

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

**ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ  
ΤΥΠΟΥ RO-RO ΜΕΣΩ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΡΔΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΜ: 4590**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΟΥΡΓΟΥΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2014**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

**ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ  
ΤΥΠΟΥ RO-RO ΜΕΣΩ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΡΔΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΑΜ: 4590**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2014**

## Περίληψη

Οι προσομοιωτές μηχανοστασίων (Engine Simulators) είναι ένα από τα τελευταίας τεχνολογίας εκπαιδευτικά εργαλεία που διαθέτουν οι σχολές ναυτικής εκπαίδευσης. Μέσω των προσομοιωτών μπορεί να γίνει προσομοίωση καταστάσεων οι οποίες είναι πολύ δύσκολο να αναληφθούν στην πράξη. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ο προσομοιωτής μηχανοστασίου ERS-Simulator 4000 για ένα πλοίο Ro-Ro. Αναλύονται οι δυνατότητες του λογισμικού καθώς και τα τμήματα της λειτουργίας του μηχανοστασίου ενός συγκεκριμένου τύπου πλοίου και γίνεται μια παρουσίαση της εικόνας που έχει ο εκπαιδευόμενος πάνω στον προσομοιωτή. Ο προσομοιωτής μηχανοστασίου και η πρακτική εξάσκηση πάνω σε αυτόν προσθέτει εμπειρία και αυτοπεποίθηση σε έναν εκπαιδευόμενο μηχανικό για αυτό είναι πολύ καλό να υπάρχει ο προσομοιωτής μηχανοστασίου σε όλα τα ναυτικά εκπαιδευτικά ιδρύματα έτσι ώστε πριν βγούν οι μηχανικοί στην θάλασσα και σε πραγματικές συνθήκες να έχουν μια πολύ εικόνα για το τι θα αντιμετωπίσουν μέσα στο μηχανοστάσιο.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Ναυτική εκπαίδευση, Προσομοιωτής μηχανοστασίου, μηχανοστάσιο πλοίου

## **Abstract**

Engine simulators are one of the most new technology educational tools in naval education. Through engine simulators can be simulate situations that are very difficult to happen in the sea. In this thesis it is analyzed the engine simulator ERS 4000 from Transas company in a Ro-Ro ship. It is analyzed and investigated the potentials of the software and it is presented the user interface that has the educated engineer on the simulator. Therefore the use of engine simulators in naval education can add confidence and experience on the engineers that are practice themselves on the simulator.

It will be very critical for all the naval education universities to have in their laboratories an engine simulator in order the engineers will have a very good view of the real situations that will face in the real sea.

**Key-words:** Naval education, engine room, engine simulator

## Πρόλογος

Η ναυτική εκπαίδευση είναι διαφορετική από την παραδοσιακή εκπαίδευση όπως την γνωρίζουμε. Οι ολοένα και περισσότερες απαιτήσεις στην εκπαίδευση οδηγούν στην ανάγκη εισαγωγής νέων τεχνολογιών ως εκπαιδευτικά εργαλεία, χωρίς φυσικά να εκτοπίζονται οι παραδοσιακές μεθοδολογίες και πρακτικές διδασκαλίας. Η πρόκληση που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτικός είναι να καθοριστεί που η τεχνολογία μπορεί να ενισχύσει ή να βελτιώσει την κατάσταση εκμάθησης του σπουδαστή, κατά τρόπο ενδιαφέροντα και οικονομικώς αποδοτικό.

Ένα από τα βασικότερα νέας τεχνολογίας εργαλεία της ναυτικής εκπαίδευσης είναι οι προσομοιωτές οι οποίοι μπορούν να προσθέσουν ιδιαίτερη συγκεκριμένη αξία στη θεωρητική κατάρτιση με την προσομοίωση καταστάσεων που δεν μπορούν να αναληφθούν στον εργασιακό χώρο για λόγους ασφάλειας και οικονομικούς αν και η χρήση τους είναι συχνά περιορισμένη στο πεδίο, λόγω των μεγάλων αριθμών σπουδαστών που εκπαιδεύονται και μιας έλλειψης καλά εκπαιδευμένων χειριστών προσομοιωτών.

Η χρήση των προσομοιωτών έχει αποδειχθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, μια αποτελεσματική μέθοδος κατάρτισης μηχανικών.

Η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στην ναυτιλιακή βιομηχανία και η ραγδαία ανάπτυξη τους επιβάλει τον εκσυγχρονισμό των μεθόδων διδασκαλίας. Η βασική ναυτική τέχνη και οι δεξιότητες πρακτικής μηχανικής περνούν σε δεύτερη θέση με την αυξανόμενη αυτοματοποίηση και τα ηλεκτρονικά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων.

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό να διερευνήσει την χρήση ενός προσομοιωτή μηχανοστασίου και πιο συγκεκριμένα του ERS-4000 για την προσομοίωση του μηχανοστασίου ενός πλοίου τύπου Ro-Ro.

Η δομή της παρούσας εργασίας είναι η ακόλουθη:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση των πλοίων Ro-Ro και γίνεται μια ιστορική αναδρομή της κατασκευής αυτού του τύπου των πλοίων

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κύρια μέρη και συστήματα λειτουργίας ενός πλοίου όπως είναι το σύστημα πρόωσης και παρουσιάζονται εκείνα τα μέρη που περιλαμβάνονται στον προσομοιωτή όπως είναι το μηχανοστάσιο.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ηλεκτρονικά συστήματα τηλεμετρίας που έχει το πλοίο με έμφαση στα ηλεκτρονικά συστήματα πρόωσης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι λειτουργίες του προσομοιωτή ERS-4000 για το μηχανοστάσιο ενός πλοίου Ro-Ro και γίνεται μια εισαγωγή στην τεχνολογία της προσομοίωσης καθώς επίσης και αναλύονται τα πλεονεκτήματα από την χρήση αυτής.

Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας από την βιβλιογραφική ανασκόπηση της λειτουργίας των προσομοιωτών

# Κεφάλαιο 1ο – Τα πλοία Ro-Ro

## 1.1 Ιστορική αναδρομή των πλοίων Ro-Ro

Τα πρώτα πλοία μεταφοράς αυτοκινήτων κατασκευάστηκαν το 1964 από την εταιρία Mazda Line και το πρώτο από αυτά τα πλοία μπορούσαν να μεταφέρουν 252 αυτοκίνητα σε 4 καταστρώματα. Το 1969 η εταιρία Y-S Line κατασκεύασε ένα πλοίο μεταφοράς αυτοκινήτων το οποίο είχε επτά καταστρώματα και μπορούσε να μεταφέρει 740 αυτοκίνητα.

Την ίδια περίοδο, αρκετά μικρά πλοία μεταφορείς αυτοκινήτων έκαναν την εμφάνισή τους σε διαδρομές μεταξύ ευρωπαϊκών χωρών. Μεταξύ των οποίων υπήρχαν το Dyui Anglia, το Carway, το Speedway, το Autoroute, το Autobahn και το Autostrada. Αυτά τα πλοία διέθεταν ράμπες στην πρύμνη και συχνά πλευρικές ράμπες που χρησιμοποιούσαν όταν οι ράμπες στην πρύμνη δεν ήταν διαθέσιμες. Γρήγορα γραμμές Κοντινών Αποστάσεων δημιουργήθηκαν με την ανάπτυξη πολυεθνικών εταιρειών αυτοκινήτων όπως η Ford, η General Motors, η Fiat κ.ά. Για παράδειγμα, στην γραμμή παραγωγής της Ford, παράγονται διάφορα εξαρτήματα του κινητήρα σε διαφορετικά κέντρα (Dagebham, Ghent, Southampton, Valencia και Bremen) αλλά λίγα είναι τα κέντρα που χρησιμοποιούν εξαρτήματα μηχανής από διαφορετικά εργοστάσια. Έτσι η Ford κατέχει πολλά Ro-Ro πλοία, τα οποία μεταφέρουν οχήματα και ρυμουλκούμενα. (Μπαρνασά,2012)

Τα πλοία Ro-Ro διακρίνονται σε αυτά των μεγάλων αποστάσεων που κινούνται μεταξύ Ιαπωνίας – Αμερικής και Ευρώπης και στα πλοία των μικρών αποστάσεων που κινούνται μεταξύ των Ευρωπαϊκών χωρών και στις παράκτιες περιοχές της Άπω Ανατολής.

Η πρωτοπόρος όλων των τύπων των Ro- Ro αυτοκινήτων είναι η σουηδική Wallenius Lines που εισήγαγε την μετατροπή των πλοίων χύδην φορτίων στα μέσα της δεκαετίας του πενήντα σε Great Lakes υπηρεσίες και στα μέσα της δεκαετίας του εξήντα πραγματοποίησε διαδρομές από την Ευρώπη στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Τα πλοία Ro-Ro Μεγάλων Αποστάσεων είναι ιδιαίτερα σημαντικά λόγω της μεγάλης αύξησης εξαγωγής ιαπωνικών αυτοκινήτων στις Ηνωμένες Πολιτείες, τον

Καναδά και τη Δυτική Ευρώπη. Αρχικά, τα αυτοκίνητα μεταφέρονταν σε πλοία χύδην φορτίο, σε ένα από τα αμπάρια τους. Αυτό το σύστημα Lo-Lo ήταν αρκετά αργό και σύντομα αντικαταστήθηκε με το σύστημα Ro-Ro. Κατασκευάστηκαν πλοία-μεταφορείς αυτοκινήτων που αποτελούνταν από πλευρικές ράμπες και γερανούς. Τα αυτοκίνητα έτσι μπορούσαν να εισέρθουν στο πλοίο είτε με πλευρικές ράμπες είτε με γερανούς. Το πλοίο επιπλέον, διέθετε σύστημα εξαερισμού των ρύπων που προέκυπταν από την μεταφορά των αυτοκινήτων στο εσωτερικό του πλοίου. Μετά το 1964 που κατασκευάστηκε το πρώτο πλοίο Ro-Ro ακολούθησε η κατασκευή πλοίων για λογαριασμό του Νορβηγού πλοιοκτήτη Jan Erik Dyi. Το πρώτο πλοίο κατασκευάστηκε το 1965 με χωρητικότητα 1350 αυτοκινήτων και το δεύτερο 1968 με χωρητικότητα 2.500 αυτοκινήτων. Τα παραπάνω δύο πλοία χρησιμοποιήθηκαν για τις μεταφορές της εταιρείας Volkswagen από το Emden της δυτικής Γερμανίας στις Η.Π.Α. Το 1970 η εταιρεία Toyota απέκτησε νέα πλοία- μεταφοράς αυτοκινήτων (Maru No. 10,11και 12) που χαρακτηρίζονταν από 8 με 12 πατώματα, μικρό χρόνο φόρτωσης και εκφόρτωσης και τη γρήγορη ταχύτητα των πλοίων.

Το διάστημα 1970 με 1976 κατασκευάστηκαν πλοία-μεταφοράς αυτοκινήτων, από Ιάπωνες πλοιοκτήτες, που η μόνη διαφορά με την αρχική παραγωγή τέτοιων πλοίων ήταν η αυξημένη χωρητικότητά τους. Για παράδειγμα το πλοίο Jinya Maru (1974) με 13 πατώματα χωρητικότητας 6.015 αυτοκινήτων αλλά και μεγάλη ποικιλία άλλων οχημάτων όπως λεωφορείων, με προορισμό την Ευρώπη και την Αμερική. Ακολούθησαν το Toyota No. 23, το οποίο ήταν ειδικά κατασκευασμένο για βαριά οχήματα όπως μπουλντόζες και το 1981 κατασκευάστηκε από τον Hoegh ένα πλοίο-μεταφοράς γίγας, με την ονομασία «Jumbo». Μπορούσε να αντέξει συνολικό φορτίο 400 τόνων με χωρητικότητα 5.500 αυτοκίνητα ή 100 TEU διαθέτοντας 6 πατώματα συνολικού εμβαδού 24.000 m<sup>2</sup>.

Με την πάροδο των χρόνων η παραγωγή των πλοίων- μεταφοράς αυτοκινήτων άλλαζε συνεχώς, με σημαντικές αλλαγές στην χωρητικότητα και στην αντοχή του πλοίο σε φορτίο αλλά και στην δημιουργία νέων κατηγοριών πλοίων-μεταφορέων αυτοκινήτων. Τα πλοία τελευταίου τύπου είναι ειδικά κατασκευασμένα πλοία με έως και οκτώ ορόφους, για να μεταφέρουν μέχρι 8.000 αυτοκίνητα/οχήματα, ή τα «combi-carrier», που χαρακτηρίζονται ως πλοία πολλαπλής χρήσεως γενικού φορτίου.

Η τρέχουσα τάση είναι η κατασκευή περισσότερων πλοίων πολλαπλής χρήσεως αντί κατασκευής πλοίων ικανών να μεταφέρουν μόνο ένα είδους φορτίου,



για την προώθηση ευελιξίας των ναυτιλιακών επιχειρήσεων, επιτρέποντας στο πλοίο να περνά από μια διακίνηση σε άλλη, ιδιαίτερα σε περιόδους εμπορικής κάμψης. Η ανάπτυξη της υπηρεσίας των αυτοκινήτων τα τελευταία χρόνια είναι τεράστια και συνεχίζεται, κυρίως στις διακινήσεις μικρών αποστάσεων, και σε αυξανόμενο βαθμό σε υπερατλαντικά ταξίδια, περιλαμβάνοντας τον τύπο πλοίου πολλαπλής χρήσης. (Μπαρνασά,2012)

## 1.2 Περιγραφή των πλοίων Ro-Ro

Τα πλοία Ro-Ro είναι σχεδιασμένα για τη μεταφορά ποικίλων τροχήλατων φορτίων, σε αυτοκίνητα, φορτία σε φορητά και σε συρόμενες από ελκυστήρα τροχοφόρες βάσεις με εμπορευματοκιβώτια. Ξεχωρίζουν από το σχήμα τους το οποίο είναι κιβωτιοειδές και η εσωτερική τους δομή μοιάζει με αυτή του γκαράζ και έχουν ράμπες οι οποίες προσαρμόζονται στο σκελετό του πλοίου και ξεδιπλώνουν προκειμένου να συνδεθεί το πλοίο με την αποβάθρα και να διεξαχθεί η φορτοεκφόρτωση.

Τα πλοία Ro-Ro είναι σκάφη πολλαπλών καταστρώματων. Ο βασικός σχεδιασμός του πλοίου διαφέρει σε σχέση με τη ράμπα που μπορεί να είναι τοποθετημένη στην πλώρη, στην πρύμνη ή στο πλάι του πλοίου. Το πλοίο μπορεί να ελλιμενιστεί είτε κατά μήκος της αποβάθρας είτε σε ορθή γωνία επιτρέποντας την πρόσβαση από την πρύμνη ή την πλώρη. Το φορτίο συνήθως μεταφέρεται από διάφορα επίπεδα- καταστρώματα και η πρόσβαση μεταξύ αυτών γίνεται με επικλινείς διαδρόμους ή ανελκυστήρες που βρίσκονται μέσα στο πλοίο. Γενικά στο διεθνές εμπόριο πλοίων γραμμών υπάρχουν 3 βασικοί τύποι σύμφωνα με την Παρδάλη (2001)

- πλοία Ro-Ro με πολλαπλά καταστρώματα και με πλευρική πόρτα που απαιτεί ράμπα στην αποβάθρα
- πλοία Ro-Ro με γωνιακή πρυμναία ράμπα και
- πλοία που συνδυάζουν υπηρεσίες Ro-Ro και Lo-Lo και απαιτούν ράμπα στην προβλήτα.

Τα πλοία Ro-Ro είναι φορτηγά κλειστού τύπου τα οποία είναι διαμορφωμένα με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να φορτώνονται και να μεταφέρονται οχήματα. Τα αυτοκίνητα και γενικά τα μεταφερόμενα οχήματα φορτοεκφορτώνονται αυτοκινούμενα χωρίς να χρειάζονται άλλα μέσα φορτοεκφόρτωσης. Σε αυτή την ιδιότητα τους, δηλαδή την απουσία άλλων μέσων φορτοεκφόρτωσης οφείλουν και τα πλοία αυτά την ονομασία τους. Δηλαδή Roll on/Roll off το οποίο για συντομία ονομάζεται Ro-Ro.

Τα πλοία αυτά διαθέτουν δικές τους, ειδικές ράμπες για την είσοδο και έξοδο των οχημάτων τόσο στην πλώρη όσο και στην πρύμνη οι οποίες συνδέουν τον χώρο του φορτίου με την αποβάθρα.

Υπάρχουν αρκετά καταστρώματα μέσα στον χώρο του φορτίου, που φτάνουν μέχρι και τα επτά καταστρώματα όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο τα οποία συνδέονται με ράμπες μεταξύ τους ενώ υπάρχουν και υδραυλικοί ανελκυστήρες που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά ενός οχήματος από το ένα κατάστρωμα στο άλλο. Το σύστημα αυτό έχει ελαττώσει και τον χρόνο που χρειάζεται το πλοίο για να πραγματοποιηθεί η φορτοεκφόρτωση του καθώς απαιτεί μόλις το 1/5 του χρόνου που χρειάζεται ένα αντίστοιχης χωρητικότητας πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.



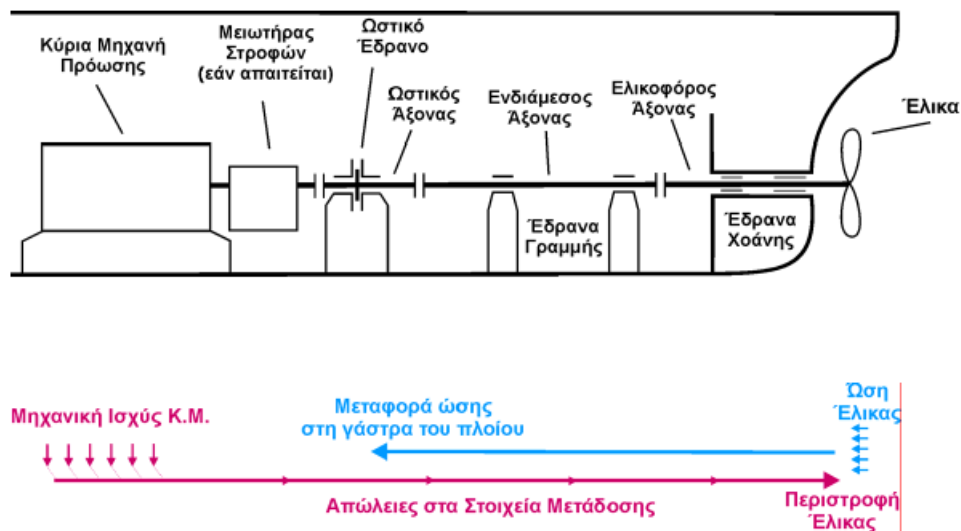
**Εικόνα 1: Πλοίο Ro-Ro**

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> – Χώροι μηχανών και διεύθυνσης του πλοίου

### 2.1 Πρόωση του πλοίου

Με τον όρο πρόωση του πλοίου αναφερόμαστε στην κίνηση του πλοίου με μηχανοκίνητα μέσα όπως είναι οι έλικες ή προπέλες οι οποίες εδράζονται επι των αξόνων περιστροφής. Οι άξονες περιστροφής των ελικών συνδέονται με τις κύριες μηχανές του πλοίου όπου λειτουργούν με καύση πετρελαίου ή με φυσικό αέριο ενώ υπάρχουν μερικά πλοία, κυρίως πολεμικά τα οποία χρησιμοποιούν πυρηνική ενέργεια. (Κυρτάτος,2010)

Οι κύριες μηχανές των πλοίων διακρίνονται σε παλινδρομικές μονής, διπλής, τριπλής και τετραπλής εκτόνωσης, σε τουρμπίνες ή ατμοστρόβιλους, σε ηλεκτροκινητήρες σε μηχανές diesel και σε αεροστρόβιλους ή αεροτουρμπίνες. Οι μηχανές βρίσκονται μέσα σε έναν συγκεκριμένο χώρο μέσα στο πλοίο που ονομάζεται μηχανοστάσιο. Μια τυπική εγκατάσταση πρόωσης του πλοίου, σύμφωνα με τον Κυρτάτο (2010) φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 2.



Εικόνα 2: Σύστημα πρόωσης ενός πλοίου

Στις παρακάτω παραγράφους θα παρουσιαστούν οι χώροι των μηχανών του πλοίου που κατά κύριο λόγο υπάρχουν και στον προσομοιωτή μηχανοστασίου.

## 2.2 Το μηχανοστάσιο

Το μηχανοστάσιο είναι ο χώρος μέσα στον οποίο βρίσκονται και λειτουργούν οι κύριες μηχανές, καθώς και οι υπόλοιπες βοηθητικές εγκαταστάσεις που είναι απαραίτητες για την πρόωση του πλοίου. Στα περισσότερα φορτηγά πλοία και δεξαμενόπλοια βρίσκεται κάτω από την μοναδική πρύμνια υπερκατασκευή. Επίσης, σε ξεχωριστό μικρό χώρο, που όμως επικοινωνεί με το μηχανοστάσιο, είναι εγκατεστημένος και ο μηχανισμός του πηδαλίου.

Για την επάνδρωση των θέσεων του μηχανοστασίου χρησιμοποιείται το προσωπικό μηχανής, δηλαδή μηχανικοί, θερμαστές, λιπαντές κ.ά. (Στεφανίδου, 2012)

Το προσωπικό μηχανής, κατά την διάρκεια του πλου ("εν πλω") εκτελεί τις ακόλουθες εργασίες σύμφωνα και με την Στεφανίδου (2012):

- Φυλακές μηχανής, δηλαδή βάρδιες (συνήθως τετραωρίες) σε κάθε μια των οποίων συμμετέχει ένας Αξιωματικός μηχανής (Β΄ ή Γ΄ Μηχανικός), ένας Δόκιμος Μηχανικός, ή υπαξιωματικός αρχιθερμαστής και ένας θερμαστής. Ο Αξιωματικός φυλακής κατά την κάθοδό του στο μηχανοστάσιο του πλοίου ενημερώνεται από τον προηγούμενο για την κατάσταση των μηχανών και βοηθητικών μηχανισμών του πλοίου και στη συνέχεια αναλαμβάνει υπηρεσία παρακολουθώντας την καλή λειτουργία των μηχανών και εκτελεί τις εντολές Γεφύρας που δίδονται είτε με τον τηλεγράφο είτε παρακολουθώντας την ομαλή εκτέλεση σε αυτοματοποιημένα πλοία όπου η κίνηση μηχανών γίνεται από την Γέφυρα όπου και καταγράφει όλες τις κινήσεις στο Ημερολόγιο μηχανής.
- Οι λοιποί της βάρδιας ασχολούνται με τη λίπανση των κυρίων και βοηθητικών μηχανών, με την περιοδική παρακολούθηση των οργάνων ενδείξεων και καταγραφής αυτών, θερμοκρασίας, κανονικής τροφοδοσίας καυσίμων κ.λπ. με τον καθαρισμό τους και ενημερώνουν αμέσως τον Αξιωματικό φυλακής για οποιαδήποτε ανωμαλία. Ειδικότερα στα πλοία που φέρουν μηχανές εσωτερικής καύσεως οι υποχρεώσεις αυτών είναι αυξημένες.

- Γενικές εργασίες μηχανής. Τέτοιες είναι η συντήρηση, η επισκευή, η αντικατάσταση φθαρμένων υλικών, οι επιδιορθώσεις, οι καθαρισμοί μηχανών και άλλων συναφών μηχανημάτων, η παρακολούθηση και επισκευή των δικτύων του πλοίου, μηχανημάτων καταστρώματος, μηχανισμού πηδαλιουχίας κ.ά. Κατά την παραμονή του πλοίου εντός λιμένα ή σε όρμο ή σε αγκυροβόλιο, το προσωπικό μηχανής ασχολείται, επίσης κατά βάρδιες, σε γενικές εργασίες μηχανής σύμφωνα με ωρολόγιο πρόγραμμα εργασίας και μεριμνούν για την ασφάλεια των μηχανών.



**Εικόνα 3: Μηχανοστάσιο πλοίου**

## **2.3 Λεβητοστάσιο**

Το λεβητοστάσιο είναι ο χώρος μέσα στον οποίο είναι εγκατεστημένοι οι λέβητες του πλοίου, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ατμού. Ο ατμός είναι απαραίτητος για διάφορες χρήσεις του πλοίου, η κυριότερη από τις οποίες είναι η παραγωγή των αμοστροβίλων που κινούν την κύρια μηχανή, όταν αυτή λειτουργεί με αυτόν τον τρόπο.

Όταν το πλοίο κινείται με μηχανή εσωτερικής καύσης (καίει δηλαδή απευθείας πετρέλαιο) τότε χρειάζεται τον ατμό μόνο για δευτερεύουσες χρήσεις, όπως ζέσταμα του καύσιμου πετρελαίου. Επομένως, σε αυτήν την περίπτωση, υπάρχει ένας λέβητας για την παραγωγή του απαιτούμενου ατμού, ο οποίος είναι συνήθως εγκατεστημένος σε κάποιο σημείο του μηχανοστασίου. Όταν το πλοίο κινείται με τουρμπίνες, χρησιμοποιώντας αμοστροβίλους, τότε χρειάζεται πολύ

περισσότερο ατμό, γι' αυτό και διαθέτει περισσότερους από έναν λέβητες, οι οποίοι βρίσκονται σε ξεχωριστό χώρο, το λεβητοστάσιο. Το λεβητοστάσιο επικοινωνεί άμεσα με το μηχανοστάσιο και λειτουργικά εντάσσεται στον ευρύτερο χώρο του μηχανοστασίου. (Στεφανίδου,2012)

## 2.4 Χώροι διεύθυνσης του πλοίου

Οι χώροι ναυσιπλοΐας είναι οι χώροι που χρησιμεύουν για τη ναυσιπλοΐα και τους χειρισμούς του πλοίου. Γι' αυτό το σκοπό, μέσα στους χώρους αυτούς είναι εγκατεστημένα τα μέσα και τα όργανα ναυσιπλοΐας και επικοινωνίας, καθώς και τα χειριστήρια της μηχανής και το πηδάλιο.

Οι χώροι αυτοί περιλαμβάνουν τη Γέφυρα (navigation bridge), το Γραφείο χαρτών(Chart room) και το Γραφείο Επικοινωνιών (Communication office).



Εικόνα 4: Πανοραμική άποψη από την γέφυρα του πλοίου

Οι χώροι ναυσιπλοΐας βρίσκονται στο ψηλότερο επίπεδο της κύριας υπερκατασκευής του πλοίου, καθώς είναι πολύ σημαντικό οι άνθρωποι που εκτελούν βάρδια σε αυτούς να έχουν όσο το δυνατόν τη μεγαλύτερη δυνατή ορατότητα του ευρύτερου χώρου μέσα στον οποίο κινείται το πλοίο.

## **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> – Ηλεκτρονικά συστήματα τηλεμετρίας στα πλοία**

### **3.1 Συστήματα Τηλεμετρίας**

Σε ένα πλοίο το οποίο απαιτεί την σύνθεση πολλών διαφορετικών συστημάτων συναντάμε ολοκληρωμένα συστήματα τηλεμετρίας τα οποία επιτρέπουν την συλλογή και καταγραφή των δεδομένων από απόσταση. Στο σύστημα προώσης ενός πλοίου συναντάμε ένα τέτοιο ολοκληρωμένο σύστημα τηλεμετρίας καθώς επίσης και στα υπόλοιπα συστήματα ενός πλοίου τα οποία είναι τα ακόλουθα σύμφωνα με τον Λύκο(2007):

- Συστήματα Πρόωσης: αφορούν την παραγωγή μηχανικής ισχύος και τη μεταφορά / μετατροπή αυτής για την κίνηση του πλοίου
- Συστήματα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ισχύος
- Βοηθητικά Μηχανήματα: αφορούν την εξυπηρέτηση βοηθητικών συστημάτων λειτουργίας (όπως είναι τα πηδάλια)
- Συστήματα Ελέγχου Βλαβών: στοχεύουν στην ανίχνευση και αντιμετώπιση διαφόρων βλαβών (όπως είναι η πυρκαγιά ή η διαρροή)

### **3.2 Αυτόματο σύστημα ελέγχου κύριων μηχανών πρόωσης**

Για την λειτουργία της κύριας μηχανής απαιτείται η ρύθμιση, ο έλεγχος και τελικός η απεικόνιση των λειτουργικών παραμέτρων της μηχανής. Οι λειτουργικές αυτές παράμετροι είναι οι ακόλουθοι σύμφωνα με τον Βούσουρα (2010):

- Θερμοκρασίες ρευστών (ελαίου, γλυκού ύδατος, θαλάσσιου ύδατος, καυσίμου, αέρος, καυσαερίων)

- Πιέσεις ρευστών (ελαίου, γλυκού ύδατος, θαλάσσιου ύδατος, καυσίμου, αέρος)
- Στροφές μηχανής, υπερσυμπιεστών αέρος
- Παροχή καυσίμου
- Στάθμη δεξαμενής διαρροών καυσίμου και δοχείου διαστολής νερού ψύξης
- Θέση επιστομίων, βαλβίδων σε δίκτυα αέρος, νερού, ελαίου, πετρελαίου και οχετών αέρος καύσεως, καυσαερίων .

Το αυτόματο ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου που διαθέτουν όλες οι σύγχρονες μηχανές διασφαλίζει τον συνεχή έλεγχο της σωστής λειτουργίας της κύριας μηχανής του πλοίου.

Οι λειτουργίες του αυτόματου συστήματος ελέγχου μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες σύμφωνα και με την Στεφανίδου (2012):

- Ρύθμιση των παραμέτρων της μηχανής με κατάλληλα σήματα που επενεργούν σε διατάξεις της που καθορίζουν τις στροφές λειτουργίας, την παροχή αέρος και τη θερμοκρασία λειτουργίας.
- Οπτικοποίηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών της μηχανής καθώς και παρουσίαση γεγονότων που συμβαίνουν κατά την λειτουργία της (για παράδειγμα αναφορές βλάβης αισθητήρων
- Έλεγχος μηχανής προκειμένου να εκτελούνται αυτόματα συγκεκριμένες διαδικασίες κατά την εκκίνηση και λειτουργία.

Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται οι ασφαλιστικές διατάξεις όπου καθορίζονται σταθερά ή κυμαινόμενα όρια τιμών για τα φυσικά μεγέθη που μετρούνται από τους αισθητήρες και προβλέπονται απλές εκδόσεις μηνυμάτων βλάβης ή και αυτόματες διαδικασίες μεταβολής της λειτουργικής κατάστασης της μηχανής για προστασία του προσωπικού και υλικού από ενδεχομένη βλάβη .

### **3.3 Σημεία ελέγχου των συστημάτων**

Ο έλεγχος των ηλεκτρονικών συστημάτων που ελέγχουν τις λειτουργίες της πρόωσης του πλοίου αλλά και γενικότερα την λειτουργία του πλοίου μπορεί να



πραγματοποιηθεί από 2 σημεία πάνω στο πλοίο. Από την γέφυρα του πλοίου αλλά και από το κέντρο ελέγχου. Από αυτά τα 2 σημεία ο χειριστής μπορεί να ελέγχει και να χειρίζεται όλα τα μηχανήματα που είναι διασυνδεδεμένα πάνω στο σύστημα ελέγχου του πλοίου. Ο έλεγχος πραγματοποιείται από έναν υπολογιστή ο οποίος διαθέτει και ηχητικά σήματα προκειμένου να ενημερώσει τον χειριστή εάν κάτι δεν λειτουργεί σωστά ενώ υπάρχει και ο πίνακας ελέγχου καθώς και τα χειριστήρια ελέγχου των μηχανών. Επιπροσθέτως υπάρχει και ένας φορητός υπολογιστής που διαθέτει το λογισμικό και μπορεί να λειτουργήσει ως φορητός σταθμός εργασίας.

Αυτό μπορεί να διασυνδεθεί στο δίκτυο από λήψεις σε κατάλληλα επιλεγμένα ζωτικά σημεία του πλοίου προκειμένου να λειτουργήσει επικουρικά ή σε κατάσταση ανάγκης όπου δεν μπορούν να επανδρωθούν οι σταθερές θέσεις εργασίας.

Βασική αρχή είναι ότι δεν μπορούν δυο χρήστες να διαθέτουν ταυτόχρονα τον έλεγχο σε ίδια υποσυστήματα. Ο κάθε χρήστης μπορεί να επιτρέψει ή όχι στους υπόλοιπους χρήστες να ελέγξουν οποιοδήποτε σύστημα εφόσον διαθέτει ανώτερο βαθμό εξουσιοδότησης από αυτούς.

Στην μοναδική περίπτωση όπου υπάρχει μόνο ένας ενεργοποιημένος τότε αυτός αποκτά το συνολικό έλεγχο αυτόματα. (Στεφανάκη,2012)

### **3.4 Οπτική απεικόνιση των συστημάτων ελέγχου**

Στα σημεία ελέγχου των συστημάτων όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο υπάρχει το τελικό αποτέλεσμα της τηλεμετρίας και της τηλεδιαχείρισης όλων των συστημάτων του πλοίου. Η μέθοδος της απεικόνισης όλων των παραμέτρων από την λειτουργία του συστήματος (user interface) είναι ένας πολύ καθοριστικός παράγοντας προκειμένου το σύστημα να είναι εύχρηστο στο προσωπικό που το χειρίζεται. Η κατάσταση του συστήματος απεικονίζεται με μια δενδροειδής κατανομή των σελίδων.

Αρχικά έχουμε τη σελίδα εισόδου από την οποία ο χειριστής ονομαστικά συνδέεται με το σύστημα και ακολουθεί η σελίδα

του κυρίως μενού. Στο κυρίως μενού παρουσιάζεται το σύνολο των σελίδων που υπάρχουν διαχωρισμένες σε τέσσερα τμήματα ανάλογα με το είδος του συστήματος που εξυπηρετούν ως ακολούθως:

1. Πρόωση
  - Κύριες Μηχανές
  - Μειωτήρες
  - Αξονικό
  
2. Παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ισχύος
  - Ηλεκτρομηχανές
  - Γεννήτριες
  - Πίνακες διανομής
  
3. Βοηθητικά μηχανήματα
  - Αεροσυμπιεστές
  - Κλιματισμός
  - Αερισμός
  - Δεξαμενές
  - Αντλίες μετάγγισης
  - Πηδάλια
  - Σταθμίστηκες
  - Βιολογικός
  
4. Έλεγχος βλαβών
  - Κατάσταση κυτών
  - Πυρανίχνευση
  - αντλίες πυρκαγιάς
  - κατάσταση θυρών/ ανοιγμάτων

Στην παρακάτω εικόνα 5 φαίνεται η εικόνα που έχει ο χρήστης στην οθόνη του για τα κύρια μηχανήματα του συστήματος πρόωσης.



Εικόνα 5: Απεικόνιση της κυρίας σελίδας για την ομάδα μηχανημάτων της πρόωσης

Όλα τα παραπάνω αναφέρονται έτσι ώστε να υπάρξει η σύνδεση με το λογισμικό προσομοίωσης που θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο και στα συστήματα που προσομοιάζει το λογισμικό ERS-4000.

## Κεφάλαιο 4ο – Λογισμικό προσομοίωσης μηχανοστασίου πλοίου

### 4.1 Εισαγωγή

Οι προσομοιωτές είναι ένα από τα βασικότερα εργαλεία νέας τεχνολογίας στην ναυτική εκπαίδευση και προσθέτουν ιδιαίτερη αξία στην θεωρητική κατάρτιση των μηχανικών ενός πλοίου. Τα τελευταία χρόνια η χρήση των προσομοιωτών έχει αποδειχθεί ως μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος κατάρτισης και εκπαίδευσης των μηχανικών καθώς σε έναν προσομοιωτή οι κρίσεις – αποφάσεις δεν θέτουν σε κίνδυνο το πλοίο, το περιβάλλον και την ανθρώπινη ζωή. Ένας προσομοιωτής μπορεί, σε ορισμένες καταστάσεις, να συμπίσει σε μερικές εβδομάδες τα έτη εμπειρίας και να δώσει την ικανότητα στον μηχανικό να χειριστεί αυτές τις καταστάσεις καθώς και τη γνώση των, τυπικών για ένα πραγματικό μηχανοστάσιο, δυναμικών και διαδραστικών διαδικασιών.

Η εκπαίδευση και κατάρτιση σε προσομοιωτές μηχανοστασίων μπορεί να μειώσει τα ατυχήματα που οφείλονται σε ανθρώπινα λάθη, στα πλοία, να βελτιώσει την αποδοτικότητα και να δώσει στους μηχανικούς εμπειρία και αυτοπεποίθηση στην εργασία.

Ο καλύτερος τρόπος να αποκτηθεί η πρακτική εμπειρία είναι η πραγματική ζωή σε ένα πραγματικό μηχανοστάσιο. Σήμερα, όμως οι απαιτήσεις αποδοτικότητας δεν επιτρέπουν αυτό το είδος της εν πλω εκπαίδευσης και ως εκ τούτου κρίνεται απαραίτητη η κατάρτιση σε έναν προσομοιωτή. Η λήψη αποφάσεων σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης, όπου οι αποφάσεις και τα αποτελέσματά τους ελέγχονται, ανοίγει μια μοναδική δυνατότητα να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις των αποφάσεων. Οι ευκαιρίες να πειραματιστεί κανείς σε συγκεκριμένα προβλήματα και να αποκτηθούν απαντήσεις σε ερωτήσεις όπως: «τι συμβαίνει εάν...;» χωρίς καταστροφή των συστατικών και την κατάληξη σε υψηλές δαπάνες είναι μοναδικές. (Ακαδημίες Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας,2013)

## 4.2 Προσομοίωση και προσομοιωτές

Σύμφωνα με τους Rohen και Eliahou (1999) προσομοίωση είναι η μελέτη ενός συστήματος και εξοικείωσης με τα χαρακτηριστικά του με την βοήθεια ενός άλλου συστήματος που στην συντριπτική πλειοψηφία είναι κάποιος ηλεκτρονικός υπολογιστής. Το λογισμικό προσομοίωσης δημιουργεί ένα εικονικό περιβάλλον και οι προσομοιώσεις προσφέρουν μια ακριβή αναπαράσταση των φαινομένων που μελετώνται ενώ μειώνουν το κόστος και τους κινδύνους που θα υπήρχαν εάν αυτή η αναπαράσταση πραγματοποιούνταν σε πραγματικές συνθήκες. Επιπροσθέτως με την προσομοίωση παρέχεται το πλεονέκτημα να μπορούν να μελετηθούν ακραία ή σπάνια φαινόμενα τα οποία δεν είναι εύκολο να συμβούν μέσω των ορισμών των κατάλληλων παραμέτρων.

Οι προσομοιωτές μηχανοστασίου (engine room simulators) χρησιμοποιούνται σήμερα από ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών οργανισμών όπως είναι τα πανεπιστήμια, τις ναυτιλιακές εταιρίες αλλά και τους στρατιωτικούς οργανισμούς. Αυτό σημαίνει πως οι προσομοιωτές μηχανοστασίου πρέπει να είναι ευέλικτοι έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες των χρηστών. Οι προσομοιωτές μηχανοστασίου (engine room simulators) πραγματοποιούν πολύ σημαντικές λειτουργίες που αφορούν τον βέλτιστο έλεγχο της μηχανής και την διαχείριση κρίσεων. Η εκπαίδευση στον προσομοιωτή μπορεί να μειώσει τα ατυχήματα, να βελτιώσει την αποδοτικότητα και θα δώσει στους μηχανικούς που θα εκπαιδευτούν πάνω σε αυτόν, σιγουριά και αυτοπεποίθηση στην εργασία τους.

Για να αποφευχθούν τα λάθη στην εκμάθηση είναι απαραίτητο η εκπαίδευση στον προσομοιωτή να ανταποκρίνεται σε ρεαλιστικά σενάρια και καταστάσεις που μπορεί να συμβούν στην πραγματικότητα. Η σύγχρονη τεχνολογία ναυτιλιακής προσομοίωσης παρέχει εντυπωσιακή ομοιότητα μεταξύ του προσομοιωτή μηχανοστασίου και των πραγματικών συστημάτων ελέγχου πλοίων, η οποία προσφέρει ένα νέο επίπεδο πραγματικότητας, καθώς οι μηχανικοί έχουν τη δυνατότητα να εκπαιδεύονται ακριβώς πάνω στον ίδιο εξοπλισμό τον οποίο θα βρουν και σε ένα πραγματικό πλοίο.

Σε σύγκριση με τη συμβατική εκπαίδευση, οι προσομοιωτές προσφέρουν μια πιο δομημένη μέθοδο για την ανάπτυξη υψηλών επιπέδων ικανότητας. Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, μπορεί κάποιος να απομονώσει και να παγώσει κάθε

υπομονάδα του συστήματος, έτσι ώστε να κατανοήσει και να αποκτήσει γνώσεις, να εκτελέσει βασικές λειτουργίες ξανά και ξανά και να δοκιμάσει και να αναπτύξει τη συμπεριφορά του, μέσω της εξάσκησης, έτσι ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει καταστάσεις που απαιτούν δύσκολες και σύνθετες αποφάσεις.

Μέσω της χρήσης προηγμένων συστημάτων αξιολόγησης, η εκπαίδευση σε προσομοιωτή μπορεί να βοηθήσει στην απομόνωση περιοχών που απαιτούν βελτίωση, καθώς και να επιτρέπει στον εκπαιδευτή να προσαρμόζει τις ασκήσεις σύμφωνα με την κρίση του. Με τον τρόπο αυτό, η εκπαίδευση και η εξάσκηση μπορεί να εστιάζει στις ανάγκες κάθε εκπαιδευόμενου ξεχωριστά. (Στεφανίδου, 2012)

### **4.3 Engine Room Simulator ERS-4000**

Η Transas είναι μια από τις κορυφαίες εταιρίες στην παγκόσμια αγορά που ασχολείται με την ανάπτυξη και παροχή μιας μεγάλης ποικιλίας λογισμικού, ολοκληρωμένων λύσεων και τεχνολογιών υλικού τόσο για την αεροναυπηγική όσο και τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Τα προϊόντα της περιλαμβάνουν εν πλω εφαρμογές καθώς επίσης και εφαρμογές ξηράς. ([www.transas.com](http://www.transas.com))

Ο Προσομοιωτής Μηχανοστασίου 4000 (ERS 4000), που αναπτύχθηκε από την Transas, είναι ένας ναυτιλιακός προσομοιωτής που προορίζεται για την εκπαίδευση, την κατάρτιση και αξιολόγηση του προσωπικού του μηχανοστασίου, συμπεριλαμβανομένων των αξιωματικών επιτήρησης και παρακολούθησης, και τους μηχανικούς.

Το λογισμικό ERS-4000 εκπληρώνει όλα τα προαπαιτούμενα του κώδικα STCW 95 σχετικά με την ναυτική εκπαίδευση και ανταποκρίνεται σε όλους τους εκπαιδευτικούς σκοπούς της εκπαίδευσης των μηχανικών και του προσωπικού των μηχανοστασίων.

Το υψηλό επίπεδο ρεαλισμού και φυσικής συμπεριφοράς του δημιουργεί ένα επαγγελματικό περιβάλλον για την εκπαίδευση των μηχανικών ως προς τα εξής :

- Εξοικείωση και εκπαίδευση
- Κανονική λειτουργία και παρακολούθηση/επίβλεψη
- Προηγμένη λειτουργία και αντιμετώπιση προβλημάτων

Οι τομείς στους οποίους βρίσκει εφαρμογή είναι οι παρακάτω:

- Εκπαίδευση
- Βασικές τεχνικές γνώσεις
- Εξοικείωση με τον εξοπλισμό μηχανοστασίου
- Διάταξη συστήματος και διαγράμματα ροής
- Συστήματα ελέγχου, αυτοματισμού, συναγερμού και ασφάλειας
- Οδηγίες λειτουργίας
- Διαδικασίες επίβλεψης/επιφυλακής
- Εξάσκηση
- Ενημέρωση του υπάρχοντος ναυτιλιακού προσωπικού
- Εκπαίδευση ειδικών από άλλες συναφείς ειδικότητες
- Μαθήματα ανανέωσης
- Αξιολόγηση ικανοτήτων
- Έκδοση πιστοποιητικών προσόντων
- Δίπλωμα επανεπικύρωσης
- Επίδειξη επαγγελματικής επάρκειας

Οι μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής του προσομοιωτή τον καθιστούν ιδανική λύση για ναυτιλιακές σχολές, κέντρα κατάρτισης, ναυτιλιακές εταιρείες και οργανισμούς.

Η εταιρία Transas έχει παράγει 2 ακόμα συστήματα εξομοίωσης του μηχανοστασίου του πλοίου:

- **ERS 4000 Solo - Σύστημα επιτραπέζιου υπολογιστή (Single-PC Desktop System)** το οποίο είναι κατάλληλο για αυτο-εκπαίδευση, εξοικείωση με τον εξοπλισμό και επιμόρφωση. Μπορεί να εκτελεστεί σε αυτόνομο υπολογιστή και περιλαμβάνει επεξεργαστή ασκήσεων και δημιουργία αναφορών.

- **ERS 4000 Network - PC-based Class Simulator** το οποίο είναι σχεδιασμένο για εξάσκηση ομάδων καθώς παρέχονται μέχρι και 12 διαδραστικοί σταθμοί εργασίας των εκπαιδευόμενων.

#### 4.4 Λειτουργίες λογισμικού Engine Room Simulator ERS-4000

Το λογισμικό Engine Room Simulator ERS-4000 Παρέχει «πραγματικές» κονσόλες μηχανοστασίου μαζί με το σταθμό εργασίας των εκπαιδευόμενων:

- Σχεδιασμένο για επαγγελματική πρακτική εξάσκηση σε προσομοιωτή, που περιλαμβάνει προηγμένη λειτουργία και αντιμετώπιση προβλημάτων.
- «Πραγματικές» κονσόλες προσομοίωσης με ενσωματωμένη παρακολούθηση λειτουργίας και πίνακες ελέγχου.
- Διαθέτει πίνακες χειρισμού του συστήματος προώσεως του πλοίου με βοηθητικά συστήματα και κινούμενα μέρη καθώς επίσης και του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας του πλοίου.
- Πλήρης αλληλεπίδραση μεταξύ του λογισμικού προσομοίωσης και του υλικού.
- Είναι δυνατός οποιοσδήποτε συνδυασμός των σταθμών εργασίας ERS 4000 Network και Full-mission.



Εικόνα 6: Σύστημα προσομοίωσης μηχανών full mission





Εικόνα 7: Πλοίο προσομοίωσης στο λογισμικό ERS-4000

Το πλοίο το οποίο χρησιμοποιείται στην προσομοίωση είναι ένα πλοίο Ro-Ro χωρητικότητας 5000 dwt με μια τετράχρονη μηχανή πετρελαίου και διαβίβαση ενός ελεγχόμενου βήματος έλικα μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων (CPP). Κάποια χαρακτηριστικά στοιχεία του μοντέλου προσομοίωσης είναι: (ERS-4000,manual trainee,2005)

Μήκος 124,09 μέτρα

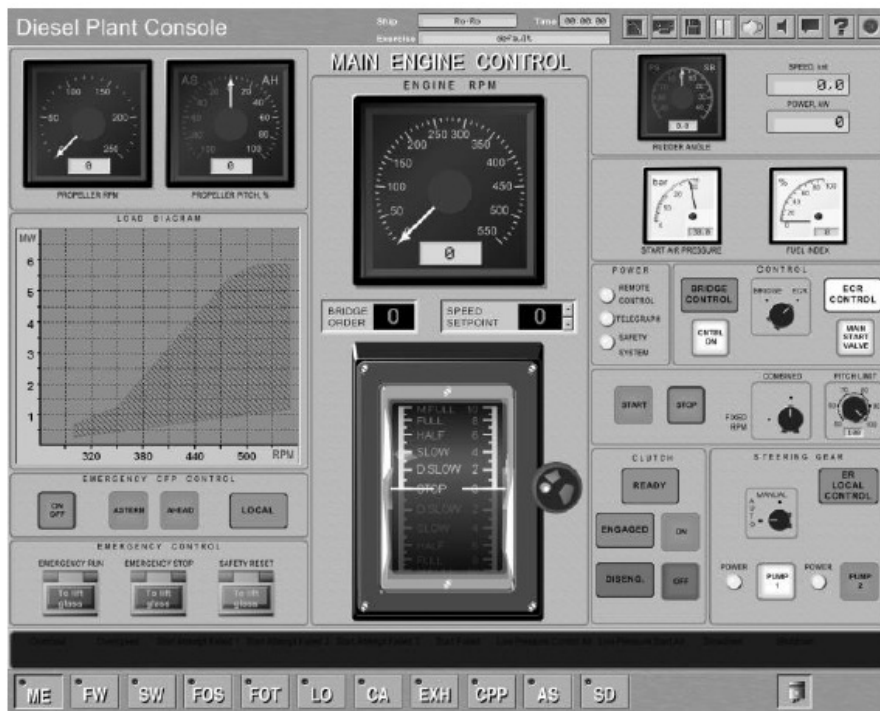
Πλάτος 19,20

Ταχύτητα 16,6 κόμβοι

Τα συστήματα προσομοίωσης περιλαμβάνουν:

- Συστήματα που παρέχουν τη λειτουργία του συγκροτήματος πρόωσης
- Ενοποιημένα διάγραμμα που μιμούνται τα συστήματα με κινούμενα μέρη και τις μονάδες με παραμετροποιημένη λειτουργικότητα.

Ο ERS 4000 ενσωματώνει έναν ενημερωμένο προσομοιωμένο σύστημα συναγερμού του πλοίου με οπτικά και ακουστικά σήματα και αυτόματο καταγραφικό, καθώς και ένα ισχυρό σύστημα ασφαλείας με λειτουργίες επιβράδυνσης και κλεισίματος. Αυτά τα συστήματα είναι απαραίτητα για την εξάσκηση σε έκτακτες καταστάσεις και βλάβες του εξοπλισμού για όλους τους τύπους εξοπλισμού μηχανοστασίου.



Εικόνα 8: Κεντρικός Πίνακας Ελέγχου κύριας μηχανής

Η μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας του πλοίου που έχει ενσωματωθεί στον ERS-4000 περιλαμβάνει τον κύριο πίνακα διακοπών και πίνακες ελέγχου.

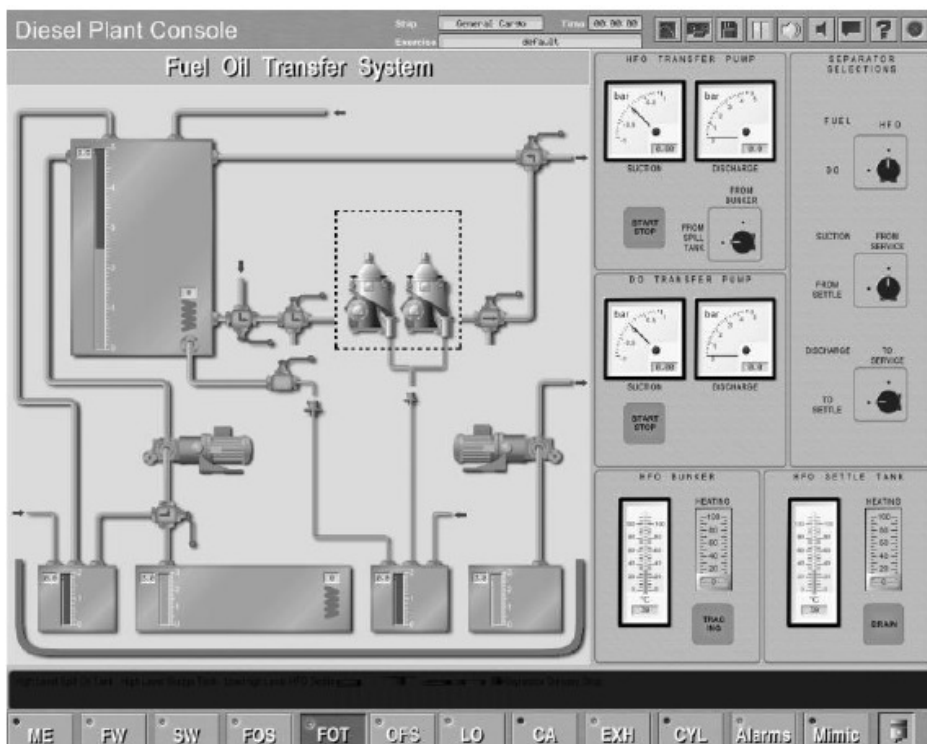
Τα συστήματα προσομοίωσης περιλαμβάνουν:

- Γεννήτριες Diesel
- Γεννήτρια άξονα
- Turbo Γεννήτριες
- Γεννήτρια έκτακτης ανάγκης
- Συστήματα μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας στο πλοίο
- Τμήματα του κύριου πίνακα διακοπών και του πίνακα διακοπών έκτακτης ανάγκης



Εικόνα 9: Ο κύριος πίνακας διακοπών του ERS-4000

Το σύστημα καυσίμων και μεταφοράς καυσίμων στην κεντρική δεξαμενή του πλοίου προσομοιάζεται επίσης καθώς και όλες οι λειτουργίες του. Ο κύριος πίνακας του συστήματος καυσίμων φαίνεται στην εικόνα 10.

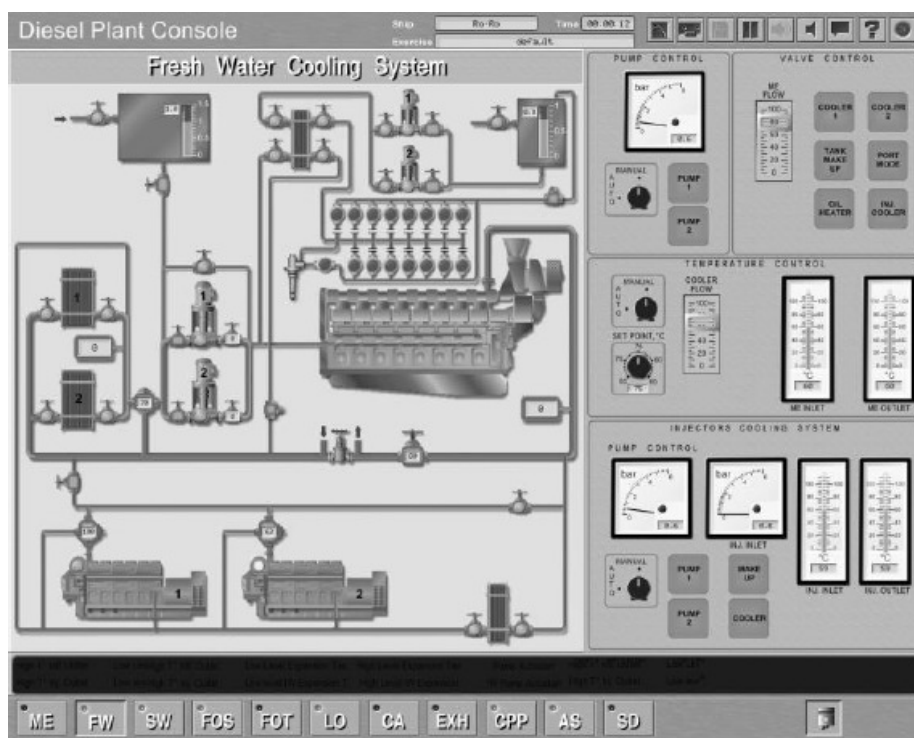


Εικόνα 10: Πίνακας του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμων στον προσομοιωτή ERS-4000

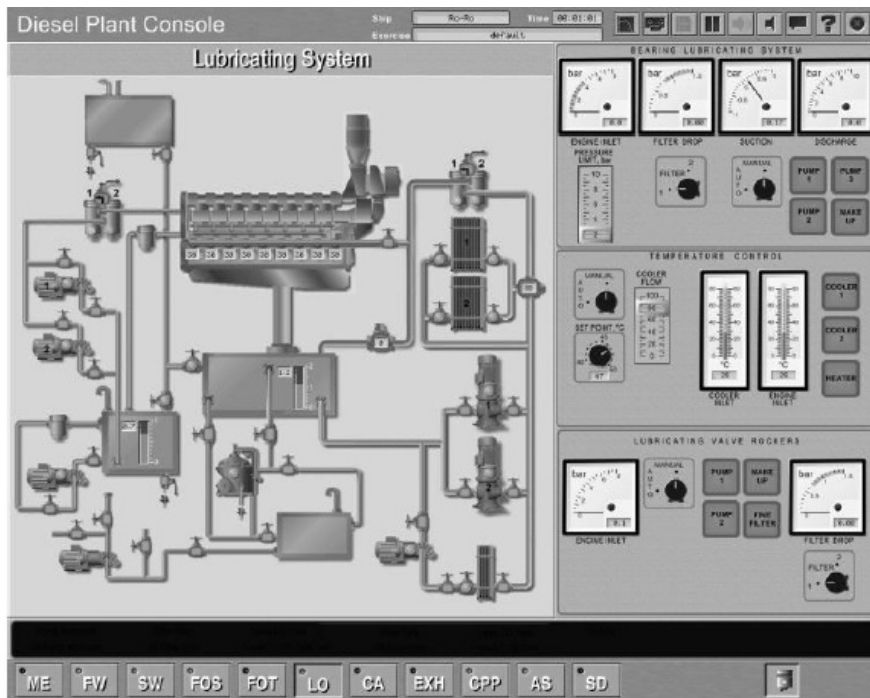
Γενικότερα στον προσομοιωτή έχουν αναπτυχθεί όλα τα συστήματα λειτουργίας των κύριων μηχανών του πλοίου και αυτά είναι:

- Συστήματα ψύξης της μηχανής
- Συστήματα μεταφοράς και τροφοδοσίας της κύριας μηχανής με καύσιμο
- Διαχωρισμός συστημάτων λαδιού και καυσίμου του πλοίου
- Συστήματα κυκλοφορίας ψύξης και λίπανσης της μηχανής και των κυλίνδρων της μηχανής
- Συστήματα απαγωγής καυσαερίων και συστήματα ελέγχου των υπερσυμπιεστών (turbocharger)
- Προσομοίωση ολόκληρου του μηχανοστασίου

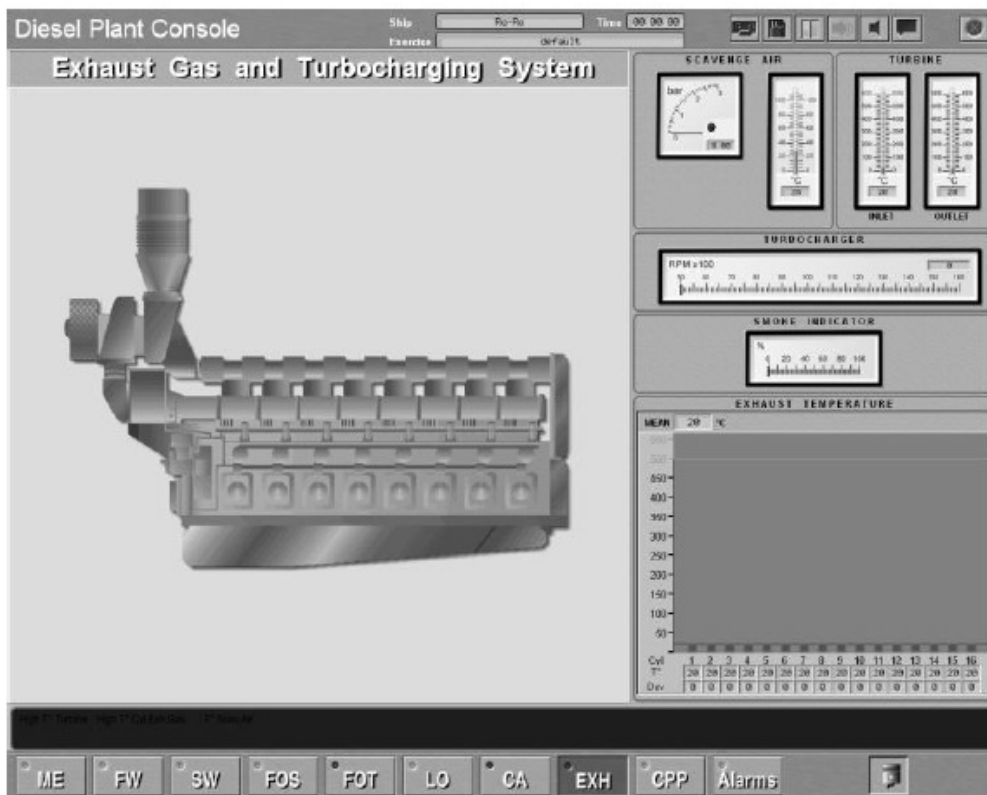
Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται οι πίνακες των παρακάτω συστημάτων όπως φαίνονται στο λογισμικό.



Εικόνα 11: Πίνακας ελέγχου του συστήματος ψύξης στον προσομοιωτή ERS-4000



Εικόνα 12: Πίνακας ελέγχου του συστήματος λίπανσης στον προσομοιωτή ERS-4000



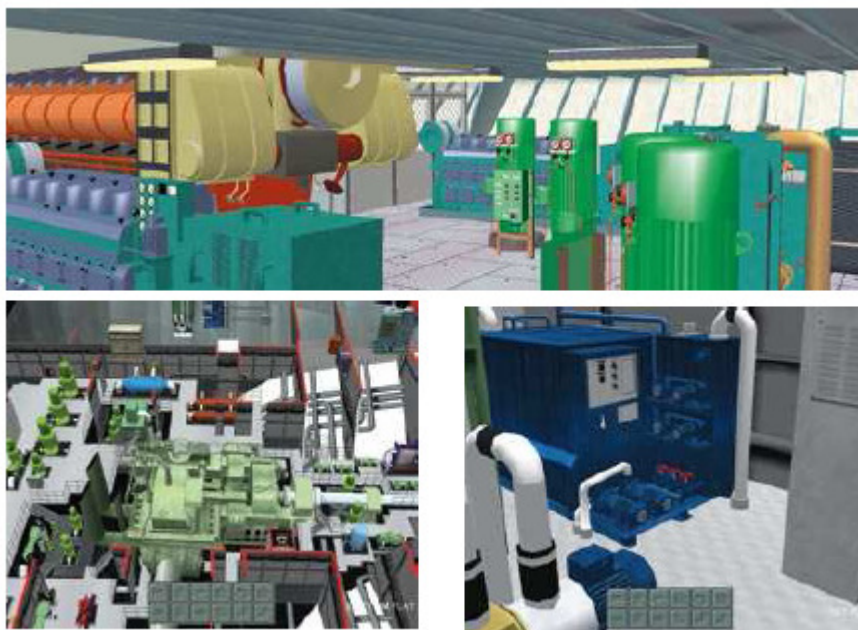
Εικόνα 13: Σύστημα απαγωγής καυσαερίων και ελέγχου των turbocharger στον προσομοιωτή ERS-4000

## 4.5 Προσομοίωση του μηχανοστασίου

Το τρισδιάστατο μηχανοστάσιο είναι μια πρωτοποριακή μονάδα που περιλαμβάνεται στον προσομοιωτή ERS-4000 και παρέχει στους χρήστες:

- Τρισδιάστατη εικονική πραγματικότητα του χώρου του μηχανοστασίου για εξοικείωση
- Κανονική και προηγμένη λειτουργία, συμπεριλαμβανομένης της αντιμετώπισης προβλημάτων
- Σύστημα που μιμείται διαγράμματα και μέρη της περιοχής ελέγχου
- Εξοικείωση με τους ήχους του μηχανοστασίου

Στην εικόνα 14 φαίνεται ένα τρισδιάστατο μηχανοστάσιο όπως φαίνεται από το λογισμικό ERS-4000.



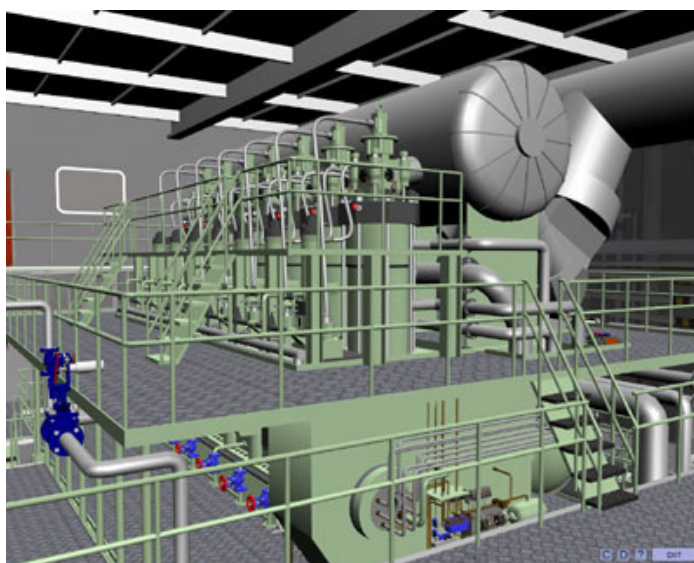
Εικόνα 14: Μηχανοστάσιο 3D στον προσομοιωτή ERS-4000

Για την προσομοίωση του εσωτερικού του πλοίου με μεγαλύτερο ρεαλισμό, και κατά συνέπεια την περαιτέρω βελτίωση της αποδοτικότητας της εκπαίδευσης, ο ERS 4000 μπορεί να εξοπλιστεί με πλήρους μεγέθους κονσόλες ελέγχου που

περιλαμβάνουν ενσωματωμένα πάνελ παρακολούθησης λειτουργίας και ελέγχου, καθώς επίσης και υπολογιστές.

Οι κονσόλες υλικού μπορούν να προσομοιώσουν:

- Ένα ολοκληρωμένο δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου
- Κύριο πίνακα διακοπών και πίνακα διακοπών έκτακτης ανάγκης του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας του πλοίου
- Μέρη τοπικού ελέγχου μηχανοστασίου
- Παρακολούθηση λειτουργίας και πίνακες ελέγχου που εξασφαλίζουν την εποπτεία και τον έλεγχο της πλειοψηφίας των συστημάτων προσομοίωσης
- Πίνακα ελέγχου συναγερμού
- Ήχους και θορύβους από όλες τις κύριες συσκευές του μηχανοστασίου, καθώς και ηχητικά σήματα του συναγερμού
- Μονάδα ηχητικού και οπτικού συναγερμού. Ο ERS 4000 μεταδίδει το πλήρες σύνολο των σημάτων συναγερμού σε αυτή τη νέα συσκευή



**Εικόνα 15: Η κύρια μηχανή του πλοίου σε 3D στον προσομοιωτή ERS-4000**

Η συνδυασμένη εκπαίδευση των μηχανικών και των αξιωματικών καταστρώματος σε μία ενιαία άσκηση έχει ως αποτέλεσμα:



- Κατάρτιση αποτελεσματικής και καλά συντονισμένης συνεργασίας μεταξύ του πληρώματος του μηχανοστασίου και της γέφυρας, όπως επιβάλλεται να συμβεί σε πραγματικές συνθήκες
- Κατανόηση της πολυπλοκότητας του συνολικού εξοπλισμού του σκάφους και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διαφόρων τμημάτων
- Εκπαίδευση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης
- Αναγκαιότητα εξοικείωσης με τον προηγμένο εξοπλισμό, λόγω του αυξημένου επιπέδου αυτοματισμού των πλοίων



**Εικόνα 16: Εκπαίδευση μηχανικού στο μηχανοστάσιο και στην γέφυρα του πλοίου στον προσομοιωτή ERS-4000**



## Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την πρόωση του πλοίου και τα συστήματα του μηχανοστασίου που ελέγχουν αυτή. Παράλληλα παρουσιάστηκε ένας προσομοιωτής μηχανοστασίου και αναφερθήκαν όλα τα συστήματα που μπορεί να προσομοιάσει το λογισμικό ERS-4000 σε ένα μηχανοστάσιο πλοίου τύπου Ro-Ro.

Η ανάγκη για εκσυγχρονισμό της ναυτικής εκπαίδευσης με την καθιέρωση των ναυτιλιακών προσομοιωτών μηχανοστασίου είναι μεγάλη καθώς αυτοί παρέχουν μια ακριβή αναπαράσταση των φαινομένων που μελετώνται, συμβάλουν μεταξύ άλλων στην εκπαίδευση επαγγελματιών για το βέλτιστο έλεγχο της μηχανής, τη διαχείριση κρίσεων και ανώμαλων καταστάσεων, ενώ παράλληλα βελτιώνουν την αποδοτικότητα, εξοικονομούν χρόνο και μειώνουν το κόστος. Επίσης, παρέχουν τη δυνατότητα μελέτης ακραίων ή σπάνιων περιπτώσεων. Ακόμη, περιγράφηκαν συγκεκριμένα προϊόντα προσομοίωσης τα οποία διακρίνονται σε 2 κατηγορίες:

- προσομοιωτές επιτραπέζιου υπολογιστή, που τρέχουν αυτόνομα
- προσομοιωτές full mission, που περιλαμβάνουν πλήρες πακέτο με κονσόλες μηχανοστασίου μαζί με το σταθμό εργασίας των εκπαιδευόμενων

Όλοι οι προσομοιωτές παρέχουν και το λογισμικό του εκπαιδευτή και προσαρμόζονται ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών/οργανισμών.

Οι προσομοιωτές μηχανοστασίου είναι λοιπόν αρκετά χρήσιμοι στα πλαίσια της ναυτικής εκπαίδευσης καθώς μπορούν να προσομοιάσουν αληθινές καταστάσεις και συνθήκες. Ασφαλώς δεν θα πρέπει να παραγνωριστεί πως η καλύτερη εκπαίδευση γίνεται πάνω σε πραγματικές και αληθινές συνθήκες πάνω στο πλοίο αλλά επειδή αυτό δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί για όλους τους σπουδαστές των ναυτικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, η χρήση των προσομοιωτών μηχανοστασίου είναι μια οικονομική και αποδοτική μέθοδος εκπαίδευσης των αυριανών μηχανικών.

## Βιβλιογραφία

- 1) Παρδάλη Α., *Η Λιμενική Βιομηχανία*, Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, 2001
- 2) Στεφανίδου Α, *Λογισμικό Μηχανών Πλοίων και Λογισμικό προσομοίωσης*, Ηράκλειο, 2012
- 3) Βουσούρας Ε, *Μηχανές Εσωτερικής Καύσης*, Αθήνα, 2010
- 4) Λύκος Χ., *Συστήματα Τηλεμετρίας Πλοίων*, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2007
- 5) Κυρτάτος Ν, *Εγκαταστάσεις πρόωσης, Σημειώσεις Εργαστηρίου Ναυτικής Μηχανολογίας*, κεφάλαιο 3, ΕΜΠ,2010
- 6) Μπαρνασιά Δ, *Ο ρόλος του λιμανιού του Πειραιά ως διαμετακομιστικό κέντρο αυτοκινήτων και εμπορευματοκιβωτίων στη σύγχρονη Γεωγραφία των Μεταφορών*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2012
- 7) Ronen M., Eliahu M., *Simulation as a home learning environment-students' views*, Journal of Computer Assisted Learning, 1999
- 8) Engine Room Simulator (ERS- 4000)- Vessel Model Ro-Ro, Transas, 2012
- 9) <https://sites.google.com/site/aenmak/>

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	3
Abstract .....	4
Πρόλογος .....	5
Κεφάλαιο 1ο – Τα πλοία Ro-Ro .....	7
1.1 Ιστορική αναδρομή των πλοίων Ro-Ro .....	7
1.2 Περιγραφή των πλοίων Ro-Ro.....	9
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> – Χώροι μηχανών και διεύθυνσης του πλοίου.....	11
2.1 Πρόωση του πλοίου .....	11
2.2 Το μηχανοστάσιο .....	12
2.3 Λεβητοστάσιο .....	13
2.4 Χώροι διεύθυνσης του πλοίου .....	14
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> – Ηλεκτρονικά συστήματα τηλεμετρίας στα πλοία .....	15
3.1 Συστήματα Τηλεμετρίας .....	15
3.2 Αυτόματο σύστημα ελέγχου κύριων μηχανών πρόωσης.....	15
3.3 Σημεία ελέγχου των συστημάτων .....	16
3.4 Οπτική απεικόνιση των συστημάτων ελέγχου.....	17
Κεφάλαιο 4ο – Λογισμικό προσομοίωσης μηχανοστασίου πλοίου.....	20
4.1 Εισαγωγή .....	20
4.2 Προσομοίωση και προσομοιωτές .....	21
4.3 Engine Room Simulator ERS-4000 .....	22
4.4 Λειτουργίες λογισμικού Engine Room Simulator ERS-4000 .....	24
4.5 Προσομοίωση του μηχανοστασίου.....	30
Συμπεράσματα .....	33
Βιβλιογραφία .....	34
Περιεχόμενα.....	35

Ευρετήριο Εικόνων.....	36
------------------------	----

## Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Πλοίο Ro-Ro .....	10
Εικόνα 2: Σύστημα πρόωσης ενός πλοίου .....	11
Εικόνα 3: Μηχανοστάσιο πλοίου.....	13
Εικόνα 4: Πανοραμική άποψη από την γέφυρα του πλοίου .....	14
Εικόνα 5: Απεικόνιση της κυρίας σελίδας για την ομάδα μηχανημάτων της πρόωσης .....	19
Εικόνα 6: Σύστημα προσομοίωσης μηχανών full mission .....	24
Εικόνα 7: Πλοίο προσομοίωσης στο λογισμικό ERS-4000.....	25
Εικόνα 8: Κεντρικός Πίνακας Ελέγχου κύριας μηχανής.....	26
Εικόνα 9: Ο κύριος πίνακας διακοπών του ERS-4000 .....	27
Εικόνα 10: Πίνακας του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμων στον προσομοιωτή ERS-4000.....	27
Εικόνα 11: Πίνακας ελέγχου του συστήματος ψύξης στον προσομοιωτή ERS-4000.	28
Εικόνα 12: Πίνακας ελέγχου του συστήματος λίπανσης στον προσομοιωτή ERS-4000 .....	29
Εικόνα 13: Σύστημα απαγωγής καυσαερίων και ελέγχου των turbocharger στον προσομοιωτή ERS-4000 .....	29
Εικόνα 14: Μηχανοστάσιο 3D στον προσομοιωτή ERS-4000.....	30
Εικόνα 15: Η κύρια μηχανή του πλοίου σε 3D στον προσομοιωτή ERS-4000.....	31
Εικόνα 16: Εκπαίδευση μηχανικού στο μηχανοστάσιο και στην γέφυρα του πλοίου στον προσομοιωτή ERS-4000.....	32