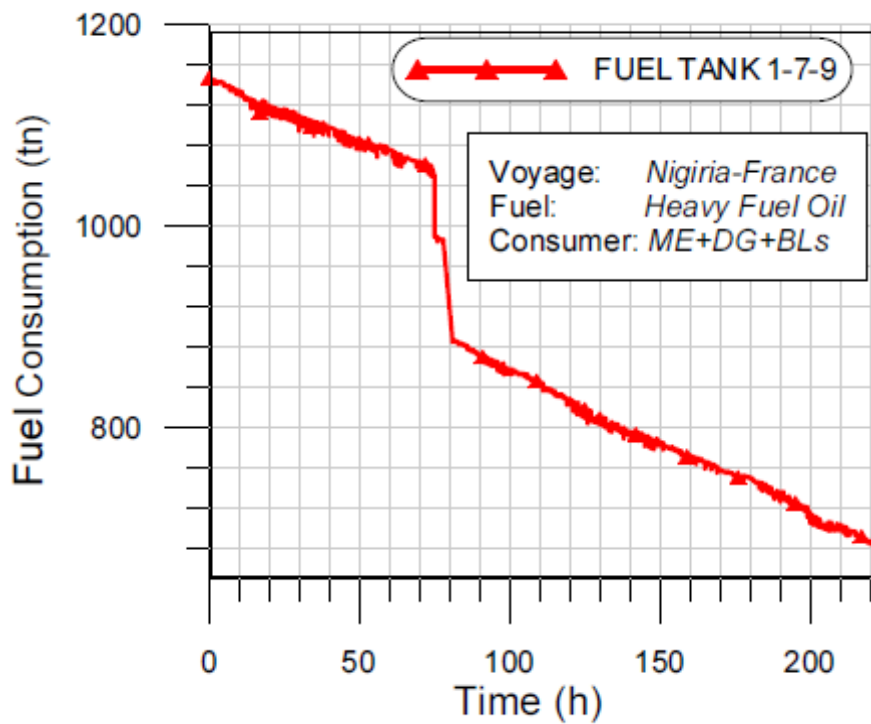
Σχήμα 9.3.6 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-6-Βαρύ καύσιμο

Στο έκτο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των έξι πρώτων δεξαμενών. Και εδώ, η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου .



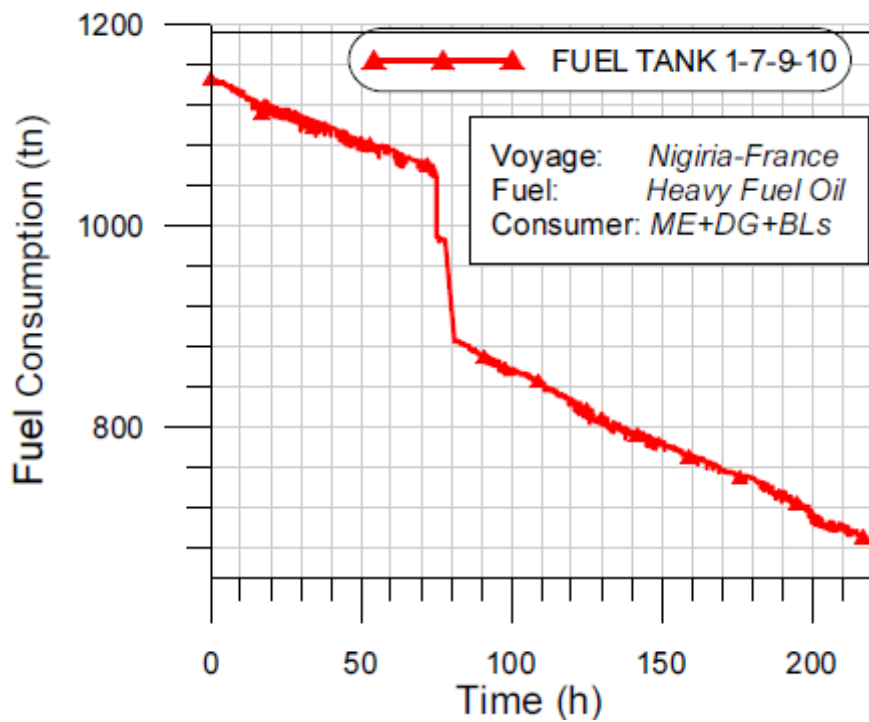
Σχήμα 9.3.7 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-7-Βαρύ καύσιμο

Στο έβδομο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των επτά πρώτων δεξαμενών. Όπως και προηγουμένως, έχουμε διαρκή μείωση στην στάθμη των δεξαμενών, από την κατανάλωση καυσίμου.



Σχήμα 9.3.8 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-7,9-Βαρύ καύσιμο

Στο όγδοο διάγραμμα, φαίνεται αθροιστικά η μείωση της στάθμης των επτά πρώτων δεξαμενών και της δεξαμενής εννιά. Η δεξαμενή οχτώ δεν συμπεριλαμβάνεται, γιατί δεν περιέχει βαρύ καύσιμο, αλλά diesel. Όπως και πριν, στην αρχή η στάθμη των δεξαμενών μειώνεται, άρα έχουμε κατανάλωση καυσίμου .

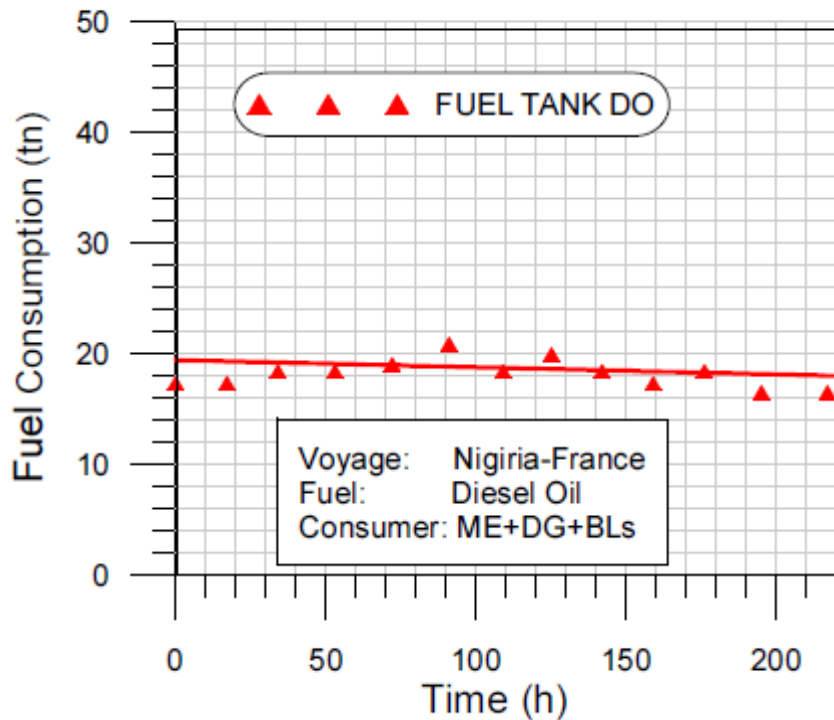


Σχήμα 9.3.9 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) για τις δεξαμενές 1-7,9-10-Βαρύ καύσιμο

Τέλος, σε αυτό το διάγραμμα έχουμε αθροιστικά την μείωση της στάθμης όλων των δεξαμενών που έχουν βαρύ καύσιμο, δηλαδή και των δέκα δεξαμενών, πλην της όγδοης δεξαμενής που έχει diesel. Παρατηρούμε ότι υπάρχει συνεχόμενη μείωση στη στάθμη των δεξαμενών, λόγω της κατανάλωσης καυσίμου.

9.3.1.2. Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για καύσιμο Diesel

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από την επεξεργασία των δεδομένων των Ένδειξη στάθμης δεξαμενών , για το Diesel.

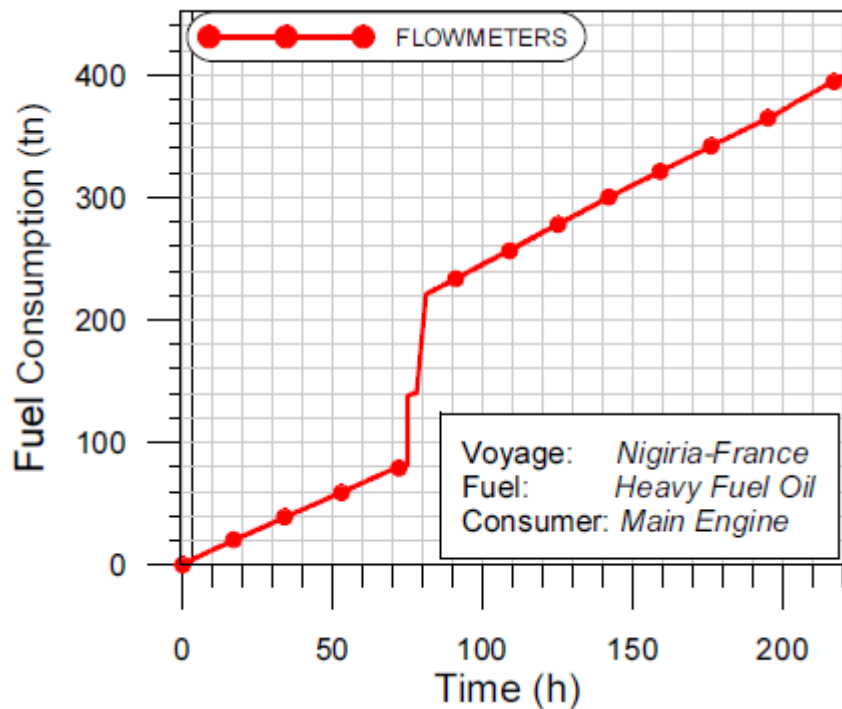


Σχήμα 9.3.10 Αθροιστική κατανάλωση Ένδειξη στάθμης δεξαμενών (Fuel Tanks) για τη δεξαμενή 8-Diesel

Αυτό το διάγραμμα αφορά τη δεξαμενή οχτώ, καθώς είναι η μοναδική που περιέχει καύσιμο diesel. Σε αυτό το διάγραμμα παρατηρούμε πολλές ανομοιομορφίες. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κυματισμό της θάλασσας και στο πετρέλαιο οι αναταράξεις είναι πολύ πιο έντονες από το βαρύ καύσιμο, διότι το πετρέλαιο έχει πιο χαμηλό ιξώδες, αφού είναι λεπτόρρευστο σε σχέση με το βαρύ καύσιμο. Μια ακόμη περίπτωση είναι να έχουμε επιστροφές καυσίμου στη δεξαμενή, για αυτό το λόγο παρατηρούμε αυτές τις αυξομειώσεις στο διάγραμμα. Επίσης, δεν πρέπει να αποκλείουμε το ενδεχόμενο να υπάρχει κάποιο πρόβλημα στον αισθητήρα της δεξαμενής και οι τιμές που δίνει να μην είναι απολύτως ακριβείς. Τέλος, μετά την επεξεργασία των δεδομένων, προκύπτει ότι δεν έχουμε κατανάλωση πετρελαίου καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού, εφόσον δεν υπάρχει ανεφοδιασμός και η στάθμη στη δεξαμενή στην αρχή και στο τέλος του ταξιδιού είναι ίδια.

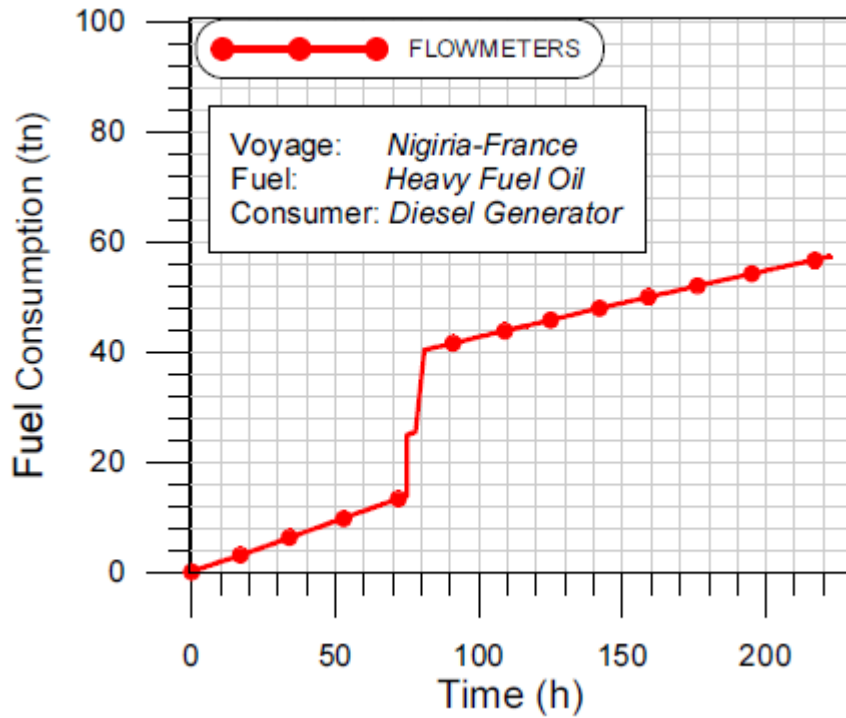
9.3.2.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από τα Ροόμετρα για βαρύ καύσιμο.



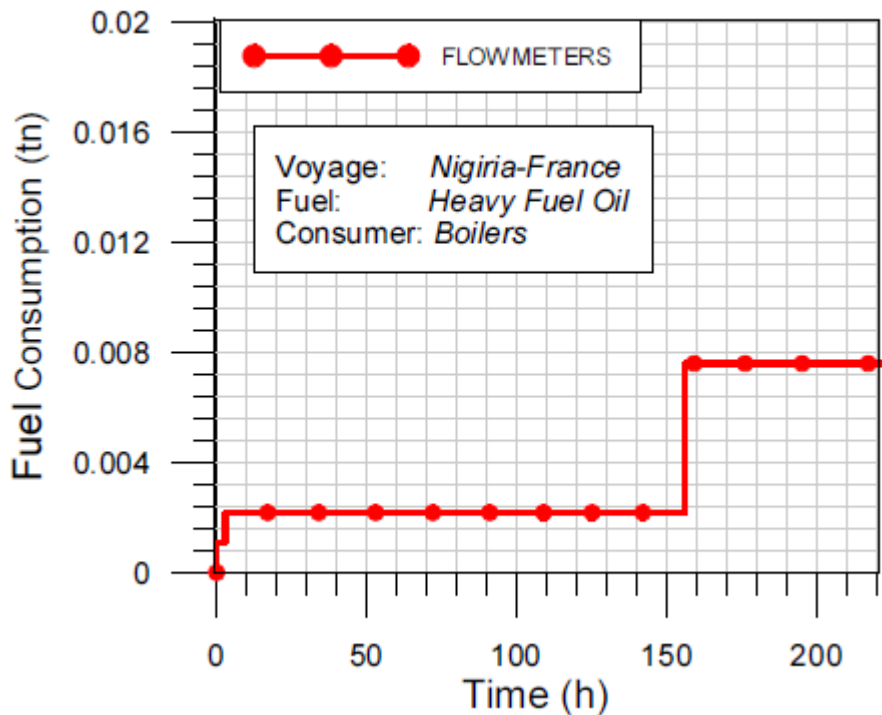
Σχήμα 9.3.2.1 Αθροιστική κατανάλωση Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο, Κύρια Μηχανή

Στο πρώτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την κύρια μηχανή και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως όσο περνάνε οι ώρες, η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται.



Σχήμα 9.3.2.2 Αθροιστική κατανάλωση Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο,Γεννήτρια Diesel

Στο δεύτερο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για την γεννήτρια και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε πως όσο περνάνε οι ώρες, η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται.



Σχήμα 9.3.2.3 Αθροιστική κατανάλωση Ροόμετρα(Flowmeters) –Βαρύ καύσιμο,Boiler

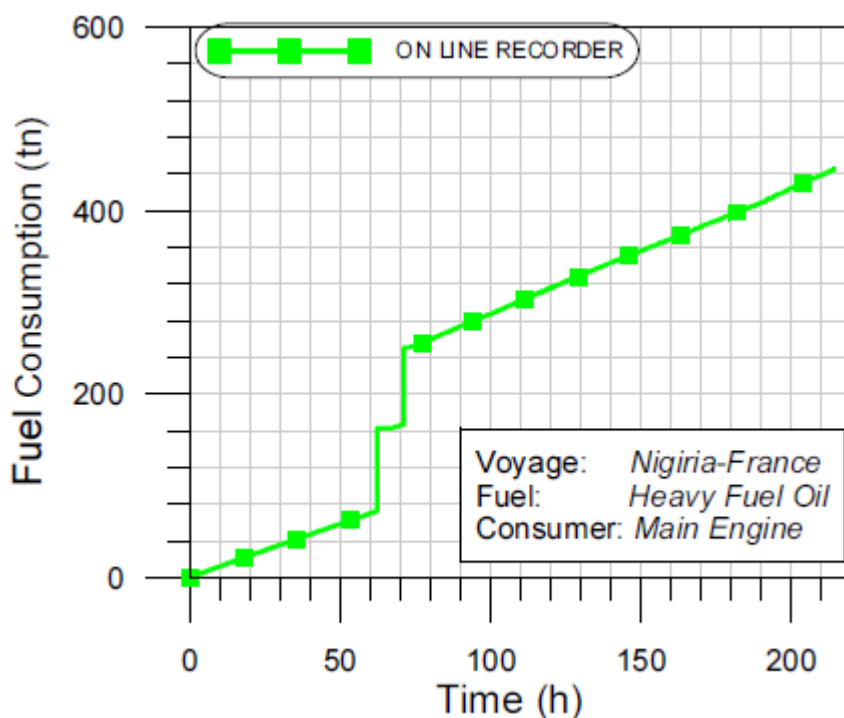
Στο τρίτο διάγραμμα βλέπουμε στον άξονα των y αθροιστικά την παροχή μάζας σε τόνους για το boiler και στον άξονα των x, αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Παρατηρούμε ότι στην αρχή του ταξιδιού παροχή για το boiler έχουμε μόνο δύο φορές σε όλο το ταξίδι και στο υπόλοιπο είναι μηδενική.

9.3.2.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από τα Ροόμετρα για καύσιμο Diesel

Παροχή καυσίμου από τα flowmeter δεν υπάρχει για το πετρέλαιο, αφού στο συγκεκριμένο ταξίδι έχουμε μόνο κατανάλωση βαρέως καυσίμου.

9.3.3.1 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για Βαρύ καύσιμο

Σε αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα διαγράμματα από το Online καταγραφικό σύστημα για βαρύ καύσιμο. Οι μετρήσεις αφορούν μόνο την κύρια μηχανή.



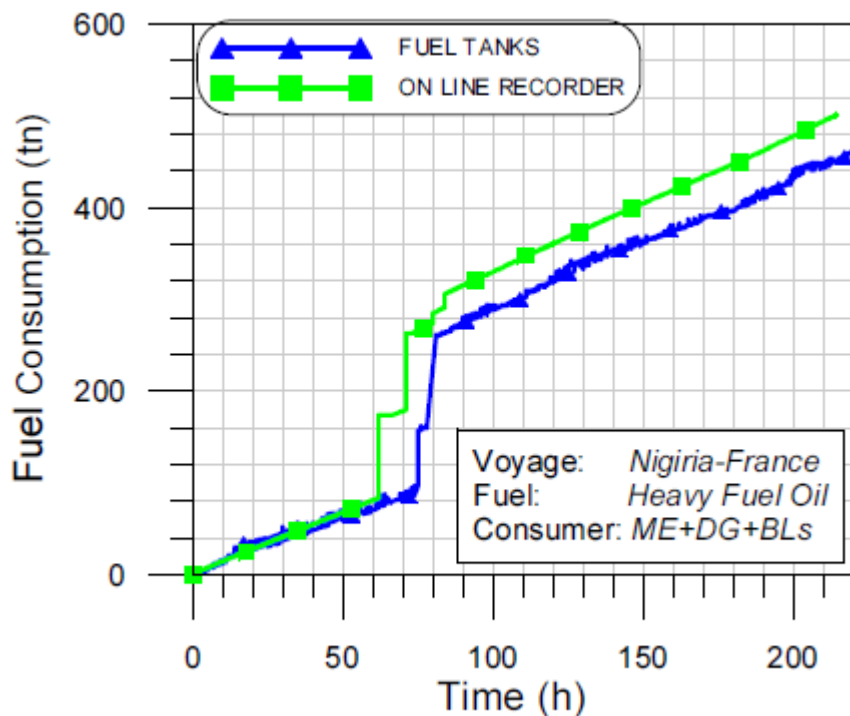
Σχήμα 9.3.3 Αθροιστική κατανάλωση Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder-Βαρύ καύσιμο, Κύρια Μηχανή)

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα στον άξονα των x έχουμε αθροιστικά την κατανάλωση σε τόνους και στον άξονα των y έχουμε αθροιστικά τις ώρες του ταξιδιού. Εδώ παρατηρούμε πως με την πάροδο του χρόνου η αθροιστική κατανάλωση αυξάνεται, ενώ ορισμένες χρονικές στιγμές η παροχή σταματάει.

9.3.3.2 Διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από το Online καταγραφικό σύστημα για καύσιμο Diesel

Εδώ δεν έχουμε τιμές από το Online καταγραφικό σύστημα για το Diesel, διότι δεν έχουμε κατανάλωση του καυσίμου σε αυτό το ταξίδι.

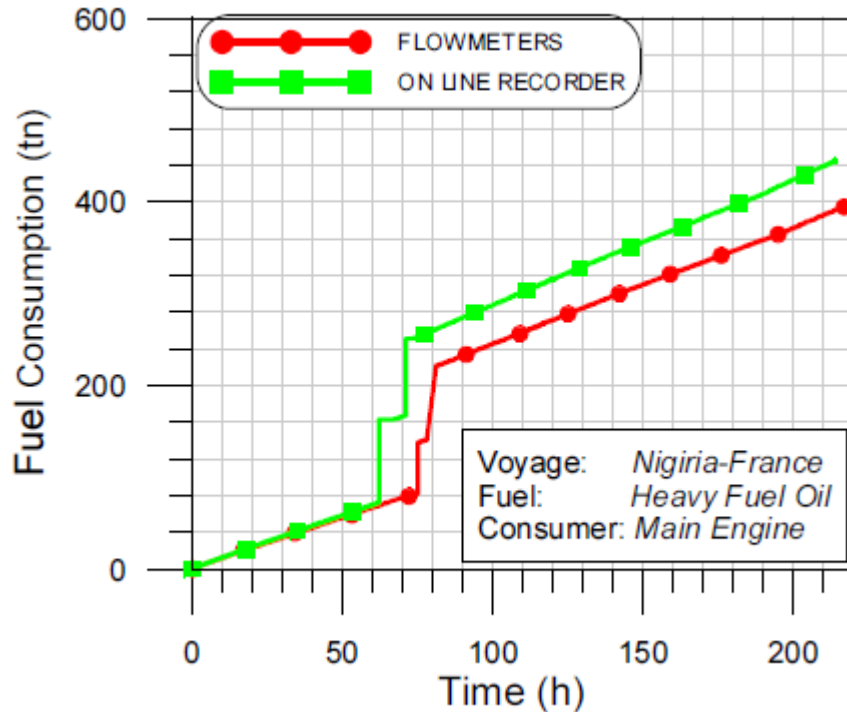
9.3.4 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα- Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για Βαρύ καύσιμο



Σχήμα 9.3.4. Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) -Βαρύ καύσιμο

Από αυτό το διάγραμμα έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος και της Ένδειξη στάθμης δεξαμενών για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν οι δεξαμενές. Η Ένδειξη στάθμης δεξαμενών δείχνει κατανάλωση της τάξης των 462 τόνων, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 500 τόνους. Το Online καταγραφικό σύστημα έχει απόκλιση -8% σε σχέση με την κατανάλωση από τις δεξαμενές, δηλαδή δείχνει να υπάρχει 8% περισσότερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν οι δεξαμενές.

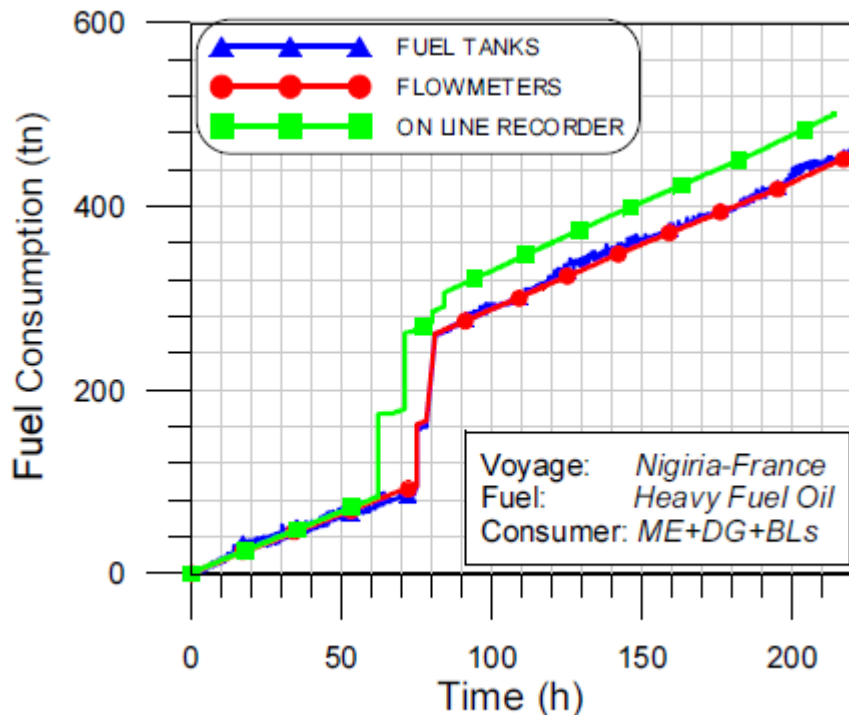
9.3.5 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Flowmeters για Βαρύ καύσιμο, για την κύρια μηχανή



Σχήμα 9.3.5 Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)- Ροόμετρα(Flowmeters) – Βαρύ καύσιμο, Κύρια Μηχανή

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος και των Ροόμετρων, για την κύρια μηχανή, για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δείχνουν τα Ροόμετρα. Τα Ροόμετρα δείχνουν κατανάλωση 458 τόνους, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 500 τόνους.

9.3.6 Συγκριτικά διαγράμματα κατανάλωσης καυσίμου από Online καταγραφικό σύστημα-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών -Ροόμετρα για Βαρύ καύσιμο



Σχήμα 9.3.6. Συγκριτικό διάγραμμα Online καταγραφικό σύστημα(Online recorder)-Ένδειξη στάθμης δεξαμενών(Fuel Tanks) -Ροόμετρα(Flowmeters) -Βαρύ καύσιμο

Στο διάγραμμα αυτό έχουμε την σύγκριση μεταξύ του Online καταγραφικού συστήματος, της Ένδειξης στάθμης δεξαμενών και των Ροομέτρων, για το βαρύ καύσιμο. Παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση από αυτή που δίνουν τα άλλα δύο. Τα Ροόμετρα δείχνουν κατανάλωση 458 τόνους, ενώ το Online καταγραφικό σύστημα 500 τόνους και η Ένδειξη στάθμης δεξαμενών 462 τόνους. Οι αποκλίσεις με αναφορά την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι -8% για το Online καταγραφικό σύστημα, δηλαδή δείχνει 8% περισσότερη κατανάλωση σε σχέση με την κατανάλωση από τις δεξαμενές και 0,89% για τα Ροόμετρα, δηλαδή 0,89% λιγότερη κατανάλωση από αυτή των δεξαμενών.

9.4 Αξιολόγηση μεθόδων και για τα τρία ταξίδια

Στην ενότητα αυτή γίνεται η σύγκριση των μεθόδων μέτρησης της κατανάλωσης και για τα τρία ταξίδια μαζί. Η σύγκριση αφορά μόνο το βαρύ καύσιμο, γιατί αυτό χρησιμοποιείται και στα τρία ταξίδια, ενώ το diesel καταναλώνεται μόνο στο ταξίδι Ελλάδα – Νιγηρία.

Παρατηρούμε ότι στα ταξίδια Ελλάδα-Νιγηρία και Νιγηρία-Γαλλία, οι μετρήσεις από το Online καταγραφικό σύστημα μας δείχνουν μεγαλύτερη κατανάλωση (674 tn και 500 tn αντίστοιχα) σε σχέση με την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών (613 tn και 462 tn αντίστοιχα), ενώ στο ταξίδι Μεξικό-Ιταλία, παρατηρούμε το αντίθετο, δηλαδή η Ένδειξη στάθμης δεξαμενών (353 tn) δείχνει μεγαλύτερη κατανάλωση σε σχέση με το Online καταγραφικό σύστημα (346 tn). Οι αποκλίσεις πιθανόν να οφείλονται στα περισσότερα δεδομένα που έχουμε για το Online καταγραφικό σύστημα σε σχέση με την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών.

Τα ταξίδια αυτά έγιναν σε διαφορετικές περιόδους και με αρκετά χρόνια διαφορά, γεγονός που μπορεί να επηρεάζει τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Επίσης, το κάθε ταξίδι είχε διαφορετική πορεία, που πιθανόν να επηρέασε τις μετρήσεις με διαφορετικό τρόπο κάθε φορά.

Επιπλέον, ένας άλλος παράγοντας που εξηγεί τις αποκλίσεις μεταξύ των μεθόδων είναι οι καταναλώσεις με τη μορφή διαφυγών, όπου τα ροόμετρα δεν μπορούν να καταγράψουν.

Κεφάλαιο 10: Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική έγινε συγκριτική μελέτη των μεθόδων μέτρησης της κατανάλωσης καυσίμου, σε ναυτικούς κινητήρες. Στο ταξίδι Ελλάδα-Νιγηρία οι τρεις μέθοδοι, Ένδειξη στάθμης δεξαμενών -Ροόμετρα και Online καταγραφικό σύστημα, για βαρύ καύσιμο έχουν σημαντική απόκλιση, με συνολική μέτρηση κατανάλωσης 613 τόνους, 641 τόνους και 674 τόνους αντίστοιχα. Επίσης, οι αποκλίσεις με αναφορά τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι -9.99% για το Online καταγραφικό σύστημα και -4.5% για τα Ροόμετρα. Αυτό σημαίνει ότι από την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών καταναλώθηκε 4,5% και 9,99% λιγότερο καύσιμο σε σχέση με τα ροόμετρα και Online καταγραφικό σύστημα, αντίστοιχα.

Όσον αφορά το καύσιμο diesel οι αποκλίσεις δεν είναι πολύ μεγάλες, με το Online καταγραφικό σύστημα (23 τόνους) να συγκλίνει περισσότερο με τα Ροόμετρα (22 τόνους), ενώ τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών δείξαν κατανάλωση 28 τόνους. Οι αποκλίσεις με αναφορά τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι 16,58% για το Online καταγραφικό σύστημα και 20,64% για τα Ροόμετρα. Αυτό σημαίνει ότι έχει καταναλωθεί 20,64% λιγότερο καύσιμο από τα Ροόμετρα και 16,58% λιγότερο καύσιμο από το Online καταγραφικό σύστημα, σε σχέση με τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών.

Στο ταξίδι Μεξικό-Ιταλία οι διαφορές είναι σημαντικές με το Online καταγραφικό σύστημα να μέτρησε συνολική κατανάλωση 346 τόνους, τα Ροόμετρα 328 τόνους και τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών 353 τόνους. Επίσης, οι αποκλίσεις με αναφορά τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι 1,8% για το Online καταγραφικό σύστημα και 6,9% για τα Ροόμετρα. Αυτό σημαίνει ότι από τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών έχει καταναλωθεί 6,9% και 1,8% περισσότερο καύσιμο σε σχέση με τα Ροόμετρα και το Online καταγραφικό σύστημα, αντίστοιχα.

Στο ταξίδι Νιγηρία-Γαλλία οι καταναλώσεις ήταν 462 τόνους από τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών, 500 τόνους από το Online καταγραφικό σύστημα και 458 τόνους από τα Ροόμετρα. Εδώ παρατηρούμε ότι το Online καταγραφικό σύστημα και Ροόμετρα συγκλίνουν. Επίσης, οι αποκλίσεις με αναφορά τα Ένδειξη στάθμης δεξαμενών είναι -8% για το Online καταγραφικό σύστημα και 0,89% για τα Ροόμετρα. Αυτό σημαίνει ότι από το Online καταγραφικό σύστημα υπάρχει 8% μεγαλύτερη κατανάλωση σε σχέση με την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών και από τα Ροόμετρα έχει καταναλωθεί 0,89% λιγότερο καύσιμο συγκριτικά με αυτό που καταναλώθηκε από τις δεξαμενές.

Οι αποκλίσεις στη μέτρηση της συνολικής κατανάλωσης μπορεί να οφείλονται στους εξής λόγους:

- Ο κυματισμός της θάλασσας επηρεάζει σημαντικά τις μετρήσεις στη στάθμη των δεξαμενών (Ένδειξη στάθμης δεξαμενών), καθώς οι αναταράξεις στο καύσιμο(κυρίως στο diesel και λιγότερο στο βαρύ καύσιμο, λόγω του χαμηλού ιξώδους) μεταφράζονται ως αυξομειώσεις στη στάθμη από τους αισθητήρες.
- Τυχόν ανομοιομορφίες στις μετρήσεις, μπορεί να οφείλονται σε επιστροφές καυσίμου στις δεξαμενές.
- Επίσης, κανένα μετρητικό όργανο δεν έχει απόλυτη ακρίβεια, οπότε υπάρχει πιθανότητα οι μετρήσεις να μην είναι απολύτως ακριβείς ή ακόμα και μερικοί αισθητήρες να παρουσιάζουν κάποιο πρόβλημα.
- Τα ροόμετρα εμφανίζουν σε πολλές περιπτώσεις σημαντικά σφάλματα κατά τη μέτρηση της παροχής καυσίμου.
- Τέλος, οι διαφορές στην αθροιστική κατανάλωση μπορεί να οφείλονται και στο γεγονός ότι στο Online καταγραφικό σύστημα τα δεδομένα είναι περισσότερα σε σχέση με τα Ροόμετρα και την Ένδειξη στάθμης δεξαμενών .

Συμπερασματικά, η πιο αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης της κατανάλωσης είναι το Online καταγραφικό σύστημα και ακολουθούν τα Ροόμετρα. Η Ένδειξη στάθμης δεξαμενών και του ροομέτρου είναι λιγότερο αξιόπιστες, διότι οι μετρήσεις επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από εξωτερικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα τις αναταράξεις από τον κυματισμό της θάλασσας.

Βιβλιογραφία

1. “Θαλάσσιες Μεταφορές”, Βικιπαίδεια, Βικιπαίδεια 2017
2. “Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ”, Πτυχιακή εργασία ΣΚΟΥΛΟΥΔΗ ΕΛΕΝΗ, ΠΡΕΜΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΒΙΤΑΛΙΟΣ, 2014, 12-16
3. “ΠΡΟΛΗΨΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΠΛΟΙΑ ΚΑΘΕΣΤΩΤΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΖΗΜΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ”,6-21
4. <http://www.isalos.net/2016/04/enas-odigos-gia-tis-emission-control-areas-ecas/>
5. “Ναυτιλιακά Καύσιμα – Προδιαγραφές και Προοπτικές”, PaperID: NCH-2010-C2, Nausivios Chora 2010, Copyright © 2006-2010: Hellenic Naval Academy ,2-3
6. “ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΤΣΟΓΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ “,Διπλωματική εργασία που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ναυτιλία ,2013, 34-49,67-69
7. “ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ” ,Πτυχιακή Εργασία Δημητριάδη Ι. Χριστίνα -Σακαρίκου Λ. Ελισάβετ-Ιωάννα ,2011, 34
8. “Πρόωση Πλοίου Τόμος Α Έφαρμοσμένη Πρόωση ΠλοίουΕπιλογή Κύριας Μηχανής”,Θόδωρος Λουκάκης Αθανάσιος Δόδουλας-Δημήτριος Κουρεμένος, Κάλλιπος, 2016,20-22, 79
9. “Sensors and Actuators A: Physical “Fuel level measurement system based on absolute shaft encoder Tuhin Subhra Sarkar , Subir Das , Badal Chakraborty ,*, Himadri Sekhar Duttac ,2017, 77-78
- 10.“ Γ.Π. Βλάχος Βασικές αρχές της Ναυτιλιακής Επιστήμης. Τόμος Α” σελ.177
- 11.“Θεοτοκάς Γ(2011). Ελληνική Ναυτιλία, Απασχόληση κ Ανταγωνιστικότητα: Εκδόσεις Gutenberg “
- 12.“ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΠΙΕΣΗ ΚΑΥΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ”, Διδακτορική διατριβή Αντωνίου Αντωνόπουλου 2013, 278-281
13. ”3.7-Measremnt of Power-FOC & Emissions-v1.0”, Prof. Dimitrios T. Hountalas ,Vouliagmeni / 03.2016, 2-4,13-15,38