



Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Θέμα: «Λογισμικό Μηχανών Πλοίων
και Λογισμικό Προσομοίωσης»**

Αριάδνη Στεφανίδου Α.Μ. 2339

Επιβλέπων Καθηγητής: Παπαδάκης Νίκος

Ηράκλειο 2012

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή.....	3
	Πρόωση Πλοίου	3
	Χώροι Μηχανών, Πρόωσης και Διακυβέρνησης.....	4
	Μηχανοστάσιο (Engine Room)	4
2.	Κατηγορίες και Τύποι Πλοίων.....	8
	Διάκριση των πλοίων ανάλογα με τα μέσα πρόωσής τους και την καύσιμη ύλη που χρησιμοποιούν.....	8
3.	Συστήματα Πλοίων	10
	Εισαγωγή στα Συστήματα Τηλεμετρίας	10
	Κύριες Μηχανές Πρόωσης και Αυτόματο Σύστημα Ελέγχου[7].....	10
	Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου του Πλοίου σε Χαμηλότερο Επίπεδο[7].....	14
	Σταθμοί Εργασίας και Έλεγχος των Συστημάτων	16
	Περιβάλλον Οπτικής Απεικόνισης [7].....	17
4.	Λογισμικό Προσομοίωσης Μηχανής Πλοίου.....	22
	Εισαγωγή στην έννοια του λογισμικού προσομοίωσης	22
	Η ανάγκη των προσομοιωτών στο ναυτιλιακό τομέα	22
	Εταιρίες και προϊόντα.....	23
	Engine Room Simulator ERS 4000 – Transas [10]	23
	NEPTUNE Engine Room Simulator - Kongsberg Maritime.....	31
5.	Υποδομές Ακαδημαϊκών Ιδρυμάτων	35
	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο	36
	Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού (ΑΕΝ) Μακεδονίας	41
	Πανεπιστήμιο Αιγαίου.....	46
6.	Επίλογος	48
7.	Βιβλιογραφία.....	50

1. Εισαγωγή

Το Πλοίο (αρχαία ελληνική: η ναυς, της νηός, πληθ.: αι νήες) είναι μια ειδική κατασκευή (ναυπήγημα), σχεδιασμένη για να κινείται με ασφάλεια στο νερό. [II]

Πρόωση Πλοίου

Ο όρος *πρόωση πλοίου* γενικά αναφέρεται στην κίνηση του πλοίου. Επικράτησε όμως να αναφέρεται μόνο για τα μηχανοκίνητα πλοία, που είναι περισσότερη ελεγχόμενη, έναντι των άλλοτε ιστιοφόρων και κωπήλατων.

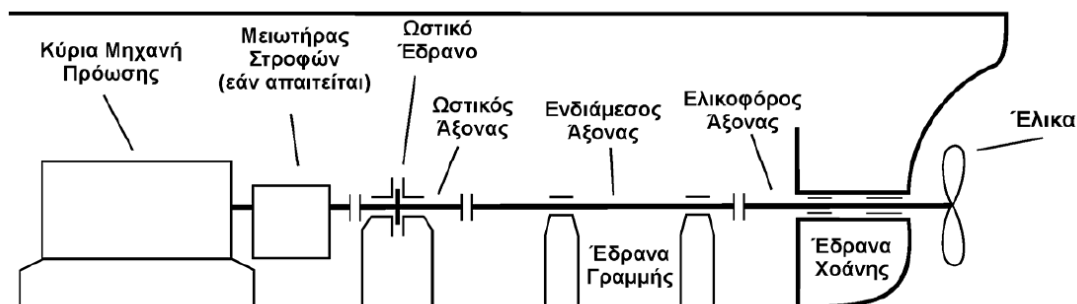
Η πρόωση των μηχανοκινήτων πλοίων ξεκίνησε αρχικά με τους πλευρικούς ή πρυμναίο τροχό που ονομάζονταν τροχήλατα. Με την επικράτηση όμως της έλικας πρόωση πλοίου ονομάζεται η κίνηση του πλοίου που επιτυγχάνεται με μία ή περισσότερες έλικες οι οποίες και φέρονται επί αξόνων. Οι άξονες περιστροφής των ελίκων συνδέονται με τις κύριες μηχανές που χρησιμοποιούν ατμό που παρέχεται από τους ατμολέβητες, οι οποίοι και λειτουργούν είτε με καύση, αρχικά, κάρβουνου και εξελικτικά με καύση πετρελαίου, στα λεγόμενα ατμόπλοια, είτε ακόμη και με πυρηνική ενέργεια, όπως στα σύγχρονα πυρηνοκίνητα.

Οι ναυτικοί ατμολέβητες που χρησιμοποιούνται για την πρόωση των πλοίων διακρίνονται σε φλογαυλωτούς και σε υδραυλωτούς. Οι κύριες μηχανές πρόωσης των πλοίων διακρίνονται και αυτές σε παλιδρομικές (μονής, διπλής, τριπλής και τετραπλής εκτόνωσης), σε ατμοστροβίλους κοινώς τουρμπίνες, σε ηλεκτροκινητήρες, σε μηχανές ντήζελ (diesel) και σε αεροστροβίλους (αεροτουρμπίνες). Οι χώροι που βρίσκονται οι κύριες μηχανές και οι ατμολέβητες ονομάζονται *μηχανοστάσια* και *λεβητοστάσια* αντίστοιχα.

Η πρόωση μικρότερων μηχανοκινήτων σκαφών γίνεται με πετρελαιομηχανές ή βενζινομηχανές χαρακτηριζόμενες ανάλογα εκ της θέσης τους σε εσωλέμβιες, εσω-εξωλέμβιες και εξωλέμβιες μηχανές.

Κοινά μέσα πρόωσης των πάσης φύσεως μηχανοκινήτων πλοίων και σκαφών είναι η έλικα και το πηδάλιο, με κάποιες εξαιρέσεις όπως τα αερόστρομνα, κοινώς "χόβερκραφτς". [I]

Στην Εικόνα 1 απεικονίζεται μία τυπική εγκατάσταση πρόωσης. [V]



Εικόνα 1: Τυπική Εγκατάσταση Πρόωσης

Χώροι Μηχανών, Πρόωσης και Διακυβέρνησης

Παρακάτω ακολουθούν κάποιοι βασικοί ορισμοί προκειμένου να κατανοήσουμε τα κυριότερα μέρη της διαρρύθμισης του πλοίου που σχετίζονται άμεσα με την λειτουργία και την πρόωση του πλοίου. [9]

Μηχανοστάσιο (Engine Room)

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. 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, θερμοαστές, λιπαντές κ.ά. Το προσωπικό μηχανής, κατά την διάρκεια του πλου ("εν πλω") εκτελεί τις ακόλουθες εργασίες [IV]:

- **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 θερμοαστής.

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.

Στην Εικόνα 2 απεικονίζεται το μηχανοστάσιο ενός πλοίου. [VI]



Εικόνα 2: Μηχανοστάσιο ενός πλοίου¹

Λεβητοστάσιο (Boiler Room)

Το *λεβητοστάσιο* είναι ο χώρος μέσα στον οποίο είναι εγκατεστημένοι οι λέβητες (καζάνια) 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 ατμοστροβίλων που κινούν την κύρια μηχανή, όταν αυτή λειτουργεί με αυτόν τον τρόπο.

¹ Η εικόνα αφορά το μηχανοστάσιο ενός φορτηγού πλοίου.

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 ατμοστροβίλους, 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.

Ηλεκτροστάσιο (Electric generating station)

Το *ηλεκτροστάσιο* είναι ο χώρος μέσα στον οποίο βρίσκονται οι ηλεκτρογεννήτριες του πλοίου, καθώς επίσης και οι πίνακες διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος. Στα περισσότερα πλοία το ηλεκτροστάσιο δεν βρίσκεται σε ξεχωριστό χώρο, αλλά οι εγκαταστάσεις του συγκεντρώνονται σε κάποιο συγκεκριμένο μέρος του μηχανοστασίου.

Αντλιοστάσιο (Pump room)

Το *αντλιοστάσιο* είναι ο χώρος μέσα στον οποίο είναι εγκατεστημένες κάποιες αντλίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε διάφορες λειτουργίες του πλοίου. Σήμερα, ο όρος αυτός αφορά κυρίως τα Δεξαμενόπλοια, και αναφέρεται στο χώρο μέσα στον οποίο βρίσκονται οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση (κυρίως την εκφόρτωση) του φορτίου.

Χώροι Ναυσιπλοΐας

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). 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.

2. Κατηγορίες και Τύποι Πλοίων

Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά τα είδη και οι τύποι των πλοίων, τα οποία ταξινομούνται με βάση το μέσο πρόωσης και την περιοχή στην οποία ταξιδεύουν. [9]

Διάκριση των πλοίων ανάλογα με τα μέσα πρόωσής τους και την καύσιμη ύλη που χρησιμοποιούν

Από την άποψη του μέσου με το οποίο εξασφαλίζεται η κίνηση του πλοίου πάνω στο νερό, το πλοίο μπορεί να είναι:

Μηχανοκίνητο

Το μηχανοκίνητο πλοίο κινείται με τη βοήθεια της έλικας, η οποία παίρνει την περιστροφική της κίνηση από κάποιο μηχανικό σύστημα. Πριν από την έλικα είχε επινοηθεί και χρησιμοποιηθεί ο τροχός, ο οποίος σήμερα έχει καταργηθεί. Ανάλογα με το είδος της μηχανής και με τον τρόπο που αυτή παράγει ενέργεια η οποία περιστρέφει την έλικα, τα μηχανοκίνητα πλοία κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

Ατμοκίνητο: Η μηχανή περιστρέφει την έλικα με ατμό, τον οποίο παράγει σε ειδικούς λέβητες και στη συνέχεια προωθεί προς τον άξονα περιστροφής της έλικας. Ονομάζεται και μηχανή «εξωτερικής καύσης».

Ντιζελοκίνητο: Η μηχανή είναι ένας πετρελαιοκινητήρας, είναι δηλαδή «εσωτερικής καύσης», και η λειτουργία της βασίζεται στην εκτονωτική ιδιότητα του πετρελαίου. Καθώς αυτή είναι η επικρατέστερη μηχανή από κάθε άποψη (περίπου 98% των εγκαταστάσεων), σε σχέση με τις υπόλοιπες, η παρούσα εργασία θα εστιάσει σε αυτόν τον τύπο μηχανοκίνητου πλοίου.

Στροβιλοκίνητο: Η μηχανή χρησιμοποιεί κατά βάση το πετρέλαιο ως καύσιμο και, ανάλογα με τον τύπο της, παράγει αμμοστρόβιλους ή αεριοστρόβιλους με τους οποίους περιστρέφει την έλικα. Χαρακτηριστικό αυτών των μηχανών είναι η σχετικά μεγάλη ταχύτητα σε σχέση με άλλες μηχανές ίδιας ιπποδύναμης, αλλά και η παράλληλη μεγάλη κατανάλωση καυσίμου.

Πυρηνοκίνητο: Η μηχανή λειτουργεί με πυρηνική ενέργεια.

Ιστιοφόρο

Το ιστιοφόρο πλοίο κινείται με την αιολική ενέργεια (δηλαδή με τον άνεμο), ο οποίος επιδρά πάνω σε ειδικά κατασκευασμένα και κατάλληλα τοποθετημένα στο πλοίο ιστία (πανιά), τα οποία «σπρώχνει» κι αυτά με τη σειρά τους παρασύρουν σε κίνηση

και το πλοίο. Το ιστίο χρησιμοποιήθηκε πολύ πριν από την εμφάνιση της πρώτης μηχανής, η οποία και το εκτόπισε.

Κωπήλατο

Το κουπί υπήρξε το πρώτο μέσο πρόωσης σκαφών πάνω στο νερό. Αντικαταστάθηκε όμως σύντομα από το ιστίο και αργότερα από τη μηχανή.

3. Συστήματα Πλοίων

Εισαγωγή στα Συστήματα Τηλεμετρίας

Η *Τηλεμετρία* είναι η επιστήμη που επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων εξ' αποστάσεως για καταγραφή και ανάλυση. [III] Σε ένα πλοίο συναντάμε συνήθως ολοκληρωμένα συστήματα τηλεμετρίας, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων και της σύνθεσης πολλών διαφορετικών συστημάτων. Η ανάπτυξη των συστημάτων τηλεμετρίας στοχεύει τόσο στη μείωση του ανθρώπινου δυναμικού που απαιτείται όσο και στην παροχή αυξημένης ποιότητας ασφάλειας (για το προσωπικό και το υλικό του πλοίου).

Η τηλεμετρία σήμερα, χάρη στην πρόοδο της τεχνολογίας και την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συστημάτων, βρίσκει εφαρμογή σε πολλά από τα υφιστάμενα συστήματα των πλοίων, όπως το σύστημα πρόωσης.

Τα συστήματα ενός πλοίου κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη λειτουργία τους και διακρίνουμε τις εξής ομάδες [8]:

- **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)

Κύριες Μηχανές Πρόωσης και Αυτόματο Σύστημα Ελέγχου[7]

Η αρχή λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης στηρίζεται στη συνεχή πραγματοποίηση κάποιου είδους θερμοδυναμικού κύκλου. Κατά τη διάρκεια αυτής της φυσικής μεταβολής καύσιμο αναμιγνύεται με αέρα και καίγεται παράγοντας θερμική ενέργεια όπου μέρος της μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Για να λειτουργήσει η μηχανή απαιτείται η απεικόνιση, η ρύθμιση και ο έλεγχος των λειτουργικών παραμέτρων. Οι λειτουργικοί παράμετροι της μηχανής διακρίνονται σε [6]:

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



Εικόνα 3: Κύρια Μηχανή Πλοίου

Όλες οι σύγχρονες μηχανές διαθέτουν και ένα **ηλεκτρονικό αυτόματο σύστημα ελέγχου**, το οποίο διασφαλίζει τον αδιάλειπτο έλεγχο της ορθής λειτουργίας της μηχανής. Πρόκειται για μία αυτόνομη κεντρική μονάδα ελέγχου της μηχανής που οι λειτουργίες της μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις εξής [5]:

- Οπτικοποίηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών της μηχανής καθώς και παρουσίαση γεγονότων που συμβαίνουν κατά την λειτουργία της (για παράδειγμα αναφορές βλάβης αισθητήρων ή τιμών φυσικών μεγεθών που βρίσκονται εκτός ορίων λειτουργίας).
- 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.

- 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 .

Ένα τέτοιο σύστημα ελέγχου απαιτεί για την υλοποίησή του την τοποθέτηση μιας σειράς **αισθητήρων** που θα μετατρέπουν τα φυσικά μεγέθη σε κατάλληλα ηλεκτρικά σήματα προκειμένου αυτά να είναι τα στοιχεία εισόδου. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται αφορούν τις παρακάτω ενέργειες [XIV]:

- Μέτρηση της πίεσης
- Μέτρηση των θερμοκρασιών
- Μέτρηση των στροφών με αισθητήρες μαγνητικών παλμών
- Μέτρηση θέσης κανόνα πετρελαίου (η παροχή καυσίμου ρυθμίζεται έμμεσα από τη διαδρομή ενεργού εμβολισμού των αντλιών πετρελαίου (κανόνας πετρελαίου), ενώ η ενεργός διαδρομή ρυθμίζεται, με τη σειρά της, μέσω ενός ηλεκτρικά ελεγχόμενου και υδραυλικά ενεργοποιούμενου μηχανικού συστήματος)
- Έλεγχος των θέσεων των βαλβίδων αέρος εισαγωγής μηχανής με χρήση μαγνητικών οριοδιακοπών (Proximity)
- Έλεγχος της ύπαρξης καυσίμου στον τελικό συλλέκτη (δεξαμενή) των διαρροών από τα δίκτυα υψηλής πίεσης πετρελαίου με μαγνητικούς αισθητήρες στάθμης

Το αυτόματο σύστημα ελέγχου συγκεντρώνει και αναλύει τα σήματα από τους παραπάνω αισθητήρες προκειμένου να εκτελέσει τις διαδικασίες που του έχουν ανατεθεί και να εκδώσει σήματα εντολών προς τα εξαρτήματα της μηχανής. Τα σήματα εξόδου του αυτόματου συστήματος είναι αναλογικά ή ψηφιακά και αφορούν τα παρακάτω εξαρτήματα [4]:

- Ρυθμιστική τρίοδος βαλβίδα στο δίκτυο νερού ψύξης του θερμού κυκλώματος (νερό που ψύχει τους κυλίνδρους και τις κυλινδροκεφαλές) που ελέγχεται από βηματικό κινητήρα προκειμένου να διατηρείται η θερμοκρασία του νερού σε σταθερή τιμή.
- Στον ηλεκτροϋδραυλικό ρυθμιστή ελέγχουμε την παροχή πετρελαίου προς τους κυλίνδρους μέσω διπλού πηνίου τροφοδοτούμενου από το αυτόματο σύστημα με συνεχές ρεύμα. Αναλόγως την τροφοδότηση ο πυρήνας του πηνίου μετατοπίζεται και επενεργεί στον μηχανισμό που ρυθμίζει την υδραυλική πίεση που απαιτείται για να κινήσει τον βραχίονα ρύθμισης εμβολισμού των αντλιών πετρελαίου.
- Τα κλαπέ απομόνωσης αέρος καύσης στον κεντρικό οχετό αέρος ενεργοποιούνται με πηνία. Οι πυρήνες των πηνίων είναι συνδεδεμένοι με τη μηχανική αγκίστρωση των βαλβίδων και με την τροφοδότηση τους με τάση τότε μετακινείται ο πυρήνας με αποτέλεσμα να ασφαρίζεται το κλαπέ και να κλείνει. Η χρήση τους προκαλεί βεβιασμένη διακοπή λειτουργίας στην μηχανή και αποτελεί προστασία ανάγκης για περίπτωση υπερτάχυνσης της μηχανής.
- Τα κλαπέ των υπερσυμπιεστών που απομονώνουν τα καυσαέρια και την αναρρόφηση αέρος κινούνται από πνευματικά έμβολα. Συνολικά στην μηχανή υπάρχουν τέσσερις διπλοί υπερσυμπιεστές (ζεύγος συμπιεστών χαμηλής και υψηλής πίεσης) που ενεργοποιούνται κατάλληλα αναλόγως των απαιτήσεων ισχύος. Ο αυτόματος έλεγχος της μηχανής επενεργεί σε κιβώτιο ηλεκτρικών βαλβίδων αέρος που με την σειρά τους απελευθερώνουν πίεση αέρος για να ενεργοποιούν τα αντίστοιχα κλαπε.
- Η ηλεκτρικά ελεγχόμενη βαλβίδα αέρος που χρησιμοποιείται για την εκκίνηση της μηχανής. Η βαλβίδα αποτελείται από ένα πηνίο στο οποίο όταν αναπτυχθεί κατάλληλη τάση μετατοπίζεται ο πυρήνας που με την σειρά του απελευθερώνει τον αέρα που είναι σε αναμονή και τον οδηγεί στο κύριο τμήμα της βαλβίδας που απελευθερώνει τον αέρα εκκίνησης.
- Έλεγχος ηλεκτροκίνητης αντλίας προλίπανσης από το σύστημα ελέγχου της μηχανής που απαιτείται κατά την διαδικασία εκκίνησης της μηχανής. Στην περίπτωση αυτή το κατάλληλο ηλεκτρικό σήμα ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο στον εκκινητή της αντλίας.

- Σύστημα απομόνωσης αντλιών πετρελαίου της δεξιάς πλευράς κυλίνδρων μηχανής προκειμένου να έχει χαμηλή εκπομπή ρύπων σε άφορτη λειτουργία. Αυτό ελέγχεται μέσω ηλεκτρικής βαλβίδας που οδηγεί την πίεση ελαίου για να αποσυμπλέξει τον κανόνα των πετρελαίων από τις αντλίες προκειμένου αυτές να διακόψουν την παροχή του καυσίμου προς τους κυλίνδρους της δεξιάς πλευράς. Η βαλβίδα αποτελείται από ένα πηνίο που όταν τροφοδοτηθεί με κατάλληλη τάση μετατοπίζει τον μηχανισμό που αποκαλύπτει τις διόδους παροχής.

Το αυτόματο σύστημα ελέγχου της μηχανής συλλέγει τα σήματα από τους αισθητήρες για να εκτελέσει τις λειτουργίες οπτικοποίησης, ελέγχου και ρύθμισης που του έχουν ανατεθεί. Το σύστημα αυτό συνήθως υλοποιείται από κιβώτια που εξυπηρετούν εξειδικευμένους σκοπούς προκειμένου να είναι διακριτοί οι ρόλοι κάθε μονάδας και να είναι ευκολότερη η τοποθέτηση του συστήματος πάνω στη μηχανή.

Τα σήματα των αισθητήρων της μηχανής συλλέγονται σε δυο κιβώτια διασύνδεσης όπου στο ένα γίνεται επεξεργασία σήματος ενώ στο δεύτερο γίνεται απλώς η ομαδοποίηση της διασύνδεσης. Τα σήματα ελέγχου εξέρχονται από την κεντρική μονάδα και εφόσον αφορούν τη μηχανή μέσω του κιβωτίου διασύνδεσης οδηγούνται σε αυτήν ενώ αν αφορούν εξωτερικά μηχανήματα (π.χ. αντλία προλίπανσης, μειωτήρα ή διασύνδεση με κεντρικό σύστημα πλοίου) οδηγούνται προς το κιβώτιο διασύνδεσης πελάτη.

Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου του Πλοίου σε Χαμηλότερο Επίπεδο[7]

Το **Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου (Machinery Centralized Control & Monitoring System)** παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου και παρακολούθησης των συστημάτων του πλοίου που είναι με αυτό διασυνδεδεμένα. Στην υλοποίηση διακρίνουμε τα παρακάτω επίπεδα:

1. Διασύνδεσης και ομαδοποίησης των σημάτων
2. Μεταφοράς και διαχείρισης των σημάτων
3. Επεξεργασίας και οπτικοποίησης των σημάτων

Η διασύνδεση πραγματοποιείται από σύνολο κιβωτίων εισόδου/εξόδου (I/O BOX) στα οποία γίνεται η διασύνδεση των επί μέρους συστημάτων. Τα I/O BOX μέσω ενός

βρόγχου οπτικών ινών, μεταφέρουν τις πληροφορίες από τους αισθητήρες προς τους κεντρικούς επεξεργαστές για ομαδοποίηση και επεξεργασία ή λαμβάνουν εντολές και εκδίδουν τα σήματα ελέγχου. Υπάρχει ομαδοποίηση των I/O Box ανάλογα των συστημάτων που υποστηρίζουν και κατά αντιστοιχία υλοποιούνται σε φυσικό επίπεδο τρεις βρόγχοι για το πλωριό, το πρυμναίο μηχανοστάσιο και για τα βοηθητικά μηχανήματα.

Οι κεντρικοί επεξεργαστές ονομάζονται LPU και σκοπός τους είναι να ελέγχουν και να ρυθμίζουν την λειτουργία του βρόγχου ενώ ταυτόχρονα είναι διασυνδεδεμένοι με αστεροειδή τοπολογία μεταξύ τους και με τους σταθμούς εργασίας. Τέλος, στους σταθμούς εργασίας που βρίσκονται στην Γέφυρα και στο Κέντρο Ελέγχου γίνεται η οπτικοποίηση όλων των ενδείξεων και μπορεί να εκτελεστεί ο τηλεχειρισμός των μηχανημάτων. Σε αυτούς παρέχεται η δυνατότητα καταγραφής των σφαλμάτων που έχουν εμφανιστεί είτε τήρηση ιστορικού γραφήματος για την μεταβολή στο χρόνο αναλογικών σημάτων εισόδου. Το σύστημα του υπό εξέταση πλοίου είναι σχεδιασμένο από την εταιρία Rolls-Royce και το λογισμικό που λειτουργεί στους σταθμούς εργασίας είναι βασισμένο πάνω στο λειτουργικό της Microsoft Windows NT.

Με το υπάρχον σύστημα επιτυγχάνεται η μη επάνδρωση των μηχανοστασίων και ο περιορισμός των επισκέψεων σε αυτά από το προσωπικό μόνο για την εκτέλεση περιοδικών ελέγχων ασφαλείας και εργασιών σε μη τηλεχειριζόμενες διαδικασίες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του προσωπικού που απαιτείται και ταυτόχρονα τη διασφάλιση ενός υψηλού βαθμού αξιοπιστίας του συστήματος.

Τοπικές Μονάδες Σημάτων (I/O BOX)

Οι τοπικές μονάδες σημάτων είναι διάσπαρτες σε όλο το πλοίο προκειμένου να μεταφέρονται τα απαραίτητα σήματα προς τα τηλεχειριζόμενα συστήματα και να συλλέγουν τις πληροφορίες από τους αισθητήρες. Τα σήματα αυτά μπορεί να είναι:

- Ψηφιακά σήματα εισόδου (π.χ. κατάσταση ηλεκτρονόμων σε εκκίνητες ηλεκτρικών κινητήρων, ενεργοποίηση αισθητήρα κυτών κ.α.)
- Αναλογικά σήματα εισόδου (π.χ. αισθητήρας μέτρησης πίεσης στο δίκτυο πυρκαγιάς, θερμοκρασία θαλασσινού νερού, θέση χειριστηρίου ελέγχου στροφών μηχανής κ.α.)

- Ψηφιακά σήματα εξόδου (π.χ. ενεργοποίηση ηλεκτρονόμων σε εκκινητές ηλεκτρικών κινητήρων, ενεργοποίηση ηχητικού σήματος κ.α.)
- Αναλογικά σήματα εξόδου (π.χ. ηλεκτρικό όργανο ένδειξης στροφών μηχανής κ.α.)

Στις τοπικές μονάδες υπάρχουν οι κάρτες διασύνδεσης των σημάτων εισόδου εξόδου και ο τελικός προσαρμογές δικτύου. Η διασύνδεση υλοποιείται βάση ενός προτύπου το οποίο καθορίζει τα χαρακτηριστικά της επικοινωνίας και το οποίο διαχωρίζει τις συσκευές σε συσκευές αφέντη (Master) και συσκευές εργάτη (Slave).

Master συσκευές είναι αυτές που ελέγχουν το δίαυλο και έχουν την εξουσιοδότηση να εκδίδουν μηνύματα χωρίς αυτό να τους έχει αιτηθεί. Επίσης επιτρέπει την ύπαρξη περισσότερων της μιας master συσκευής συνδεδεμένης στο δίκτυο. Στην εφαρμογή αυτοί είναι οι κεντρικοί επεξεργαστές (LPU) που υπάρχουν σε κάθε δακτύλιο διασύνδεσης των I/O Box.

Slave συσκευές είναι ο τελικός προσαρμογέας δικτύου που είναι διασυνδεδεμένοι οι αισθητήρες των συστημάτων.

Σταθμοί Εργασίας και Έλεγχος των Συστημάτων

Ο έλεγχος της εγκατάστασης μπορεί να γίνεται από δυο χώρους του πλοίου μέσω των σταθμών εργασίας που είναι εγκατεστημένοι, ένας στη **γέφυρα** και δυο στο **κέντρο ελέγχου**. Από τους σταθμούς εργασίας ο χειριστής μπορεί να ελέγχει και να τηλεχειρίζεται τα διασυνδεδεμένα μηχανήματα. Οι σταθμοί εργασίας αποτελούνται από έναν υπολογιστή που διαθέτει οθόνη, πληκτρολόγιο, ηχητική κόρνα και ιχνόσφαιρες. Επιπλέον στη γέφυρα και στο κέντρο ελέγχου πέραν των σταθμών εργασίας υπάρχουν οι μοχλοί ελέγχου μηχανών και ο πίνακας ενδείξεων αναλογικών οργάνων στροφών λειτουργίας μηχανών και αξονικού συστήματος καθώς και τα απαραίτητα ενδεικτικά λειτουργίας μηχανών καθώς και τα κουμπιά εκκίνησης, διακοπής λειτουργίας και ακινητοποίησης ανάγκης.

Εκτός από τη μονάδα υπολογιστή υπάρχει, επιπλέον, 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.

Με την έννοια έλεγχος καθορίζεται ότι αυτός που τον έχει διαθέτει την ικανότητα να θέτει εντός και εκτός λειτουργίες και να έχει την ευθύνη για την αναγνώριση των συμβάντων. Ο έλεγχος του συστήματος μπορεί να αναληφθεί από το χρήστη του σταθμού εργασίας ανάλογα με το βαθμό εξουσιοδότησης που διαθέτει και μπορεί να είναι συνολικός ή επιμέρους για κάποιο υποσύστημα. 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.



Εικόνα 4: Γέφυρα (αριστερά) και Κέντρο Ελέγχου Μηχανοστασίου (δεξιά)

Περιβάλλον Οπτικής Απεικόνισης [7]

Η ιδέα της τηλεμετρίας ήταν η διευκόλυνση του ανθρώπου να ελέγχει από απόσταση μηχανές και σε αυτό το σύστημα μεταξύ της μηχανής και του ανθρώπου εκτός από τις γραμμές μεταφοράς σημάτων, αισθητήρες και επεξεργαστές υπάρχει το τελικό στάδιο της «διεπαφής» των αισθήσεων όρασης και ακοής του ανθρώπου με το σύστημα. Η διεπαφή του ανθρώπου με το μηχάνημα πραγματοποιείται στους σταθμούς εργασίας όπου η μέθοδος απεικόνισης των παραμέτρων λειτουργίας του συστήματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα προκειμένου να είναι προσφιλές και εύχρηστο στο προσωπικό που το χειρίζεται.

Στους σταθμούς εργασίας υπάρχει μια δενδροειδής κατανομή των σελίδων που απεικονίζουν την κατάσταση του συστήματος. 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

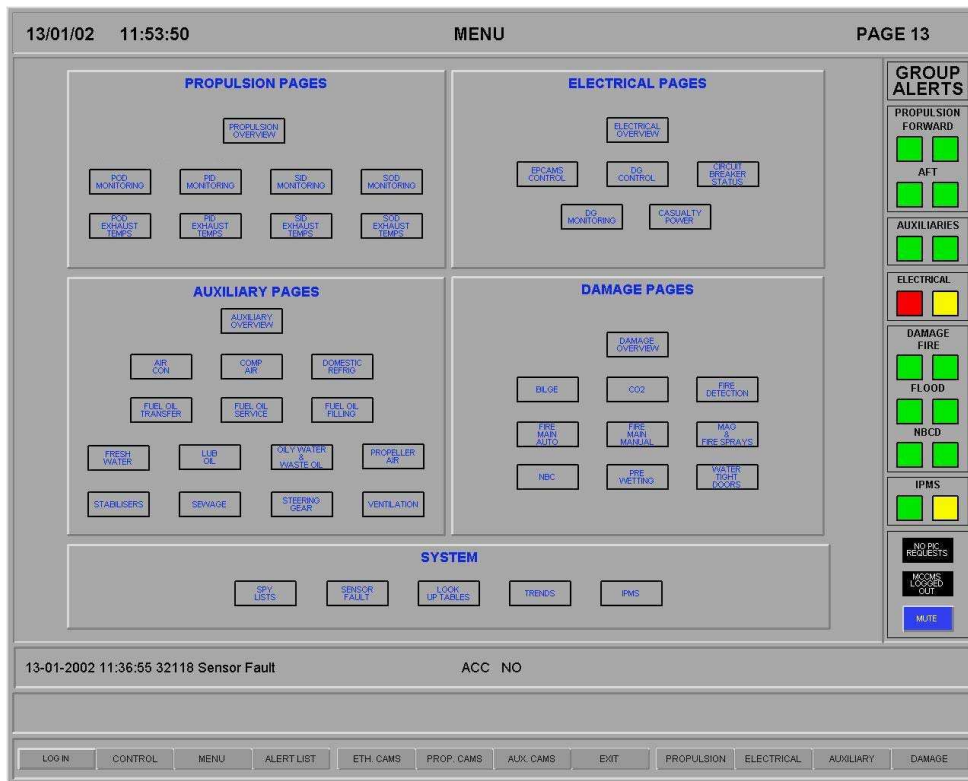
- Ηλεκτρομηχανές
- Γεννήτριες
- Πίνακες διανομής

3. Βοηθητικά μηχανήματα

- Αεροσυμπιεστές
- Κλιματισμός
- Αερισμός
- Δεξαμενές
- Αντλίες μετάγγισης
- Πηδάλια
- Σταθμίστηκες
- Βιολογικός

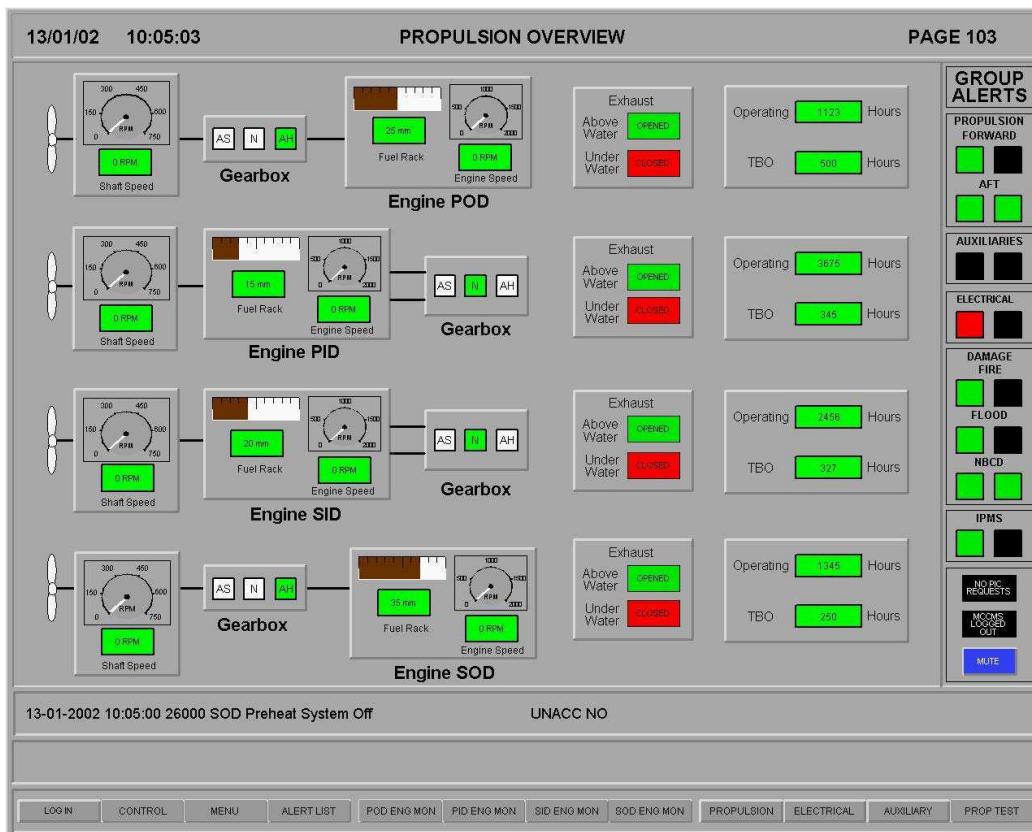
4. Έλεγχος βλαβών

- κατάσταση κυτών
- πυρανίχνευση
- αντλίες πυρκαγιάς
- κατάσταση θυρών/ ανοιγμάτων



Εικόνα 5: Απεικόνιση του κεντρικού μενού επιλογής σελίδων

Για τα τέσσερα γενικά τμήματα υπάρχουν αντίστοιχα η κεντρική σελίδα όπου γίνεται περίληψη των σημαντικότερων πληροφοριών π.χ. στην συγκεντρωτική σελίδα της πρόωσης παρουσιάζονται οι μηχανές, μειωτήρες και άξονες με τις απαραίτητες πληροφορίες για την κατάσταση λειτουργίας τους.



Εικόνα 6: Απεικόνιση της κυρίας σελίδας για την ομάδα μηχανημάτων της πρόωσης

Πέραν των ανωτέρω υπάρχουν και οι σελίδες που δεν εντάσσονται στον παραπάνω διαχωρισμό καθώς αποτελούν σελίδες γενικής υποβοήθησης και αυτές κατατάσσονται σε τέσσερις γενικές κατηγορίες οι οποίες είναι οι εξής:

- Σελίδες συγκέντρωσης και απεικόνισης αναφορών. Για την απεικόνιση των αναφορών υπάρχει η σελίδα των τρεχόντων αναφορών ή σταλαμάτων και η συνολική ιστορική καταγραφή των αναφορών. Εκεί ανάλογα με το βαθμό εξουσιοδότησης του χειριστή μπορεί να αναγνωρίσει ένα σφάλμα και να εκλέξει την ιστορική διαδοχή των χειρισμών που εκτελέστηκαν.
- Παραμετροποίησης του συστήματος. Τα ηλεκτρικά σήματα που λαμβάνονται από τους αισθητήρες μέσω μονοσήμαντης συνάρτησης μετατρέπονται στο φυσικό μέγεθος που μετρούν. Από τις σελίδες παραμετροποίησης του συστήματος ο κατάλληλα εξουσιοδοτημένος χειριστής μπορεί να διορθώσει τις συναρτήσεις μετατροπής των σημάτων.
- Επιλεκτικής παρουσίασης σημάτων. Με αυτές ο χειριστής μπορεί να δημιουργήσει σελίδες όπου σε μορφή πίνακα μπορεί να ελέγχει σε πραγματικό χρόνο τις πληροφορίες από αισθητήρες που ανήκουν σε

διαφορετικά συστήματα. Επιπλέον του παρέχεται η δυνατότητα να καθορήσει παραμέτρους που θα καταγράφονται στο χρόνο προκειμένου να παραχθούν διαγράμματα από τα οποία μπορεί ο χειριστής να αντλεί πληροφορίες για την μελλοντική εξέλιξη της συμπεριφοράς των τιμών τους. Τέλος μπορεί να ζητήσει από τους άλλους χειριστές να πάρει τον έλεγχο συστημάτων που δεν είναι αρχικά εξουσιοδοτημένος να ελέγχει.

- Αυτοδιάγνωσης δικτύου. Στις σελίδες αυτοδιάγνωσης του δικτύου γίνεται απεικόνιση των δικτύων που υλοποιούνται (βρόγχος για τα I/O BOX, αστεροειδές για LPU και WorkStation) και παρουσίαση των τμημάτων που έχουν εσφαλμένη λειτουργία προκειμένου ο χειριστής να καθοδηγηθεί γρηγορότερα στην αποκατάσταση της βλάβης.

4. Λογισμικό Προσομοίωσης Μηχανής Πλοίου

Εισαγωγή στην έννοια του λογισμικού προσομοίωσης

Προσομοίωση είναι μια μέθοδος μελέτης ενός συστήματος και εξοικείωσης με τα χαρακτηριστικά του με τη βοήθεια ενός άλλου συστήματος το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής.

Το λογισμικό προσομοίωσης δημιουργεί ένα εικονικό περιβάλλον δίνοντας παράλληλα στο χρήστη τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με αυτό. Η θεωρητική διδασκαλία των φυσικών επιστημών ενισχύεται σημαντικά όταν ο φοιτητής μπορεί να πειραματιστεί άμεσα με τις έννοιες που εξετάζει, είτε σε ένα πραγματικό εργαστήριο, είτε σε ένα εικονικό περιβάλλον προσομοίωσης. Οι προσομοιώσεις προσφέρουν μία ακριβή αναπαράσταση των φαινομένων που μελετώνται, εξοικονομούν χρόνο, ενώ παράλληλα μειώνουν τόσο το κόστος όσο και τους κινδύνους πραγματοποίησης των μελετών αυτών υπό πραγματικές συνθήκες. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα που παρέχει η προσομοίωση από τη φύση της, είναι η μελέτη ακραίων ή σπάνιων περιπτώσεων και γενικά φαινομένων που δεν είναι εύκολα παρατηρήσιμα. [2]

Η ανάγκη των προσομοιωτών στο ναυτιλιακό τομέα

Οι επενδύσεις στους ναυτιλιακούς προσομοιωτές σήμερα δεν περιορίζονται μόνο στους μεγαλύτερους οργανισμούς, αλλά διευρύνονται σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών οργανισμών, από τα δημόσια πανεπιστήμια, πολυτεχνεία και τεχνολογικά εκπαιδευτικά ιδρύματα, μέχρι τις ναυτιλιακές εταιρίες, τις εταιρίες πετρελαίου και φυσικού αερίου, καθώς και τις στρατιωτικές μονάδες. Συνεπώς, οι **προσομοιωτές μηχανοστασίου (engine room simulators)** πρέπει να είναι ευέλικτοι ώστε να ανταποκρίνονται στις διάφορες ανάγκες του χρήστη, εξασφαλίζοντας ότι τόσο η λειτουργικότητα όσο και το κόστος πληρούν τις ακριβείς απαιτήσεις του χρήστη. Πρόκειται για διεργασίες ζωτικής σημασίας που αφορούν το βέλτιστο έλεγχο της μηχανής και τη διαχείριση κρίσεων και ανώμαλων καταστάσεων. Η κατάλληλη εκπαίδευση στον προσομοιωτή θα μειώσει τα ατυχήματα, θα βελτιώσει την αποδοτικότητα, και θα δώσει στους μηχανικούς εμπειρία και σιγουριά 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 σκάφος.

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.

Εταιρίες και προϊόντα

Engine Room Simulator ERS 4000 – Transas [10]

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. [XI]

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

- 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.

ERS 4000 Solo - Σύστημα επιτραπέζιου υπολογιστή (Single-PC Desktop System)

- Σχεδιασμένο για την αυτο-εκπαίδευση, την εξοικείωση με τον εξοπλισμό και την επιμόρφωση.
- Εκτέλεση σε αυτόνομο υπολογιστή.

- Οι off-line λειτουργίες εκπαιδευτή περιλαμβάνουν επεξεργαστή ασκήσεων και δημιουργία αναφορών.

ERS 4000 Network - PC-based Class Simulator

- Σχεδιασμένο για την εξάσκηση ομάδων.
- Έλεγχος εκπαιδευτή και παρακολούθηση λειτουργίας.
- Έως 12 διαδραστικοί σταθμοί εργασίας εκπαιδευόμενων.

ERS 4000 Full-mission

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 7: Σύστημα επιτραπέζιου υπολογιστή (αριστερά) και σύστημα Full-mission (δεξιά)

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: Έλεγχος κύριας μηχανής πλοίου γενικού φορτίου (αριστερά) και κύριος πίνακας διακοπών (δεξιά)

Μονάδα Ηλεκτρικής Ενέργειας

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

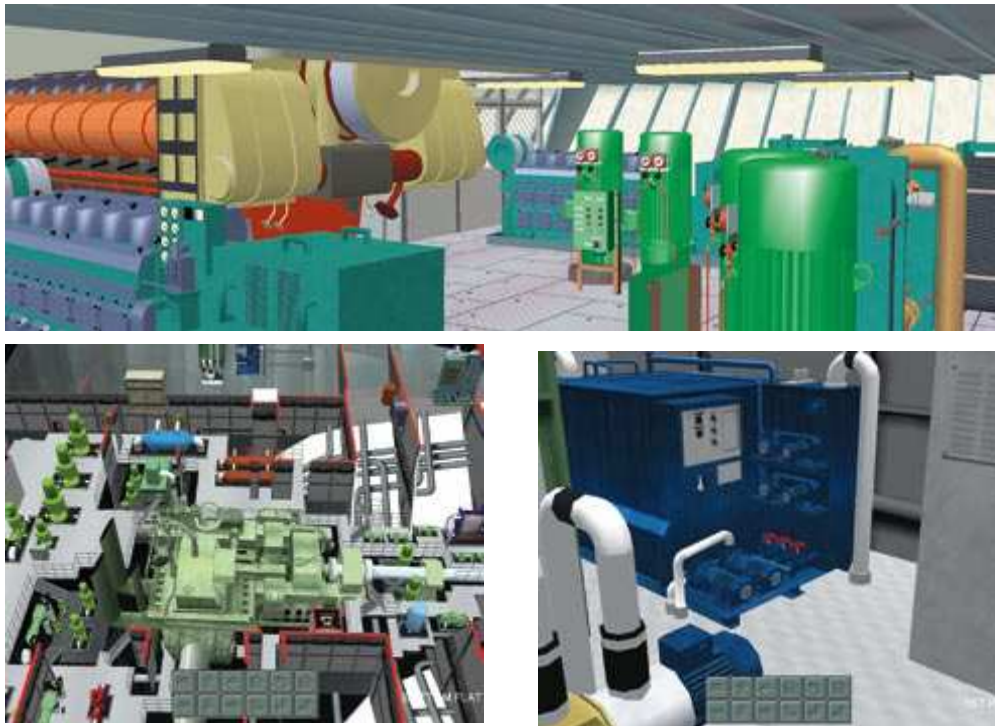
Τα συστήματα προσομοίωσης περιλαμβάνουν:

- Γεννήτριες Diesel
- Γεννήτρια άξονα
- Turbo Γεννήτριες
- Γεννήτρια έκτακτης ανάγκης
- Τμήματα του κύριου πίνακα διακοπών και του πίνακα διακοπών έκτακτης ανάγκης

Μηχανοστάσιο «Εικονικής Πραγματικότητας»

Το τρισδιάστατο μηχανοστάσιο είναι μια πρωτοποριακή μονάδα που περιλαμβάνεται στον προσομοιωτή 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



Εικόνα 9: Μηχανοστάσιο «Εικονικής Πραγματικότητας»



Εικόνα 10: Σύστημα πρόωσης πετρελαιοκινητήρα του πλοίου

Έλεγχοι υλικού

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 μιμούνται:

- Ολοκληρωμένο Δωμάτιο Ελέγχου 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 11: Σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας του πλοίου (αριστερά) και κύριος πίνακας διακοπών (δεξιά)

Σταθμός Εκπαιδευτή

Ο ERS 4000 είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για επαγγελματική εκπαίδευση, εξάσκηση, και αξιολόγηση των γνώσεων των μηχανικών του πλοίου, υπό την επίβλεψη ενός εκπαιδευτή. Έως 12 διαδραστικοί Σταθμοί Εργασίας Εκπαιδευόμενων μπορούν να ελεγχθούν από ένα μόνο Σταθμό Εκπαιδευτή.

Επεξεργασία ασκήσεων

- Δημιουργία νέων ασκήσεων
- Επεξεργασία των υφιστάμενων ασκήσεων
- Πρόσβαση σε υφιστάμενα και δημιουργία νέων σεναρίων εξάσκησης
- Η Transas μπορεί να παρέχει διδακτικά πακέτα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του SRCW'95

Τάξη On-line

- Παρακολούθηση λειτουργίας και on-line έλεγχος του δικτύου μιας τάξης
- Εισαγωγή στις βλάβες εξοπλισμού, αλλαγή των προκαθορισμένων παραμέτρων της άσκησης στην on-line λειτουργία
- Καταγραφή όλων των γεγονότων στους σταθμούς εργασίας των εκπαιδευόμενων
- Δυνατότητα καθορισμού διαφορετικών μοντέλων πλοίων για διαφορετικούς εκπαιδευόμενους την ίδια χρονική στιγμή

Δημιουργία Αναφοράς

- Ανάλυση απόδοσης του εκπαιδευόμενου μετά την άσκηση
- Αναπαραγωγή των καταγεγραμμένων ασκήσεων σε πραγματικό, γρήγορο ή αργό χρόνο ή σε βήμα-προς-βήμα αναπαραγωγή

Αξιολόγηση Ικανοτήτων

- Ένα σύνολο τυποποιημένων διαγωνισμάτων για ασκήσεις αξιολόγησης ικανοτήτων
- Βάση δεδομένων αποτελεσμάτων για τα στατιστικά εξάσκησης

Ενσωμάτωση με προσομοιωτή πλοήγησης

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 12: Εκπαίδευση προσωπικού μηχανοστασίου (αριστερά) και γέφυρας (δεξιά)

NEPTUNE Engine Room Simulator - Kongsberg Maritime

Η Kongsberg Maritime (KM) είναι μια νορβηγική εταιρία η οποία ασχολείται με συστήματα για την τοποθέτηση, την τοπογραφία, την πλοήγηση και αυτοματοποίηση σε εμπορικά πλοία και υπεράκτιες εγκαταστάσεις. Τα πιο γνωστά προϊόντα της βρίσκονται σε συστήματα δυναμικού εντοπισμού θέσης, θαλάσσια συστήματα αυτοματισμού και παρακολούθησης, αυτοματοποίηση διαδικασιών και δορυφορική πλοήγηση. [X]

Ένα από τα προϊόντα της εταιρίας είναι και ο προσομοιωτής μηχανοστασίου NEPTUNE, του οποίου η ανάπτυξη διήρκεσε περισσότερα από 140 ανθρώποχρόνια και αποτελεί έναν από τους πιο προηγμένους προσομοιωτές που διατίθενται σήμερα. Είναι αρκετά ευέλικτος και παρέχει μία μεγάλη ποικιλία τύπων μηχανών. Το πλήρες σύστημα περιλαμβάνει δωμάτιο μηχανοστασίου (engine room), δωμάτιο ελέγχου μηχανοστασίου (engine control room) καθώς και δωμάτιο του εκπαιδευτή (instructor room).

Κάθε προϊόν (προσομοιωτής) είναι διαφορετικός καθώς προσαρμόζεται στις συγκεκριμένες ανάγκες και στόχους για τους οποίους προορίζεται. Η αρχιτεκτονική του συστήματος είναι αρκετά ευέλικτη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών διεπαφών (interfaces), δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους μηχανικούς να εκπαιδεύονται σε πανομοιότυπο εξοπλισμό με αυτόν που αργότερα θα χρησιμοποιούν στη δουλειά τους.

Τυπικές βασικές λειτουργίες εκπαίδευσης για κατώτερους αξιωματικούς [IX]:

- Προετοιμασία εκκίνησης του πλοίου
- Ελιγμοί στην ανοιχτή θάλασσα
- Κίνηση προς συγκεκριμένη κατεύθυνση σταθερά και γρήγορα
- Προσέγγιση λιμανιού
- Κλείσιμο των μηχανών
- Λειτουργία των βοηθητικών καυστήρων και τουρμπίνων των εμπορευμάτων

Τυπικές προχωρημένες λειτουργίες εκπαίδευσης για ανώτερους αξιωματικούς:

- Βλάβες και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης
- Ομαδική εκπαίδευση

- Διάγνωση σφαλμάτων και εντοπισμός
- Διαχείριση κρίσεων
- Επαναφορά στην κανονική λειτουργία

Τυπικές σπουδές που αφορούν την οικονομία και βελτιστοποίηση για ανώτερους αξιωματικούς:

- Ρύπανση και φθορά
- Απόδοση καύσης
- Βελτιστοποίηση βρόχου ελέγχου
- Ισορροπία / ανάκτηση θερμότητας
- Μεταβλητό βήμα
- Εξωτερικές συνθήκες



Εικόνα 13: Προσομοιωτής μηχανοστασίου με οθόνες αφής, Κολλέγιο Georgian, Καναδάς



Εικόνα 14: Τρισδιάστατο εικονικό σύστημα μηχανοστασίου, Maritiem Instituut Willem Barentsz, the Netherlands

Κάποια από τα κύρια γνωρίσματα του συστήματος προσομοίωσης είναι τα εξής:

- Υψηλή πιστότητα των μοντέλων, η οποία επιτυγχάνεται με τον καθορισμό προδιαγραφών που βασίζονται σε πραγματικές μηχανές.
- Εκτενή βιβλιοθήκη μοντέλων, η οποία αποτελείται από δεκαεννέα διαφορετικούς εξοπλισμούς πρόωσης και τύπους κινητήρα με βάση ακριβείς προσομοιώσεις που έχουν πιστοποιηθεί από τους κατασκευαστές κινητήρων (όπως MAN Diesel, Sulzer, Pielstick, MaK και MTU).
- Προσαρμοσμένες λύσεις, καθώς ο προσομοιωτής μπορεί να προσαρμοστεί για να ταιριάζει σε συγκεκριμένες απαιτήσεις.
- Τρισδιάστατη εικονική προσομοίωση μηχανοστασίου, όπου οι εκπαιδευόμενοι έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν στο μηχανοστάσιο και να χειριστούν τον εξοπλισμό μέσα από το εικονικό περιβάλλον.
- Ευελιξία του συστήματος, που σημαίνει ότι ο προσομοιωτής μπορεί εύκολα να επεκταθεί με επιπλέον μοντέλα, οθόνες, σταθμούς εργασίας, κλπ.
- Ρεαλιστική αντίληψη του μηχανοστασίου, η οποία επιτυγχάνεται με την προσθήκη ήχων του πραγματικού περιβάλλοντος (όπως μεταβολή στην ταχύτητα της κύριας μηχανής, εκκίνηση/διακοπή των αντλιών, κλπ).

Το σύστημα του εκπαιδευτή

Το σύστημα του εκπαιδευτή σχεδιάστηκε για να παρέχει ολοκληρωμένο έλεγχο των ασκήσεων. Δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτή να δημιουργήσει προσαρμοσμένες

ασκήσεις είτε για μεμονωμένα άτομα, είτε για ομάδες, είτε για συνδυασμό των δύο, με πλήρως ελεγχόμενες περιοχές όπως:

- Αρχική Κατάσταση: περιγράφει όλες τις μεταβλητές κατά την έναρξη της άσκησης.
- Εναύσματα: ένας συνδυασμός γεγονότων που αρχικοποιούν μια δράση, ένα e-Coach μήνυμα ή αξιολόγηση.
- Δράσεις: που προέρχεται από μεταβλητές εισόδου και δυσλειτουργίες, οι οποίες μπορεί να δημιουργηθούν την τρέχουσα στιγμή, ή να είναι προγραμματισμένες ως μέρος της άσκησης.
- e-Coach Μηνύματα: ένα σύστημα ηλεκτρονικής καθοδήγησης και ενημέρωσης του χρήστη σχετικά με την απόδοση.
- Διαμόρφωση Σταθμού Φοιτητών: καθορίζει ποιες πληροφορίες είναι προσβάσιμες και ορατές στους φοιτητές.
- Αξιολόγηση: παρακολούθηση και αξιολόγηση των ειδοποιήσεων, καθώς και οποιαδήποτε από τις 6.000 μεταβλητές των μοντέλων προσομοίωσης.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης γίνεται καταγραφή όλων των δραστηριοτήτων αυτόματα και η εξέταση/απολογισμός μπορεί να περιλαμβάνει την επανάληψη τμημάτων ή το σύνολο της άσκησης, προκειμένου να επικεντρωθεί σε συγκεκριμένους στόχους.

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα μια άσκηση να σταματήσει και να ξεκινήσει κατά βούληση. Εάν ένας φοιτητής αρχίζει να έχει προβλήματα ή αποτυγχάνει σε μια συγκεκριμένη λειτουργία, ο εκπαιδευτής μπορεί να διακόψει την προσομοίωση για να παρέχει καθοδήγηση, και στη συνέχεια να συνεχίσει την άσκηση. Ο εκπαιδευτής μπορεί επίσης να πάει πίσω σε οποιαδήποτε προηγούμενη χρονική στιγμή, και να ξεκινήσει η άσκηση πάλι από εκεί.

5. Υποδομές Ακαδημαϊκών Ιδρυμάτων

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. Οι παραδοσιακές δεξιότητες διδασκαλίας του καλά εκπαιδευμένου εκπαιδευτικού παραμένουν τα θεμέλια οποιουδήποτε βασισμένου στην ποιότητα εκπαιδευτικού συστήματος. Η νέα τεχνολογία πρέπει να αντιμετωπισθεί ως συμπληρωματικό μεθοδολογικό εκπαιδευτικό εργαλείο στα παραδοσιακά μέσα και όχι αντικαταστάτης τους. 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 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, ειδικά όπου μία λάθος κρίση – απόφαση μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη ζωή, το περιβάλλον και το πλοίο. Ένας προσομοιωτής μπορεί, σε ορισμένες καταστάσεις, να συμπίεσει 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 κατάλληλη κατάρτιση σε προσομοιωτές μπορεί να μειώσει τα ατυχήματα και να βελτιώσει την αποδοτικότητα, δίνοντας στους μηχανικούς την απαραίτητη εμπειρία και εμπιστοσύνη στην εργασία τους.

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. Σύμφωνα με τον κώδικα STCW A-I/12 η χρήση των προσομοιωτών, εκτός αυτού για RADAR – ARPA κατά την εκπαίδευση δεν είναι υποχρεωτική, απλώς αυτή διευκολύνει την εκτέλεση του εκπαιδευτικού προγράμματος και επιφέρει θετικά αποτελέσματα.

Για όλους τους παραπάνω λόγους τα ελληνικά ναυτιλιακά ακαδημαϊκά ιδρύματα έχουν εξοπλίσει τα εργαστήριά τους με προσομοιωτές, για την καλύτερη ποιότητα εκπαίδευσης και κατάρτιση των σπουδαστών.

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Το Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας (ENM) της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου δραστηριοποιείται στην έρευνα για ναυτικούς κινητήρες και συστήματα προώσεως πλοίου, με έμφαση σε πειραματικές δοκιμές και θεωρητικές μελέτες της ζεύξης κινητήρα και έλικας, για τη βελτίωση της απόδοσης ναυτικών κινητήρων και τη μείωση ρύπων.

Το φάσμα δραστηριοτήτων του εργαστηρίου καλύπτει κύριες και βοηθητικές μηχανές, μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα επί πλοίου.

Το ENM στεγάζει ένα υπερσύγχρονο δοκιμαστήριο ναυτικών κινητήρων, το οποίο περιλαμβάνει κλίνες με ηλεκτρική και υδραυλική πέδη, που επιτρέπουν τη διεξαγωγή πολύπλοκων πειραμάτων και δοκιμών λειτουργίας κινητήρων. Το εργαστήριο διαθέτει, επίσης, εκτεταμένη υπολογιστική ισχύ, που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων προσομοίωσης για το σχεδιασμό κινητήρων, τη βελτιστοποίηση εγκαταστάσεων πρόωσης, τη μελέτη διεργασιών καύσης και την πρόβλεψη εκπομπών ρύπων. [VIII]

Η κλίνη δοκιμών ναυτικών κινητήρων

Το ENM διαθέτει μια μεγάλη κλίνη δοκιμών ναυτικών κινητήρων (Test Cell). Η κλίνη είναι ένας αυτόνομος, κλειστός χώρος 150 περίπου τετραγωνικών μέτρων, κτισμένος ο μισός κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και ο οποίος στεγάζεται ως αυτόνομο κτίσμα στο εσωτερικό του εργαστηρίου. Το κτίριο του ENM έχει

στεγασμένη επιφάνεια μεγέθους 1400 τετραγωνικών μέτρων. Η κλίνη δοκιμών περικλείεται από ηχομονωτικό κάλυμμα και η εσωτερική στέγη αποτελείται από καπάκια που αφαιρούνται με τη γερανογέφυρα του κτιρίου.

Η κλίνη δοκιμών έχει σήμερα δύο κινητήρες. Ο πρώτος είναι ένας MAN L16/24, 5-κύλινδρος, τετράχρονος ναυτικός κινητήρας Diesel. Είναι εξοπλισμένος με υπερπληρωτή της ABB Turbosystems, αποδίδει ισχύ 500kW (680 HP) στις 1200rpm και είναι συνδεδεμένος στο ηλεκτρικό δυναμόμετρο 40.22-M της AEG. Η ογκώδης αυτή πέδη (συνεχούς ρεύματος) μπορεί να απορροφήσει από τον άξονα του κινητήρα ισχύ έως και 500 kW, ενώ έχει τη δυνατότητα να μετατραπεί σε ηλεκτροκινητήρα που μπορεί να περιστρέψει τη μηχανή με τροφοδοσία από το δίκτυο ηλεκτρισμού.

Με την πειραματική εγκατάσταση μπορούν να μελετηθούν σε πραγματικό χρόνο μεταβατικά φαινόμενα λειτουργίας του κινητήρα, κάτω από οποιοδήποτε προγραμματισμένο σενάριο φόρτισης, καθώς ο συνολικός έλεγχος γίνεται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές (Εικόνα 15). Ο L16/24 έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτηθεί είτε με πετρέλαιο Diesel, είτε με βαρύ πετρέλαιο, ανάλογα με τη φύση του πειράματος, καθώς μέσα στο εργαστήριο υπάρχουν οι αντίστοιχες υποδομές για την προετοιμασία και χρήση βαρέων καυσίμων (θερμαινόμενες δεξαμενές, σύστημα διαχωρισμού και ρύθμιση ιξώδους).



Εικόνα 15: Το δωμάτιο ελέγχου (control room) της κλίνης δοκιμών

Ο δεύτερος κινητήρας του εργαστηρίου είναι ένας 8-κύλινδρος (διάταξης V), τετράχρονος, υπερπληρωμένος Caterpillar 3508 με ισχύ 750kW (1020 HP) στις 1800 rpm. Ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος με μια υδραυλική πέδη Zoellner 9n 38F ονομαστικής ισχύς 1200kW.

Εξαιτίας των περιορισμών ελέγχου της υδραυλικής πέδης, η συγκεκριμένη εγκατάσταση δεν χρησιμοποιείται για την εκτέλεση πειραμάτων ακραίας μεταβατικής

λειτουργίας, αλλά για δοκιμές αργά μεταβαλλόμενου φορτίου (π.χ. φόρτιση έλικας) ή σταθερού φορτίου [π.χ. αξιολόγηση συστημάτων υπερπλήρωσης](Εικόνα 16).



Εικόνα 16: Οι δύο τετράχρονοι κινητήρες Diesel με τα αντίστοιχα δυναμόμετρά τους

Ερευνητική Δραστηριότητα και Τεχνολογικές Υπηρεσίες Μετρήσεων

Πειραματικές δοκιμές σε ναυτικούς κινητήρες

Οι δοκιμές αυτές διεξάγονται τόσο στο εργαστήριο, όσο και επί πλοίου:

- Μετρήσεις Ρύπων
- Μετρήσεις Ροπής και Ωσης

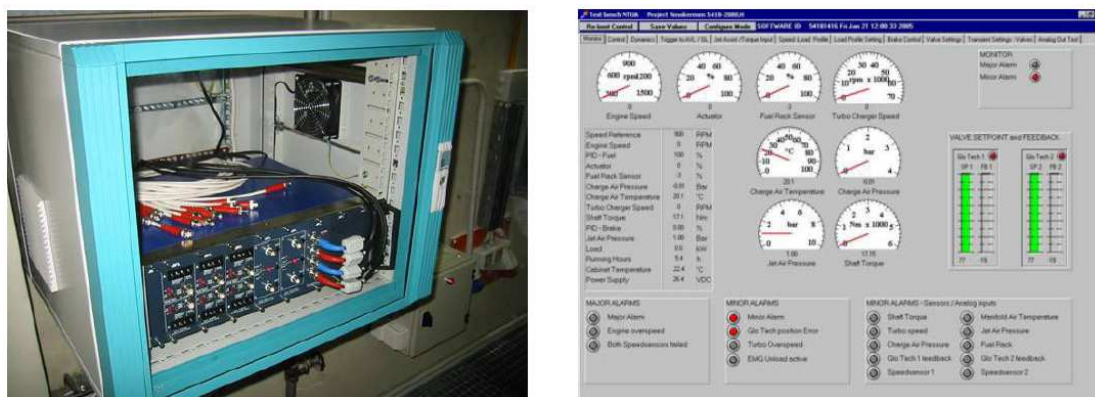
Σύστημα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων απόδοσης κινητήρα στην κλίνη δοκιμών

Ο συνδυασμός λογισμικού για τον έλεγχο των μηχανών, δυναμόμετρων και για τη συλλογή όλων των μετρήσεων έχει αναπτυχθεί από το προσωπικό του ENM. Το λογισμικό συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων (Data Acquisition System) περιλαμβάνει εκατόν εξήντα κανάλια καταγραφής στα 1kHz και δεκαέξι κανάλια στα 50kHz, που επιτρέπουν την πειραματική διερεύνηση περίπλοκων φαινομένων λειτουργίας ναυτικών κινητήρων σε μεταβατικές συνθήκες.

Ειδικά, στον κινητήρα MAN έχει τοποθετηθεί μεγάλος αριθμός αισθητήρων ώστε να ελέγχονται και να καταγράφονται η πίεση και η θερμοκρασία σε διάφορα τμήματα του κινητήρα (π.χ. μέσα στον κύλινδρο, στο σύστημα εισαγωγής, εξαγωγής, στο

σύστημα ψύξης, κ.λ.π.), παράμετροι σημαντικοί για την εποπτεία καλής λειτουργίας του κινητήρα.

Το σύστημα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων (data acquisition) βασίζεται στην πλατφόρμα AVL Indiset 620 και είναι δικτυωμένο με το σύστημα ηλεκτρονικού έλεγχου που βασίζεται στην πλατφόρμα Woodward ATLAS™, με real time operating system για πλήρη έλεγχο της πέδης και του κινητήρα (Εικόνα 17).



Εικόνα 17: Τα συστήματα AVL Indiset 620 (αριστερά) και ATLAS™ (δεξιά)

Το σύστημα εποπτείας της εγκατάστασης είναι χωριστό από το σύστημα συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων πειραμάτων και παρακολουθεί την καλή λειτουργία και ασφάλεια (monitoring, alarm and safety) όλων των μηχανημάτων.

Θεωρητικές μελέτες, αναλύσεις και προσομοιώσεις

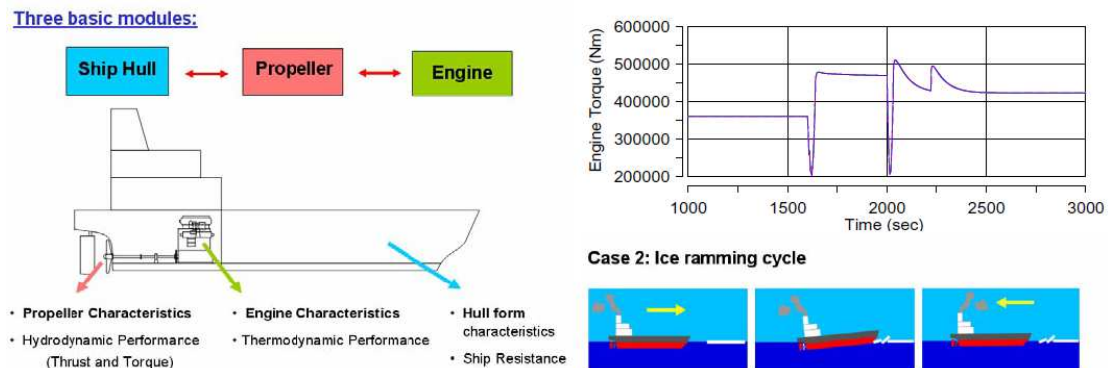
Το ENM έχει αναπτύξει κατάλληλους κώδικες λογισμικού για θεωρητικές μελέτες, αναλύσεις και προσομοιώσεις σε όλο το φάσμα της Ναυτικής Μηχανολογίας:

- Λειτουργία πλοίου-μηχανής-έλικας.
- Δυναμική συμπεριφορά εγκαταστάσεων πρόωσης.
- Κατάλληλη επιλογή κινητήρα -υπερπληρωτή (Engine-turbocharger matching).
- Βελτιστοποίηση λειτουργίας κινητήρα.
- Βελτιστοποίηση εγκαταστάσεων πολλαπλών κινητήρων.
- Μειωτήρες, συμπλέκτες, συστήματα μετάδοσης.
- Ανάλυση κραδασμών και στρεπτικών ταλαντώσεων.
- Αυτόματος έλεγχος συστημάτων πρόωσης και ενέργειας.

- Μελέτες αστοχίας τμημάτων μηχανής.

Παραδείγματα των υπολογιστικών εργαλείων και μεθόδων που χρησιμοποιούνται είναι:

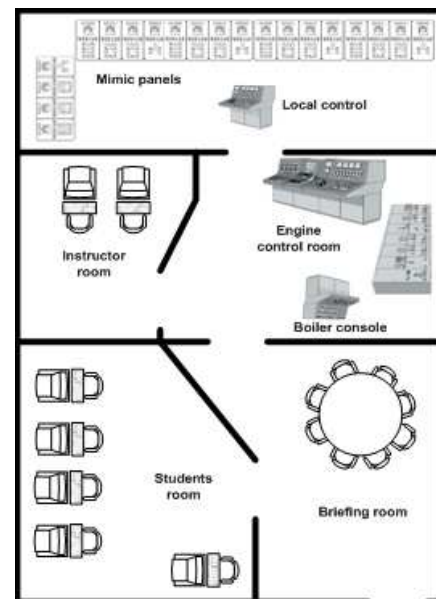
- Ο θερμοδυναμικός κώδικας προσομοίωσης διεργασιών κινητήρων MOTHER (Motor Thermodynamics), που έχει αναπτυχθεί από το ερευνητικό προσωπικό του εργαστηρίου.
- Κώδικας υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (CFD - Computational Fluid Dynamics όπως STAR-CD και KIVA) για ανάλυση των φαινομένων της καύσης και του πεδίου ροής σε κινητήρες.
- Κώδικας πεπερασμένων στοιχείων (FEA - Finite Element Analysis) για μελέτες προβλημάτων ακουστικής, κραδασμών και θορύβου.
- Ο κώδικας SPSM (Ship Propulsion Simulation Model) που έχει αναπτυχθεί από το ερευνητικό προσωπικό του εργαστηρίου σε περιβάλλον Matlab/Simulink για τη δυναμική προσομοίωση εγκαταστάσεων πρόωσης πλοίου [Πλοίο – Έλικα – Μηχανή] (Εικόνα 18).



Εικόνα 18: Στοιχεία (modules) του μοντέλου SPSM και προσομοίωση παγόθραυσης από πετρελαιοφόρο στην Αρκτική

Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού (ΑΕΝ) Μακεδονίας

Ο προσομοιωτής μηχανοστασίου της Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού (ΑΕΝ) Μακεδονίας απεικονίζει τη συμπεριφορά ενός δίχρονου πεντακύλινδρου αργόστροφου κινητήρα diesel (εν σειρά), τύπου MAN B&W 5L90MC, ισχύος 17.4 MW κάτω από συνεχείς δυσλειτουργίες και σφάλματα όπως απαιτείται από τους σχεδιαστές της εν λόγω εταιρείας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο προσομοιωτής μηχανοστασίου είναι πιστοποιημένος από την εταιρία MAN B&W και από τον Νορβηγικό νηογνώμονα Det Norske



Veritas (DNV) το οποίο σημαίνει ότι η απεικόνιση, η λειτουργία και η αντίδραση των συστημάτων και υποσυστημάτων είναι απόλυτα ρεαλιστικές. Η μηχανή και τα βοηθητικά δίκτυα προσομοιώνονται σε ένα πλοίο που έχει τα χαρακτηριστικά ενός V.L.C.C. με συνολικό dead weight 183.61 kton, trim 0.22 m και draft 18.73 m. Το συνολικό φορτίο που μπορεί να μεταφερθεί είναι 176 kton σε 4 κεντρικές και 10 πλευρικές δεξαμενές. [XIII]



Εικόνα 19: Προσομοιωτής Full Mission της εταιρίας Kongsberg

Ο κατασκευαστής του προσομοιωτή μηχανοστασίου είναι η εταιρεία Kongsberg Maritime, διαθέτει 7 θέσεις εργασίες – σταθμούς ελέγχου (5 θέσεις εργασίες για τους σπουδαστές, 1 θέση ελέγχου για τη γέφυρα και 1 θέση ελέγχου για το engine control room), τοπικό χειριστήριο ελέγχου μηχανής, mimic panels βοηθητικών μηχανημάτων και κυρίας μηχανής, κεντρική κονσόλα ελέγχου engine room, κονσόλα ελέγχου boiler και ηλεκτροστάσιο. Ο προσομοιωτής λειτουργούσε σε περιβάλλον UNIX, μέχρι το

τέλος του ακαδημαϊκού έτους 2008-2009, ακολουθεί το υπολογιστικό μαθηματικό μοντέλο προσομοίωσης OTISS και το γραφικό περιβάλλον προσομοίωσης είναι της εταιρείας EMULA. Υπάρχει η δυνατότητα να γίνει γραφική αναπαράσταση 62 διαφορετικών υποσυστημάτων βοηθητικών μηχανημάτων – συστημάτων κυρίας μηχανής.

Από το ακαδημαϊκό έτος 2009-2010, ο προσομοιωτής λειτουργεί ήδη σε περιβάλλον Windows χρησιμοποιώντας το καινούριο λογισμικό της εταιρείας Kongsberg Maritime, Neptune. Το νέο πρόγραμμα ακολουθεί τεχνικές σύγχρονης και ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης και δίνει την δυνατότητα στον εκπαιδευτή να ελέγχει με γραφικό περιβάλλον συνολικά τον προσομοιωτή. Αντικειμενικός στόχος του προσομοιωτή μηχανοστασίου στην AEN Μακεδονίας είναι κάθε σπουδαστής να αποδεικνύει τη ικανότητα του να εκτελέσει έναν σενάριο - άσκηση ακίνδυνα, αποτελεσματικά και με ασφάλεια και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εκπαιδευτών – αξιολογητών. Οι εκπαιδευτές – αξιολογητές που λειτουργούν σήμερα τον προσομοιωτή μηχανοστασίου της AEN Μακεδονίας έχουν τα κατάλληλα προσόντα – θαλάσσια εμπειρία – επίπεδο εκπαίδευσης και την αντίστοιχη αξιολόγηση ικανότητας όπως καθορίζεται από τον κώδικα STCW A-I/6 & B-I/6.



Οι ασκήσεις που ήδη έχουν σχεδιαστεί αλλά και το γενικότερο πρόγραμμα εκπαίδευσης που ακολουθείται έχουν αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να σχετίζονται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό με καθήκοντα και πρακτικές που εφαρμόζονται στο πλοίο. Για την καλύτερη παρακολούθηση – πιστοποίηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην AEN Μακεδονίας ακολουθείται το πρόγραμμα εκπαίδευσης που υπάρχει ενσωματωμένο στο IMO Model Course 2.07 Edition 2002 με κάποιες τροποποιήσεις στη χρονική διάρκεια των ενοτήτων καθώς λόγω περιορισμένου αριθμού θέσεων εργασίας αλλά και κατάλληλου αριθμού πιστοποιημένων εκπαιδευτών δεν επαρκεί ο χρόνος για την πλήρη εφαρμογή των προτεινόμενων διδακτικών ωρών. Ωστόσο οι χρονικές τροποποιήσεις που γίνονται στην AEN Μακεδονίας δεν αλλοιώνουν την ικανότητα των σπουδαστών καθώς οι

τελευταίοι έχουν το επαρκές θεωρητικό επίπεδο που απαιτείται για την ορθή παρακολούθηση της εκπαίδευσης – κατάρτισης στον προσομοιωτή μηχανοστασίου. Ενδεικτικά, για τη μία διδακτική ενότητα και για τη ρεαλιστική προσέγγιση της μηχανής θεωρείται σαν βάση προγραμματισμού για το αρχικό σενάριο, ότι γίνεται εκκίνηση της μηχανής μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα μη λειτουργίας της. Αφού πραγματοποιούνται και καταγράφονται όλες οι απαραίτητες διαδικασίες για την ορθή εκκίνηση – προθέρμανση της μηχανής, προετοιμάζονται όλα τα βοηθητικά δίκτυα, δίνεται εντολή για δοκιμαστική εκκίνηση και τελική αναχώρηση του πλοίου από το λιμάνι.



Εικόνα 20: Κονσόλα Ελάγχου (αριστερά) και mimic panels (δεξιά)

Στη συνέχεια αυξάνονται οι στροφές της μηχανής και αφού πραγματοποιούνται τα σενάρια slow ahead και full ahead ξεκινά η διαδικασία αποφόρτισης της μηχανής – κατάπλευσης στο λιμάνι. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας full ahead πραγματοποιείται αλλαγή των καιρικών συνθηκών για να διαπιστωθεί η αντίδραση των σπουδαστών σε περιπτώσεις απότομων αλλαγών στις υφιστάμενες περιβαλλοντικές εξωτερικές συνθήκες. Στο τέλος, εκτελείται η διαδικασία cargo rumping με προετοιμασία των αντίστοιχων δικτύων όπως αυτού του αδρανές αερίου. Ο μέσος χρόνος που απαιτείται από κάθε σπουδαστή για την ορθή ολοκλήρωση της κάθε διδακτικής ενότητας είναι συνήθως 5 – 6 ώρες με αυξητικές συνήθως τάσεις.

Κατά τη διάρκεια άλλων διδακτικών ενοτήτων στον προσομοιωτή μηχανοστασίου στην ΑΕΝ Μακεδονίας οι σπουδαστές εκπαιδεύονται πάνω στη συνολική συμπεριφορά της προωστήριας μηχανής όταν προκαλούνται σε αυτήν: φθορές στα βασικά τμήματα της (βαλβίδες – μηχανισμοί κίνησης, έμβολα – ελατήρια εμβόλων, διωστήρας, στροφαλοφόρος – εκκεντροφόρος άξονας), αλλαγές στις βασικές παραμέτρους λειτουργίας της (καύση, σάρωση, υπερπλήρωση, έγχυση καυσίμου), βλάβες στα βοηθητικά μηχανήματα και μέρη των δικτύων της (δίκτυο πετρελαίου, δίκτυο λίπανσης, δίκτυο πεπιεσμένου αέρα, δίκτυο ψύξεως γλυκού νερού, δίκτυο θαλασσινού νερού, σύστημα ατμού, δίκτυο σεντινών, δίκτυο αερισμού

μηχανοστασίου, δίκτυο ψυκτικής εγκατάστασης), ανεπιθύμητες ενέργειες και ανωμαλίες στο δίκτυο των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών (Diesel Generator, Turbo Generator, Shaft generator) και όλων των δικτύων που υποστηρίζουν αυτά. Για την ορθότερη αντιμετώπιση της λειτουργίας της μηχανής έχουν σχεδιαστεί σενάρια συγκεκριμένης χρονικής διάρκειας το καθένα, στα οποία υπάρχει η δυνατότητα μεταβλητού χρονικού προγραμματισμού εμφάνισης των επιλεγόμενων βλαβών και ανωμαλιών. Ο εγκατεστημένος προσομοιωτής μηχανοστασίου της AEN Μακεδονίας έχει τη δυνατότητα εισαγωγής 454 βλαβών – ανωμαλιών. Από τις βλάβες αυτές οι 142 έχουν τη δυνατότητα αλλαγής από 100% (κανονική λειτουργία) σε 0% (παύση λειτουργίας) ενώ όλες οι υπόλοιπες έχουν τη δυνατότητα προοδευτικής αύξησης του ρυθμού επιδείνωσης της λειτουργίας. Οι αντίστοιχες πιθανές προειδοποιήσεις (alarm) είναι 386.

Σύστημα διαχείρισης μάθησης (LMS) με προσομοιωτή μηχανοστασίου

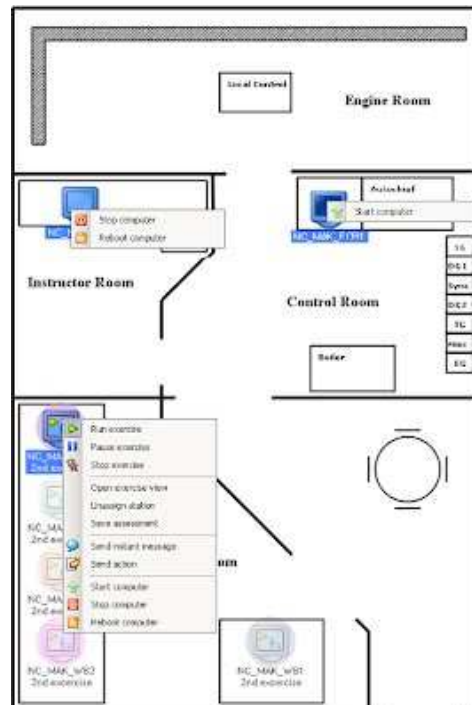
Ο προσομοιωτής μηχανοστασίου της AEN Μακεδονίας με το νέο πρόγραμμα διαχείρισης και αξιολόγησης (Neptune Instructor system, Kongsberg Maritime) που έχει εγκατασταθεί από τον Σεπτέμβριο του 2009 μπορεί να αναπτύξει επιπλέον διαδραστικές υπηρεσίες ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης.



Εικόνα 21: Διασύνδεση του συστήματος εκμάθησης (αριστερά) και εργαστηριακός χώρος της AEN Μακεδονίας (δεξιά)

Η AEN Μακεδονίας έχει αξιοποιήσει τη νέα εφαρμογή καθώς είναι δυνατή η εκπαίδευση των σπουδαστών σε ασκήσεις προσομοιωτή χωρίς την παρουσία εκπαιδευτή. Ήδη μετά την αναστολή των εγκαταστάσεων λειτουργίας της ακαδημίας από τον Οκτώβριο του 2011 η εφαρμογή της ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης εφαρμόζεται πλήρως στο χώρο που φιλοξενείται σήμερα η Σχολή Μηχανικών της AEN Μακεδονίας. Στο μέλλον και ανάλογα με τις επενδύσεις που θα

πραγματοποιηθούν στο χώρο της ναυτικής εκπαίδευσης, η Ακαδημία θα μπορεί μέσω ασφαλές διαδικτύου να προσφέρει υπηρεσίες προσομοίωσης στους χρήστες είτε είναι σπίτι τους, είτε είναι στο χώρο εργασίας τους (πλοίο, εταιρεία, ναυπηγείο). Οι υπολογιστές των χρηστών θα έχουν ήδη εγκατεστημένο ένα πρόγραμμα προσομοίωσης και οι ασκήσεις προσομοίωσης θα μπορούν να κατεβαίνουν (download) από έναν κεντρικό υπολογιστή, που θα βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της Ακαδημίας. Με αυτό τον τρόπο ο κάθε χρήστης θα οργανώνει το χρόνο που θέλει να διαθέσει για εκπαίδευση, θα χρησιμοποιεί τον προσομοιωτή τη χρονική στιγμή που αυτός επιθυμεί και με το δικό του ρυθμό, η εκπαίδευση θα ξεφύγει μέσα από τα στενά όρια της αίθουσας. Παράλληλα το προτεινόμενο μοντέλο εκπαίδευσης θα ωφελήσει σημαντικά τη διαδικασία εκπαίδευσης - αξιολόγησης καθώς ο σπουδαστής δεν θα νιώθει στο 'λαϊμό' του τον εκπαιδευτή - εξεταστή.



Σήμερα στην AEN Μακεδονίας λόγω περιορισμένου αριθμού θέσεων εργασίας αλλά και κατάλληλου αριθμού πιστοποιημένων εκπαιδευτών δεν επαρκεί ο χρόνος για την πλήρη εφαρμογή των προτεινόμενων διδακτικών ωρών από τον IMO Model Course 2.07. Με την ενσωμάτωση του προσομοιωτή σε συστήματα ασύγχρονης τηλεεκπαίδευσης τα παραπάνω προβλήματα θα λυθούν καθώς δεν θα απαιτείται η ταυτόχρονη συμμετοχή στο μάθημα των εκπαιδευτών και των σπουδαστών, ενώ παράλληλα δεν θα είναι επιτακτική ανάγκη να βρίσκονται στον ίδιο χώρο όλοι σπουδαστές και την ίδια χρονική στιγμή. Ήδη η εταιρεία Kongsberg Maritime έχει αναπτύξει συστήματα E-Learning για ναυτιλιακά εκπαιδευτικά ιδρύματα ενσωματώνοντας τους προσομοιωτές σε εφαρμογές ασύγχρονης τηλεεκπαίδευσης χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα SCORM 1.2 και η οποία είναι συμβατή με τις ήδη χρησιμοποιούμενες πλατφόρμες E-Learning. Η χρήση του προσομοιωτή μέσω εφαρμογών Learning Management Systems (LMS) πιθανώς στο μέλλον να ανατρέψει τις μέχρι πρόσφατα αντιλήψεις μας για τη μάθηση μέσα στις Ακαδημίες Εμπορικού

Ναυτικού, εισάγοντας την εκτεταμένη χρήση του δια δικτύου στην εκπαιδευτική διαδικασία και αλλάζοντας σημαντικά τους ρόλους εκπαιδευτών και εκπαιδευομένων. Οι εφαρμογές τηλεεκπαίδευσης αποτελούν το μέλλον των εκπαιδευτικών εφαρμογών και η αξιοποίησή τους αποτελεί σήμερα μία από τις βασικές προκλήσεις που αντιμετωπίζει η εκπαιδευτική κοινότητα. Θα πρέπει να αποτελεί πρωταρχικό μέλημα όλων αυτών που ασχολούνται και είναι υπεύθυνοι για την αναβάθμιση της ναυτικής εκπαίδευσης.

Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Το Πανεπιστήμιο Αιγαίου στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος ΝΑ.Μ.Ε. λειτούργησε εργαστήριο εξομοίωσης γέφυρας πλοίου για την εξοικείωση του φοιτητή σε θέματα ασφάλειας. Το εργαστήριο αποτελείται από:

- Σύστημα δορυφορικών λήψεων Inmarsat
- Ραντάρ Ναυτιλίας
- Πομποδέκτη Η.Φ.
- Πομποδέκτη V.Η.Φ.
- Δέκτη λήψης μετεωρολογικών δεδομένων NAVTEX
- Λογισμικό προσομοίωσης διαδρομών πλεύσης ECDIS
- Λογισμικό υπολογισμού φορτώσεων και ναυπηγικών στοιχείων

Επίσης διαθέτει λογισμικό προσομοίωσης μηχανής πλοίου με δυνατότητα δημιουργίας εικονικών βλαβών και καταστάσεων ανάγκης ώστε ο φοιτητής να αποκτήσει την έννοια των συστημάτων πρόωσης πλοίου και να εξοικειωθεί με τυχόν προβληματικές καταστάσεις οι οποίες θα μπορούσαν να παρουσιαστούν κατά την διάρκεια του πλου. [VII]



Εικόνα 22: Εργαστήριο Εξομοίωσης Γέφυρας Πλοίου

6. Επίλογος

Σε αυτήν την εργασία έγινε μια θεωρητική μελέτη επάνω σε βασικές έννοιες για την πρόωση του πλοίου και τα μέρη που σχετίζονται με αυτή, καθώς και στο λογισμικό που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των μηχανών (ηλεκτρονικό αυτόματο σύστημα ελέγχου). Το σύστημα αυτό συλλέγει τα σήματα από διάφορες μετρήσεις που γίνονται με τη χρήση κατάλληλων αισθητήρων, τα αναλύει και τα παρουσιάζει στους σταθμούς εργασίας που βρίσκονται στην Γέφυρα και στο Κέντρο Ελέγχου, από όπου μπορεί να εκτελεστεί ο τηλεχειρισμός των μηχανημάτων.

Το ηλεκτρονικό αυτόματο σύστημα ελέγχου είναι υπεύθυνο για το συνεχή έλεγχο της λειτουργίας της μηχανής και επιτυγχάνει τόσο τη μείωση του ανθρώπινου δυναμικού που απαιτείται όσο και την παροχή αυξημένης ποιότητας ασφάλειας (καθώς η αυτοματοποίηση και ο έλεγχος διαφόρων διεργασιών μειώνουν την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους).

Επίσης, παρουσιάστηκε η ανάγκη των ναυτιλιακών προσομοιωτών στη σύγχρονη εκπαίδευση, οι οποίοι παρέχοντας μία 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 διαφόρων εταιριών, τα οποία διακρίνονται σε δύο κύριες 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.

Τέλος, έγινε μια σύντομη επισκόπηση των υποδομών των ναυτιλιακών σχολών των ελληνικών ακαδημαϊκών ιδρυμάτων. Καθώς οι απαιτήσεις στην εκπαίδευση ολοένα και αυξάνονται οδηγούν στην ανάγκη εισαγωγής νέων τεχνολογιών ως εκπαιδευτικά εργαλεία. Έτσι, και οι ελληνικές ναυτιλιακές σχολές έχουν δημιουργήσει τις κατάλληλες υποδομές τις οποίες και έχουν εξοπλίσει με λογισμικό προσομοίωσης, το

οποίο θα συμβάλει στην άρτια εκπαίδευση των φοιτητών προκειμένου να είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι και έτοιμοι για την μετέπειτα επαγγελματική τους πορεία.

7. Βιβλιογραφία

1. Gregory K. McMillan και Douglas M. Considine : «PROCESS / INDUSTRIAL INSTRUMENTS AND CONTROLS HANDBOOK» , Εκδ. McGRAW-HILL, 1999
2. Ronen M., Eliahu M., Simulation as a home learning environment-students' views, Journal of Computer Assisted Learning, 1999, 15, 258-268
3. Trumper R., The physics laboratory – a historical overview and future perspectives, Science & Education, 2003, 12, 645-670
4. Αβαριτσιώτη I.N., «Τεχνολογία Αισθητήρων & Μικροσυστημάτων με εργαστηριακές ασκήσεις» , Εκδ. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
5. Βλαχογιάννη I., Παπαχρήστου Δ., Χαμηλοθώρη Γ., «Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο – Αυτοματισμοί Πλοίων», Εκδ. Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα, 2002
6. Βούσουρας Ε., «Μηχανές Εσωτερικής Καύσης»
7. Λύκος Χ., «Συστήματα Τηλεμετρίας Πλοίων», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2007
8. Τζιφάκι Α., «Τηλεκίνηση και Αυτοματισμός Σύγχρονων Πλοίων» , Εκδ. Ίδρυμα Ευγενίδου, 1976
9. Τριπολίτης Κ., Τριάντης Γ., Ναυτική Τέχνη Έκτακτες Ανάγκες, εκδ. Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα
10. Τεχνικό Εγχειρίδιο «ENGINE ROOM SIMULATOR (ERS 4000)», Transas, 2008

Ηλεκτρονικές Πηγές

- I. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%8C%CF%89%CF%83%CE%B7_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85
- II. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF>
- III. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AF%CE%B1>
- IV. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%83%CF%89%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%82
- V. http://www.lme.ntua.gr/repos/lessons/EgP_k_3a_APAITHSEIS_new.pdf
- VI. <http://www.ship-technology.com/projects/ms-norilskiy/ms-norilskiy3.html>
- VII. <http://www.stt.aegean.gr/el/to-tmima/ypodomi.html>
- VIII. http://www.lme.ntua.gr/repos/tee_ENM_10_2007.pdf

- IX. [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/571281332F4B267BC1257669004FA484/\\$file/KM_ERS-brosjyre_low.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/571281332F4B267BC1257669004FA484/$file/KM_ERS-brosjyre_low.pdf?OpenElement)
- X. <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/3A8E0F5EDE3CCA4AC1256E2A0033B4D4?OpenDocument>
- XI. <http://www.transas.com/>
- XII. http://www.upc.edu/pct/documents_equipment/d_301_id-777.pdf
- XIII. <https://sites.google.com/site/ammlabgen/prosomoiotetes-mechanostasiou>
- XIV. <http://www.shippedia.com/ship-automation-control-system/>