



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Συστήματα Πληροφορικής και Τεχνολογίες Αυτοματισμών στη
Σύγχρονη Ναυτιλία**

**Information Systems and Automation Technologies in Modern
Shipping**

Λαθουράκης Ιωάννης

Αριθμός μητρώου: 71346685

Επιβλέπων Καθηγητής : Δρ. Μαυρομμάτης Κωνσταντίνος

Αθήνα 2023

Εξεταστική επιτροπή

Κωνσταντίνος Μαυρομμάτης Επιβλέπων Καθηγητής	Σταύρος Φατούρος Αναπλ. Καθηγητής	Νικόλαος Μυριδάκης Επικ. Καθηγητής

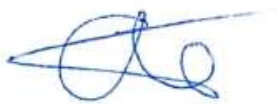
Ημερομηνία εξέτασης 09/10/2023

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Λαθουράκης Ιωάννης του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 71346685 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

Ο Δηλών



Λαθουράκης Ιωάννης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη συγκεκριμένη διπλωματική γίνεται αναφορά στην σύγχρονη ναυτιλία, στα συστήματα πληροφορικής και στις τεχνολογίες αυτοματισμού που εφαρμόζονται σε αυτήν. Στην εισαγωγή γίνεται μια συνοπτική αναφορά στην σημαντικότητα της ναυτιλίας από τα αρχαία χρόνια μέχρι την σύγχρονη εποχή. Παρουσιάζονται επίσης πληροφορίες σχετικά με την Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό-(ΔΝΟ) και τις δράσεις του και έπειτα καταγράφονται οι κατηγορίες πλοίων με κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα.

Στο πρώτο κομμάτι περιγράφεται γενικά η έννοια των πληροφοριακών συστημάτων και αναλύεται στη συνέχεια η εφαρμογή αυτών στη σύγχρονη ναυτιλία. Τα συστήματα που περιγράφονται είναι το Παγκόσμιο Ολοκληρωμένο Ναυτιλιακό Πληροφοριακό Σύστημα(GISIS) το οποίο διατηρείται από τον ΔΝΟ. Το επόμενο είναι το ολοκληρωμένο σύστημα δρομολόγησης πλοίου το οποίο με την χρήση προϊόντων CMEMS και του αλγορίθμου A* δρομολογεί τα πλοία σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες. Στη συνέχεια περιγράφεται το Πληροφοριακό Σύστημα Διαχείρισης Θαλάσσιας Κυκλοφορίας(VTMIS) και τέλος τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα(GIS) και τα Συστήματα απεικόνισης χαρτών και πληροφοριών(ECDIS).

Το δεύτερο κομμάτι αναφέρει αρχικά την βασική έννοια των τεχνολογιών αυτοματισμού και γενικές πληροφορίες για την Ναυτιλία 4.0. Οι τεχνολογίες αυτοματισμού που αναλύονται είναι τα συστήματα SCADA στη ναυτιλία και πως βοηθούν στην σταθεροποίηση των πλοίων. Έπειτα αναφέρονται οι αυτοματισμοί που υπάρχουν σε τερματικά εμπορευματοκιβωτίων σε λιμένες με χαρακτηριστικό παράδειγμα την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τεχνολογίες αυτοματισμού για εργασίες φόρτωσης χύδην φορτίου. Το επόμενο κεφάλαιο περιγράφει την τεχνολογία αυτοματισμού των βιομηχανικών ρομπότ πάνω στην κατασκευή πλοίων και τέλος τα αυτόνομα πλοία και η τεχνητή νοημοσύνη στην ναυτιλία, όπως αυτόματος ελλιμενισμός πλοίο και έξυπνη πλοήγηση.

ABSTRACT

This particular diploma refers to modern shipping, information systems and automation technologies applied to it. In the introduction, a brief reference is made to the importance of shipping from ancient times to modern times. Information is also presented about the International Maritime Organization (IMO) and its actions, and then the categories of ships are listed with some typical examples.

The first part generally describes the concept of information systems and then analyzes their application in modern shipping. The systems described are the Global Integrated Maritime Information System (GISIS) maintained by the IMO. Next is the integrated ship routing system which, using CEMMS products and the A* algorithm, routes ships according to weather conditions. Then the Maritime Traffic Management Information System (VTMIS) and finally the Geographical Information Systems (GIS) and the Chart and Information Display Systems (ECDIS) are described.

The second part first mentions the basic concept of automation technologies and general information about Shipping 4.0. The automation technologies analyzed are SCADA systems in shipping and how they help stabilize ships. Then the automations that exist in container terminals in ports are mentioned with a typical example being the use of renewable energy sources and automation technologies for bulk cargo loading operations. The next chapter describes the automation technology of industrial robots on shipbuilding and finally autonomous ships and artificial intelligence in shipping, such as automatic ship docking and intelligent navigation.

Ευχαριστήριο Σημείωμα

Θέλω αρχικά να ευχαριστήσω τον κύριο Κωνσταντίνο Μαυρομμάτη, επιβλέποντα καθηγητή στην εκπόνηση της διπλωματικής μου, για την βοήθεια, την συνεργασία και την υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια. Θα ήθελα στη συνέχεια να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους, την οικογένεια μου, τους φίλους μου που σε όλη αυτή την πορεία από την αρχή της φοίτησής μου μέχρι τώρα στο τέλος είναι μαζί μου και με στηρίζουν σε ότι χρειαστώ. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου για την όποια βοήθεια ανταλλάξαμε και όποια συνεργασία είχαμε όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω με τη σειρά μου τον φίλο πρώτα από όλα και συνάδελφο Διογένη Μαυρογιώργη για την συνεργασία και κυρίως για την παρέα σε όλη αυτή τη «διαδρομή» ξεκινώντας από το Τ.Ε.Ι. Πειραιά μέχρι το Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, πάντα συνεργάτες σε όλα και συνεχώς πρόθυμος να με βοηθήσει και να με στηρίξει.

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	10
1.1.	Ναυτιλία.....	10
1.2.	Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO)	10
1.3.	Κατηγορίες πλοίων	11
2.	Συστήματα Πληροφορικής.....	22
2.1.	Έννοια των Συστημάτων Πληροφορικής.....	22
2.2.	Ιστορική Αναδρομή.....	22
2.3.	Κατηγορίες και Τύποι Συστημάτων Πληροφορικής	24
2.4.	Δομή και Βασικά Στοιχεία Πληροφοριακών Συστημάτων	26
2.5.	Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων.....	27
3.	Συστήματα Πληροφορικής Στην Ναυτιλία	28
3.1.	Παγκόσμιο Ολοκληρωμένο Ναυτιλιακό Πληροφοριακό Σύστημα (Global Integrated Shipping Information System-GISIS)	28
3.1.1.	Πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια των πλοίων (maritime security)	29
3.1.2.	Αναγνωρισμένοι Οργανισμοί (Recognized Organizations)	30
3.1.3.	Λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής (Port Reception Facilities).....	31
3.1.4.	Σημεία επαφής.....	32
3.1.5.	Σχήμα Αξιολόγησης Συνθηκών	32
3.1.6.	Ατυχήματα και συμβάντα πλοίων.....	33
3.1.7.	Εξοπλισμός πρόληψης ρύπανσης.....	35
3.1.8.	Εκπομπές αερίων ρύπανσης σχετικών με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	36
3.2.	Ολοκληρωμένο σύστημα δρομολόγησης πλοίου βάσει καιρικών συνθηκών με την χρήση προϊόντων CMEMS και του αλγορίθμου A*	37
3.2.1.	CMEMS	37
3.2.2.	Weather Routing System με τη χρήση προϊόντων CMEMS και του A* αλγορίθμου.....	37
3.3.	Vessel Traffic Management and Information System	43
3.3.1.	Εισαγωγή.....	43
3.3.2.	Σύστημα Υπηρεσιών Θαλάσσιας Κυκλοφορίας (VTS)	43
3.3.3.	Πληροφοριακό Σύστημα Διαχείρισης Θαλάσσιας Κυκλοφορίας - Vessel Traffic Management and Information System(VTMIS).....	45

3.4.	Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS) - Σύστημα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών (ECDIS)	49
3.4.1.	Εισαγωγή	49
3.4.2.	Έννοια Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων	50
3.4.3.	Δομή Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων	51
3.4.4.	Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα και Ναυτιλία	53
3.4.5.	Πρότυπα, Συστήματα Χαρτών και Κατηγορίες Ηλεκτρονικών Χαρτών	54
3.4.6.	Σύστημα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών - Electronic Chart Display and Information System(ECDIS).....	55
3.4.7.	Τυποποίηση ECDIS.....	57
3.4.8.	Συσκευές του ECDIS εντός πλοίου	58
3.4.9.	Δεδομένα.....	58
3.4.10.	Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	59
3.4.11.	Λειτουργία και Δυνατότητες του ECDIS	59
4.	Τεχνολογίες αυτοματισμού - Αυτοματισμός.....	61
4.1.	Εισαγωγή.....	61
4.2.	Ιστορική εξέλιξη	61
4.3.	Βασικές αρχές της τεχνολογίας αυτοματισμών.....	63
4.4.	4 ^η Βιομηχανική επανάσταση - Industry 4.0	64
4.4.1.	Maritime 4.0-Ναυτιλία 4.0	65
4.4.2.	Ο δρόμος για την Ναυτιλία 4.0.....	66
4.4.3.	Παράγοντες και στοιχεία της Ναυτιλίας 4.0.....	66
5.	Εφαρμογές Τεχνολογιών Αυτοματισμού στη σύγχρονη ναυτιλία	68
5.1.	SCADA	68
5.1.1.	Εισαγωγή στα συστήματα Scada	68
5.1.2.	Κύριες Λειτουργίες	69
5.1.3.	Βασικά μέρη ενός συστήματος SCADA	70
5.1.4.	Πλεονεκτήματα χρήσης SCADA	71
5.2.	SCADA στην ναυτιλία	73
5.2.1.	Σύστημα SCADA για Ship Stabilization (Σταθεροποίηση πλοίων).....	75
5.3.	Αυτοματισμοί τερματικών εμπορευματοκιβωτίων σε λιμένες	79
5.3.1.	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τεχνολογίες αυτοματισμού για εργασίες φόρτωσης χύδην φορτίου	86
5.4.	Τεχνολογία αυτοματισμού και βιομηχανικά ρομπότ στη κατασκευή πλοίων	89

5.4.1.	Κατασκευή Πλοίων – Σκελετός Πλοίου	93
5.4.2.	Αυτοματοποίηση Συναρμολόγησης Σκελετού Πλοίου.....	94
5.5.	Αυτόνομα Πλοία και Τεχνητή Νοημοσύνη	104
5.5.1.	Αυτόνομα πλοία	104
5.5.2.	Τεχνητή Νοημοσύνη στη Ναυτιλία	105
5.5.3.	Αυτοματοποιημένη Διαδικασία Ελλιμενισμού στη Σύγχρονη Ναυτιλία	106
5.5.4.	Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στα ολοκληρωμένα συστήματα πλοήγησης των πλοίων 108	
5.5.5.	Έξυπνη Αυτόνομη Πλοήγηση Πλοίου με χρήση πολλαπλών Αισθητήρων	112
6.	Βιβλιογραφία:	118

1. Εισαγωγή

1.1. Ναυτιλία

Με τον όρο ναυτιλία περιγράφουμε όλες τις ενέργειες και δραστηριότητες που εκτελούνται συνδυαστικά με σκοπό την θαλάσσια μεταφορά αγαθών ή ανθρώπων. Από τα αρχαία χρόνια μέχρι και σήμερα στην Ελλάδα αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο η ναυτιλία παίζει σημαντικό ρόλο στις ένοπλες δυνάμεις, στην οικονομία και στο εμπόριο κάθε κράτους. Παγκοσμίως υπάρχουν περισσότερα από 60.000 εμπορικά πλοία τα οποία μεταφέρουν το 99,6% των εμπορευμάτων. Στην σύγχρονη εποχή, όπου αυτή θεωρείται ως η περίοδος από το τέλος του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου μέχρι και σήμερα, η δραστηριότητα στον χώρο της ναυτιλίας αναπτύχθηκε σε σημαντικό βαθμό, κυρίως για εμπορικούς σκοπούς. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και του αυτοματισμού έχουν ωθήσει την εξέλιξη της ναυτιλίας κυρίως στον τομέα της κατασκευής πλοίων καθώς έχουν αυξηθεί η παραγωγικότητα και η ταχύτητα μεταφοράς των πλοίων.

1.2. Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ)

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΔΝΟ) ιδρύθηκε στις 7 Μαρτίου 1948 και η πρώτη συνεδρίαση έγινε το 1959. Αποτελεί έναν οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) εξειδικευμένο στην ασφάλεια και προστασία της διεθνούς ναυτιλίας και την πρόληψη της ρύπανσης που προέρχεται από τα πλοία. Παράλληλα διευκολύνει την διεθνή θαλάσσια κυκλοφορία καθώς και με νομικά ζητήματα που είναι δυνατόν να προκύψουν από δραστηριότητες της διεθνούς ναυτιλίας, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων ευθύνης και αποζημίωσης από ναυτικές απαιτήσεις. Η συμμετοχή της Ελλάδας στη διαμόρφωση της ναυτιλιακής νομοθεσίας είναι ενεργή με την συνεχή παρουσία της στις εργασίες των επιτροπών-υποεπιτροπών του διεθνούς ναυτιλιακού οργανισμού με υποβολή προτάσεων που αφορούν την ναυτιλιακή δραστηριοποίηση. Στον ΔΝΟ έχουν ενταχθεί 174 κράτη μέλη και 3 συνδεδεμένα μέλη καθώς επίσης 63 διακυβερνητικοί οργανισμοί έχουν υπογράψει συμφωνητικά συνεργασίας με τον ΔΝΟ και 80 μη κυβερνητικές οργανώσεις έχουν συμβουλευτικό καθεστώς.



Δομικά ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός αποτελείται από την Συνέλευση, το Συμβούλιο, και πέντε κύριες επιτροπές οι οποίες είναι η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (MSC), η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC), η Νομική Επιτροπή (LEG), η Επιτροπή Τεχνικής Συνεργασίας (TC) και η Επιτροπή Διευκόλυνσης (FAL). Ακόμη υπάρχει και ένα σύνολο υποεπιτροπών που στηρίζουν το έργο των παραπάνω επιτροπών.

Η συνέλευση είναι το ανώτατο διοικητικό όργανο του ΔΝΟ και συνεδριάζει κάθε δύο χρόνια σε τακτικές συνόδους αλλά υπάρχει περίπτωση συνεδρίασης αν αυτό απαιτείται. Οι

αρμοδιότητες της συνέλευσης είναι η έγκριση προγράμματος εργασίας, η ψήφιση προϋπολογισμού, καθορισμός των χρηματοδοτικών αναγκών και η εκλογή του συμβουλίου του Οργανισμού.

Το συμβούλιο εκλέγεται με θητεία δύο χρόνων από την συνέλευση και εποπτεύει το έργο του Οργανισμού ως εκτελεστικό όργανό του. Το συμβούλιο, μεταξύ των συνόδων της συνέλευσης, εκτελεί όλα τα καθήκοντα της συνέλευσης εκτός όπως της διενέργειας συστάσεων προς τα Κράτη-Μέλη του οργανισμού σχετικά με την ασφάλεια στη θάλασσα και την πρόληψη της ρύπανσης. Ταυτόχρονα το συμβούλιο έχει τις εξής αρμοδιότητες:

- τον συντονισμό των δράσεων των Οργάνων του ΔΝΟ
- την κατάρτιση σχεδίου προγράμματος εργασιών και προβλέψεων του προϋπολογισμού του Οργανισμού (υποβάλλονται στη Συνέλευση)
- τη λήψη εκθέσεων και προτάσεων των Επιτροπών και άλλων Οργάνων με σχόλια και συστάσεις, ανάλογα με την περίπτωση (υποβάλλονται στη Συνέλευση)
- το διορισμό του Γενικού Γραμματέα του Οργανισμού (εγκρίνονται στη Συνέλευση)
- τη σύναψη συμφωνιών ή άλλων ρυθμίσεων που αφορούν τη σχέση του Οργανισμού με άλλους οργανισμούς (εγκρίνονται στη Συνέλευση)

1.3. Κατηγορίες πλοίων

Παλαιότερα, περίπου μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, στον χώρο της ναυτιλίας τα πλοία χωρίζονταν σε δύο κατηγορίες, τα φορτηγά και τα επιβατικά, καθώς εκείνη την εποχή τα πλοία είχαν ελάχιστες διαφορές σε εμφάνιση, τεχνολογίες και συστήματα που διέθεταν, μέγεθος, μηχανές είτε μετέφεραν ανθρώπους είτε εμπορεύματα. Με την ανάπτυξη στον τομέα της βιομηχανίας και της οικονομικής οργάνωσης των ναυτιλιακών επιχειρήσεων οι κατηγορίες με τον καιρό έγιναν περισσότερες και αυτό οφειλόταν στην αύξηση των ειδών προς μεταφορά όπως βιομηχανικά φορτία, γενικά φορτία μαζικής μεταφοράς. Κάθε πλοίο εντάσσεται σε μία κατηγορία βάση κάποιων κριτηρίων τα οποία είναι τα εξής:

- Το είδος της μεταφοράς που εκτελούν(φορτηγά, επιβατικά, πλοία ειδικού προορισμού, πλοία βοηθητικής ναυτιλίας)
- Τη περιοχή όπου εκτελούν δρομολόγια(ωκεανοπόρα, πλοία μικρότερης ακτίνας δράσης, ακτοπλοϊκά, πλοία εσωτερικών υδάτων)
- Το υλικό κατασκευής
- Τα μέσα πρόωσης(ιστιοφόρα, μηχανοκίνητα)

Φορτηγά πλοία

Τα φορτηγά πλοία(cargo ships) καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό στην μεταφορά φορτίων κατά κύριο λόγο σε μεγάλες ποσότητες. Τα πλοία αυτά μπορούν αναγνωρίζονται ως πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και ως φορτίων γενικού ή ειδικού σκοπού. Οι κυριότερες

κατηγορίες των εμπορικών πλοίων είναι τα ελεύθερα φορτηγά πλοία και τα πλοία τακτικών γραμμών.

❖ Στα **ελεύθερα φορτηγά** εντάσσονται τα παρακάτω είδη πλοίων:

- **Πλοία γενικού φορτίου**(general cargo): Υπάρχει επαρκής χώρος σε υποφράγματα για φόρτωση αυτοτελών μονάδων όπως δέματα, κιβώτια, κύτη για φορτία όπως σωλήνες καθώς και χώρος στο κατάστρωμα για φόρτωση ξυλείας.



Εικόνα 1. General Cargo Ship

πηγή: <https://marinesurveypractice.blogspot.com/2013/01/general-cargo-ships.html>

- **Πλοία ομοειδών φορτίων**(bulk carriers): Χρησιμοποιούνται για τις χύμα μεταφορές ξηρών φορτίων, διαθέτουν ένα κατάστρωμα μόνο. Υπάρχουν οι εξής υποκατηγορίες των συγκεκριμένων πλοίων:
 - **Μεταλλευματοφόρα**(ore carriers): Χρησιμοποιούνται για μεταφορά μεταλλευμάτων και κυρίως για τις ανάγκες βιομηχανιών χάλυβα.
 - **Πλοία μεταλλευμάτων ή ακατέργαστου πετρελαίου**
 - **Πλοία μεταφοράς υγρού(oil) και ξηρού(bulk) φορτίου**
 - Πλοία τα οποία συνδυάζουν τις παραπάνω περιπτώσεις, ore, oil, bulk, κάτι που έχει αποδειχτεί ως πιο αποδοτικό και συνεπάγεται μείωση κόστους.



Εικόνα 2. Bulk Carrier

πηγή: <https://www.hellenicshippingnews.com/dry-bulk-carriers-in-high-demand->

- ❖ Τα **φορτηγά πλοία τακτικών γραμμών**(cargo liners) εξυπηρετούν μεταφορές γενικών φορτίων όπως είδη βιομηχανίας/βιοτεχνίας, τρόφιμα, γεωργικές/ορυκτές πρώτες ύλες κ.λ.π. Σε αυτήν την κατηγορία συναντάμε επίσης:
 - Τα **πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων**(container ships): μεταφέρουν τα λεγόμενα container(εμπορευματοκιβώτια), κιβώτια συγκεκριμένων και μεγάλων διαστάσεων στα οποία αποθηκεύονται τα αγαθά.



Εικόνα 3. Container Cargo Ship

πηγή: <https://www.porttechnology.org/news/container-shipping-market-outlook-remains-soft/>

- ❖ Τα **δεξαμενόπλοια**(tanker) μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες υγρών φορτίων. Τα πλοία αυτά χωρίζονται σε:
 - **Πετρελαιοφόρα πλοία**(oil tankers): Μεταφέρουν κυρίως αργό πετρέλαιο ή/και τα υποπροϊόντα του(πετρέλαιο κίνησης, βενζίνη)
 - **Πλοία μεταφοράς υγροποιημένου αερίου**(LGC-Liquefied Gas Carriers): Σχεδιασμένα πλοία ειδικά για μεταφορά υγροποιημένων αερίων φυσικού αερίου(Liquefied Natural Gas) και πετρελαίου(Liquefied Petroleum Gas).
 - **Πλοία μεταφοράς χημικών προϊόντων**: Έχει κοινά χαρακτηριστικά με τα πλοία LGC όμως είναι σχεδιασμένα με εξειδικευμένο τρόπο και ειδικευμένο πλήρωμα καθώς πολλές φορές μεταφέρουν επικίνδυνα προϊόντα



Εικόνα 4. Tanker Ship

πηγή: <https://marinetrans.com/types-of-vessels/tankers/>

Επιβατικά πλοία

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα πλοία τα οποία είναι σχεδιασμένα κυρίως για την μεταφορά επιβατών και κατά περιπτώσεις εμπορεύματα. Είναι η δεύτερη μεγαλύτερη κατηγορία εμπορικών πλοίων μετά τα φορτηγά. Διακρίνονται σε:

- ❖ **Αμιγή επιβατικά:** Διαθέτουν όλη την χωρητικότητα ή το μεγαλύτερο μέρος της αποκλειστικά για την μεταφορά επιβατών. Στην περίπτωση όπου γίνεται μεταφορά εμπορευμάτων σε τέτοια πλοία είναι για περιορισμένες ποσότητες. Τα αμιγή επιβατικά χωρίζονται σε:
 - **Υπερωκεάνεια πλοία:** Εκτελούν δρομολόγια μεταξύ υπερπόντιων χωρών. Έχει μειωθεί ο αριθμός τους λόγω της εύκολης μετακίνησης με αεροπλάνο.
 - **Δρομολόγια περιορισμένης έκτασης:** Εκτελούν δρομολόγια μεταξύ χωρών οι οποίες έχουν σχετικά μικρή απόσταση.
 - **Ακτοπλοϊκά επιβατικά:** Εκτελούν δρομολόγια εντός της χώρας μεταξύ λιμανιών. Ανάλογα την απόσταση υπάρχουν αντίστοιχα μικρά και μεγάλα πλοία



Εικόνα 5. Passenger Ship(Ocean liner)

πηγή: <http://maritime-connector.com/wiki/passenger-ships/>

- ❖ **Μικτά επιβατικά:** Εκτός των χώρων για τους επιβάτες διαθέτουν αρκετό χώρο για μεταφορά εμπορευμάτων. Αντίθετα υπάρχουν και πλοία αυτής της κατηγορίας τα οποία είναι κυρίως για την μεταφορά εμπορευμάτων αλλά διαθέτουν και ένα μέρος του χώρου για μικρό αριθμό επιβατών.



Εικόνα 6. Μικτό επιβατικό πλοίο

πηγή: <https://www.minoan.gr/ploia/5731/isf-festos-palace>

- ❖ **Κρουαζιερόπλοια:** Είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία πλοίου καθώς δεν έχει κάποιο προορισμό παρά μόνο μια κυκλική γραμμή για μικρό ή μεγάλο διάστημα με αρχή και τέλος το ίδιο λιμάνι. Πρόκειται για πλοίο που δεν εξυπηρετεί κάποια συγκοινωνία αλλά πρόκειται για μέσο ψυχαγωγίας και ξενάγησης σε διάφορα μέρη, χωρίς να επιβιβάζεται ή αποβιβάζεται κάποιος.



Εικόνα 7. Κρουαζιερόπλοιο

πηγή: <http://maritime-connector.com/wiki/passenger-ships/>

- ❖ **Επιβατικά οχηματαγωγά:** Πρόκειται για πλοία ειδικής κατασκευή με σκοπό την εύκολη μεταφορά οχημάτων, επιβατικών ή/και φορτηγών μεταξύ νησιών ή μεταξύ νησιών και της ηπειρωτικής χώρας σε σχετικά μικρές αποστάσεις.



Εικόνα 8. Car ferry

πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ferry>

Πλοία ειδικού προορισμού

- ❖ **Πλοία ψυγεία:** Μεταφέρουν τρόφιμα και προϊόντα τα οποία χρειάζονται ψύξη. Διαθέτουν ειδικούς χώρους για την συντήρηση των εμπορευμάτων τα οποία συνήθως είναι κρέατα, φρούτα, εσπεριδοειδή, αλιευτικά προϊόντα. Συνήθως εκτελούν δρομολόγια μεταξύ μακρινών περιοχών.



Εικόνα 9. Refrigerated cargo ships

πηγή: <https://www.maritimeprofessional.com/blogs/post/refrigerated-cargo-ships-13576>

- ❖ **Αλιευτικά και φαλινοθηρικά πλοία:** Η συγκεκριμένη κατηγορία πλοίων διαφέρει από εκείνα τα οποία είναι για μεταφορά. Πρόκειται για εξειδικευμένα πλοία με σκοπό την αλιεία, τα οποία χωρίζονται σε εσωτερικών υδάτων, όταν πρόκειται για δράση σε ποταμό ή λίμνη, σε αλιευτικά που δρουν κοντά σε ακτές και σε αλιευτικά πλοία ανοικτής θάλασσας. Τα φαλινοθηρικά πλοία είναι μεγάλα σε όγκο. Πέραν του αλιευτικού εξοπλισμού έχουν στην κατοχή τους και ειδικό εργοστάσιο βιομηχανικής επεξεργασίας των προϊόντων των φαλαινών.



Εικόνα 10. Fishing vessel

πηγή: <https://safety4sea.com/uk-club-reducing-the-risk-of-collisions-with-fishing-vessels/>

- ❖ **Πλοία ωκεανογραφικά, επιστημονικών ερευνών, μετεωρολογικών παρατηρήσεων:** Είναι πλοία τα οποία ανήκουν στο κράτος και έχουν αναλάβει ειδικές αποστολές όπως η μελέτη υποβρύχιων περιοχών, υδατογραφικές εργασίες, εξερεύνηση πλουτοπαραγωγικών πηγών, σπουδές των ρευμάτων των ωκεανών, μετεωρολογικές παρατηρήσεις κ.λπ. Στην ίδια κατηγορία βρίσκουμε και τα:
 - **Καλωδιακά πλοία** τα οποία είναι υπεύθυνα για την εγκατάσταση, συντήρηση και επισκευή των υποβρυχίων καλωδίων.
 - **Φαρόπλοια** τα οποία είναι μόνιμα αγκυροβολημένα σε σημεία όπου είναι απαραίτητη η ύπαρξη φάρου αλλά δεν είναι δυνατή η κατασκευή κάποιου φάρου σε μορφή κτηρίου.
 - **Εκπαιδευτικά πλοία**, είναι εξειδικευμένα στην εκπαίδευση των σπουδαστών του εμπορικού ναυτικού.



Εικόνα 11. Ωκεανογραφικό πλοίο

πηγή: <https://www.navalnews.com/naval-news/2019/09/russias-project-16450-oceanographic-research-vessel-transferred-to-new-shipyard-for-completion/>



Εικόνα 12. Cable Laying ship

πηγή: <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-is-a-cable-laying-ship/>



Εικόνα 13. Lightvessel

πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lightvessel>

- ❖ **Πλοία αναψυχής:** Πρόκειται για πλοία μικρών διαστάσεων με σκοπό την ψυχαγωγία των ιδιοκτητών οι οποίοι εκτελούν και χρέη πληρώματος. Υπάρχουν πλοία αυτής της κατηγορίας ως επαγγελματικά τουριστικά σκάφη με ειδικευμένο πλήρωμα επίσης με σκοπό την ψυχαγωγία καθώς και παροχή ανέσεων στους επιβάτες.



Εικόνα 14. Yacht

πηγή: <http://maritime-connector.com/wiki/passenger-ships/>

Πλοία βοηθητικής ναυτιλίας

Τα πλοία αυτά εξυπηρετούν άλλα πλοίων με σκοπό να τα διευκολύνουν όταν υπάρχει ανάγκη. Τα ίδια τα βοηθητικά πλοία δεν έχουν κάποιο άλλο σκοπό όπως μεταφορές παρά μόνο την εκτέλεση βοηθητικών εργασιών. Η δράση τους λαμβάνει χώρο σε λιμάνια, διώρυγες, κοντά στις ακτές ή όρμους.

- ❖ **Ρυμουλκά:** Είναι σκάφη μικρά σε μέγεθος, διαθέτουν μηχανές μεγάλης ιπποδύναμης με σκοπό την υποβοήθηση μεγάλων πλοίων στην περίπτωση χειρισμού κατάπλου και απόπλου σε λιμάνια, αλλά για την ρυμούλκηση πλοίων που διέρχονται από στενά και γενικότερα περιορισμένα σημεία. Ακόμη σε περίπτωση ανάγκης, όπως βλάβη μηχανών κάποιου πλοίου ή κάποιο ακυβέρνητο πλοίο ανοικτά της θάλασσας, γίνεται η ρυμούλκησή τους από τα ρυμουλκά σκάφη.



Εικόνα 15. Ρυμουλκό σκάφος

πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CF%85%CE%BC%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%BA%CF%8C>

- ❖ **Ναυαγοσωστικά:** Έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά με τα ρυμουλκά σκάφη, όπως η στιβαρή κατασκευή τους και η μεγάλη ιπποδύναμη των μηχανών. Τα ναυαγοσωστικά χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις ανάγκης για παροχή βοήθειας σε πλοία που βρίσκονται σε κίνδυνο όπως επίσης και για την ανέλκυση ναυαγίων και για αυτό το λόγο είναι πάντα σε ετοιμότητα. Διαθέτουν επίσης ειδικό εξοπλισμό όπως ραντάρ, τηλεπικοινωνιακά, σωστικά και πυροσβεστικά μέσα, καθώς και ειδικευμένο προσωπικό.



Εικόνα 16. Ναυαγοσωστικό πλοίο

πηγή: <https://e-nautilia.gr/800/>

- ❖ **Πλοηγίδες:** Τα σκάφη αυτά είναι υπεύθυνα για την μεταφορά των πλοηγών στα πλοία. Οι διαστάσεις τους ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή όπου δρουν και τις συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περίπτωση.



Εικόνα 17. Πλοηγίδα

πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%BF%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B4%CE%B1>

- ❖ **Βοηθητικά ναυπηγήματα:** πρόκειται για πλωτές κατασκευές οι οποίες βρίσκονται σε συγκεκριμένα σημεία σε λιμάνια ή ορμούς, χωρίς να μετακινούνται, για βοηθητικούς σκοπούς. Οι κατασκευές αυτές δεν έχουν αυτοδύναμη κίνηση. Στην περίπτωση που πρέπει να μετακινηθούν γίνεται με την χρήση ρυμουλκών σκαφών.
 - **Οι βυθοκόροι** είναι πλωτές κατασκευές στις οποίες υπάρχουν εγκατεστημένα τεχνικές μονάδες εργασίας(εκσκαφείς, γερανοί, αναρροφητήρες) και είναι υπεύθυνες για την εκβάθυνση, διάπλαση και συντήρηση των λιμανιών.
 - **Οι πλωτοί γερανοί** είναι γερανοί τοποθετημένοι σε πλωτές κατασκευές με σκοπό την φορτοεκφόρτωση των πλοίων ή την κατασκευή και συντήρηση λιμενικών έργων.
 - **Οι πλωτές δεξαμενές** είναι πλωτές κατασκευές μεγάλης διάστασης οι οποίες έχουν σκοπό τον δεξαμενισμό των πλοίων που εισέρχονται σε αυτήν.
 - **Οι φορτηγίδες** μπορούν να θεωρηθούν ως επίπεδα πλοία χωρίς αυτοδύναμη, με τα οποία γίνεται μεταφορά βαρέων αγαθών σε ποτάμια και διώρυγες. Στην σύγχρονη εποχή οι κατασκευές αυτές χρησιμοποιούνται τόσο όσο παλαιότερα και κατά συνέπεια τείνουν να εκλείψουν.

2. Συστήματα Πληροφορικής

2.1. Έννοια των Συστημάτων Πληροφορικής

Με τον όρο σύστημα πληροφορικής ή αλλιώς πληροφοριακό σύστημα περιγράφεται ένα σύνολο αλληλοσυσχετιζόμενων και αλληλεπιδρώντων διαδικασιών, αυτοματοποιημένων υπολογιστικών συστημάτων και ανθρώπινου δυναμικού με σκοπό την συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων με στόχο την παροχή πληροφοριών ή τη λήψη αποφάσεων. Πολλοί οργανισμοί και επιχειρήσεις βασίζονται σε πληροφοριακά συστήματα για την εκτέλεση και διαχείριση των δραστηριοτήτων τους. Τα πληροφοριακά συστήματα αποτελούνται συνήθως από λογισμικό, υλικό και τηλεπικοινωνιακό σκέλος.

2.2. Ιστορική Αναδρομή

Σύμφωνα με τους Hirschheim και Heinz, οι οποίοι έδωσαν μια ακόμα περιγραφή της ιστορίας των πληροφοριακών συστημάτων, η τρόπος που εξελίχθηκαν και η πορεία των πληροφοριακών συστημάτων χωρίζεται σε τέσσερις χρονικές περιόδους.

- **1951-1978:** Το 1951 κατασκευάστηκε ο πρώτος υπολογιστής με όνομα LEO-I (Lyons Electronic Office-I) για εμπορική χρήση από επιχειρήσεις. Στις επιχειρήσεις ωστόσο είχε δημιουργηθεί η ανάγκη για καλύτερη οργάνωση και τάξη στις λειτουργίες υλικού και λογισμικού. Αρχικά ο υπολογιστής εκτελούσε εργασίες αποτίμησης κύκλου εργασιών των εταιρειών τροφοδοσίας και παραγωγής τροφίμων, οι οποίες ανήκαν στην εταιρεία LYONS, και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την αυτοματοποίηση κάποιων χειρόγραφων εργασιών όπως η μισθοδοσία υπαλλήλων. Η χρησιμότητα του υπολογιστή επεκτάθηκε και σε άλλες εργασίες που σχετίζονταν με την επεξεργασία δεδομένων όπως για παράδειγμα η διαχείριση των καταλόγων απογραφής και η διαχείριση συναλλαγών. Στο κομμάτι της επεξεργασίας των δεδομένων ο στρατός και οι τράπεζες ήταν οι πρώτοι που εστίασαν πάνω σε αυτό. Στον χώρο των επιστημών παράλληλα άρχισαν να γίνονται προσπάθειες ένταξης των πληροφοριακών συστημάτων ως επιστημονικό πεδίο με στόχο τη διαχείριση μιας επιχείρησης μέσω του συνδυασμού γνώσεων από επιχειρησιακές έρευνες, αναλύσεις συστημάτων, επεξεργασία δεδομένων, το υλικό και το λογισμικό. Τέλος το 1972 η Association for Computing Machinery-ACM δημοσίευσε οδηγίες για ένα πρόγραμμα σπουδών με αντικείμενο τα πληροφοριακά συστήματα καθώς είχε αρχίσει να δημιουργείται η σκέψη στον επιστημονικό χώρο για ένα τέτοιο πρόγραμμα.
- **1980-1990:** Με την εκθετική εξέλιξη της τεχνολογίας έφτασε ο πρώτος προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής με αρκετά καλές επιδόσεις, πιο μικρός και εύκολα διαθέσιμος προς το κοινό. Ο υπολογιστής, εκτός της επίλυσης διαδικαστικών προβλημάτων, βοήθησε επίσης τις επιχειρήσεις στις διοικητικές εργασίες. Τα πληροφοριακά

συστήματα παράλληλα δεν έχουν πάρει ακόμα θέση στα στρατηγικά σχέδια των επιχειρήσεων, παρά μόνο για την επίλυση κρίσιμων προβλημάτων. Η πρώτη διάσκεψη με θέμα τα πληροφοριακά συστήματα γίνεται το 1980 στην Φιλαδέλφεια. Στο χώρο της εκπαίδευσης, γνώστες πάνω στο αντικείμενο των πληροφοριακών συστημάτων, διαμορφώνουν προγράμματα σπουδών.

- **1990-2000:** Κάθε επιχείρηση επέλεγε λογισμικό και υλικό με στόχο την επίλυση προβλημάτων των επιμέρους τμημάτων της. Αυτό είχε δημιουργήσει κάποια προβλήματα όπως στην επικοινωνία και την διασύνδεση μεταξύ των τμημάτων και στην συμβατότητα μεταξύ παλαιών και σύγχρονων συστημάτων. Η λύση σε αυτό ήταν η εναρμόνιση των στρατηγικών σχεδίων των πληροφοριακών συστημάτων και των επιχειρήσεων. Αρχίζουν στον επιστημονικό χώρο πλέον να παρουσιάζονται μέθοδοι ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων, η επιρροή από παράγοντες στην αύξηση της παραγωγικότητας, η θετική επίδραση των πληροφοριακών συστημάτων στις οικονομικές επιδόσεις των επιχειρήσεων, εκτιμήσεις της αξίας των πληροφοριακών συστημάτων, τα πληροφοριακά συστήματα ως υποστηρικτικό μέσο για τη λήψη αποφάσεων.
- **2000 μέχρι σήμερα:** Το διαδίκτυο πλέον με την εξάπλωσή του δίνει αρκετό περιθώριο στα πληροφοριακά συστήματα να εξελιχθούν καθώς έχει δημιουργηθεί ένα νέο επιχειρηματικό περιβάλλον. Η ύπαρξη των πληροφοριακών συστημάτων σε επιχειρήσεις και οργανισμούς στην σύγχρονη εποχή είναι σχεδόν αναγκαία.



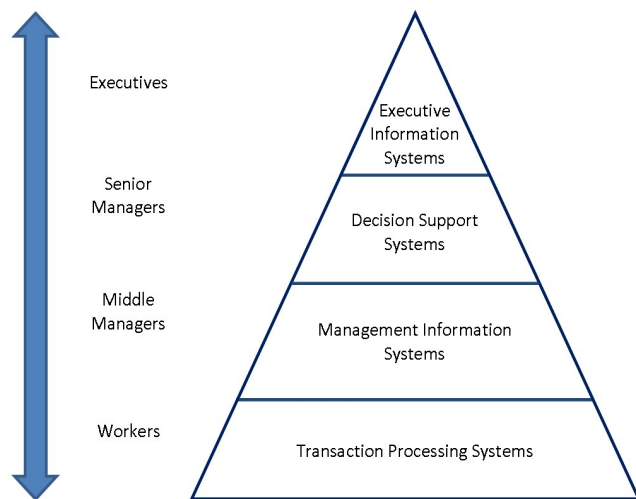
Εικόνα 18: Υπολογιστής LEO-I (1953)

πηγή: <http://ta.mdx.ac.uk/leo/leo-computers/>

2.3. Κατηγορίες και Τύποι Συστημάτων Πληροφορικής

- **Κατηγορίες**

Η κλασική απεικόνιση ενός πληροφοριακού συστήματος από την εποχή του 1980 ήταν μια πυραμίδα που αποτελούνταν από τα συστήματα που αντικατοπτρίζουν την ιεραρχία του οργανισμού. Στην βάση της πυραμίδας συνήθως υπάρχουν τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών και ακολουθούν τα συστήματα διαχείρισης πληροφοριών, έπειτα τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων και στην κορυφή τα εκτελεστικά συστήματα πληροφοριών. Βάσει της οργανωτικής πυραμίδας προκύπτουν τέσσερα επίπεδα που αφορούν τα είδη των πληροφοριακών συστημάτων.



Εικόνα 19: Ιεραρχία κλασικού πληροφοριακού συστήματος

πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Information_system

- ❖ **Επίπεδο επιχειρησιακής**

Διαχείρισης: Το επιχειρησιακό επίπεδο αφορά την εκτέλεση καθημερινών επιχειρηματικών συναλλαγών του κάθε οργανισμού-επιχείρησης. Οι χρήστες σε αυτό το επίπεδο, όπως για παράδειγμα ταμίες τραπεζών ή ταμίες σε κάποιο σημείο πώλησης, λαμβάνουν δομημένες αποφάσεις κάτι που σημαίνει πως έχουν καθοριστεί κάποιοι κανόνες με στόχο την καθοδήγηση στην λήψη αποφάσεων

- ❖ **Επίπεδο διαχείρισης γνώσης:** Τα άτομα σε αυτό το επίπεδο είναι εξειδικευμένα στελέχη με αντικείμενο τους τη διαχείριση δεδομένων. Τα συστήματα διαχείρισης γνώσεων βοηθούν στην εφαρμογή νέων δεδομένων και γνώσεων στον οργανισμό ή στην επιχείρηση.

- ❖ **Επίπεδο τακτικής διαχείρισης:** Κυρίαρχα άτομα στο επίπεδο αυτό είναι οι διευθυντές μεσαίου επιπέδου, επικεφαλής τμημάτων, επόπτες, οι οποίοι συνήθως επιβλέπουν τις δραστηριότητες των χρηστών σε επίπεδο επιχειρησιακής διαχείρισης. Στο επίπεδο αυτό οι αποφάσεις που λαμβάνονται είναι κατά ένα μέρος δομημένες. Αυτό σημαίνει πως μια απόφαση ακολουθεί κάποια κατευθυντήρια γραμμή όμως παίζει ρόλο και η κρίση του χρήστη που παίρνει την απόφαση.

- ❖ **Επίπεδο στρατηγικής διαχείρισης:** Το επίπεδο αυτό είναι το ανώτερο στην ιεραρχία ενός οργανισμού. Οι χρήστες λαμβάνουν μη δομημένες αποφάσεις. Ακόμη, τα διευθυντικά στελέχη έχουν ως στόχο τον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό του

οργανισμού το οποίο επιτυγχάνεται με πληροφορίες από το επίπεδο τακτικής διαχείρισης και άλλα εξωτερικά δεδομένα ώστε να πάρουν μη δομημένες αποφάσεις.

- **Τύποι**

- 1) Σύστημα Επεξεργασίας Συναλλαγών (Transaction Processing Systems)**

Ο ρόλος των συστημάτων επεξεργασίας συναλλαγών εξασφαλίζει την ασφαλή αποθήκευση αλλά των συναλλακτικών και πελατειακών δεδομένων αλλά και την προσβασιμότητά τους από τα αρμόδια άτομα που τα χρειάζονται. Βοηθά επίσης στην εκτέλεση ενεργειών που αφορούν τις καταχωρίσεις παραγγελιών, τις μισθοδοσίες, τις αποστολές παραγγελιών, την διαχείριση πωλήσεων ή όποιες άλλες συναλλαγές απαιτούνται για την συντήρηση των λειτουργιών. Με ένα τέτοιο σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών παρέχεται στους οργανισμούς ένα υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας και ακρίβειας στα δεδομένα των πελατών ή χρηστών τους που συνεπάγεται την μειωμένη πιθανότητα σφάλματος από ανθρώπινο παράγοντα.

- 2) Συστήματα Αυτοματισμού Γραφείου (Office Automation Systems)**

Ένα σύστημα αυτοματισμού γραφείου αποτελείται από διάφορα εργαλεία, τεχνολογίες και άτομα, ο συνδυασμός των οποίων έχει σκοπό την εκτέλεση γραφικών και διαχειριστικών εργασιών. Ένα τέτοιο σύστημα παρέχει μεγάλη βοήθεια στην επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων και των τμημάτων ενός οργανισμού με στόχο την μέγιστη συνεργασία για την ολοκλήρωση μιας εργασίας. Τα συστήματα αυτοματισμού γραφείου μπορούν να ενσωματωθούν σε κάποια εφαρμογή e-mail ή ακόμα και σε εφαρμογές επεξεργασίας κειμένου ώστε να εξασφαλίσει πως όλα τα επικοινωνιακά δεδομένα βρίσκονται σε μια κεντρική τοποθεσία με δυνατότητα πρόσβασης από όλους.

- 3) Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης (Knowledge Management Systems)**

Τα συστήματα διαχείρισης γνώσης αποθηκεύουν και εξάγουν πληροφορίες με σκοπό να βοηθήσουν τους χρήστες να επεκτείνουν και να ενισχύσουν τις γνώσεις τους ώστε να βελτιώσουν στο μέγιστο τις προσπάθειες συνεργασίας για την ολοκλήρωση των εργασιών. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται από υπαλλήλους, πελάτες, διοικητικά στελέχη και όποιος ενδιαφερόμενος εμπλέκεται στον οργανισμό και διασφαλίζουν ότι οι τεχνικές ικανότητες ενσωματώνονται σε όλη την εταιρεία. Παράλληλα υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης σε εξωτερικές πληροφορίες σε εργαζόμενους που απαιτείται εξωτερική γνώση για την ολοκλήρωση του ρόλου τους.

- 4) Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης (Management Information Systems)**

Ένα πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης χρησιμοποιεί δεδομένα συναλλαγών από ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών για να βοηθήσει την διαχείριση στη μεσαία επίπεδο και να βελτιστοποιηθεί ο σχεδιασμός και η λήψη αποφάσεων. Δημιουργεί ουσιαστικά αναφορές από πληροφορίες του συστήματος επεξεργασίας συναλλαγών και βοηθάει τα άτομα του επιπέδου διαχείρισης να γνωρίζουν σημαντικές λεπτομέρειες μιας κατάστασης. Οι περισσότερες

αναφορές περιλαμβάνουν το σύνολο των ετήσιων δεδομένων πωλήσεων, δεδομένων απόδοσης και ιστορικών στοιχείων. Αυτό προσφέρει στους διευθυντές έναν ασφαλή και συστηματικό τρόπο ώστε να πετύχουν τους στόχους τους και να επιβλέπουν τις μονάδες της επιχείρησης.

5) Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support Systems)

Σκοπός των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων είναι να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων από επεξεργασία δεδομένων. Συλλέγει και αποθηκεύει πληροφορίες που χρειάζονται για την διαχείριση των κατάλληλων ενεργειών τη στιγμή που απαιτείται. Τα πληροφοριακά αυτά συστήματα έχουν προγραμματισμένα μοντέλα αποφάσεων ικανά να αναλύσουν και να συνοψίσουν αρκετά μεγάλο όγκο πληροφοριών απεικονίζοντας τις πληροφορίες αυτές με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνουν πιο κατανοητές. Η διαδραστικότητα των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές να προσθέτουν και να διαγράφουν δεδομένα εύκολα και να θέτουν σημαντικές ερωτήσεις. Ο τρόπος λειτουργίας αυτός διασφαλίζει ότι η εταιρία θα πετυχαίνει τους στόχους της.

6) Διοικητικό Σύστημα Υποστήριξης (Executive Support System)

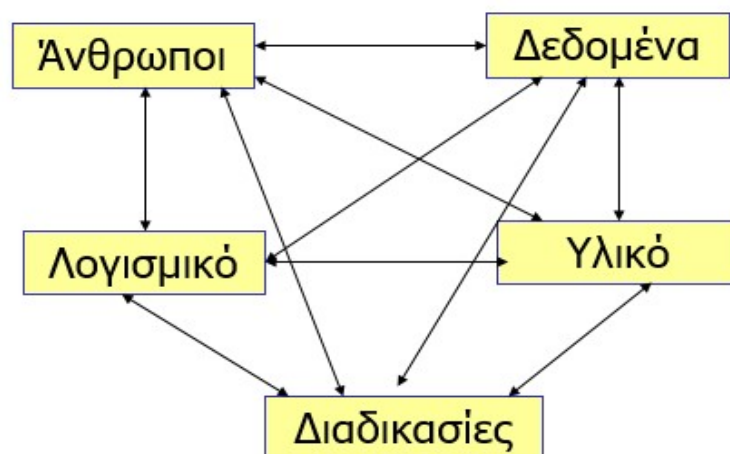
Τα διοικητικά συστήματα υποστήριξης ή αλλιώς εκτελεστικά συστήματα είναι πολύ κοντά στη φιλοσοφία των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων με τη διαφορά ότι διαχειρίζονται κυρίως από τα ανώτερα διοικητικά στελέχη και τους ιδιοκτήτες με στόχο τη βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων. Τα συστήματα αυτά είναι εξειδικευμένα ώστε να βοηθούν τους ηγέτες των οργανισμών ή επιχειρήσεων να βρίσουν απαντήσεις σε σπάνιες ερωτήσεις για να μπορούν να κάνουν κατάλληλες επιλογές που θα βελτιώσουν τις προοπτικές και της επιδόσεις τη εταιρείας. Κάθε διοικητικό σύστημα υποστήριξης έχει ενσωματωμένο ένα λογισμικό γραφικών το οποίο απεικονίζει δεδομένα που αφορούν φορολογικούς κανονισμούς, ανταγωνιστικές νεοσύστατες επιχειρήσεις, ζητήματα εσωτερικής συμμόρφωσης και άλλες σχετικές διοικητικές-εκτελεστικές πληροφορίες. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους ηγέτες να παρακολουθούν την εσωτερική απόδοση της εταιρείας να εντοπίζουν νέες ευκαιρίες ανάπτυξης.

2.4. Δομή και Βασικά Στοιχεία Πληροφοριακών Συστημάτων

Ένα πληροφοριακό σύστημα βασισμένο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή χρησιμοποιεί με άλλα λόγια την τεχνολογία των υπολογιστών για την εκτέλεση μερικών ή όλων των προγραμματισμένων διεργασιών του πληροφοριακού συστήματος. Υπάρχουν έξι βασικά στοιχεία που στο σύνολό τους αποτελούν ένα πλήρες πληροφοριακό σύστημα βασισμένο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή τα οποία είναι:

1. **Υλικό:** Ως υλικό θεωρείται οποιοδήποτε μηχάνημα και εξοπλισμός όπως κάποιος υπολογιστής και ο εξοπλισμός του ο οποίος συμπεριλαμβάνει και τις συσκευές εισόδου-εξόδου καθώς και τις συσκευές αποθήκευσης και επικοινωνιών.

- II. Λογισμικό: Το λογισμικό αναφέρεται σε προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών των οποίων οι οδηγίες αναγνωρίζονται σε επίπεδο μηχανής και μπορούν να κατευθύνουν τα κυκλώματα των διάφορων τμημάτων του υλικού με σκοπό την παραγωγή χρήσιμων πληροφοριών.
- III. Δεδομένα: Τα δεδομένα είναι γεγονότα τα οποία χρησιμοποιούνται από τα συστήματα πληροφορικής για να παραχθούν χρήσιμες πληροφορίες. Στα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα τα δεδομένα βρίσκονται σε κάποιο αποθηκευτικό μέσο όπως κάποιος σκληρός δίσκος και γίνεται ανάκτησή τους από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή οπότε χρειάζονται.
- IV. Διαδικασίες: Οι διαδικασίες είναι οι πολιτικές που ορίζουν τον τρόπο λειτουργίας των δραστηριοτήτων ενός πληροφοριακού συστήματος.
- V. Ανθρώπινο δυναμικό: Είναι το σημαντικότερο στοιχείο ενός πληροφοριακού συστήματος ώστε αυτό να θεωρείται χρήσιμο. Πολλές φορές ο άνθρωπος ασκεί επιρροή στην επιτυχία ή αποτυχία του πληροφοριακού συστήματος.



Εικόνα 20: Σχέσεις στοιχείων πληροφοριακού συστήματος

πηγή: <http://www.ionio.gr/~papatheodor/lessons/IONIO-INFO-SYSTEMS.PPT>

2.5. Ανάπτυξη Πληροφοριακών Συστημάτων

Τα τμήματα τεχνολογίας πληροφοριών σε μεγάλους οργανισμούς έχουν την τάση να επηρεάζουν έντονα την ανάπτυξη και την εφαρμογή της τεχνολογίας πληροφοριών στις επιχειρήσεις. Για την κατασκευή ενός συστήματος πληροφορικής χρησιμοποιείται μια σειρά μεθοδολογιών και διαδικασιών. Πολλοί προγραμματιστές χρησιμοποιούν μια μηχανική συστημάτων, όπως ο κύκλος ζωής ανάπτυξης συστήματος (SDLC), για την συστηματική ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος σταδιακά. Ο κύκλος ζωής της ανάπτυξη ενός συστήματος αποτελείται από κάποια στάδια τα οποία είναι η δημιουργία ενός πλάνου, η ανάλυση και οι απαιτήσεις τους συστήματος, ο σχεδιασμός του συστήματος, η ολοκλήρωση και ο έλεγχος του, η εφαρμογή του και η λειτουργίες και τέλος η συντήρησή του. Στόχος πλέον στην

δημιουργία πληροφοριακών συστημάτων είναι η συλλογική ανάπτυξη τους εντός του οργανισμού από το σύνολο των ίδιων των ανθρώπων που είναι παράγοντες. Εκτός από την εσωτερική ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος εντός του οργανισμού μπορεί να γίνει ανάθεση μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος για την ανάπτυξη του σε εξωτερικό παράγοντα.

3. Συστήματα Πληροφορικής Στην Ναυτιλία

3.1. Παγκόσμιο Ολοκληρωμένο Ναυτιλιακό Πληροφοριακό Σύστημα (Global Integrated Shipping Information System-GISIS)

Ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας (IMO) είναι ένας πολυεθνικός και διακυβερνητικός οργανισμός ο οποίος είναι υπεύθυνος για την σωστή και ασφαλή συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των κρατών-μελών του στον χώρο της ναυσιπλοΐας. Το Παγκόσμιο Ολοκληρωμένο Ναυτιλιακό Πληροφοριακό Σύστημα (Global Integrated Shipping Information System-GISIS) διατηρείται από τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα με στόχο την άμεση και γρήγορη παροχή πληροφοριών οι οποίες είναι χρήσιμες στο εμπόριο και την ναυτιλία.

Η πρόσβαση στο σύστημα GISIS γίνεται μέσω του διαδικτύου με την χρήση ονόματος χρήστη(user name) και ενός κωδικού πρόσβασης(password). Προτού γίνει αυτό ο κάθε ενδιαφερόμενος που θέλει να συνδεθεί στο σύστημα αυτό θα πρέπει να έχει ακολουθήσει και

IMO INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION Global Integrated Shipping Information System

Public Area

Welcome to the Public Area

Find module by keyword

- Ship and Company Particulars**
Search the world fleet of ships by IMO Number and look up company particulars by IMO Company Number.
- Contact Points**
Contact lists of competent authorities and authorized organizations relating to IMO matters.
- Marine Casualties and Incidents**
Data on marine casualties and incidents, as defined by circulars MSC-MEPC.3/Circ.3.
- Pollution Prevention Equipment and Anti-fouling Systems**
Equipment required by MARPOL 73/78 and the BWM Convention, and anti-fouling systems compliant with the AFS Convention.
- Piracy and Armed Robbery**
Reported incidents of piracy and armed robbery.
- Non-mandatory Instruments**
Comprehensive list of non-mandatory IMO instruments.
- Global SAR Plan**
- Maritime Security**
Information communicated under the provisions of SOLAS regulation XI-2/13 (SOLAS chapter XI-2 and the ISPS Code).
- Recognized Organizations**
Information submitted by Member States under MSC/Circ.1010-MEPC/Circ.392.
- Port Reception Facilities**
Data on the available port reception facilities for the reception of ship-generated waste.
- Status of Treaties**
Status of ratification of IMO conventions.
- Facilitation of International Maritime Traffic**
Information on stowaway incidents, E-Addresses of Governmental Authorities and notifications pursuant to article VIII of the FAL Convention.
- Simulators**
Information on simulators available for use in maritime training.
- Condition Assessment Scheme**

Εικόνα 21: Ιστοσελίδα διεθνούς οργανισμού ναυσιπλοΐας

πηγή: <https://gis.imo.org/Public/Default.aspx>

να εκτελέσει μια σειρά από ενέργειες για να πραγματοποιηθεί η εγγραφή του μέσω της ιστοσελίδας του συστήματος.

Ο σκοπός του πληροφοριακού συστήματος GISIS, το οποίο έχει αναπτυχθεί από την γραμματεία του διεθνούς οργανισμού ναυτιλίας, είναι να παρέχει σε πραγματικό χρόνο online πρόσβαση μέσω διαδικτύου σε πληροφορίες που κοινοποιούνται στην γραμματεία του οργανισμού. Οι κοινοποίηση των πληροφοριών γίνεται παγκόσμια από τις εθνικές ναυτιλιακές αρχές οι οποίες ενημερώνουν τις βάσεις δεδομένων του ολοκληρωμένου συστήματος GISIS. Χαρακτηριστικό παράδειγμα βάσης δεδομένων του συστήματος GISIS είναι του International Ship Port-Facility Security Code (ISPS κώδικα) η οποία βάση περιέχει πληροφορίες, που παρέχονται από τις κυβερνήσεις που συμπεριλαμβάνονται στην σχετική συνθήκη, που απαιτεί ο κανονισμός SOLAS(XI-2/13). Οι κατηγορίες των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στο σύστημα GISIS είναι οι ακόλουθες:

1. Πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια των πλοίων (maritime security)
2. Αναγνωρισμένοι Οργανισμοί (Recognized Organizations)
3. Λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής (Port Reception Facilities)
4. Σημεία επαφής
5. Σχήμα αξιολόγησης συνθηκών
6. Ατυχήματα και συμβάντα πλοίων
7. Εξοπλισμός για την πρόληψη της ρύπανσης
8. Εκπομπές αερίων ρύπανσης

3.1.1. Πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια των πλοίων (maritime security)

Η κατηγορία αυτή περιέχει πληροφορίες σχετικά με το καθεστώς συμμόρφωσης κάθε χώρας/κράτους που αφορούν τους κανονισμούς σχετικά με την ασφάλεια στη ναυτιλία. Οι πληροφορίες αυτές είναι σύμφωνα με τους όρους της σύστασης SOLAS XI-2/13 καθώς και με τον κώδικα ISPS. Μέσω του ιστότοπου κάθε χρήστης μπορεί να επιλέξει την όποια χώρα θέλει με σκοπό να αντλήσει διάφορες πληροφορίες. Πληροφορίες όπως:

- Στοιχεία επικοινωνίας του αρμόδιου οργανισμού κάθε χώρας. Η παροχή των στοιχείων γίνεται για λήψη επικοινωνίας που σχετίζεται με την ασφάλεια στην ναυτιλία.
- Πληροφορίες σχετικά με τις εγκαταστάσεις που παρέχουν τα λιμάνια ανά χώρα και χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:
 - Λεπτομέρειες της εγκατάστασης(facility detail)
 - Σχέδιο ασφάλειας(security plan)
 - Σημείο επικοινωνίας για θέματα που αφορούν την ασφάλεια της ναυτιλίας(maritime security points of contact)
- Κανονισμοί ασφάλειας(security arrangements) για τα λιμάνια οι οποίοι είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς SOLAS.

Public Area > Maritime Security

Organizational Contacts | Port Facilities | Security Arrangements | Download

Data on the Status of Compliance

Please select a State or territory:

State/Territory:

Please select a category:

- [Organizational Contacts](#)
- [Port Facilities](#)
- [Security Arrangements](#)

Quick Search

Enter the name of a port or port facility, a port UN/LOCODE, or an IMO Port Facility Number.

Tip: Entering part of a name or number returns all matches.

Name/Number:

Εικόνα 22: Maritime security

πηγή: <https://gisis.imo.org/Public/ISPS/Default.aspx?Country=GRC>

3.1.2. Αναγνωρισμένοι Οργανισμοί (Recognized Organizations)

Η συγκεκριμένη κατηγορία πληροφοριών περιέχει πληροφορίες που αναφέρονται στους αναγνωρισμένους οργανισμούς που υποβάλει κάθε κράτος-μέλος του IMO σε συμμόρφωση με τις αποφάσεις των επιτροπών MSC/Circ.1010, MEPC/Circ.382. Η ταξινόμηση των πληροφοριών γίνεται με βάση τη χώρα ή το όνομα του οργανισμού.

Public Area > Recognized Organizations > Authorizations by flag Administration

Browse by Flag Administration | Browse by Recognized Organization

Authorizations / Greece ▼

Select a Recognized Organization to view details of the authorization.

Authorized Recognized Organizations	Last updated
American Bureau of Shipping (ABS)	2020-02-14
Bureau Veritas (BV)	2020-02-14
China Classification Society (CCS)	2020-02-14
DNV GL AS (DNVGL)	2020-02-14
International Naval Surveys Bureau (INSB)	2020-03-03
Korean Register (KR)	2020-02-14
Lloyd's Register (LR)	2020-02-14
Nippon Kaiji Kyokai (NKK)	2020-02-14
Phoenix Register of Shipping S.A. (PHRS)	2020-03-03
Polski Rejestr Statkow (Polish Register of Shipping) (PRS)	2020-02-14
RINA Services S.p.A (RINA)	2020-02-14
Russian Maritime Register of Shipping (RMRS)	2020-02-14

Εικόνα 23: Αναγνωρισμένοι Οργανισμοί

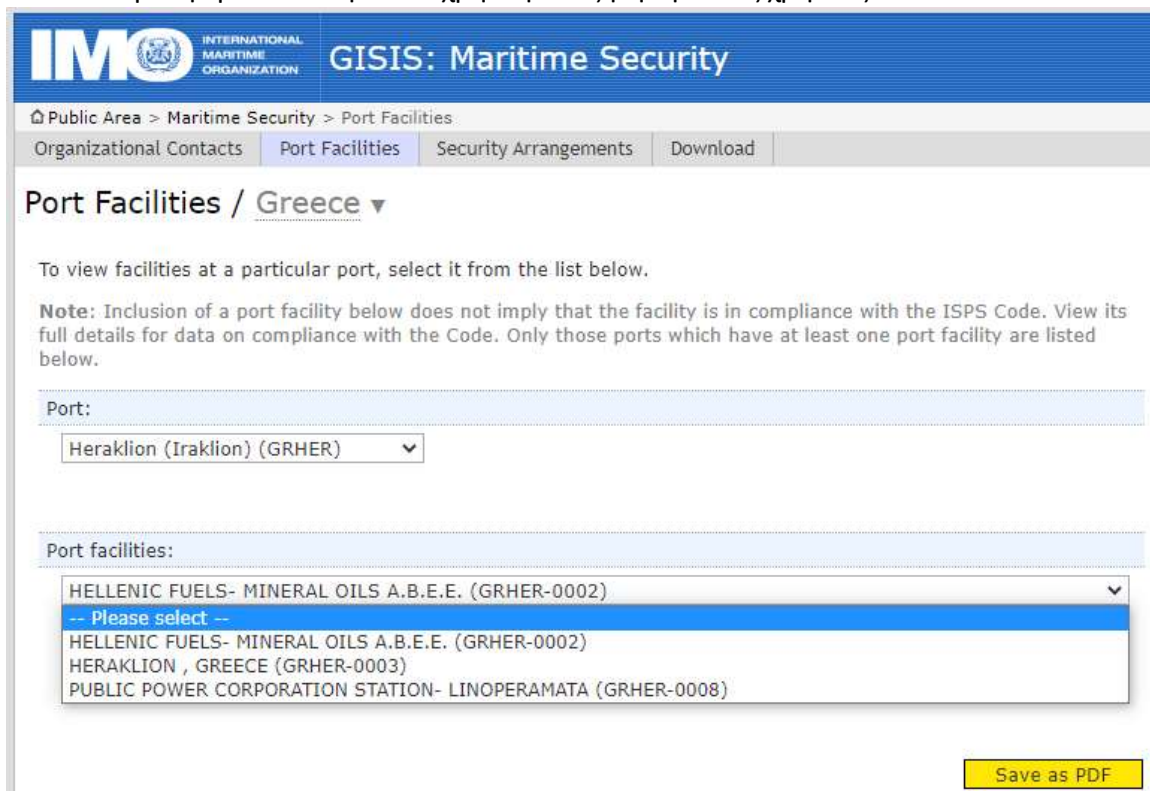
πηγή: <https://gisis.imo.org/Public/RO/BrowseCountry.aspx?Country=GRC>

3.1.3. Λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής (Port Reception Facilities)

Οι πληροφορίες αυτής της κατηγορίας αναφέρονται στις διαθέσιμες εγκαταστάσεις που προσφέρει κάθε λιμάνι στα πλοία κατά την υποδοχή τους. Πρόκειται για εγκαταστάσεις οι οποίες παραλαμβάνουν τα απόβλητα των πλοίων όπως σκουπίδια, υπολείμματα πετρελαίου και διάφορων χημικών, λύματα, υπολείμματα συστήματος καθαρισμού καυσαερίων, ουσίες επιβλαβής για το όζον.

Όλες οι πληροφορίες βρίσκονται σε μία βάση δεδομένων η οποία:

- προσφέρει πρόσβαση μέσω διαδικτύου για τις ισχύουσες πληροφορίες των εγκαταστάσεων που έχει κάθε λιμάνι παγκοσμίως
- ενημερώνει συνεχώς τις πληροφορίες σύμφωνα με τα πιο σύγχρονα δεδομένα
- προσφέρει εύκολη και εύχρηστη αναζήτηση στους χρήστες



The screenshot shows the IMO GISIS: Maritime Security website interface. At the top, there is a blue header with the IMO logo and the text 'INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION' and 'GISIS: Maritime Security'. Below the header, there is a breadcrumb trail: 'Public Area > Maritime Security > Port Facilities'. A navigation bar contains tabs for 'Organizational Contacts', 'Port Facilities', 'Security Arrangements', and 'Download'. The main content area is titled 'Port Facilities / Greece'. It includes a note: 'To view facilities at a particular port, select it from the list below. Note: Inclusion of a port facility below does not imply that the facility is in compliance with the ISPS Code. View its full details for data on compliance with the Code. Only those ports which have at least one port facility are listed below.' There are two dropdown menus: 'Port:' with 'Heraklion (Iraklion) (GRHER)' selected, and 'Port facilities:' with 'HELLENIC FUELS- MINERAL OILS A.B.E.E. (GRHER-0002)' selected. A 'Save as PDF' button is located at the bottom right of the page.

Εικόνα 24: Λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής

Πηγή: <https://gisis.imo.org/Public/ISPS/PortFacilities.aspx?Country=GRC&PortID=3395>

Μέσω του ιστότοπου του συστήματος GISIS υπάρχει δυνατότητα να γίνει παρουσίαση στον χρήστη των εγκαταστάσεων υποδοχής για το λιμάνι που επιθυμεί εκείνος να αντλήσει πληροφορίες. Ακόμη υπάρχει δυνατότητα υποβολής αναφορών από τους επισκέπτες σχετικά με τις τυχόν ανεπάρκειες κάποιας εγκατάστασης υποδοχής στο λιμάνι όπου επισκέφτηκαν, αλλά και να δουν αναφορές που έχουν ήδη υποβληθεί σε προηγούμενες περιπτώσεις.

3.1.4. Σημεία επαφής

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι πληροφορίες που αφορούν τα κυριότερα φυσικά σημεία επαφής που ανήκουν στους κρατικούς φορείς με σκοπό την αντιμετώπιση τυχόν θεμάτων που συμπεριλαμβάνονται στις αρμοδιότητές τους. Αναλυτικότερα οι πληροφορίες αυτές είναι:

- Σημεία επαφής των κρατικών φορέων για θέματα που αφορούν τον έλεγχο των λιμανιών, σε περίπτωση ατυχήματος καθώς και τις υπηρεσίες για τις επιθεωρήσεις πλοίων.
- Λίστα των σημείων επαφής του κάθε έθνους που η δράση τους αφορά της λήψη, εκπομπή ή επεξεργασία αναφορών για επείγον καταστάσεις όπως τα ατυχήματα που προκαλούν ζημιά σε παραθαλάσσιες περιοχές, διαρροή χημικών ουσιών, πετρελαίου από πλοία στην θάλασσα.
- Σημεία επαφής και οι διευθύνσεις τους για χύδην χημικά.

Reference	Function of contact point	Organization	Name	Last updated
CP17019	• BWM convention exemptions	Ministry of Maritime Affairs and Insular Policy/ Hellenic Coast Guard	DIMITRIOS PETRAKIS	2021-02-17
CP70388	• Containner safety	Ministry of Mercantile Marine		2016-08-12
CP151193	• Continuous synopsis records	Ministry of Maritime Affairs and Insular Policy/ HELLENIC COAST GUARD COMMANDANT / General Directora	ARGYRO FLORAKI	2021-04-23
CP43523	• Facilitation purposes	Ministry of Maritime Affairs & Insular Policy		2021-02-10
CP81779	• IMDG Code	Ministry of Mercantile Marine		2017-01-20
CP56918	• London Convention/Protocol matters	Hellenic Coastguard Headquarters, Ministry of Shipping, Maritime Affairs and the Aegean	Aikaterini Stamou	2015-04-07
CP76433	• Maritime Assistance Services (MAS)	Hellenic Coast Guard Operations Centre		2016-09-21
CP76429	• Maritime Assistance Services (MAS)	JRCC Piraeus		2016-09-21
CP150130	• National Focal Points on Crew Change and Repatriation of Seafarers	Labour Relations Dept.		2021-04-09
CP3134	• Ship inspection and casualty investigation services	Consulado Geral Da Grecia		2020-11-27

Εικόνα 19: Σημεία επαφής

πηγή: <https://gisis.imo.org/Public/CP/Authority.aspx?Authority=GRC>

3.1.5. Σχήμα Αξιολόγησης Συνθηκών

Οι πληροφορίες της κατηγορίας αυτής αφορούν την βάση δεδομένων η οποία περιέχει δεδομένα για την δημιουργία και υλοποίηση του σχήματος αξιολόγησης συνθηκών της απόφασης MEPC. 94(46). Ως κριτήριο αναζήτησης στη βάση δεδομένων χρησιμοποιείται είτε το όνομα του πλοίου είτε ο μοναδικός αριθμός IMO. Κατά την αναζήτηση ο κάθε χρήστης μπορεί να δει την κατάσταση της δήλωσης συμμόρφωσης του κάθε πλοίου καθώς και όλες τις σχετικές πληροφορίες με το σχήμα αξιολόγησης συνθηκών που έχουν καταχωρηθεί από πηγές του IMO.

IMO INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION

GISIS: Condition Assessment Scheme

Public Area > Condition Assessment Scheme

Condition Assessment Scheme

Active Statements of Compliance

Enter either a ship's name or IMO number to locate its statement of compliance.

Ship name/IMO number:

To view all statements in the database, or to view statements by reporting Government, select below:

Statements by:

Εικόνα 26: Σχήμα αξιολόγησης συνθηκών

Πηγή: <https://gisis.imo.org/Public/CAS/Default.aspx>

3.1.6. Ατυχήματα και συμβάντα πλοίων

Σε αυτή την κατηγορία συναντάμε πληροφορίες σχετικές με ατυχήματα και με διάφορα συμβάντα πλοίων (maritime casualties and incidents). Οι πληροφορίες αυτές χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες. Η πρώτη αποτελείται από πραγματικά δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από εξωτερικές πηγές, ενώ η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από δεδομένα τα οποία έχουν προκύψει από επεξεργασία πληροφοριών οι οποίες βασίζονται σε διάφορες αναφορές με σκοπό την διερεύνηση ατυχημάτων και συμβάντων. Ο IMO για την σωστή και εύκολη ενημέρωση του συστήματος έχει διαχωρίσει τα ατυχήματα σε τέσσερις υποκατηγορίες οι οποίες είναι:

- Πολύ σοβαρά ατυχήματα
- Σοβαρά ατυχήματα
- Λιγότερο σοβαρά ατυχήματα
- Συμβάντα σε θαλάσσια περιοχή

Στην πρώτη υποκατηγορία των πολύ σοβαρών ατυχημάτων εντάσσονται ατυχήματα που έχουν ως αποτέλεσμα ολική απώλεια-καταστροφή του πλοίου, απώλεια ζωής, ρύπανση περιβάλλοντος σε επικίνδυνο βαθμό. Συγκεκριμένα με τον όρο ρύπανση του περιβάλλοντος γίνεται αναφορά σε ατυχήματα τα οποία αξιολογούνται από το κάθε κράτος που επηρεάζεται από αυτό και έχουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον ή ακόμη και τι επιπτώσεις θα είχαν αν δεν είχαν ληφθεί μέτρα ασφαλείας που απέτρεψαν το ατύχημα.

Στην δεύτερη υποκατηγορία συναντάμε συμβάντα, μικρότερης επικινδυνότητας των πολύ σοβαρών ατυχημάτων, τα οποία περιλαμβάνουν φωτιά, σύγκρουση, ζημιά από πάγο, έκρηξη,

πιθανό πρόβλημα στο σκάφος, σημαντική υλική ζημιά του σκάφους, σύγκρουση με το έδαφος. Όλα αυτά μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την ακινητοποίηση του πλοίου είτε από ζημιά των μηχανών ή από άλλο παράγοντα που δεν επιτρέπει την λειτουργία αυτών καθώς μπορεί να θέτει σε κίνδυνο το πλήρωμα, το ίδιο το πλοίο ή και το περιβάλλον, ή ακόμη μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα βλάβη η οποία απαιτεί άμεση ρυμούλκηση ή/και βοήθεια από ξηρά.

Οι δύο τελευταίες υποκατηγορίες μπορούν να καταταχθούν σε μια κατηγορία καθώς στα λιγότερο σοβαρά ατυχήματα εντάσσονται και τα διάφορα συμβάντα σε θαλάσσιες περιοχές, τα οποία συμβάντα περιέχουν τα επικίνδυνα περιστατικά και ατυχήματα που παραλίγο να προκαλέσουν ζημιά, για την διευκόλυνση της συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών.

Εικόνα 27: Ατυχήματα και συμβάντα πλοίων

Πηγή: <https://gisis.imo.org/Public/MCI/Search.aspx?Mode=Advanced>

Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας των πληροφοριών όπως καταχωρούνται στο σύστημα GISIS σύμφωνα με το MSC-MEPC.3: [5]

Information to be sent in accordance with the type of casualty	Very serious casualties	Serious casualties	Less serious casualties	Marine incidents
Annex 1 of the attached reporting format	To be provided within 6 months after the casualty in all cases	To be provided within 6 months after the casualty in all cases	May be provided if there are important lessons to be learned	May be provided if there are important lessons to be learned
Annexes 2 and 3 of the attached reported format, as well as other relevant annexes	To be provided at the end of the investigation in all cases	To be provided at the end of the investigation in all cases	May be provided if there are important lessons to be learned	May be provided if there are important lessons to be learned
Full investigation report	To be provided at the end of the investigation in all cases	May be provided if there are important lessons to be learned	May be provided if there are important lessons to be learned	May be provided if there are important lessons to be learned

Πίνακας 1. Πίνακας πληροφοριών για κατηγορίες ατυχημάτων

3.1.7. Εξοπλισμός πρόληψης ρύπανσης

Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με πληροφορίες που αφορούν τον εξοπλισμό πρόληψης ρύπανσης που απαιτείται να έχει κάθε πλοίο στην διάθεσή του από την διεθνή συνθήκη (MARPOL) για την πρόληψη ρύπανσης βάσει των αποφάσεων MEPC60(33),A586(14), MEPC5(XIII), MEPC2(VI),MEPC59(33),MEPC107(49),MEPC108(19),MEPC159(59).

Οι πληροφορίες είναι οι εξής:

- Οι κατασκευαστές του εξοπλισμού πρόληψης ρύπανσης
- Τον εξοπλισμό ανά κατασκευαστή που έχει επιλέξει ο χρήστης από το σύστημα GISIS
- Η έγκριση που έχει κάθε τύπος εξοπλισμού

Public Area > Pollution Prevention Equipment and Anti-fouling Systems > Equipment

Manufacturers Equipment Approvals Anti-fouling Systems

Equipment

Please select an equipment manufacturer:

Manufacturer's country: Greece

Name: Environmental Protection Engineering S.A

Select an equipment to view approvals.

Name/Model
PL-1A
POSEIDON EVO PE1.0
POSEIDON EVO PE10.0
POSEIDON EVO PE2.5
POSEIDON EVO PE5.0
POSEIDON EVO PE7.5
TRITON 1000
TRITON 1900
TRITON 196
TRITON 4000
TRITON 408
TRITON EC 100

Εικόνα 28: Εξοπλισμός πρόληψης ρύπανσης

πηγή: <https://gisis.imo.org/Public/PPE/Equipment.aspx>

3.1.8. Εκπομπές αερίων ρύπανσης σχετικών με το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Οι πληροφορίες αυτές αναφέρονται σε προσωρινούς δείκτες μέτρησης της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός σκάφους σε κατάσταση λειτουργίας. Η αποδοτικότητα εκφράζεται ως το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπει κάθε σκάφος ανά μονάδα έργου μεταφοράς.

3.2. Ολοκληρωμένο σύστημα δρομολόγησης πλοίου βάσει καιρικών συνθηκών με την χρήση προϊόντων CMEMS και του αλγορίθμου A*

3.2.1. CMEMS

Η υπηρεσία Copernicus Marine Service ή αλλιώς Copernicus Marine Environment Monitoring Service είναι μέρος του προγράμματος Copernicus της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρέχει δωρεάν τακτικές και συστηματικές έγκυρες πληροφορίες για την κατάσταση του «μπλε», του «λευκού», και του «πράσινου» (βιογεωχημικού) ωκεανού, σε παγκόσμια περιφερειακή κλίμακα. Χρηματοδοτείται από την ευρωπαϊκή επιτροπή και υλοποιείται από την Mercator Ocean International. Έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί τις πολιτικές της ΕΕ και τις διεθνείς νομικές δεσμεύσεις που σχετίζονται με την διακυβέρνηση των ωκεανών για να καλύψει τις κοινωνικές ανάγκες και γενικότερα για την παγκόσμια γνώση των ωκεανών. Ταυτόχρονα τονώνει τη γαλάζια οικονομία σε όλους τους θαλάσσιους τομείς παρέχοντας free-of-charge, state-of-the-art δεδομένα και πληροφορίες για τον ωκεανό.

Παρέχει βασικές εισροές που υποστηρίζουν σημαντικές κοινοτικές και διεθνείς πολιτικές και πρωτοβουλίες και μπορεί να συμβάλει:

- καταπολέμηση της ρύπανσης
- θαλάσσια προστασία
- θαλάσσια ασφάλεια και δρομολόγηση πλοίων
- βιώσιμη χρήση των πόρων των ωκεανών
- υποστήριξη της γαλάζιας ανάπτυξης
- παρακολούθηση του κλίματος, προβλέψεις καιρού κ.α.

Στοχεύει επίσης στην αύξηση της ευαισθητοποίησης του ευρύτερου κοινού παρέχοντας στους ευρωπαίους και παγκόσμιους πολίτες πληροφορίες σχετικά με ζητήματα που σχετίζονται με τους ωκεανούς.

3.2.2. Weather Routing System με τη χρήση προϊόντων CMEMS και του A* αλγορίθμου

Το SIMROUTE είναι ένα ολοκληρωμένο λογισμικό για τη δρομολόγηση πλοίων με βάση των καιρό. Ο αλγόριθμος εύρεσης μονοπατιού A* χρησιμοποιείται για την βελτιστοποίηση της διαδρομής του πλοίου σε συνάρτηση με τα κινήσεις των κυμάτων. Ο στόχος του λογισμικού είναι η παροχή ενός ολοκληρωμένου, ανοιχτού και εύκολου εργαλείου, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας πριν και μετά για προσομοιώσεις δρομολόγησης του πλοίου. Το λογισμικό έχει κατασκευαστεί με βάση τα συστήματα πρόβλεψης κυμάτων CMEMS τα οποία είναι διαθέσιμα για δωρεάν χρήση. Ο κώδικας παρέχει τη βελτιστοποιημένη διαδρομή και τη διαδρομή ελάχιστης απόστασης μαζί με πρόσθετες μονάδες για τον υπολογισμό εκπομπών του πλοίου και της ασφάλειας στην παρακολούθηση πλοήγησης. Το SIMROUTE έχει δοκιμαστεί αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιώντας διαφορετικά προϊόντα CMEMS σε μικρές και μεγάλες αποστάσεις. Η ολοκληρωμένη δομή του κώδικα επιτρέπει την εύκολη τροποποίηση του ώστε να μπορεί να συμπεριλάβει πρόσθετα μοντέλα αντίστασης κυμάτων και την επίδραση των ρευμάτων του νερού και των ανέμων κατά την πλεύση. Το SIMROUTE χρησιμοποιείται επίσης

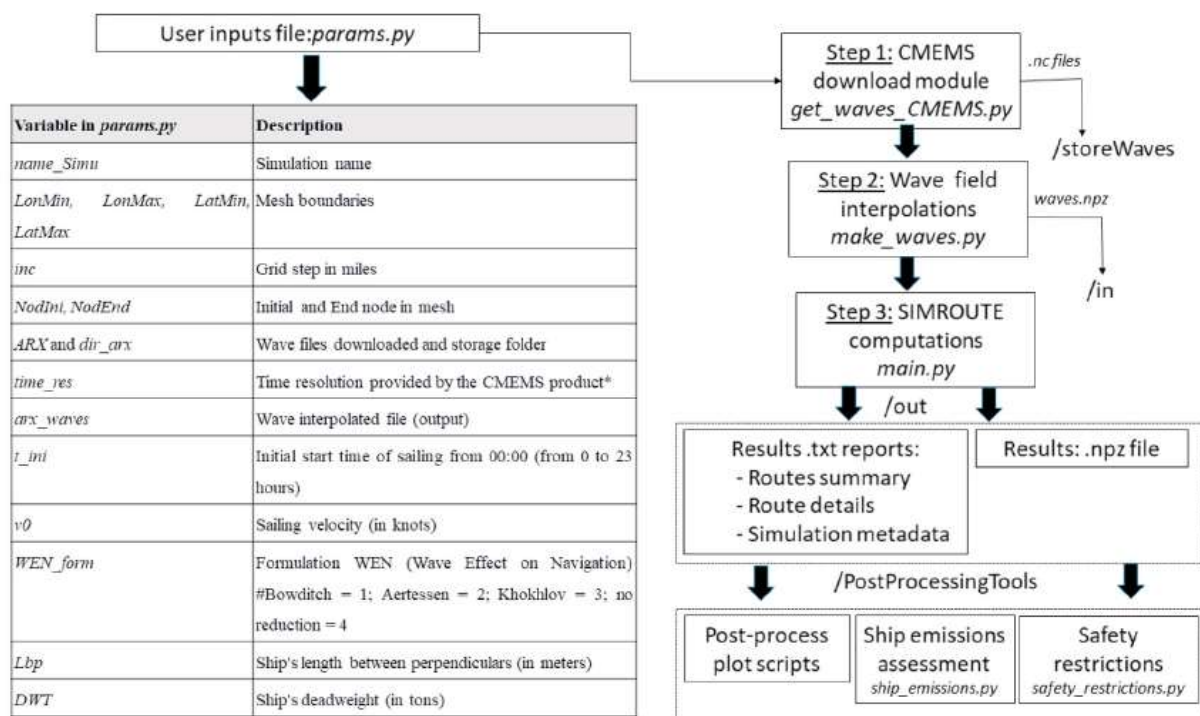
για ακαδημαϊκούς σκοπούς, παρέχοντας δεξιότητες για τη βελτιστοποίηση της δρομολόγησης των πλοίων στο πλαίσιο των προτύπων εκπαίδευσης, πιστοποίησης και ανάθεσης ρόλων σε ναυτικούς (watchkeeping-STCW) για ναυτική εκπαίδευση και κατάρτιση βάσει ικανοτήτων. Λόγω της απλότητας χρήσης, το SIMROUTE είναι ένας καλός υποψήφιος για στρατηγικές συγκριτικής αξιολόγησης και σύγκριση μεταξύ ασκήσεων με προηγμένες μεθόδους για τη δρομολόγηση των πλοίων σύμφωνα με τον καιρό. Αυτή η συνεισφορά υπογραμμίζει τις τεχνικές πτυχές, την οργάνωση του κώδικα και τη δομή πίσω από το SIMROUTE, καταδεικνύοντας τις δυνατότητές του μέσω παραδειγμάτων βελτιστοποίησης διαδρομής.

Από την άποψη της ναυτιλιακής βιομηχανίας η ελαχιστοποίηση του λειτουργικού κόστους είναι ένα πολύπλευρο πρόβλημα το οποίο περιλαμβάνει τη διαχείριση του στόλου, προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων όπως ο προγραμματισμός ή η δρομολόγηση των πλοίων βάσει καιρού μεταξύ άλλων στρατηγικών. Ο καθορισμός πλεύσης σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες ορίζεται ως η ανάπτυξη μιας βέλτιστης πορείας και ταχύτητας για θαλάσσια ταξίδια με βάση τους ναυτικούς χάρτες, τις προβλεπόμενες συνθήκες στη θάλασσα, την εμπειρία του καπετάνιου και τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά ενός πλοίου για μία συγκεκριμένη διαδρομή. Η ακαδημαϊκή έρευνα έχει επικεντρωθεί στη βελτιστοποίηση της δρομολόγησης των πλοίων μέσω αλγορίθμων εύρεσης μονοπατιών, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τους μετεωρολογικές και ωκεανογραφικές προβλέψεις (προβλέψεις ανέμων, κυμάτων ή θαλάσσιων ρευμάτων). Ορισμένες από αυτές τις συνεισφορές έχουν δοκιμαστεί μέσω μιας απόδειξης αρχής που βασίζεται σε ωκεανικές αποστάσεις αλλά δεν έχουν βρεθεί στη βιβλιογραφία δοκιμές συγκριτικής αξιολόγησης που καλύπτουν διαφορετικές περιοχές. Μια αξιοσημείωτη προσπάθεια έγινε από τους Gianandrea Mannarini, Nadia Pinardi, Giovanni Coppini, Paolo Oddo, και Alessandro Iafrafi (στο άρθρο τους με τίτλο VISIR-I: small vessels – least-time nautical routes using wave forecasts), χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο βελτιστοποίησης που βασίζεται στη μέθοδο γραφικές αναζήτησης με βάρη ακμών που εξαρτώνται από το χρόνο στη μεσόγειο Θάλασσα. Από την άποψη αυτή, το SIMROUTE παρουσιάζει μια ευέλικτη δομή, η οποία επιτρέπει σε όλα τα προϊόντα του CMEMS έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό που δημιουργεί ένα εργαλείο γρήγορης εκτέλεσης από την πλευρά του χρήστη. Το SIMROUTE μπορεί να εμπλουτίσει το πεδίο έρευνας για τη δρομολόγηση των καιρικών συνθηκών του πλοίου, το οποίο έχει λάβει αυξανόμενο ενδιαφέρον από ακαδημαϊκούς τα τελευταία χρόνια. Ο κώδικας παρέχει επίσης ένα σύνολο εργαλείων οπτικοποίησης για εύκολη και άμεση σύγκριση μεταξύ νέων μεθόδων Ship Weather Routing τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν ακόμη και τεχνητή νοημοσύνη καθώς και μηχανική μάθηση στο πλοίο στο πλαίσιο εναλλακτικών λύσεων αυτόνομης ανάπτυξης πλοίων.

- **Υλικά και μέθοδοι**

Η δομή του λογισμικού αποτελείται από μία διαδοχική εκτέλεση Python scripts. Ένα διάγραμμα ροής για την καθοδήγηση των χρηστών του SIMROUTE φαίνεται στο παρακάτω σχήμα μαζί και με την οργάνωση των φακέλων και των post-processing εργαλείων. Οι μεταβλητές εισόδου περιλαμβάνονται σε ένα μοναδικό αρχείο με όνομα `params.py` το οποίο καθορίζει τα χαρακτηριστικά του πλέγματος, την περίοδο προσομοίωσης, την επίδραση του κύματος στο μοντέλο πλοήγησης καθώς και την ταχύτητα του πλοίου μεταξύ άλλων παραμέτρων. Η εκτέλεση

του κώδικα έχει σχεδιαστεί ακολουθώντας τρία βήματα scripts. Το `get_waves_CMEMS.py` είναι ένα αρχείο προεπεξεργασίας που κάνει λήψη μεταβλητές κυμάτων της επιφάνειας της θάλασσας σε ημερήσια διαμόρφωση αρχείων χρησιμοποιώντας το `motuclient` από repository του CMEMS. Δεύτερον το `make_waves.py` παρεμβάλλει τις πληροφορίες κυμάτων σε ένα συγκεκριμένο πλέγμα που δημιουργείται ως συνάρτηση των ορίων και του μεγέθους της αύξησης του πλέγματος. Τέλος το `main.py` εκτελεί τον αλγόριθμο βελτιστοποίησης, με αποτέλεσμα δυο εναλλακτικές λύσεις, η μια βελτιστοποιημένη διαδρομή και μια διαδρομή ελάχιστης απόστασης.

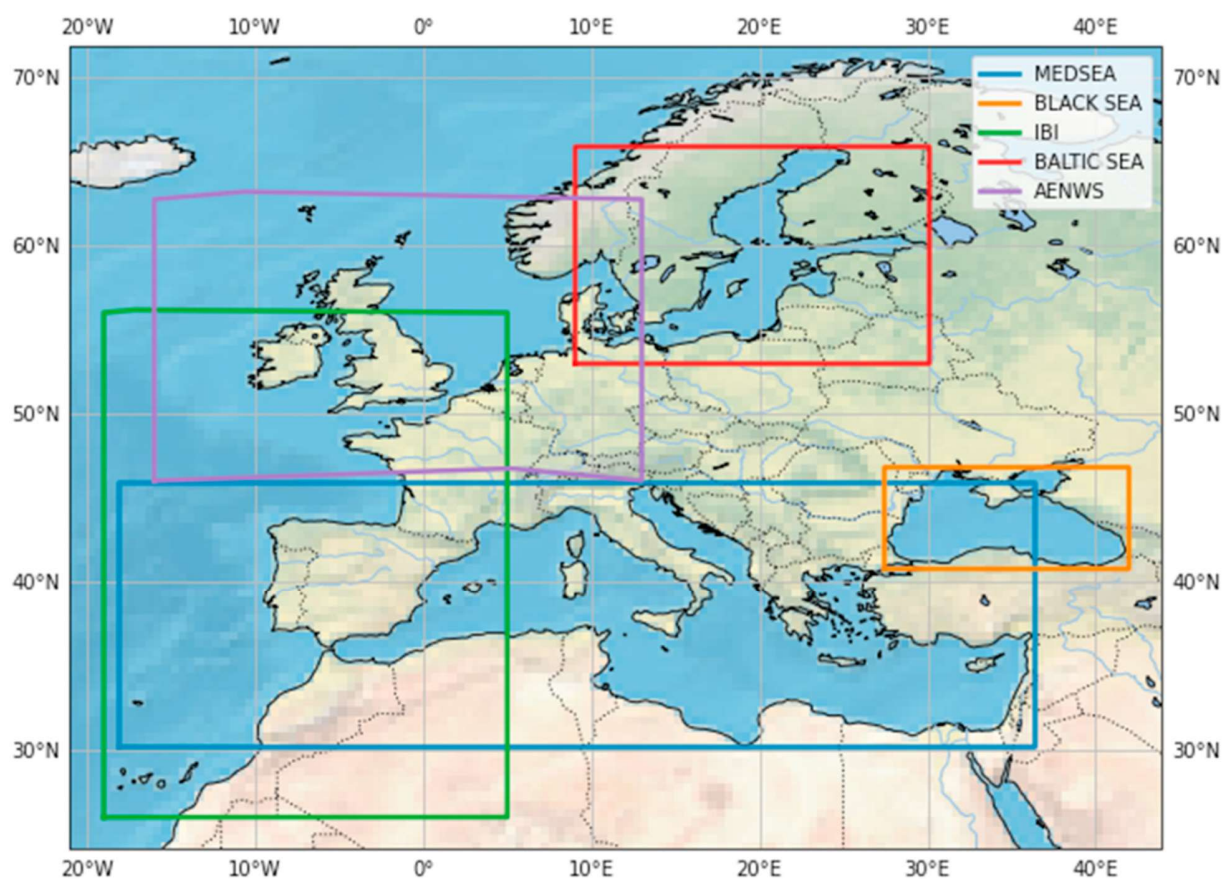


Εικόνα 29: Διάγραμμα ροής του SIMROUTE και λίστα μεταβλητών εισόδου στο `params.py`

- Πηγή πληροφοριών από κύματα

Τα αρχεία πληροφοριών κυμάτων κατεβαίνουν από το πρόγραμμα γεωσκόπησης της ευρωπαϊκής ένωσης Copernicus. Η υπηρεσία παρακολούθησης θαλάσσιου περιβάλλοντος Copernicus παρέχει δεδομένα και πληροφορίες πλήρους, δωρεάν και ανοιχτής πρόσβασης που σχετίζονται με την φυσική κατάσταση του παγκόσμιου ωκεανού. Πολλά προϊόντα ωκεανικών κυμάτων παρέχονται στον κατάλογο του CMEMS που καλύπτουν διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η περιφερειακή κάλυψη των διαφόρων προϊόντων. Το script `get_waves_CMEMS.py` πραγματοποιεί λήψη των αρχείων με τις πληροφορίες για τα κύματα σε μορφή netcdf που παρέχονται από διαφορετικά προϊόντα CMEMS ως συνάρτηση μιας συγκεκριμένης μεταβλητής-flag `wave_prod`. Αυτό το script χρησιμοποιεί επίσης το `params.py` για να καθορίσει και να περικόψει τη γεωγραφική περιοχή των κυματικών πεδίων. Τα κατεβασμένα αρχεία με τις πληροφορίες για τα κύματα αποθηκεύονται στο φάκελο `storedWaves` σε καθημερινή βάση. Το `motuclient` χρησιμοποιείται για την εξαγωγή και λήψη

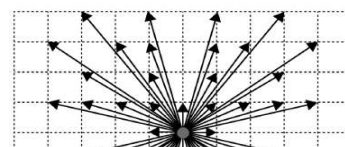
δεδομένων μέσω μιας γραμμής εντολών Python. Αυτό επιτρέπει τον χειρισμό και τη μετατροπή τεράστιων όγκων ωκεανογραφικών δεδομένων χωρίς απώλειες στην απόδοση.



Εικόνα 30: Τομείς CMEMS που χρησιμοποιούνται στο SIMROUTE. Το υπόμνημα δείχνει την αναγνώριση που έχει καθιερωθεί στο λογισμικό SIMROUTE. Οι τομείς GLOBAL και ARCTIC εξαιρούνται σε αυτό το σχήμα

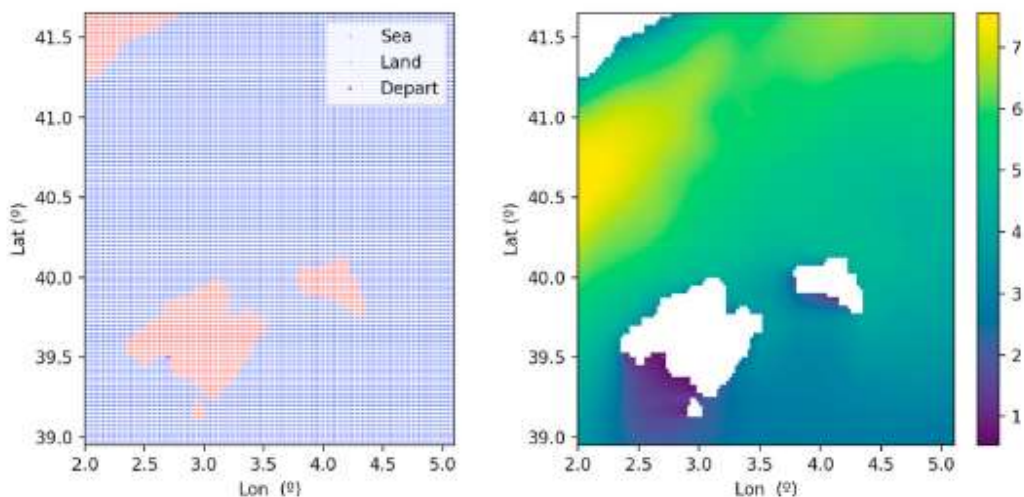
- **Επίδραση πλέγματος και κυμάτων στην πλοήγηση**

Το υπολογιστικό πλέγμα καθορίζεται ως συνάρτηση της ανάλυσης του πλέγματος(με μεταβλητή) και των ορίων που ορίζονται στο params.py. Μόλις γίνει λήψη του πλέγματος, οι δυνατότητες κομβικών συνδέσεων αυξάνονται για να επιτρέψουν ομαλούς προορισμούς που αποτελούνται από μια ακολουθία άκρων. Οι κόμβοι SIMROUTE συνδέονται με 48 άκρες, επιτρέποντας 48 διαφορετικές κατευθύνσεις ανά κόμβο και επιτρέπουν την εξομάλυνση των εναλλακτικών διαδρομών ιστιοπλοΐας. Αυτό επιτρέπει την λήψη γωνιακών πορειών με εύρος ανάλυσης 3,2 έως 14 μοιρών. Τα μοναδικά σημεία στα όρια του πλέγματος και στις γωνίες αντιμετωπίζονται ιδιαίτερα για την αποφυγή μη καθορισμένων σημείων πλέγματος κατά την αναζήτηση κόμβων. Ο αρχικός και τελικός κόμβος ορίζονται επίσης στο params.py. Αυτοί οι κόμβοι αναφέρονται στο πλέγμα που υπολογίστηκε προηγουμένως. Το



Εικόνα 31:Κομβικές συνδέσεις και γειτονικό σχήμα από τη λειτουργία αναχώρησης (με γκρι).

script find_ports.py παρέχεται για την μετατροπή των συντεταγμένων των αρχικών και τελικών σημείων συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου για να προσδιοριστεί εάν ο κόμβος είναι θάλασσα ή ξηρά. Επίσης, επιπλέον πληροφορίες παρέχονται από αυτό το script σε μια γραμμή εντολών για μια επαναληπτική διαδικασία αναζήτησης των αρχικών και τελικών κόμβων στη θάλασσα. Η διάκριση μεταξύ θάλασσας ή ξηράς δίνεται από τα κυματικά πεδία που παρεμβάλλονται. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το πλέγμα που δημιουργείται για το οποίο υπολογίζονται οι διαδρομές(ελάχιστη και βέλτιστη) και ένα παράδειγμα του παρεμβαλλόμενου κύματος με σημαντικό ύψος.



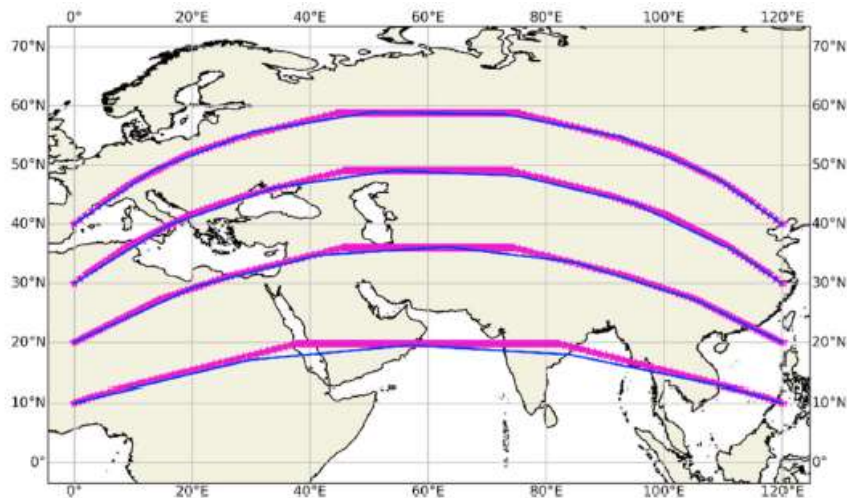
Εικόνα 12: Το αριστερό σχήμα δείχνει το πλέγμα που δημιουργείται για τη διάκριση μεταξύ θαλάσσιων και χερσαίων κόμβων (μπλε και πορτοκαλί αντίστοιχα). Το δεξί σχήμα περιλαμβάνει το σημαντικό ύψος κύματος (H_s), σε μέτρα, που παρεμβάλλεται στο πλέγμα για να διασφαλιστεί η κομβική θέση σε ένα θαλάσσιο σημείο.

Επειδή τα πλέγματα CMEMS και τα πλέγματα SIMROUTE διαφέρουν, οι παράμετροι του κύματος, κατεύθυνση, περίοδος και ύψος, από το προϊόν του CEMMS παρεμβάλλονται γραμμικά στο υπολογιστικό πλέγμα. Τα δεδομένα ανάλυσης χρόνου παρέχονται από τα προϊόντα CMEMS. Η κατεύθυνση του κύματος απαιτεί μια συγκεκριμένη παρεμβολή με βάση την καρτεσιανή "αποσύνθεση". Τα πεδία κύματος παρεμβολής αποθηκεύονται σε ένα ενδιαμέση αρχείο. Οι δυνατότητες διαδρομής κατά τους υπολογισμούς δρομολόγησης του πλοίου συνδέονται με τη διαθεσιμότητα πληροφοριών των κυμάτων. Οι παράμετροι του κύματος ή της κατάστασης της θάλασσας είναι απαραίτητες σε μελέτες που έχουν σχέση με αξιολογήσεις της ασφάλειας και της απόδοσης καυσίμου των θαλάσσιων σχεδίων και λειτουργιών. Η παραμετροποίηση του φαινομένου του κύματος στην πλοήγηση βασίζεται σε τρεις μεθόδους οι οποίες εξαρτώνται από το ύψος και την κατεύθυνση του κύματος.

- Αλγόριθμος βελτιστοποίησης

Ο αλγόριθμος εύρεσης μονοπατιού που χρησιμοποιείται είναι ο αλγόριθμος A* λόγω της απλότητας και της αποτελεσματικότητάς του στον υπολογιστικό χρόνο. Αυτός ο αλγόριθμος εφαρμόζεται σε ένα πλέγμα όπου κάθε σημείο του πλέγματος, δηλαδή ο κόμβος, συνδέεται με ένα σύνολο γειτονικών σημείων. Σε κάθε σύνδεση, δηλαδή ακμή, εκχωρείται ένα βάρος που σχετίζεται με την απόσταση. Ο μεγάλος κύκλος χρησιμοποιείται για τις σφαιρικές συντεταγμένες των κόμβων του πλέγματος. Το A* λύνει προβλήματα αναζητώντας ανάμεσα σε όλα τα πιθανά μονοπάτια προς την λύση-στόχο το μονοπάτι που έχει το μικρότερο κόστος και μεταξύ αυτών των μονοπατιών εξετάζει πρώτα αυτά που φαίνεται να οδηγούν πιο γρήγορα στην λύση. Ο A* διατυπώνεται με βάση ένα σταθμισμένο πλέγμα ξεκινώντας από ένα συγκεκριμένο κόμβο του πλέγματος κατασκευάζει ένα δέντρο μονοπατιών ξεκινώντας από τον κόμβο αυτό επεκτείνοντας τα μονοπάτια βήμα βήμα, μέχρι ένα από τα μονοπάτια να τελειώσει στον προκαθορισμένο κόμβο-στόχο. Σε κάθε επανάληψη του κύριου βρόχου ο αλγόριθμος πρέπει να προσδιορίζει ποια από τα επιμέρους μονοπάτια του θα επεκταθεί σε ένα ή περισσότερα μεγαλύτερα μονοπάτια. Αυτό γίνεται με βάση μια εκτίμηση του κόστους(χρόνος ταξιδιού) για την επίτευξη του στόχου. Συγκεκριμένα ο αλγόριθμος A* επιλέγει τη διαδρομή που ελαχιστοποιεί τη συνάρτηση συνολικού κόστους $F(N_n)=h(N_n) + \sum g(N_i)$, ($i=1, \dots, n$) όπου το N_i υποδηλώνει τον i -οστό κόμβο κατά μήκος της υποψήφιας διαδρομής, $g(N_i)$ το κόστος μετάβασης από το N_i στον κόμβο-γονέα N_{i-1} , $h(N_n)$ είναι μια ευριστική συνάρτηση που υπολογίζει το κόστος της φθηνότερης διαδρομής από το n ως τον στόχο. Η ευριστική συνάρτηση επιτρέπει την γρήγορη εξάλειψη μακρύτερων μονοπατιών κατά τη διάρκεια της αναζήτησης. Για να βρει ο αλγόριθμος την πραγματική συντομότερη διαδρομή η ευριστική συνάρτηση πρέπει να είναι αποδεκτή, κάτι που σημαίνει ότι ποτέ δεν υπερεκτιμά το πραγματικό κόστος για να φτάσει στον πλησιέστερο κόμβο-στόχο. Η ευριστική συνάρτηση αυτή που χρησιμοποιείται στο SIMROUTE είναι ο χρόνος ταξιδιού που σχετίζεται με την ελάχιστη απόσταση μεταξύ προέλευσης και προορισμού. Όταν $h(N_n)=0$ ο αλγόριθμος μειώνεται στον αλγόριθμο Dijkstra.

Η ακρίβεια της υλοποίησης του αλγορίθμου A* ελέγχεται από συγκρίσεις με τις ορθόδρομες αποστάσεις. Έχουν διεξαχθεί διάφορες δοκιμές προκειμένου να αξιολογηθεί το σφάλμα της ανακτημένης διαδρομής σε σχέση με τον αναλυτικό τύπο της ορθοδρομικής απόστασης ως προς τη απόσταση που έχει διανύσει το πλοίο. Έχουν οριστεί τέσσερις δοκιμές λαμβάνοντας υπόψη θέσεις με διαφορετικά μήκη και πλάτη για το σημείο έναρξης και άφιξης. Το παρακάτω σχήμα δείχνει το συντομότερο ταξίδι που έχει υπολογιστεί από τον αλγόριθμο A* στην επιφάνεια της γης για κάθε μια από τις περιπτώσεις δοκιμής. Η απόσταση, υπολογισμένη από τον A* καθώς και οι διαφορές που προέκυψαν σε σύγκριση με την ορθόδρομη απόσταση φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.



Εικόνα 33: Ο «μεγάλος κύκλος» που υπολογίστηκε από τον A* σχεδιάζεται σε ματζέντα και ο «μεγάλος κύκλος» που υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Cartopy από τον κώδικα Rpython σχεδιάζεται με μπλε.

3.3. Vessel Traffic Management and Information System

3.3.1. Εισαγωγή

Τα διάφορα προβλήματα στις ναυτιλιακές δραστηριότητες και στις θαλάσσιες μεταφορές δημιούργησαν την ανάγκη εισαγωγής των συστημάτων επιτήρησης, όπως η Υπηρεσία Θαλάσσιας Κυκλοφορίας (Vessel Traffic Services-VTS) και το Πληροφοριακό Σύστημα Διαχείρισης της Θαλάσσιας Κυκλοφορίας (Vessel Traffic Management and Information System) για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών. Τα προβλήματα αυτά παρουσιάζουν περισσότερη συχνότητα με την πάροδο του χρόνου στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα διάφορα ατυχήματα όπως συγκρούσεις και προσaráξεις πλοίων, ρύπανση θάλασσας και ακτής, κορεσμός θαλάσσιων οδών με μεγάλη ζήτηση, μειωμένη αξιοπιστία σημείων εξυπηρέτησης πλοίων και τέλος οι παράνομες δραστηριότητες σε θαλάσσιες περιοχές. Όλα αυτά έχουν τεράστιες αρνητικές επιπτώσεις, κυρίως οικονομικές, σε κάθε χώρα. Με τα συστήματα όμως VTS και VTMIS δίνονται λύσεις στα προβλήματα και στην καλύτερη διαχείρισή τους και ταυτόχρονα συμβάλλουν στην αύξηση της ποιότητας, της ασφάλειας και της αποδοτικότητας των θαλάσσιων μεταφορών και γενικότερα της ναυσιπλοΐας καθώς και στην προστασία του περιβάλλοντος.

3.3.2. Σύστημα Υπηρεσιών Θαλάσσιας Κυκλοφορίας (VTS)

Τα συστήματα υπηρεσιών παρακολούθησης της θαλάσσιας κυκλοφορίας είναι παρόμοια με εκείνα της εναέριας κυκλοφορίας. Η εγκατάστασή τους γίνεται στην ξηρά από τις αρμόδιες λιμενικές αρχές. Ένα τέτοιο σύστημα παρέχει απλές πληροφορίες προς τα πλοία, όπως θέση

πλοίου, προειδοποιήσεις για καιρικές συνθήκες και κατάσταση υπόλοιπης κυκλοφορίας, είτε διαχειρίζεται την κυκλοφορία εντός λιμανιού ή μιας θαλάσσιας οδού.

Βασικός λόγος ανάπτυξης των συστημάτων VTS είναι η ασφαλής θαλάσσια κυκλοφορία και προστασία του περιβάλλοντος. Τα συστήματα VTS έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας με κάθε πλοίο που διέρχεται από την περιοχή που έχει ευθύνη κάθε σύστημα, με σκοπό να δίνει λύσεις στα τυχόν προβλήματα ασφαλείας της περιοχής αυτής. Ταυτόχρονα κάθε πλοίο πρέπει να δίνει αναφορές στις αρχές που διαχειρίζονται το σύστημα. Ο τρόπος επικοινωνίας είναι είτε από μια συγκεκριμένη συχνότητα που πρέπει να παρακολουθεί το πλοίο για προειδοποιήσεις που ίσως εκπέμπονται αλλά και απευθείας από τον χειριστή του συστήματος για πιο σοβαρά ζητήματα που χρειάζονται άμεση επίλυση. Η εγκατάστασή τους γίνεται σε χώρους των λιμενικών αρχών κάθε χώρας οι οποίες καθορίζουν τους κανονισμούς διαχείρισης κυκλοφορίας σύμφωνα με το διεθνή κανονισμό προς αποφυγή συγκρούσεων στη θάλασσα.

Στον σταθμό αισθητήρων υπάρχουν συστήματα και συσκευές αισθητήρων για την συλλογή και τοπική επεξεργασία των στοιχείων θαλάσσιας κυκλοφορίας αλλά και για τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Μέρος του εξοπλισμού ενός σταθμού μπορούν είναι τα:

- Radar
- κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης(CCTV)
- VHF ραδιοτηλεφωνία
- ραδιογωνιόμετρο
- μετεωρολογικοί σταθμοί
- συστήματα ραδιοζεύξεων
- συσκευές συστημάτων αυτόματης ταυτοποίησης(AIS)

Η επεξεργασία όλων των πληροφοριών που συλλέγονται από τους σταθμούς αισθητήρων και από τοπικές βάσεις δεδομένων γίνεται στο κέντρο ελέγχου του VTS και παρουσιάζονται μοντελοποιημένα και με εύχρηστο τρόπο στους χειριστές και επόπτες του συστήματος. Η διαχείριση της κίνησης των πλοίων γίνεται με την χρήση υπολογιστών και πολλαπλών οθονών μέσα από ένα φιλικό περιβάλλον διεπαφής(interface). Η σωστή λειτουργία ενός συστήματος VTS εξαρτάται από την συνεκτική εικόνα της θαλάσσιας κυκλοφορίας που πρέπει να διαθέτει σε πραγματικό χρόνο καθώς και η σωστή και συνεχής αξιολόγηση των καταστάσεων που επικρατούν.

3.3.2.1. Υπηρεσίες συστημάτων VTS

Οι κυριότερες υπηρεσίες που προσφέρει ένα σύστημα Υπηρεσιών Θαλάσσιας Κυκλοφορίας είναι οι εξής:

- **Υπηρεσία Παροχής Πληροφοριών (Information Service):** Εξασφαλίζει ότι οι βασικές πληροφορίες γίνονται διαθέσιμες εγκαίρως στο πλοίο κατά τον πλου. Οι πληροφορίες εκπέμπονται με τους παρακάτω τρόπους:
 - σε προκαθορισμένες χρονικά διαστήματα και χρονικές στιγμές
 - όταν το σύστημα το κρίνει απαραίτητο
 - κατόπιν αιτήματος από συγκεκριμένο σκάφος/πλοίο

Οι πληροφορίες που εκπέμπονται αποτελούνται από:

- αναφορές θέσεις, ταυτότητας και προθέσεις κίνησης της υπόλοιπης κυκλοφορίας
- συνθήκες θαλάσσιων οδών
- κατάσταση καιρικών συνθηκών
- κινδύνους
- διάφορους άλλους παράγοντες που πιθανόν να επηρεάζουν την μετάβαση του σκάφους από την περιοχή του VTS

- **Υπηρεσία Οργάνωσης Κυκλοφορίας (Traffic Organization Service):** Προλαμβάνει την εμφάνιση καταστάσεων κινδύνου, προσφέρει ασφάλεια και αποτελεσματική κίνηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας της περιοχής του VTS. Προσφέρει λειτουργική διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων και σχεδιασμό στις επερχόμενες κινήσεις τους προκειμένου να αποφευχθεί η συμφόρηση και οι επικίνδυνες καταστάσεις. Η εκκαθάριση της περιοχής σε περιπτώσεις συμφόρησης ή η διαμόρφωση σχεδίων πλεύσης γίνονται από συστήματα της υπηρεσίας οργάνωσης κυκλοφορίας με στόχο τα εξής:
 - απόδοση προτεραιότητας σε κινήσεις
 - παραχώρηση χώρου
 - επιβολή υποχρέωσης αναφοράς κινήσεων στην περιοχή ευθύνης του VTS
 - καθαρισμός διαδρόμων
 - επιβολή και έλεγχος ορίων ταχύτητας
 - λήψη επιπλέον κατάλληλων μέτρων που θεωρούνται απαραίτητα για την λειτουργία του συστήματος
- **Υπηρεσία Παροχής Βοήθειας στη Ναυσιπλοΐα(Navigational Assistant Service):** Παρέχει βοήθεια έπειτα από αίτηση ενός πλοίου ή από το σύστημα προς ένα πλοίο όταν κριθεί απαραίτητο με σκοπό τη λήψη αποφάσεων πάνω στο πλοίο που αφορούν την πλεύση του αλλά και παρακολούθηση των αποτελεσμάτων των αποφάσεων. Η υπηρεσία είναι αρκετά χρήσιμη και σημαντική ιδιαίτερα σε περιπτώσεις δυσμενών καιρικών συνθηκών, δύσκολων καταστάσεων ναυσιπλοΐας, ατελειών ή ανεπάρκειας.

3.3.3. Πληροφοριακό Σύστημα Διαχείρισης Θαλάσσιας Κυκλοφορίας - Vessel Traffic Management and Information System(VTMIS)

Το VTMIS, σύστημα πληροφοριών και διαχείρισης θαλάσσιας κυκλοφορίας, ενσωματώνει διάφορα πληροφοριακά συστήματα με σκοπό της ασφαλέστερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση της θαλάσσιας κυκλοφορίας συλλέγοντας πληροφορίες από τα συστήματα VTS και τις επεξεργάζεται. Ένα εθνικό σύστημα VTMIS έχει τεράστια στρατηγική σημασία για τη χώρα καθώς βοηθάει στην ανάπτυξη των παράκτιων υποδομών και στην επιχειρηματικότητα. Προσφέρει επίσης ένα πολύτιμο εργαλείο ανάλυσης δεδομένων που αφορούν την κυκλοφορία των πλοίων και συνεισφέρει στρατηγικά στην προώθηση των εξελίξεων στη Ναυτιλία.

3.3.3.1. Σκοπός του VTMISS

Ένα σύστημα VTMISS έχει σκοπό την συνεκτική και σαφή απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο των κινήσεων των πλοίων και της αλληλεπίδρασής τους με την περιοχή του VTS, το οποίο είναι συνδεδεμένο στο VTMISS. Με τις πληροφορίες αυτές ο χρήστης έχει δυνατότητα να κάνει τα εξής:

- Παροχή απαιτούμενων υπηρεσιών VTS(παροχή πληροφοριών κυκλοφορίας και βοήθειας ναυσιπλοΐας)
- Αύξηση των επιπέδων ασφάλειας
- Προστασία περιβάλλοντος
- Μείωση κινδύνων σχετικά με ναυτικές λειτουργίες
- Αποτελεσματικότερη κίνηση των σκαφών και των ναυτικών πόρων των λιμανιών
- Διανομή πληροφοριών από VTS
- Συνεισφορά στην έρευνα και τη διάσωση
- Καταγραφή δεδομένων των υπηρεσιών VTS, ανάλυση δεδομένων, σχεδίαση ροής τη κυκλοφορίας.

Τα σύγχρονα συστήματα VTMISS δίνουν άμεση και ξεκάθαρη εικόνα της κατάστασης της θαλάσσιας κυκλοφορίας δίνοντας έτσι την δυνατότητα στους χειριστές τους να αντιλαμβάνονται και να αξιολογούν άμεσα μια κατάσταση και να λαμβάνουν γρήγορες και σωστές αποφάσεις για τα ζητήματα που προκύπτουν.

3.3.3.2. Αρχιτεκτονική VTMISS

Τα σύγχρονα VTMISS είναι συστήματα ανοιχτής αρχιτεκτονικής και η ανάπτυξή τους έγινε για να εκπληρώνουν ανάγκες χρηστών μεγάλου εύρους σε παράκτιες περιοχές, μεγάλα ή μικρά λιμάνια, ποτάμια, μεγάλες λίμνες κ.α. Αποτελούνται από μεγάλο αριθμό υλικού(hardware) και λογισμικού(software) για την συλλογή, ολοκλήρωση, αξιολόγηση και εμφάνιση πληροφοριών που συλλέγονται από τους διάφορους αισθητήρες παρέχοντας μια περιεκτική αναπαράσταση της κατάστασης της κυκλοφορίας στην θάλασσα.

Ένα σύστημα VTMISS αποτελείται από έναν ή περισσότερους Σταθμούς Εργασίας Χειριστή Υπηρεσιών VTS (VTS Operator Workstation) οι οποίοι συνδέονται με τους σταθμούς αισθητήρων είτε μέσω μιας τηλεπικοινωνιακής ζεύξης είτε μέσω τοπικού δικτύου(LAN). Η ανοιχτή αρχιτεκτονική δίνει τη δυνατότητα στο σύστημα να ενσωματώνει να χρησιμοποιεί και να επεκτείνει τον εξοπλισμό, όπως ένας προσωπικός υπολογιστής ή εγκατάσταση νέων αισθητήρων, καθώς και την χρήση διάφορων εργαλείων για την ανάπτυξη του απαιτούμενου λογισμικού.

Τυπικά ένα σύστημα πληροφοριών και διαχείρισης θαλάσσιας κυκλοφορίας περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Κέντρα ελέγχου
- Radar

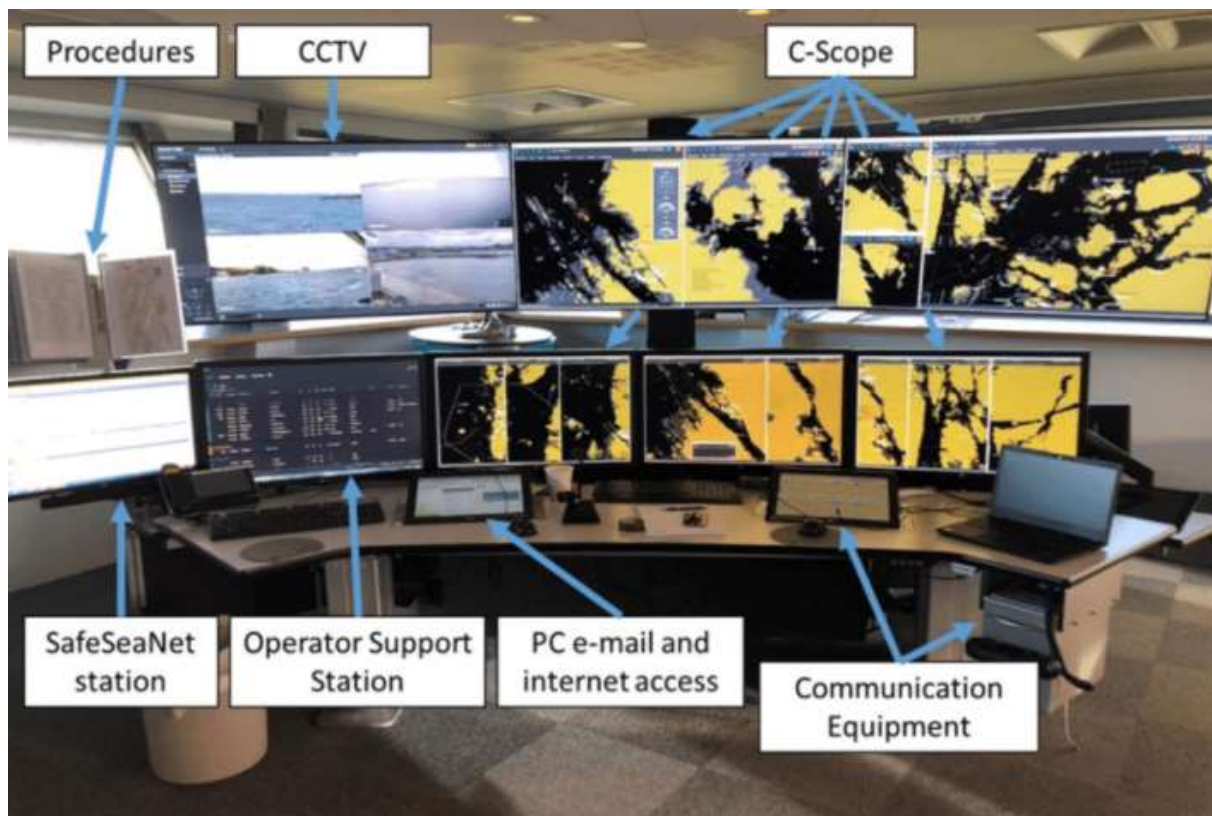
- Θέσεις χειριστών
- Τερματικά σε απομακρυσμένες θέσεις
- Σταθμούς βάσης του συστήματος αυτόματης ταυτοποίησης-AIS
- Μετεωρολογικούς σταθμούς
- Βάσεις δεδομένων VTΜIS
- Εξοπλισμός καταγραφής ήχου και πληροφοριών των VTΜIS και AIS
- Δίκτυο τηλεπικοινωνίας (ασύρματο ή/και ενσύρματο)

Η κατασκευή των VTΜIS γίνεται με στόχο την διαθεσιμότητα στο 99.9% σύμφωνα με τις συστάσεις του IALA(International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) με το επίπεδο διαθεσιμότητας να επιτυγχάνεται με την κατάλληλη προνοητική σχεδίαση του. Ο σχεδιασμός του συστήματος σε ότι αφορά την αξιοπιστία γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τυχόν αστοχίες σε συγκεκριμένο κομμάτι του συστήματος να μην επηρεάζουν την λειτουργία του υπόλοιπου. Παράλληλα, τα κρίσιμα σημεία του συστήματος είναι διαθέσιμα σε ζεύγη για να αποτρέψει την απώλεια πληροφορίας κατά τη διάρκεια κάποιας αλλαγής.

3.3.3.3. Κυριότερα τμήματα του VTΜIS

1. **Πρόγραμμα εξαγωγής βίντεο και ανίχνευσης(Video extractor and tracker):** Προσφέρει μια ρεαλιστική αναπαράσταση βίντεο που παράγεται από το Radar, το οποίο πρόγραμμα μετατρέπει το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό για εκπομπή από τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις. Μια ακόμα λειτουργία είναι η εξαγωγή πληροφοριών για το πλοίο-στόχο από το βίντεο των radar και αυτόματα ανιχνεύει τη θέση του. Ταυτόχρονα μεγιστοποιούνται οι διαδικασίες επεξεργασίας δεδομένων στα Radar ώστε να ελαττωθούν οι πληροφορίες που εκπέμπονται σε πραγματικό χρόνο από τα VTS.
2. **Εξυπηρετητής προειδοποιήσεων και ολοκλήρωσης:** είναι σημαντικό κομμάτι του συστήματος καθώς είναι υπεύθυνο για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με ίχνη από τα Radar και τους αναμεταδότες αισθητήρων έπειτα συσχετίζει τις πληροφορίες αυτές και διανέμει σε όλο το σύστημα VTΜIS ένα μόνο ενοποιημένο αποτέλεσμα. Αυτό σημαίνει πως κάθε πλοίο δεν εμφανίζεται στον χειριστή τόσες φορές όσοι οι αισθητήρες από τους οποίους έγινε αντιληπτό, αλλά εμφανίζεται μια φορά κάθε πλοίο ως ενοποιημένος στόχος. Υπάρχουν ακόμη κάποια κριτήρια για τα πλοία τα οποία αν δεν τηρούνται εκδίδονται κατάλληλες προειδοποιήσεις(warnings) στον χειριστή.
3. **Σταθμός εργασίας χειριστή υπηρεσιών VTS(VTS Operator Workstation):** είναι το κύριο σημείο διεπαφής με το VTΜIS καθώς δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης σε όλο το σύνολο των πληροφοριών αλλά και στον έλεγχο όλων των λειτουργιών του συστήματος από το χειριστή.

4. **Πίνακας χειριστή(Operator Panel):** προσφέρει στον χειριστή άμεση επαφή με τις πιο συχνές λειτουργίες του συστήματος που χρησιμοποιούνται που συνεπάγεται βελτιστοποίηση της λειτουργικότητας του συστήματος μέσω των πλήκτρων quick action (άμεση λειτουργία) σε ένα εύχρηστο και γρήγορο περιβάλλον(interface).
5. **Server Αισθητήρων:** είναι υπεύθυνος για τη συλλογή τον μετασχηματισμό και την πολυπλοκότητα των δεδομένων που λαμβάνει από τους αισθητήρες (Radar, Ais, Vhf, μετεωρολογικούς αισθητήρες, CCTV) τα οποία μετατρέπονται ως ένα ενιαίο μήνυμα που χρησιμοποιείται από το VTMISS. Μεταφέρονται επίσης εντολές ελέγχου από το σταθμό εργασίας χειριστή προς τους αισθητήρες.
6. **Καταγραφή και επανάληψη(Logging and replay):** είναι το τμήμα του συστήματος το οποίο καταγράφει και επαναλαμβάνει όλα τα δεδομένα. Σημαντικότερα δεδομένα είναι τα ίχνη των στόχων, των ψηφιακών videos των Radar, των επικοινωνιών φωνής, των VHF, των εικόνων του CCTV, των ενεργειών του χειριστή, της απόδοσης του συστήματος, των μηνυμάτων κειμένου του συστήματος Ais.
7. **Πληροφοριακό Σύστημα Διαχείρισης Λιμένα(Port Management Information System):** είναι ένα πληροφοριακό σύστημα βάσεων δεδομένων που συμβάλει στην βελτιστοποίηση του χειρισμού των δεδομένων των συστημάτων VTS και παράλληλα παρέχει χρήσιμα, απλά και εύκολα στη χρήση εργαλεία για τους χειριστές των συστημάτων VTMISS για την διαχείριση των πλοίων, των φορτίων, των αποβλήτων, της ασφάλειας, των εγκαταστάσεων του λιμένα(port facilities), των υπηρεσιών του λιμένα κ.λπ.
8. **Απομακρυσμένη Οθόνη(Remote Display):** είναι αντίστοιχο του σταθμού εργασίας χειριστή υπηρεσιών και χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου οι πληροφορίες των VTS πρέπει να είναι διαθέσιμες απομακρυσμένα στο υπόλοιπο προσωπικό. Η λειτουργικότητα της απομακρυσμένης οθόνης είναι παρόμοια με τον σταθμό εργασίας με βασική διαφορά μεταξύ τους να είναι πως με την χρήση της απομακρυσμένης οθόνης ο χειριστής έχει δικαίωμα μόνο για ανάγνωση και δεν επιτρέπεται ο έλεγχος των αισθητήρων του VTMISS ούτε και η τροποποίηση των δεδομένων.



Εικόνα 34: VTS Operator's Workstation

πηγή: https://www.researchgate.net/figure/The-VTS-operators-workstation_fig11_349882415

3.4. Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS) - Σύστημα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών (ECDIS)

3.4.1. Εισαγωγή

Τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (Geographic Information Systems-GIS) αποτελούν ένα τεχνολογικό πεδίο με ραγδαία εξέλιξη, το οποίο με τον συνδυασμό των γραφικών χαρακτηριστικών με δεδομένα έχει ως στόχο την αντιμετώπιση προβλημάτων στον πραγματικό χώρο. Μέχρι περίπου την δεκαετία του 1960 η κατασκευή χαρτών γινόταν με το χέρι και έτσι η παραμικρή αλλαγή μπορεί να απαιτούσε την κατασκευή νέου χάρτη. Την ίδια δεκαετία ωστόσο, ξεκινάει ο πρώτος προγραμματισμός χαρτών με απλό κώδικα και η αποθήκευσή τους για να μπορούν αν είναι αναγκαίο να τροποποιηθούν μελλοντικά γεγονός που έφερε σημαντικές αλλαγές στην κατασκευή χαρτών.

Με την πάροδο του χρόνου τα συστήματα GIS που εμφανίστηκαν ήταν ολοένα και πιο ισχυρά σε υπολογιστική ισχύς και παρείχαν πολλές περισσότερες δυνατότητες και επιλογές. Τα σύγχρονα συστήματα GIS στηρίζονται στην ιδέα της υπέρθεσης διαφορετικών χαρτών που απεικονίζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά με στόχο τον προσδιορισμό των προτύπων και των αιτιών χωρικών φαινομένων που εξετάζονται.

Η συνεχής εξέλιξη των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων έχει συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στον χώρο της ναυτιλίας και της ναυσιπλοΐας καθώς οι ηλεκτρονικοί χάρτες είναι αρκετά εύχρηστοι και παρέχουν μεγάλο όγκο πληροφοριών.

3.4.2. Έννοια Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων

Με τον όρο Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα περιγράφεται κάθε ολοκληρωμένο σύστημα ηλεκτρονικών υπολογιστών που έχουν την δυνατότητα συλλογής, αποθήκευσης, χειρισμού και επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων. Αρκετοί θεωρούν πως μέρος των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων είναι και το απασχολούμενο προσωπικό και τα δεδομένα που εισάγονται στο σύστημα. Ανάμεσα σε αυτούς βρίσκεται και η Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος των Η.Π.Α η οποία υποστηρίζει πως ένα γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα υλικού, λογισμικού και εκπαιδευμένου προσωπικού για την σύνδεση τοπογραφικών και δημογραφικών δεδομένων, δεδομένων υπηρεσιών, ευκολιών και εικόνων καθώς και άλλων πηγών πληροφοριών, οι οποίες έχουν γεωγραφική αναφορά.

Η σημαντικότερη λειτουργία των γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων είναι η χαρτογράφηση και η ανάλυση της επιφάνειας της Γης και των γεγονότων που συμβαίνουν σε αυτήν. Η τεχνολογία των πληροφοριακών συστημάτων αυτών έρχεται να λειτουργήσει συμπληρωματικά με τις λειτουργίες αναζήτησης και στατιστικής ανάλυσης των βάσεων δεδομένων με πλεονεκτήματα την οπτικοποίηση και τη γεωγραφική ανάλυση που παρέχουν οι χάρτες.

Τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα θεωρούνται και ως συστήματα χαρτών υψηλής ποιότητας καθώς λειτουργούν σε πολλά επίπεδα. Εκτός της ταχύτατης και αποτελεσματικής παραγωγής χαρτών, τα συστήματα GIS αποθηκεύουν ψηφιακά δεδομένα με σκοπό την εύκολη πρόσβαση τους κάτι που δίνει τη δυνατότητα της σύνθετης ανάλυσής τους και τη μοντελοποίηση τους. Η λειτουργία αυτή εξηγεί την βασική διαφορά ενός Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος με ένα απλό σύστημα διαχείρισης χαρτών. Τα GIS αποθηκεύουν χωριστά τα δεδομένα από την αναπαράστασή τους κάτι που δίνει την δυνατότητα στα δεδομένα να αξιοποιηθούν με πολλούς τρόπους αντλώντας μεγάλο όγκο πληροφοριών.

Μερικά παραδείγματα λειτουργιών ενός συστήματος GIS είναι:

- μεγέθυνση ψηφιακών χαρτών
- εμφάνιση συγκεκριμένων περιοχών
- υπολογισμός απόστασης μεταξύ περιοχών
- δημιουργία πινάκων με τα χαρακτηριστικά του χάρτη
- υπέρθεση νέων πληροφοριών πάνω στον χάρτη

3.4.3. Δομή Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων

Τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα αποτελούνται από το υλικό(hardware), το λογισμικό(software), τα δεδομένα που επεξεργάζεται και το προσωπικό.

➤ Υλικό (hardware)

Στην κατηγορία του υλικού εντάσσεται ο εξοπλισμός που χρειάζεται για την υποστήριξη και εκτέλεση πολλών ενεργειών και δραστηριοτήτων του Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος όπως η συλλογή δεδομένων ή η ανάλυση δεδομένων. Βασικό τμήμα του εξοπλισμού για ένα τέτοιο σύστημα είναι ο σταθμός εργασίας ή αλλιώς κέντρο ελέγχου στο οποίο υπάρχει εγκατεστημένο το λογισμικό και γίνεται η σύνδεση του περιφερειακού εξοπλισμού. Για την συλλογή δεδομένων υπάρχει πολλές φορές η ανάγκη χρήσης κάποιου μετατροπέα για την μετατροπή των δεδομένων από μια φυσική μορφή, όπως το χαρτί, σε ψηφιακή μορφή ώστε να καταχωρηθούν για παράδειγμα σε μια βάση δεδομένων. Η συλλογή δεδομένων μπορεί να γίνει και από συσκευές χειρός και όχι μόνο από αυτόματες διαδικασίες του συστήματος. Ακόμη, στο κομμάτι του εξοπλισμού εντάσσεται και τα συστήματα επικοινωνιών που χρησιμοποιεί το σύστημα για την επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων του. Τέλος, το διαδίκτυο με την συνεχή ανάπτυξή και εξέλιξή του συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην λειτουργία του εξοπλισμού ενός Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος.

➤ Λογισμικό (software)

Τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα χρησιμοποιούν διάφορα πακέτα λογισμικών που είναι απαραίτητα, τα οποία είναι:

- Πακέτα λογισμικού εφαρμογών(application software)
- Πακέτα λογισμικού των εξαρτημάτων του GIS (component software)
- Επεκτάσεις λογισμικού(expansions, add-ons)
- Προγράμματα υπηρεσιών και εξυπηρέτησης (utility and service programs)
- Web Packages

Πιο σημαντικά όλων είναι τα πακέτα λογισμικού εφαρμογών, τα οποία περιέχουν μεγάλο αριθμό λειτουργιών του συστήματος καθώς αυτά είναι υπεύθυνα για την δημιουργία, τη τροποποίηση και την ανάλυση των χωρικών δεδομένων και των ιδιοτήτων τους. Επίσης υπάρχουν τα πακέτα λογισμικού των εξαρτημάτων του συστήματος, διαφορετικά από τα πακέτα λογισμικού εφαρμογών, τα οποία ικανοποιούν συγκεκριμένο σκοπό στα συστήματα GIS που σημαίνει περιορισμένη ικανότητα χωρικής ανάλυσης. Ότι αφορά τα πακέτα λογισμικού εφαρμογών υπάρχουν διάφορες επεκτάσεις οι οποίες προσθέτουν νέες λειτουργίες και δυνατότητες στο ήδη υπάρχον λογισμικό. Τα προγράμματα υπηρεσιών είναι μεμονωμένα προγράμματα για συγκεκριμένες λειτουργίες όπως η μετατροπή αρχείων από κάποιον τύπο σε έναν άλλο. Στο κομμάτι της διαδικτυακής επικοινωνίας ένα σύστημα GIS μπορεί μέσω κάποιου λογισμικού που προσφέρει πρόσβαση στο διαδίκτυο να εξυπηρετεί δεδομένα μέσω κάποιου internet browser.

➤ Δεδομένα

Τα δεδομένα ενός Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος αποτελούν τον πυρήνα του. Τα γεωγραφικά δεδομένα αναφέρονται στα δεδομένα με χωρικό χαρακτήρα ή με πιο απλά λόγια αναφέρονται σε τοποθεσίες στην επιφάνεια της γης και ότι περιλαμβάνει η τοποθεσία αυτή. Τα δεδομένα γνωρισμάτων ή αλλιώς attribute data είναι κυρίως σε σχέση με τα γεωγραφικά δεδομένα. Με τα δεδομένα γνωρισμάτων δίνονται επιπρόσθετες πληροφορίες σχετικά με κάθε γεωγραφικό χαρακτηριστικό. Οι πληροφορίες αυτές συχνά αναπαρίστανται σε μορφή πίνακα σε αντιστοιχία με το γεωγραφικό χαρακτηριστικό που περιγράφουν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα λιμάνια, όπου οι θέσεις τους αποτελούν τα γεωγραφικά δεδομένα και οι επιπλέον πληροφορίες για αυτά, όπως είναι η χωρητικότητά τους, αποτελούν τα δεδομένα γνωρισμάτων. Ο σύνθεση αυτή των δύο τύπων δεδομένων είναι αυτό που κάνει ένα γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα τόσο αποτελεσματικό στην επίλυση προβλημάτων χωρικής ανάλυσης.

Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται ανάλογα με τον τύπο τους στην αντίστοιχη βάση δεδομένων οι οποίες είναι η βάση γεωγραφικών δεδομένων και η βάση δεδομένων γνωρισμάτων. Η βάση γεωγραφικών δεδομένων περιέχει δύο τύπους δεδομένων οι οποίοι είναι τα διανυσματικά δεδομένα τα οποία γίνονται αναπαράσταση με σημεία, γραμμές και πολύγωνα και τα δικτυωτά δεδομένα τα οποία δομούνται ως κελιά. Στην βάση δεδομένων γνωρισμάτων είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα γνωρισμάτων με τα αντίστοιχα συνδεδεμένα γεωγραφικά δεδομένα. Τέλος υπάρχουν τα μεταδεδομένα (metadata) τα οποία έχουν υποστηρικτικό χαρακτήρα σε ένα Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα. Τα μεταδεδομένα αποτελούνται από πληροφορίες όπως συστήματα συντεταγμένων, ημερομηνία δημιουργίας, γεωγραφικά δεδομένα και ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης τους, στοιχεία επαφής των ατόμων ή των εταιρειών που δημιούργησαν τα γεωγραφικά δεδομένα και τα δεδομένα γνωρισμάτων.

➤ Προσωπικό

Όπως σε κάθε σύστημα έτσι και στα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα προκειμένου να λειτουργήσουν σωστά, εκτός του σωστού λογισμικού και αποδοτικού υλικού, υπάρχει ανάγκη για καλά εκπαιδευμένο προσωπικό που θα έχει πολύ καλές γνώσεις των εννοιών της χωρικής ανάλυσης καθώς επίσης να είναι ικανός να χρησιμοποιήσει με άνεση το λογισμικό του πληροφοριακού συστήματος. Από τα παραπάνω προκύπτει πως ένας από τους παράγοντες για την ποιότητα του προσωπικού του συστήματος είναι η εκπαίδευση τους αλλά επίσης είναι η σωστή απασχόληση και η υγιής συνεργασία με αντίστοιχους συνεργάτες.

Η σωστή εκπαίδευση του προσωπικού παίζει σημαντικό ρόλο στην σωστή λειτουργία συστήματος και στην απόδοσή του όπως εξίσου σημαντικό θεωρείται και η σωστή επιλογής στην απασχόληση του προσωπικού. Κάθε εργαζόμενος που έχει αναλάβει ένα τομέα στο Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα, όπως είναι η ανάλυση του συστήματος, δεν θα πρέπει να ασχολείται με κάτι άλλο, όπως για παράδειγμα να ασχοληθεί και με την ανάπτυξη του συστήματος. Η σωστή συνεργασία είναι αρκετά σημαντική ειδικά όταν πρόκειται για επαγγελματίες άλλων συστημάτων ίδιου χαρακτήρα που σημαίνει ανταλλαγή ιδεών και αλληλοϋποστήριξη.

3.4.4. Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα και Ναυτιλία

Τα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα έχουν μεγάλο πλήθος εφαρμογών σε διάφορα πεδία όπως για παράδειγμα είναι στις μεταφορές σε θάλασσα ή στεριά, στην ασφάλεια και τη διαχείριση της θάλασσας και του περιβάλλοντος καθώς και των πόρων του, στην ανάπτυξη νέων υποδομών σε πόλεις, δίκτυα ηλεκτροδότησης, τηλεπικοινωνιών και υδάτων, αλλά και σε θέματα που αφορούν το στρατό. Ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα ενός γεωγραφικού συστήματος είναι η αποθήκευση χαρακτηριστικών και η σχέση που έχουν μεταξύ τους. Στον τομέα της ναυτιλίας αυτό μπορεί να γίνει με την σύνδεση των πλοίων σε συγκεκριμένες θέσεις ή σε θαλάσσιες οδούς μέσα σε ένα δίκτυο λιμένων. Σε αντίθεση με ένα απλό σύστημα χαρτογράφησης, ένα GIS μπορεί να ενσωματώσει και να αντιστοιχίσει οποιαδήποτε στοιχεία με ένα χωρικό συντελεστή κάτι που δίνει περισσότερες δυνατότητες επίλυσης προβλημάτων.

Η δημιουργία ενός γεωγραφικού πληροφοριακού συστήματος πάνω σε ναυτιλιακά ζητήματα βασίζεται στα συστήματα δορυφορικού εντοπισμού (GPS) και στα συστήματα αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνότητας (RFID). Με τον όρο GPS (Global Positioning System) αναφερόμαστε σε ένα σύστημα όπου με την χρήση δορυφόρων ο χρήστης έχει την δυνατότητα να βλέπει τη θέση του σε κάποιο ηλεκτρονικό χάρτη. Η χρήση των GPS γίνεται σε μεγάλο βαθμό από ναυτιλιακές και αεροναυτιλιακές επιχειρήσεις. Η εξέλιξη των συστημάτων GPS και GIS έχουν συνεισφέρει σημαντικά στην ναυτιλία σε ότι αφορά τις μεταφορές καθώς υπάρχει μεγαλύτερη ευκολία στην εύρεση και χάραξη της πορείας των πλοίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει περισσότερη ασφάλεια κατά την διάρκεια του ταξιδιού ενός πλοίου αλλά ταυτόχρονα και σημαντική μείωση της διαδρομής που συνεπάγεται και μείωση κόστους. Σε μια ναυτιλιακή εταιρεία θαλάσσιων μεταφορών για παράδειγμα αυτό θα μπορούσε να αξιοποιηθεί με την χρήση ενός GIS ώστε να συνδυάζεται η θέση των πλοίων σε πραγματικό χρόνο σε σχέση με την θέση των πελατών, δηλαδή του προορισμού, κάτι που δίνει την δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων για την άμεση λήψη κρίσιμων αποφάσεων χρονοπρογραμματισμού για τις μεταφορές της εταιρείας. Ακόμη με το σύστημα αυτό παρέχονται στην εταιρεία χαρτογραφημένα σε ένα οπτικό εργαλείο τα στοιχεία αυτά γεγονός που δίνει στην εταιρεία μεγαλύτερο περιθώριο επιλογών όπως ο καλύτερος προγραμματισμός των διαδρομών των πλοίων της ή η αποστολή του κοντινότερου πλοίου σε έναν πελάτη ώστε να φορτωθεί το πλοίο με το εμπόρευμα. Τέλος ένα σύστημα GIS εκτός των δεδομένων από τα συστήματα GPS συλλέγει επιπλέον δεδομένα από μετεωρολογικούς σταθμούς σχετικά με τις καιρικές συνθήκες για την δημιουργία μετεωρολογικών χαρτών. Μέσω ενός τέτοιου συστήματος και των ηλεκτρονικών χαρτών του δίνεται η δυνατότητα στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις για λήψη άμεσων αποφάσεων καθώς έχουν τους παρέχονται πληροφορίες σχετικά με την κίνηση των πλοίων τους και των φορτίων, την προσφορά και ζήτηση χωρητικότητας και τις ναυπηγήσεις νέων πλοίων.

3.4.5. Πρότυπα, Συστήματα Χαρτών και Κατηγορίες Ηλεκτρονικών Χαρτών

3.4.5.1. Πρότυπα

Η Υδρογραφική Υπηρεσία της Βόρειας Θάλασσας το 1986 έπειτα από μελέτες στην κατασκευή συστημάτων ηλεκτρονικών χαρτών, έθεσε την ανάγκη να οριστούν κάποιες προδιαγραφές που θα τηρούνταν από όλους για την κατασκευή τέτοιων συστημάτων. Η επιτροπή ECDIS (COE-Committee on ECDIS) που συστάθηκε ήταν από τον Διεθνή Υδρογραφικό Οργανισμό-IHO. Η επιτροπή αυτή ανέπτυξε προδιαγραφές για τους Ηλεκτρονικούς Χάρτες Ναυσιπλοΐας (ENC-Electronic Navigation Chart) και του Συστήματος Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών(Electronic Chart Display and Information System-ECDIS). Στη συνέχεια ανατέθηκε από την επιτροπή αυτή στην Υδρογραφική Υπηρεσία της Ολλανδίας, που μετονομάστηκε αργότερα σε Επιτροπή Υδρογραφικών Απαιτήσεων για Συστήματα Πληροφοριών, να διαμορφώσει τις προδιαγραφές των ηλεκτρονικών χαρτών. Δημιουργήθηκαν τα σύνολα προδιαγραφών τα οποία είναι τα Publication S-52 και Publication S-57.

3.4.5.2. Συστήματα

Τα συστήματα που δημιουργήθηκαν διαχωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες λόγω των παραπάνω προδιαγραφών και προτύπων.

Πρώτη κατηγορία είναι τα Συστήματα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών(ECDIS). Πρόκειται για πληροφοριακά συστήματα ηλεκτρονικών χαρτών τα οποία συμμορφώνονται στις προδιαγραφές και πρότυπα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού, του Διεθνούς Υδρογραφικού Οργανισμού και της επιτροπής ECDIS. Η δεύτερη κατηγορία είναι τα συστήματα ηλεκτρονικών χαρτών που δεν είναι πλήρως σύμφωνα με τις προδιαγραφές των οργανισμών IMO, IHO και της επιτροπής ECDIS.

3.4.5.3. Βασικές Κατηγορίες Ηλεκτρονικών Χαρτών

Υπάρχουν δύο κατηγορίες ηλεκτρονικών χαρτών. Η πρώτη κατηγορία είναι οι Ηλεκτρονικοί Χάρτες Πλοήγησης, οι οποίοι αποτελούν υποκατηγορία των Διανυσματικών Χαρτών, και η δεύτερη κατηγορία είναι οι Ναυτικοί Χάρτες Σάρωσης.

- **ENC – Ηλεκτρονικοί Χάρτες Πλοήγησης:** Πρόκειται για διανυσματικούς χάρτες οι οποίοι συμμορφώνονται με τυποποιημένο περιεχόμενο, μορφή και δομή που προορίζονται για τις βάσεις δεδομένων των ECDIS και εκδίδονται από την αρχή κυβερνητικών εξουσιοδοτημένων υδρογραφικών γραφείων. Πρέπει επίσης να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές Publication S-57 του Διεθνούς Υδρογραφικού Οργανισμού. Οι χάρτες ENC περιέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για ασφαλή πλοήγηση που δίνει την δυνατότητα στα συστήματα των χαρτών ENC να προειδοποιήσουν όταν πρόκειται για κάποιο επικείμενο κίνδυνο.
- **RNC - Ναυτικοί Χάρτες Σάρωσης:** Έχουν συμμορφωθεί με βάση τις προδιαγραφές Publication S-61 του IHO και παράγονται από την μετατροπή συμβατικών ναυτικών χαρτών σε εικόνα ψηφιακής μορφής με την χρήση σαρωτή. Η εικόνα είναι παρόμοια με

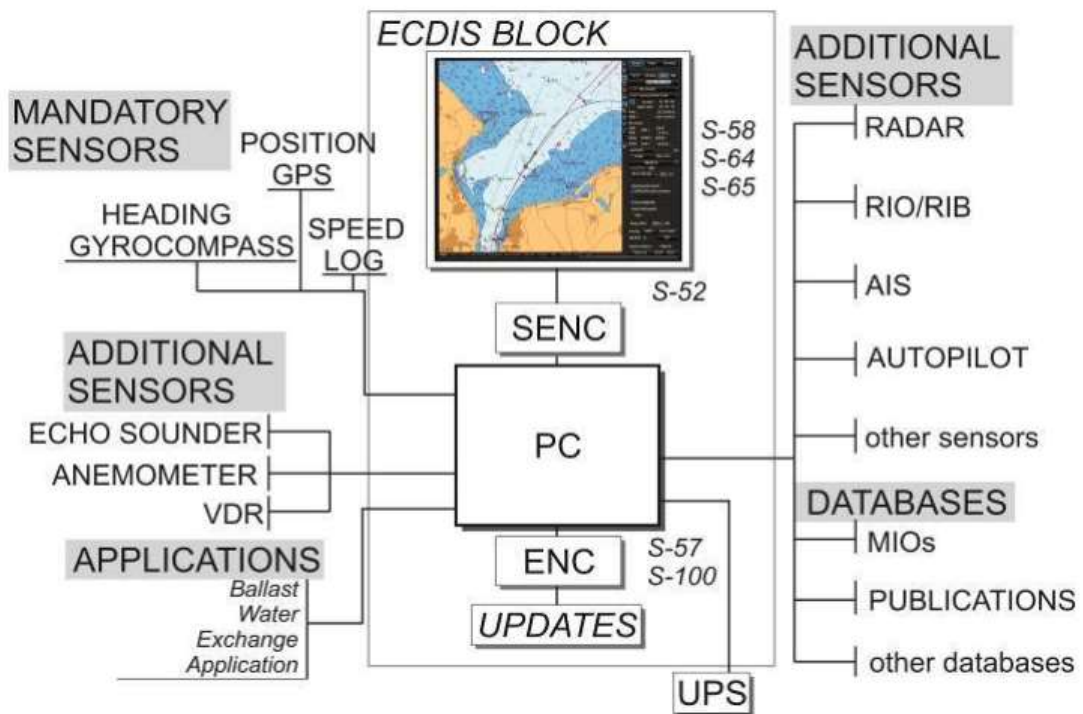
εικόνα φωτογραφικής μηχανής που μπορεί να μεγεθυνθεί για πιο λεπτομερείς πληροφορίες, όπως στους χάρτες ENC. Μετά το ψήφισμα MSC.86(70) του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού ο εξοπλισμός ECDIS είναι συμβατός με την λειτουργία Raster Chart Display System σε περίπτωση που δεν είναι υπάρχουν ENCs.

3.4.6. Σύστημα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών - Electronic Chart Display and Information System(ECDIS)

Ένα Σύστημα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών είναι ένα γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα που χρησιμοποιείται σε ναυτικές πλοηγήσεις. Η δημιουργία ενός συστήματος ECDIS έχει γίνει σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού. Σύμφωνα με την απόφαση του IMO, MSC 232(82), ο ορισμός ενός συστήματος ηλεκτρονικής απεικόνισης χαρτών και πληροφοριών είναι «το πληροφοριακό σύστημα πλοήγησης το οποίο με τις κατάλληλες διαθέσιμες εφεδρείες (*buck-up*) μπορεί να γίνει αποδεκτό ότι συμμορφώνεται με τους ενημερωμένους χάρτες που απαιτούνται από τους κανονισμούς V/19 και V/27 της συνθήκης Solas 1974, απεικονίζοντας επιλεγμένες πληροφορίες από ένα σύστημα ηλεκτρονικών χαρτών πλοήγησης(System Electronic Navigational Chart-SENC) με πληροφορίες θέσεις από αισθητήρες πλοήγησης, με σκοπό την παροχή βοήθειας στον σχεδιασμό πορείας και στην παρακολούθηση πορείας και εφόσον είναι δυνατόν την απεικόνιση πρόσθετων πληροφοριών σχετικών με την πλοήγηση». Ένα ECDIS λοιπόν πρέπει να ικανοποιεί συγκεκριμένα πρότυπα και απαιτήσεις απόδοσης, τα οποία ορίζονται από την απόφαση A/817 του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού, αλλά και τεχνικά πρότυπα τα οποία έχουν οριστεί από τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή-IEC.

Αξίζει να σημειωθεί πως οι όροι ENC και SENC είναι διαφορετικοί. Με τον όρο ENC αναφερόμαστε στη βάση δεδομένων των Ηλεκτρονικών Χαρτών Πλοήγησης και των ενημερώσεών τους. Το περιεχόμενο, η δομή και η διαμόρφωση της βάσης προορίζονται για χρήση από ένα σύστημα ECDIS και συμμορφώνεται με το πρότυπο S-57 του IMO. Τα δεδομένα που συμμορφώνονται με το συγκεκριμένο πρότυπο φορτώνονται στο ECDIS μέσω της ENC βάσης δεδομένων. Η διαμόρφωση των δεδομένων σύμφωνα με το πρότυπο S-57 ωστόσο δεν είναι κατάλληλη για επεξεργασία. Το σύστημα ECDIS πρέπει να μετατρέψει τα δεδομένα από ENC σε μια άλλη διαμόρφωση η οποία είναι η SENC και τα δεδομένα φορτώνονται στην SENC βάση δεδομένων η οποία μπορεί επιπλέον να περιέχει πληροφορίες που έχουν εισαχθεί από άλλες πηγές ή χρήστες. Οι κατασκευαστές των συστημάτων ECDIS κατά την δημιουργία του μπορούν να επιλέξουν όποια δομή θέλουν για την SENC βάση δεδομένων με μόνο περιορισμό, να μην υποβαθμιστούν τα δεδομένα από την μετατροπή τους από ENC.

Τα ECDIS είναι ουσιαστικά ένα σύστημα απεικόνισης ηλεκτρονικών χαρτών πλοήγησης που ταυτόχρονα παρέχει συνεχώς πληροφορίες και στοιχεία για την ακριβή θέση του πλοίου. Αυτό επιτυγχάνεται με την διασύνδεσή του με άλλους εξοπλισμούς πλοήγησης, αισθητήρες και συστήματα όπως είναι το GPS, το γυροσκόπιο, το Radar, το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης, αισθητήρες βάθους.

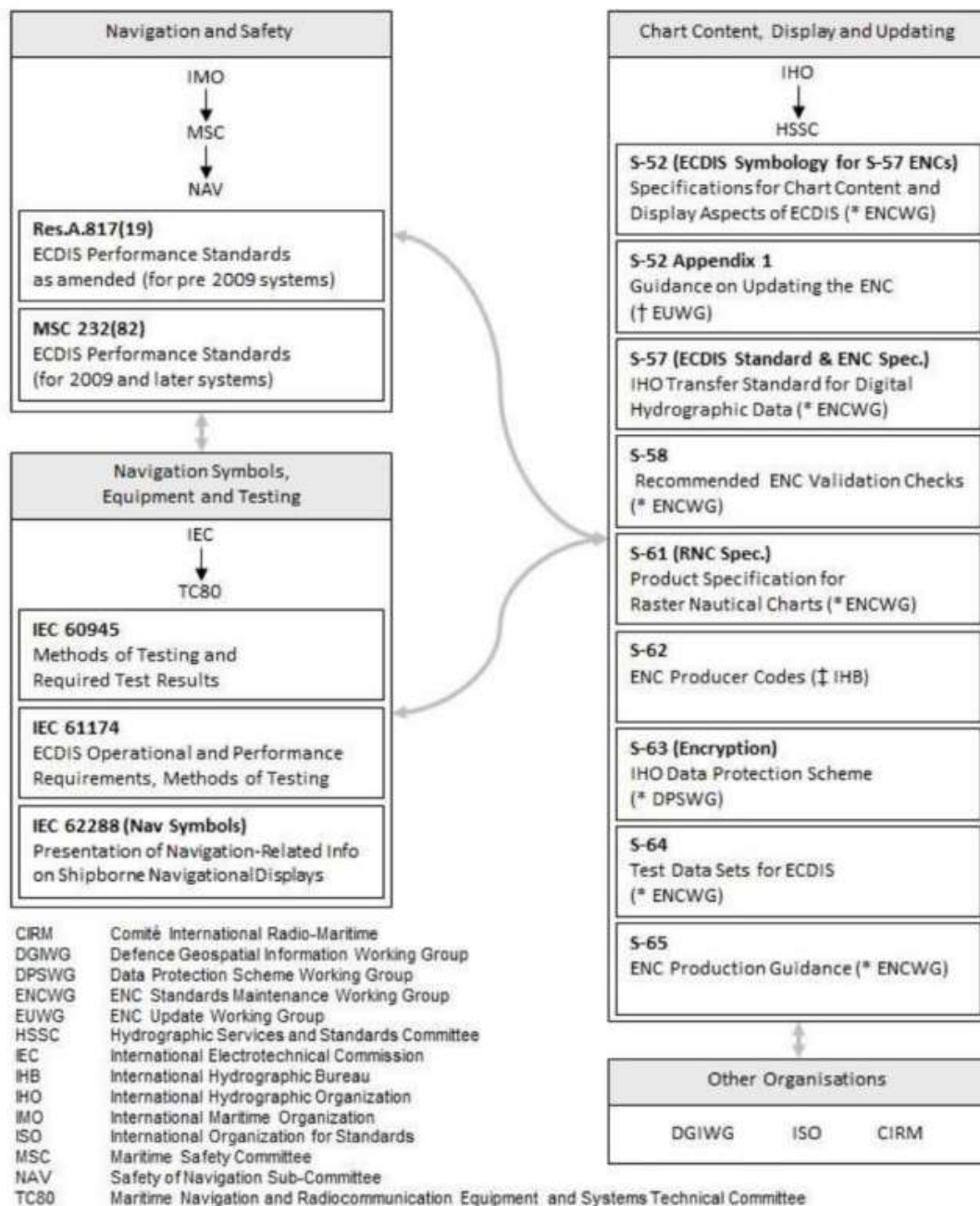


Εικόνα 35: Δομή ECDIS

πηγή: https://www.researchgate.net/figure/ECDIS-system-architecture-with-BWE-application_fig1_320325392

3.4.7. Τυποποίηση ECDIS

Για την τυποποίηση του Συστήματος Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών συνέβαλαν και συνεργάστηκαν οι οργανισμοί IMO, IHO, επιτροπή ECDIS, IEC και άλλοι οργανισμοί, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 36: Διεθνής Οργανισμοί και η συμβολή τους στην τυποποίηση του ECDIS

πηγή: https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/S-100WG/S-100WG5/S100WG5_2020_7.3B_EN_TestDatasets_and_TypeApproval_v8.0.pdf

Η τυποποίηση του συστήματος ηλεκτρονικής απεικόνισης χαρτών και πληροφοριών αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο είναι η πλοήγηση και η ασφάλεια με πρότυπα που αναπτύχθηκαν από την Υποεπιτροπή Ασφάλειας Ναυσιπλοΐας(Sub-Committee on Safety of Navigation) του IMO. Στο δεύτερο μέρος υπάρχει το περιεχόμενο των χαρτών, η απεικόνιση και η ενημέρωση με προδιαγραφές που αναπτύχθηκαν από την επιτροπή HSSC(Hydrographic Services and Standards Committee) του IHO. Επιπλέον οργανισμοί που βοήθησαν στη διαμόρφωση των προδιαγραφών είναι οι:

- Διεθνής Επιτροπή Ραδιο-Ναυτιλίας(CIRM)
- Διεθνής Οργανισμός Προτύπων(ISO)
- Ομάδα Εργασίας Ψηφιακών Γεωγραφικών Πληροφοριών(DGIWG)

Τρίτο μέρος της τυποποίησης είναι τα σύμβολα ναυσιπλοΐας, ο εξοπλισμός και ο έλεγχος με προδιαγραφές που αναπτύχθηκαν από την επιτροπή TC80 της IEC που ασχολείται με θέματα σχετικά με τον εξοπλισμό και τα συστήματα Ναυτικής Πλοήγησης και Ραδιοεπικοινωνιών.

3.4.8. Συσκευές του ECDIS εντός πλοίου

Η κεντρική κονσόλα του πληροφοριακού συστήματος ECDIS βρίσκεται εντός του πλοίου. Πάνω σε αυτήν συνδέονται διάφορες συσκευές και όργανα του πλοίου που βοηθούν για την λήψη δεδομένων που αφορούν το πλοίο και την κατάστασή του.

- Δρομόμετρο(odometer): Μετράει την πραγματική ταχύτητα του πλοίου σε σχέση με το νερό.
- Βαθύμετρο: Μετράει το βάθος της θάλασσας στην περιοχή όπου βρίσκεται το πλοίο. Με την μέτρηση αυτή ελέγχεται η ακρίβεια των στοιχείων του ηλεκτρονικού χάρτη.
- Γυροσκοπική πυξίδα: Υπολογίζει την ακριβή πορεία του πλοίου και τις διοπτρεύσεις των ακτογραμμών, των ναυτιλιακών βοηθημάτων και των πλοίων που πλέον κοντά στην περιοχή.
- Ανεμόμετρο: Μετράει την πραγματική ένταση του ανέμου και την σχετική ένταση του ανέμου ως προς το πλοίο.
- Radar και ARPA: Ανιχνεύει δεδομένα θέσεις και διόπτρευσης για των στόχων και εμφανίζονται στον ηλεκτρονικό χάρτη στο ECDIS.
- GPS: Δίνει στο σύστημα το στίγμα του πλοίου και εμφανίζεται στον ηλεκτρονικό χάρτη στην κονσόλα του συστήματος.
- Σύστημα αυτόματης πλοήγησης: Παρέχει άμεσο χειρισμό απευθείας από την κεντρική κονσόλα του συστήματος.

3.4.9. Δεδομένα

Το σύστημα ECDIS εμφανίζει τα δεδομένα στους ηλεκτρονικούς χάρτες χωρισμένα σε επίπεδα βάσει μιας σειράς προτεραιότητας. Η χρήση έξι επιπέδων είναι ο ελάχιστος αριθμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα ECDIS. Τα επίπεδα αυτά είναι τα εξής σε φθίνουσα σειρά:

1. Μηνύματα προειδοποιήσεων και συναγερμών
2. Δεδομένα από την υδρογραφική υπηρεσία

3. Πληροφορίες των σημειώσεων προς τους χάρτες
4. Πληροφορίες από το Radar
5. Δεδομένα από χρήστες
6. Δεδομένα από τον κατασκευαστή

3.4.10. Τεχνικά χαρακτηριστικά

Βασικά χαρακτηριστικά του Συστήματος Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών:

1. Υλοποιημένο σύστημα προβολής πληροφοριών σε τρία επίπεδα πληροφοριών επιλογής
2. Άμεση φόρτωση δεδομένων
3. Άμεση προβολή διορθώσεων
4. Προβολή των χαρτών επικαλυμμένοι με τα στοιχεία από Radar και Agra.
5. Προβολή προσανατολισμένων προς τον βορρά χαρτών και άλλων δυνατοτήτων προσανατολισμού
6. Έγχρωμη οθόνη τουλάχιστον 64.000 χρωμάτων
7. Μέγιστος αποδεκτός χρόνος απεικόνισης του χάρτη 3 λεπτά
8. Ελάχιστο μέγεθος χάρτη στην οθόνη 27cm x 27cm
9. Απεικόνιση πλοίου σε κλίμακα 1:1
10. Προβολή πλάνου ταξιδιού
11. Παρακολούθηση της πορείας του πλοίου real time
12. Λεπτομερής και ακριβής σχεδιασμός του χάρτη ανεξαρτήτως κλίμακας
13. Ακριβής υπολογισμός αποστάσεων και διοπτύσεων σε οποιαδήποτε κλίμακα του χάρτη
14. Σωστός και επαρκής φωτισμός της οθόνης όλη τη διάρκεια της ημέρας
15. Οπτικοακουστική ειδοποίηση σε περίπτωση αποσύνδεσης υποσυστήματος
16. Οπτικοακουστικός συναγερμός όταν το πλοίο πλησιάζει σε κίνδυνο(απαγορευμένες περιοχές, ναυτιλιακοί κίνδυνοι)
17. Καταγραφή δεδομένων πλεύσης των τελευταίων 12 ωρών τουλάχιστον και αναπαραγωγή τους
18. Καταγραφή ταξιδιού με στίγματα τουλάχιστον ανά 4 ώρες
19. Κανονική λειτουργία για τουλάχιστον 45 δευτερόλεπτα σε διακοπή ρεύματος
20. Τέλεση ελέγχων σωστής λειτουργίας του συστήματος
21. Πραγματοποίηση δοκιμών λειτουργίας των συναγερμών
22. Δυνατότητα του λογισμικού ρύθμισης φωτισμού και χρωμάτων στην οθόνη
23. Απεικόνιση χαρτογραφικών στοιχείων σύμφωνα με τις προδιαγραφές του IHO

3.4.11. Λειτουργία και Δυνατότητες του ECDIS

➤ Λειτουργία

Κατά την εισαγωγή ενός ηλεκτρονικού χάρτη στο πληροφοριακό σύστημα ECDIS απεικονίζεται στην τυποποιημένη μορφή του η οποία όμως δεν παρουσιάζει όλα τα χαρακτηριστικά που συναντάμε στους συμβατικούς χάρτες ναυσιπλοΐας. Ο χρήστης ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν σε κάθε περίπτωση μπορεί μέσω του μενού επιλογών να προσθέσει σημαντικές πληροφορίες που επιθυμεί. Στην τυποποιημένη μορφή κάποια χαρακτηριστικά

όπως για παράδειγμα τα υποβρύχια καλώδια δεν εμφανίζονται, όμως αν το επιθυμεί ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει τον χάρτη και να τα εμφανίσει. Οι τροποποιήσεις γίνονται πάντα μέχρι όπου επιτρέπεται από το σύστημα απεικόνισης το οποίο περιέχει το κατώτατο επίπεδο πληροφοριών του SENC που δεν μπορούν να αφαιρεθούν από τον χρήστη. Η κατάσταση αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως αρχική κατάσταση. Το σύστημα ωστόσο σύμφωνα με τις προδιαγραφές πρέπει να έχει την δυνατότητα επαναφοράς των επιλογών στην αρχική κατάσταση αυτή με μία κίνηση που σημαίνει πως όποιες αλλαγές έχει κάνει ο χρήστης αναιρούνται όλες μαζί σε περίπτωση αναίρεσης. Τέλος η ενημέρωση των χαρτών μπορεί να γίνει από κάποιο εξωτερικό μέσο αποθήκευσης (εξωτερικό σκληρό δίσκο, USB, CD-rom) είτε μέσω δικτύου.

➤ **Κυριότερες Δυνατότητες**

1. Καταχώρηση δύο εναλλακτικών διαδρομών πλεύσης ανάλογα τις καιρικές συνθήκες
2. Προσδιορισμός των σημείων διέλευσης ή αλλαγής πορείας σε λοξοδρομικές πλεύσεις και αντίστοιχα σε ορθοδρομικές πλεύσεις
3. Απεικόνιση του στίγματος που πλοίου σε πραγματικό χρόνο από το GPS
4. Υπολογισμός και απεικόνιση πραγματικής ταχύτητας και πορείας σε σχέση με το βυθό
5. Απεικόνιση δεδομένων από τη συσκευή Radar για την ανίχνευση των πλοίων που κινούνται στην περιοχή
6. Υπολογισμός απόκλισης της πραγματικής θέσης του πλοίου ως προς τη διαδρομή πλεύσης
7. Εισαγωγή και παρουσίαση στην οθόνη σημειώσεων από τον χρήστη που αφορούν τη σχεδίαση διαδρομής πλεύσης
8. Προειδοποίηση από το σύστημα σε περίπτωση που η πραγματική θέση του πλοίου υπερβαίνει τα όρια της απόκλισης από την καθορισμένη διαδρομή
9. Ένδειξη προειδοποίησης σε περίπτωση που το πλοίο πλέει σε μικρότερα βάθη από το όριο που έχει ορίσει ο χρήστης
10. Προειδοποιητική ένδειξη στην περίπτωση που το πλοίο πλησιάζει σημεία σε απόσταση μικρότερη από την απόσταση ασφαλείας

Το γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών διευκολύνει σημαντικά την διαδικασία σχεδίασης και εκτέλεσης διαδρομών σε σχέση με τους κλασικούς ναυτικούς χάρτες. Στην όλη τη διαδικασία πολλές φορές συμβάλουν και άλλα πληροφοριακά συστήματα όπως είναι το Πληροφοριακό Σύστημα Καθορισμού Πλεύσης με βάση τις καιρικές συνθήκες που παίζει σημαντικό ρόλο στη σχεδίαση της πορείας του πλοίου και των εναλλακτικών του.

4. Τεχνολογίες αυτοματισμού - Αυτοματισμός

4.1. Εισαγωγή

Ο όρος αυτοματισμός περιγράφει ένα μεγάλο φάσμα τεχνολογιών οι οποίες μειώνουν την παρέμβαση του ανθρώπου στις διαδικασίες και συγκεκριμένα με τον προκαθορισμό των κριτηρίων απόφασης, τις σχέσεις των υποδιεργασιών με τις σχετικές ενέργειες και την ενσωμάτωση των προκαθορισμών αυτών σε μηχανές. Ο αυτοματισμός επιτυγχάνεται με διάφορα μέσα και συνήθως με τον συνδυασμό αυτών, όπως είναι οι μηχανές, τα υδραυλικά, τα πνευματικά και τα ηλεκτρικά συστήματα, οι ηλεκτρικές συσκευές. Τα κυριότερα οφέλη του αυτοματισμού είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, κόστους και υλικών αλλά και βελτίωση στην ποιότητα και την ακρίβεια.

Η ιδέα εφαρμογής αυτόματων συστημάτων πηγάζει από την ανάγκη να απαλλαγεί ο άνθρωπος από κοπιαστικές και ειδικά από επικίνδυνες εργασίες. Με τον καιρό αυτό επεκτάθηκε σχεδόν σε όλες τις δραστηριότητες της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς με τον αυτοματισμό επιτυγχάνονται λιγότερα σφάλματα και μικρότερο κόστος παραγωγής κάτι που οδήγησε τον ανθρώπινο παράγοντα να υποκατασταθεί από τα συστήματα αυτοματισμού. Σήμερα λειτουργούν βιομηχανίες, όπου στην παραγωγική διαδικασία η αυτοματοποίηση ξεπερνά το 95%.

Σήμερα ο αυτοματισμός και τα συστήματα αυτοματισμού θεωρούνται από τους ιστορικούς ότι αποτελούν το πιο σημαντικό επίτευγμα που πέτυχε ο άνθρωπος κατά την περίοδο της μετάβασης από την προβιομηχανική προς την βιομηχανική περίοδο (18^{ος} και 19^{ος} αιώνας). Η ραγδαία ανάπτυξη της επιστήμης του αυτοματισμού οφείλεται στην ανάπτυξη της παραγωγικότητας και της αξιοπιστίας των παραγωγικών συστημάτων. Κατά συνέπεια ήρθε ριζική τροποποίηση των σχέσεων ανθρώπου-μηχανής αλλά και των ανθρώπων μεταξύ τους λόγω της αυξανόμενης χρήσης των αυτόματων συστημάτων σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας και των αλλαγών που επέφεραν σε δομές δραστηριότητες και συνήθειες.

4.2. Ιστορική εξέλιξη

Οι έννοιες συστήματα και διαδικασίες αυτοματισμών φαίνεται ότι είχαν επινοηθεί από τα αρχαία κιόλας χρόνια. Η λέξη «αυτόματα» συναντάται πρώτη φορά στην Ιλιάδα του Ομήρου όπου ο Ήφαιστος κατασκεύασε ένα εργαστήριο με τους αυτόματους τρίποδες και μετέπειτα με τα μεταλλικά σκυλιά του βασιλιά Αλκίνοου και στον γίγαντα Τάλο από μπρούτζο. Φαίνεται λοιπόν από την αρχαία μυθολογία το όνειρο του ανθρώπου να κατασκευάσει αυτόματες μηχανές οι οποίες θα λειτουργούν χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Ο Ήρωνας του Αλεξανδρέως μπορεί να θεωρηθεί πως δημιούργησε την πρώτη συσκευή αυτοματισμού (περίπου το 130 π.χ.). Πρόκειται για έναν ρυθμιστή ο οποίος είχε κατασκευαστεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε με το άναμμα φωτιάς στον βωμό μπροστά από έναν ναό να ανοίγει αυτόματα η

πύλη του ναού. Η λειτουργία του συστήματος αυτού βασιζόταν σε ένα πνευματικό σύστημα(χρησιμοποιούσε τις ιδιότητες του ατμού) που βρισκόταν στο έδαφος και με το οποίο μετακινούσε την πύλη του ναού με την βοήθεια ζεστού αέρα.

Στα επόμενα χρόνια δεν υπάρχει κάποια εξέλιξη στο κομμάτι του αυτοματισμού μέχρι τον 18^ο αιώνα όπου ξεκινάει ξανά ή έρευνα πάνω σε θέματα αυτοματισμών, με κυριότερη ανακάλυψη τον πρώτο φυγοκεντρικό ρυθμιστή ταχύτητας που εφαρμόστηκε στον έλεγχο της ταχύτητας των ατμομηχανών. Μέχρι τότε όλες οι εφαρμογές στον τομέα των αυτοματισμών γίνονταν εμπειρικά και χωρίς τη μαθηματική περιγραφή τους. Οι συστηματικές εφαρμογές με μαθηματικές παραστάσεις συστημάτων άρχισαν με τον Μαξγουελ το 1868 με την εφαρμογή των μετασχηματισμών Laplace με την επίλυση διαφορικών εξισώσεων, με την μελέτη του Νίκουιστ για την ευστάθεια των γραμμικών συστημάτων και με την διατύπωση μαθηματικών προτύπων και ανάλογων συστημάτων ελέγχου από τον Mason.

Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα ο Βιονεγκράντσκι ανέπτυξε τη μαθηματική θεωρία για τους αυτόματους ρυθμιστές. Πριν τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο η επιστήμη των αυτοματισμών εμφανίζει σημαντική πρόοδο στα εργαστήρια της εταιρείας Bell Telephone στις Η.Π.Α. με τους Bode, Black κ.α. Οι επιστήμονες αυτοί ανέπτυξαν τις θεωρίες για τη δημιουργία ενός σύγχρονου τηλεφωνικού συστήματος και για ηλεκτρονικούς ενισχυτές με ανάδραση. Την ίδια περίοδο κάποιοι Σοβιετικοί μαθηματικοί ανέλαβαν στην ανάπτυξη της σύγχρονης θεωρίας των συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Εστίασαν δηλαδή την προσοχή τους στη μαθηματική ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, δηλαδή διαφορικές εξισώσεις, σε αντίθεση με τους Αμερικανούς επιστήμονες, οι οποίοι έδωσαν έμφαση στο πεδίο της συχνότητας(μετασχηματισμοί Laplace). Την περίοδο του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου ο τομέας των συστημάτων αυτόματου ελέγχου αναπτύχθηκε ραγδαία με την εφαρμογή τους στις σύγχρονες πολεμικές μηχανές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ο αυτόματος πιλότος στα πολεμικά αεροπλάνα που αργότερα επεκτάθηκε και στα εμπορικά/επιβατηγά αεροπλάνα, ο αυτόματος σκοπευτής των πυροβόλων και το αυτόματο σύστημα ανίχνευσης κινούμενων στόχων με το ραντάρ.

Τις επόμενες δεκαετίες υπάρχει ραγδαία εξέλιξη τόσο στην θεωρία όσο και στην κατασκευή των συστημάτων αυτοματισμού. Πλέον έχει εισαχθεί η θεωρία των Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου και αναπτύσσονται διάφορες μέθοδοι θεωρητικής σχεδίασης ελεγκτών.

Η ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής έδωσε νέα ώθηση στον τομέα του αυτοματισμού αφού κατασκευάστηκαν σύνθετα συστήματα μετρήσεων και ελέγχου με μικρό όγκο. Η ανάπτυξη τέλος τεχνικών για την επεξεργασία της πληροφορίας και την λήψη αποφάσεων όπως τα νευρωνικά δίκτυα, η τεχνική νοημοσύνη και τα έμπειρα συστήματα, έδωσαν τη δυνατότητα δημιουργίας αυτοματισμών με υψηλό βαθμό ευφυΐας.

4.3. Βασικές αρχές της τεχνολογίας αυτοματισμών

Ο αυτοματισμός καθιστά δυνατή την αυτόματη επενέργεια σε μεγάλη κλίμακα χωρίς την συνεχή επέμβαση του ανθρώπου. Για να γίνουν όλα χωρίς κάποια δυσκολία απαιτείται μια ευφυής οργάνωση. Η ονομασία που επικράτησε για την οργάνωση αυτή είναι «Logistics» ή αλλιώς «προσχεδιασμένη οργάνωση», όπως θα μπορούσε να αποδοθεί στα ελληνικά. Η υλοποίησή της γίνεται με την βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών με τη μορφή «Σχεδιασμού Παραγωγής και Συστήματος Ελέγχου».

Στην σύγχρονη περίοδο αυτά που χαρακτηρίζουν τον αυτοματισμό είναι η τηλεματική και η μοντελοποίηση με τη βοήθεια της εικονικής πραγματικότητας. Με τον όρο τηλεματική περιγράφεται η απομακρυσμένη επίδραση πάνω σε τεχνικά συστήματα της τεχνολογίας πληροφορικής με στόχο την εκτέλεση διάφορων κύκλων εργασίας με το μέσον μεταφοράς της πληροφορίας να είναι φυσικά το Internet. Η μοντελοποίηση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται με σκοπό να γίνει εξομοίωση πραγματικών γεγονότων. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να δοκιμαστούν προϊόντα από τον σχεδιασμό τους μέχρι και την αποκομιδή τους μέσα από όλες τις φάσεις παραγωγής τους, προτού κατασκευαστούν. Για να πετύχουν όλα αυτά απαιτείται η επεξεργασία των δεδομένων όλων των κύκλων παραγωγής. Η διεργασία αυτή ονομάζεται «Διαχείριση δεδομένων προϊόντος (Product Data Management-PDM)». Οι επιχειρησιακές διαδικασίες είναι οι εργασίες που πραγματοποιούν οι επιχειρήσεις και οι οποίες έχουν ως δομή το PDM με τέτοιο τρόπο ώστε ολόκληρος ο κύκλος παραγωγής να συνοδεύεται και να παρακολουθείται από την ειδική Τεχνολογία Πληροφορικής και επιχείρησης.

Η τεχνολογία επικοινωνιών δίνει τη δυνατότητα σε όλους τους συμμετέχοντες που έχουν την απαραίτητη δικαιοδοσία να έχουν πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα του προϊόντος. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να αποφεύγεται να αποθηκεύονται σε ένα μόνο μέρος. Αντίθετα είναι προτιμότερο να κατανέμονται στις θυγατρικές μιας πολυεθνικής επιχείρησης που είναι εγκατεστημένες παγκοσμίως. Ο αυτοματισμός έχει τον κύριο ρόλο στην παγκοσμιοποίηση των επιχειρήσεων και των αγορών.

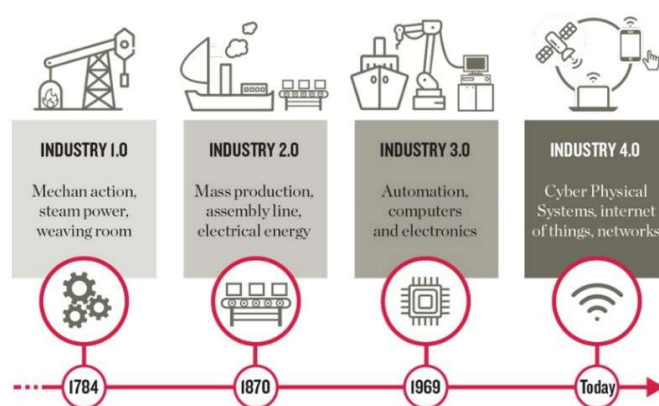
Τα συστήματα αυτοματισμού έχουν ως ρόλο να ελέγχουν και να ρυθμίζουν την παραγωγική διαδικασία, την ποιοτική στάθμιση, την τηλεπικοινωνία και τα συστήματα μεταφοράς εντός ενός εργοστασίου.

- Οι κυριότεροι συντελεστές παραγωγής είναι
 - ο Ενέργεια
 - ο Πρώτες ύλες
 - ο Εργαλεία
 - ο Πληροφορία
 - ο Τηλεπικοινωνίες
 - ο Συστήματα μεταφοράς
- Οι κυριότεροι μη τεχνικοί συντελεστές είναι
 - ο Κεφάλαιο
 - ο Ανθρώπινη εργασία

ο Πολιτική και οικονομική σταθερότητα

Προτού ξεκινήσει η κατασκευή ενός προϊόντος στην πραγματικότητα, υπάρχει η δυνατότητα να γίνει εξομοίωση της παραγωγής με την χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, εξομοιώνοντας τα εξαρτήματα, τις μηχανές παραγωγής και να γίνει βελτιστοποίηση μέσα από πρόσθετες επεμβάσεις. Ο βαθμός του αυτοματισμού είναι αντιστρόφως ανάλογος με την επέμβαση του ανθρώπου σε αυτόν. Δηλαδή όσο λιγότερο επεμβαίνει ο άνθρωπος τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός του αυτοματισμού. Σε μια πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία ο άνθρωπος δραστηριοποιείται μόνο στην εποπτεία των διαδικασιών και στην ομαλή ροή τους.

4.4. 4^η Βιομηχανική επανάσταση - Industry 4.0



Εικόνα 37: Φάσεις της βιομηχανικής επανάστασης

Πηγή: <https://www.bureauveritas.gr/maritime-industry-40>

Η 4^η βιομηχανική επανάσταση ή αλλιώς Industry 4.0 ορίζει την ραγδαία αλλαγή στην τεχνολογία, τις βιομηχανίες και τα κοινωνικά πρότυπα και διαδικασίες στον 21^ο αιώνα λόγω της αυξημένης διασυνδεσιμότητας και του έξυπνου αυτοματισμού. Ο όρος Industry 4.0 χρησιμοποιείται πλέον σε μεγάλο βαθμό στην επιστημονική βιβλιογραφία με τον Klaus Schwab, ιδρυτής και πρόεδρος του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ, να είναι εκείνος όπου το 2015 έκανε αυτόν τον όρο δημοφιλές. Ο ίδιος ισχυρίζεται ότι οι αλλαγές που εφαρμόζονται πλέον είναι περισσότερο από απλές βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα, αντιθέτως εκφράζουν μια σημαντική αλλαγή στον βιομηχανικό καπιταλισμό. Σημαντικό μέρος αυτής της περιόδου της βιομηχανικής αλλαγής είναι η ένωση τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η γονιδιακή επεξεργασία, η προηγμένη ρομποτική με την οποία δεν ξεκαθαρίζει κανείς τα όρια μεταξύ φυσικού, ψηφιακού και βιολογικού κόσμου.

Στην περίοδο της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης πραγματοποιούνται τεράστιες αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας του παγκόσμιου δικτύου παραγωγής και προμηθειών λόγω της

συνεχούς αυτοματοποίησης των παραδοσιακών κατασκευαστικών και βιομηχανικών πρακτικών, κάνοντας χρήση της σύγχρονης έξυπνης τεχνολογίας, της επικοινωνίας μηχανής με μηχανή (M2M) σε μεγάλη κλίμακα και το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet Of Things). Αυτή η ένωση των τεχνολογιών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αυτοματοποίησης και της αυτό-παρακολούθησης καθώς και την χρήση έξυπνων μηχανών που μπορούν να αναλύουν και να διαγνώσουν προβλήματα χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου.

Επιγραμματικά οι τάσεις της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης είναι οι εξής:

- Έξυπνα Εργοστάσια
- Προγνωστική συντήρηση
- Τρισδιάστατη Εκτύπωση
- Έξυπνοι αισθητήρες
- Ραγδαία μετάβαση στην οικονομία της γνώσης

4.4.1. Maritime 4.0-Ναυτιλία 4.0

Ο όρος Maritime 4.0 είναι η σύγκλιση του όρου Industry 4.0, που αναφέρεται στην 4^η βιομηχανική επανάσταση, και της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Ο σκοπός της ναυτιλίας 4.0 περιλαμβάνει, ενδεικτικά, τη βελτίωση του κύκλου ζωής των πλοίων, την διευκόλυνση της παροχής μεγαλύτερης απόδοσης, τη μείωση του κόστους ιδιοκτησίας, και την αύξηση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας.

Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα πιο κοινά χαρακτηριστικά που προτείνουν επαγγελματίες του κλάδου και ακαδημαϊκοί:

- Αυτοματοποιημένη ενσωμάτωση δεδομένων στην λήψη αποφάσεων.
- Υιοθέτηση και εφαρμογή συνδεδεμένων τεχνολογιών για σχεδιασμό, παραγωγή και λειτουργία.
- Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των πλοίων που σχετίζεται με την παραγωγή, τη λειτουργία και τη διάθεση (συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών του υποβρυχίου θορύβου και της χρήσης υλικών).
- Προσιτή και βιώσιμη λειτουργία.
- Μείωση κινδύνου, αύξηση προστασίας και ασφάλειας.

Αυτές οι αρχές αντικατοπτρίζουν τα αποτελέσματα τόσο των συνεντεύξεων όσο και της βιβλιογραφίας όπου επιβεβαιώθηκε πως δεν υπάρχει ακριβής κατανόηση για το τι περιγράφει ο όρος ευφυή σκάφη ή το 4.0 σε σχέση με τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Ένα πρόβλημα που εντοπίστηκε ήταν ότι ήταν δύσκολο να πλαισιώσει και να προτείνει λύσεις σύμφωνα με τις ανάγκες των νέων πελατών, δεδομένης της μεγάλης διαφοροποίησης στην κατανόηση του πεδίου εφαρμογής του 4.0. Η επιθυμία για το Maritime 4.0 πηγάζει από το γεγονός ότι ξεκινάει η επόμενη φάση ψηφιοποίησης στον κλάδο της βιομηχανίας, τόσο στην πραγματικότητα όσο και στην αντίληψη.

4.4.2. Ο δρόμος για την Ναυτιλία 4.0

Ο δείκτης ωριμότητας της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης-Industry 4.0 περιέχει τέσσερα επίπεδα ωριμότητας:

- Διαφάνεια
- Ορατότητα
- Προβλεψιμότητα
- Προσαρμοστικότητα

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι σε αυτό το πλαίσιο, κάθε στάδιο βασίζεται στις στέρεες βάσεις που δημιουργήθηκαν στο προηγούμενο στάδιο και επίσης θα πρέπει και τα τέσσερα στάδια να ακολουθούνται διαδοχικά για να υπάρχει το μέγιστο όφελος. Για να συμβαδίσει η ναυτιλιακή βιομηχανία με τις τέσσερις φάσεις του Industry 4.0 θα πρέπει να αντιμετωπίσει ορισμένα άμεσα ζητήματα:

- Ορατότητα ιστορικών και πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο
- Τυποποίηση στις προδιαγραφές και τη μορφή δεδομένων.

Ως εκ τούτου, υπάρχουν δύο φάσεις που πρέπει να αντιμετωπίσει η ναυτιλιακή βιομηχανία για να έχει έξυπνες δυνατότητες:

Φάση 1: Γρήγορες επιτεύγματα από την τυποποίηση δεδομένων, την οπτικοποίηση και τον εξορθολογισμό των διαδικασιών.

Φάση 2: Επίτευξη έξυπνων δυνατοτήτων αξιοποιώντας μια ενιαία πηγή αλήθειας.

4.4.3. Παράγοντες και στοιχεία της Ναυτιλίας 4.0

• Παράγοντες

Από τότε που δημιουργήθηκε η ιδέα της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρέασαν την αύξηση του ενδιαφέροντος της ιδέας αυτής. Οι παράγοντες για την Ναυτιλία 4.0 αντιπροσωπεύουν εξωτερικές κοινωνικές μεταβλητές που επηρεάζουν την ανάπτυξη του όρου «4.0» σε διαφορετικούς κλάδους. Οι κυριότεροι παράγοντες είναι οι εξής:

- ❖ Δυναμική Πολιτική: Κανονισμοί λειτουργίας που επιβάλλει κάποια πτυχή του συστήματος.
- ❖ Δυναμική Αγορά: Οι επιχειρήσεις πρέπει να βρίσκονται μπροστά από τον ανταγωνισμό σε ότι αφορά τον σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία των πλοίων, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να ικανοποιούν τις ανάγκες της αγοράς και των πελατών.

- ❖ Τεχνολογική εξέλιξη: Η ικανότητα αποτελεσματικής αλλαγής των πλοίων ώστε να εφαρμόζονται νέες τεχνολογίες σε αυτά με σκοπό την κάλυψη των αναγκών της αγοράς και των πελατών.
- ❖ Ποικιλία περιβάλλοντος εφαρμογών: Περιγράφει τον αριθμό των ενσωματωμένων συστημάτων και αλληλένδετων στοιχείων, και ακόμη την ενοποίηση διαφορετικών τεχνολογιών.
 - **Στοιχεία**

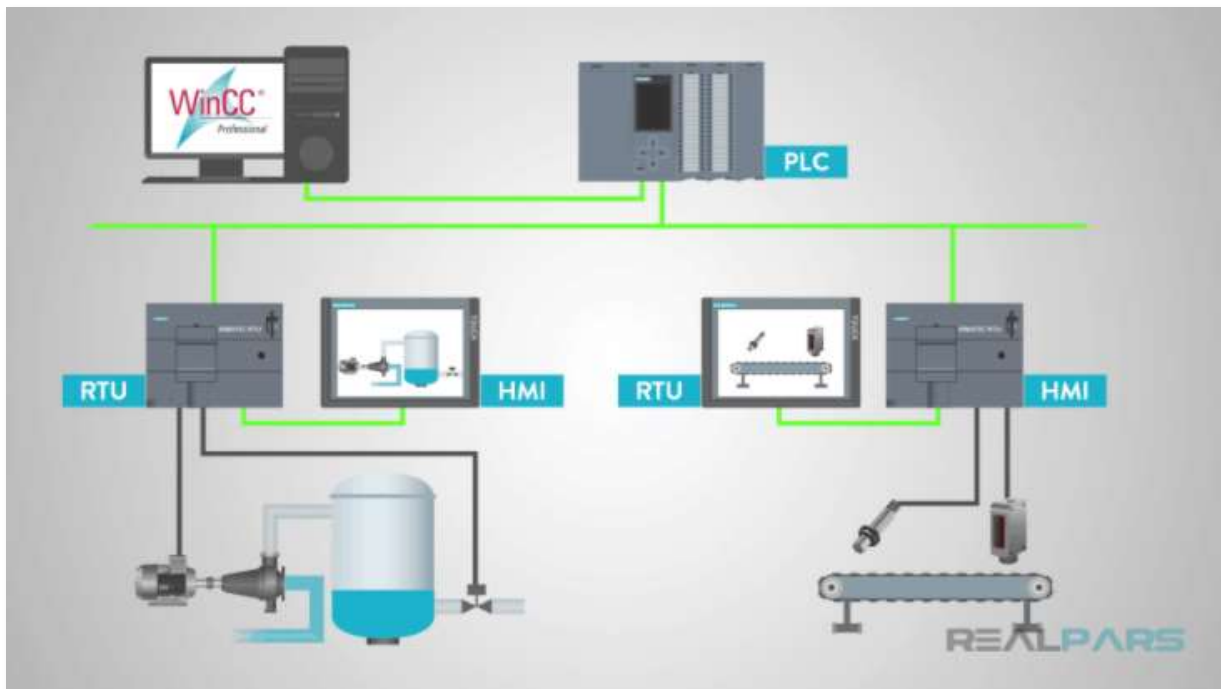
Τα στοιχεία αντιπροσωπεύουν πτυχές του κλάδου, ή αλλιώς κάποιους τομείς που λειτουργούν από κοινού για να αντιμετωπίσουν και να ανταποκριθούν στους κύριους παράγοντες. Η ναυτιλία 4.0 είναι χτισμένη γύρω από τέσσερα στοιχεία που συνεργάζονται ώστε να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα.

1. Σχεδιασμός πλοίων: Αντικατοπτρίζει την ενσωμάτωση δεδομένων από υπάρχοντα και προηγούμενα πλοία για τη βελτίωση και βελτιστοποίηση πλοίων.
2. Κατασκευή πλοίων: Η διαδικασία κατασκευής περιγράφει τη διαδικασία παραγωγής που χρησιμοποιείται για την παράδοση ενός πλοίου στον πελάτη συμπεριλαμβανομένης της εξέτασης της αλυσίδας ανεφοδιασμού, των τεχνολογιών κατασκευής, αντιπροσωπεύοντας τόσο το χρόνο όσο και το χρήμα, από τον σχεδιασμό έως την παράδοση.
3. Λειτουργία: Συστήματα θαλάσσιων μεταφορών, καταδυτικές επιχειρήσεις, λιμάνια, βυθοκόρηση και διαχείριση απορριμμάτων. Η λειτουργία και η χρήση είναι οι πραγματικές συνθήκες και συμπεριφορές του πλοίου που δημιουργούν και παράγουν δεδομένα ζωτικής σημασίας που χρησιμοποιούνται για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την πλοήγηση, την κατανάλωση καυσίμου και το περιβάλλον λειτουργίας.
4. Υπηρεσίες: Κατασκευαστές, συμβουλευτικές εταιρίες μηχανικών σε θαλάσσια ηλεκτρονικά όργανα, μηχανήματα, τηλεπικοινωνίες, συστήματα πλοήγησης, λογισμικό ειδικού σκοπού και εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων, έρευνα και εξερεύνηση ωκεανών και περιβαλλοντική παρακολούθηση.

5. Εφαρμογές Τεχνολογιών Αυτοματισμού στη σύγχρονη ναυτιλία

5.1. SCADA

5.1.1. Εισαγωγή στα συστήματα Scada



Εικόνα 38: Απλή απεικόνιση SCADA

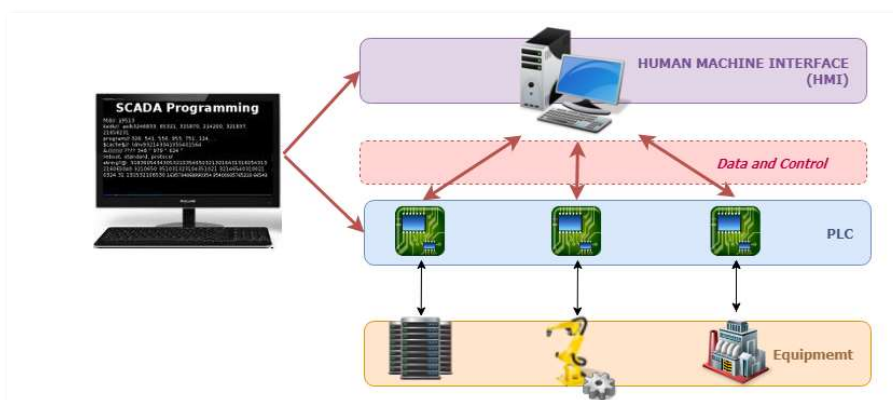
Στο χώρο της βιομηχανίας σήμερα υπάρχει η απαίτηση για μια αποτελεσματικότερη διαχείριση όλων των πληροφοριών των διαφόρων τμημάτων μιας επιχείρησης κάτι που οδήγησε στην ανάπτυξη εξειδικευμένων εφαρμογών βιομηχανικής πληροφορικής. Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ όλων των τμημάτων προϋποθέτει τη σύνδεση όλων των επιμέρους εφαρμογών σε ένα κεντρικό σύστημα Πληροφόρησης και Διαχείρισης (Management Information System). Τα συστήματα SCADA-Supervisory Control And Data Acquisition αποτελούν εφαρμογή της βιομηχανικής πληροφορικής με σκοπό την εποπτεία της παραγωγής. Κάθε διεργασία της παραγωγής χαρακτηρίζεται από κάποιες κρίσιμες παραμέτρους (π.χ. πίεση, θερμοκρασία, χρόνος, πυκνότητα, κ.α.) που παίζουν σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της παραγωγής και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Τα συστήματα SCADA παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο μέσω μονάδων προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών και καταγράφουν συνεχώς σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές όλες τις κρίσιμες παραμέτρους της διαδικασίας παραγωγής που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ένα τέτοιο σύστημα περιλαμβάνει απεικόνιση σε μιμικά διαγράμματα όλων των διεργασιών παραγωγής με ενδείξεις των τιμών από τις μετρήσεις των μεγεθών, συνεχής συλλογή και αποθήκευση δεδομένων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, γνωστοποίηση σφαλμάτων κ.α. Σημαντική ακόμη είναι η δυνατότητα παρακολούθησης του συστήματος μέσω σελίδων στο διαδίκτυο κατάλληλα διαμορφωμένες για το σκοπό αυτό.

5.1.2. Κύριες Λειτουργίες

Οι κύριες λειτουργίες είναι οι εξής:

1. Συλλογή δεδομένων
2. Αποθήκευση Πληροφοριών
3. Ανάλυση δεδομένων
4. Έλεγχος κλειστού βρόγχου διεργασιών.
5. Γραφική απεικόνιση
6. Καταγραφή όλων των συμβάντων
7. Υποστήριξη διπλού υπολογιστικού συστήματος(Τα συστήματα SCADA υποστηρίζουν δεύτερο υπολογιστικό σύστημα που αναλαμβάνει σε περίπτωση σφάλματος).
8. Μεταφορά δεδομένων
9. Έλεγχος της πρόσβασης των χειριστών
10. Ειδικές εφαρμογές λογισμικού.

Η λήψη δεδομένων αναφέρεται στη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την πρόσβαση και το χειρισμό πληροφορίες ή δεδομένων από τον εξοπλισμό που παρακολουθείται και ελέγχεται. Στη συνέχεια τα δεδομένα προωθούνται σε ένα σύστημα τηλεμετρίας, το οποίο τα μεταφέρει στις απομακρυσμένες θέσεις. Τα δεδομένα μπορεί να είναι πληροφορία σε αναλογική ή/και ψηφιακή μορφή συλλεγμένα από αισθητήρες, μετρητές ροής, αμπερόμετρα κ.α. Μπορεί επίσης να είναι εντολές για τον έλεγχο συσκευών όπως ενεργοποιητές, ρελε, βαλβίδες, κινητήρες. Η συλλογή των δεδομένων αρχίζει από τις RTU(απομακρυσμένες τερματικές μονάδες) ή από τους PLC(Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές) και περιλαμβάνει τις ενδείξεις των μετρητικών οργάνων και τις ενδείξεις κατάστασης του εξοπλισμού. Τα δεδομένα αυτά αποστέλλονται στο σύστημα SCADA και στη συνέχεια καταρτίζονται και διαμορφώνονται κατάλληλα ώστε ο χειριστής να μπορεί να πάρει αποφάσεις για να προσαρμόσει ή να παρακάμψει τον κανονικό έλεγχο των RTU ή PLC μέσω του HMI(Human-Machine Interface) στην αίθουσα ελέγχου. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων σε μια βάση δεδομένων στην οποία καταγράφονται διάφορα μεγέθη της εγκατάστασης με το πέρασμα του χρόνου, κάτι που προσφέρει τη δυνατότητα στους διαχειριστές του συστήματος να ανατρέξουν αν χρειαστεί σε παλαιότερες μετρήσεις για την βελτιστοποίηση ή την προσαρμογή του συστήματος.



Εικόνα 39: Δομικά στοιχεία ενός συστήματος SCADA

5.1.3. Βασικά μέρη ενός συστήματος SCADA

Ένα συνηθισμένο σύστημα SCADA χρησιμοποιεί έναν κεντρικό υπολογιστή σαν κεντρικό πυρήνα του συστήματος με αρκετά μεγάλη υπολογιστική ισχύς, στον οποίο βρίσκεται εγκατεστημένο το λογισμικό SCADA όπως και το πρόγραμμα της εκάστοτε εφαρμογής. Η τηλεμετρία είναι η τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση και τη λήψη δεδομένων και πληροφοριών με κάποιο μέσο. Η πληροφορία μπορεί να είναι μια μέτρηση όπως τάση, ταχύτητα, ροή. Τα δεδομένα αποστέλλονται σε μια απομακρυσμένη θέση με τη βοήθεια κάποιου μέσου, όπως καλώδιο, τηλεφωνική γραμμή, ραδιοεκπομπή. Η πληροφορία μπορεί να προέρχεται από πολλαπλές θέσεις, με την διευθυνσιοδότηση κάθε θέσης να γίνεται από το σύστημα SCADA. Η τηλεμετρία στον όποιο χώρο επιθυμούμε γίνεται με την εγκατάσταση των σταθμών τηλεμετρίας RTU, οι οποίοι διαβάζουν τις τιμές των διαφόρων μεγεθών που μας ενδιαφέρουν και τις μεταφέρουν σε ηλεκτρικά σήματα, στη συνέχεια τα σήματα αυτά μεταδίδονται ενσύρματα ή ασύρματα με τις κατάλληλες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις στον κεντρικό υπολογιστή ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Έπειτα αρχίζει η παρακολούθηση και η επεξεργασία τους από τους χρήστες του κεντρικού υπολογιστή ώστε να διεξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για τη λειτουργία της κάθε διεργασίας.

➤ Δομικά στοιχεία ενός SCADA

- Ο κεντρικός υπολογιστικός σταθμός (Master Station Computer)
- Οι γραμμές επικοινωνίας όπως radio, καλωδιακή, τηλεφωνική
- Το ελεγχόμενο σύστημα
- Οι σταθμοί τηλεμετρίας RTU που κωδικοποιούν και αποκωδικοποιούν σήματα από τον πραγματικό κόσμο.



Εικόνα 40: Master Station Computer

➤ **Ένα σύστημα SCADA αποτελείται επίσης από τα ακόλουθα υποσυστήματα:**

- Ένα σύστημα αλληλεπίδρασης με τον άνθρωπο HMI (Human-Machine Interface) που έχει σαν σκοπό να παρουσιάζει τα δεδομένα της γραμμής και ο χρήστης να μπορεί να τα ελέγχει καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγής.
- Ένας υπολογιστής ο οποίος συλλέγει όλες τις πληροφορίες και στέλνει την κατάλληλη ανατροφοδότηση.
- Τηλεχειριζόμενες τερματικές μονάδες, συνδεδεμένες με αισθητήρες σε όλη τη διαδικασία, εναλλάσσοντας σήματα από τους αισθητήρες στο συντονιστικό υπολογιστή.
- Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC).
- Επικοινωνιακή υποδομή του συστήματος, η οποία συνδέει όλα τα παραπάνω μεταξύ τους.

5.1.4. Πλεονεκτήματα χρήσης SCADA

- Άμεση πληροφόρηση της κατάστασης της διεργασίας
- Αντιστάθμιση των μεταβλητών ελέγχου της διεργασίας, με στόχο τη διατήρηση των δεδομένων ονομαστικών τιμών και τη διατήρηση των απαιτούμενων επιπέδων παραγωγής.
- Άμεση σήμανση των βλαβών και κακής λειτουργίας του εξοπλισμού στις διάφορες διεργασίες, για να παρέχεται η μέγιστη ασφάλεια του εξοπλισμού και των εργαζομένων.
- Πρόγνωση και διάγνωση βλαβών του εξοπλισμού με έγκαιρο εντοπισμό τους.
- Αποθήκευση και καταγραφή πληροφοριών σχετικά με την παραγωγή και τη διαχείρισή της.
- Καλή λειτουργία του εξοπλισμού με στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης και της παραγωγικότητάς του.
- Αύξηση της παραγωγής λόγω της καλύτερης αξιοποίησης των δυνατοτήτων των μέσων παραγωγής.
- Μείωση του κόστους παραγωγής ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος λόγω της βελτιστοποιημένης χρήσης των εσωτερικών πηγών ενέργειας και μείωσης του κόστους εργασίας.
- Βελτιωμένη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων λόγω της δυνατότητας να διατηρούνται οι συνθήκες εργασίας μέσα σε στενά όρια ανοχών.
- Ευελιξία παραγωγής κάτω από μεταβαλλόμενες συνθήκες αγοράς.

Ο έλεγχος των διεργασιών θα πρέπει να είναι αρκετά γρήγορος για να μπορεί να υπάρξει η επίγνωση της κατάστασης σε πραγματικό χρόνο κάτι που γίνεται εμφανές σε θάματα ασφάλειας. Η επέμβαση στις διεργασίες σε περίπτωση κινδύνου θα πρέπει να είναι άμεση και αποτελεσματική ώστε να υπάρχει αποφυγή μερικής ή ολικής καταστροφής του εξοπλισμού ή ακόμα και ανθρωπίνων απωλειών. Τα οφέλη για μια επιχείρηση από την εφαρμογή ενός συστήματος SCADA είναι σημαντικά ειδικά όταν πρόκειται για ένα ανταγωνιστικό και παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον.

➤ **Ειδικότερα τα συστήματα SCADA μπορούν να προσφέρουν:**

- Παρακολούθηση της διαδικασίας παραγωγής μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η εξομάλυνσή της και η μέγιστη απόδοση της βιομηχανικής μονάδας.
- Περισσότερη επικοινωνία μεταξύ των επιπέδων της βιομηχανικής μονάδας και κυρίως μεταξύ της διοίκησης και της παραγωγής.
- Δυνατότητα στο προσωπικό να λαμβάνει αποφάσεις μετά από πληρέστερη ενημέρωση ώστε να εκπληρώνει τις υποχρεώσεις του με μεγαλύτερη επιτυχία.
- Άμεσο εντοπισμό και αντιμετώπιση σφαλμάτων με στόχο, εκτός της βελτιωμένης απόδοσης, την μείωση του κόστους συντήρησης.
- Βελτίωση των συνθηκών ασφαλείας και εργασίας.
- Πιο εύστοχες και έγκαιρες πληροφορίες για τη διοίκηση.

➤ **Πρακτικά παραδείγματα:**

- Δυνατότητα στη διοίκηση και τους μηχανικούς να προβάλουν πληροφορίες στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή τους από απομακρυσμένες πηγές δεδομένων.
- Οι χειριστές έχουν τη δυνατότητα να εποπτεύουν ή να ελέγχουν τον εξοπλισμό τους μέσω εύχρηστων GUI(Graphical User Interfaces) σε υπολογιστή με Microsoft Windows.
- Οι ενημερώσεις κρίσιμων καταστάσεων μπορούν να γίνονται με ηχογραφημένα μηνύματα τα οποία μπορούν να εκπέμπονται αυτόματα μέσω τηλεφώνων, ασυρμάτων, δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών κλπ.
- Δυνατότητα για αποθήκευση και ανάκτηση ιστορικών δεδομένων, για περαιτέρω συγκρίσεις, συμπεράσματα ή διάγνωση σφαλμάτων.
- Απομακρυσμένη ρύθμιση εξοπλισμού.
- Δυνατότητα χρήσης φθηνών και εύχρηστων προσωπικών υπολογιστών ως τερματικές συσκευές. Οι συσκευές αυτές είναι πιο εύκολο να αναβαθμιστούν ή να υποστούν μετατροπές σε σχέση με τον εξειδικευμένο εξοπλισμό.
- Χρήση σύγχρονων και συνηθισμένων δικτυακών πρωτοκόλλων και υλικών που είναι εξίσου εύκολο και οικονομικό να αναβαθμιστούν, να προσαρμοστούν ή να αντικατασταθούν. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η αξιόπιστη δικτυακή επικοινωνία μεταξύ υλικού διαφορετικών κατασκευαστών.
- Τεχνική υποστήριξη και συντήρηση του συστήματος από τον προμηθευτή του.

Ακόμη ένα χαρακτηριστικό των συστημάτων SCADA είναι ότι πρέπει να μπορούν να υποστηρίζουν ένα μεγάλο αριθμό από διαφορετικές συσκευές πεδίου, που συναντιούνται στην πράξη όπως PLC, ενσωματωμένα συστήματα, βιομηχανικά δίκτυα προηγμένα αισθητήρια όργανα κλπ. Οι διαφορετικές αυτές συσκευές μπορεί να έχουν ποικίλα τεχνικά χαρακτηριστικά και να χρησιμοποιούν διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Επιπλέον ένα σύστημα SCADA πρέπει να μπορεί να τροποποιείται εύκολα ώστε να παρακολουθεί τις τεχνολογικές εξελίξεις και να προσαρμόζεται κάθε φορά στα καινούρια δεδομένα της αγοράς.

Οι τροποποιήσεις και οι προσαρμογές αυτές είναι πολύ σημαντικό να μπορούν να γίνονται με όσο δυνατόν λιγότερες επεμβάσεις στον κώδικα λογισμικού του συστήματος. Οι αλλαγές του λογισμικού είναι διαδικασία δαπανηρή και χρονοβόρα, καθώς απαιτούν ανθρώπους με πολύ εξειδικευμένες γνώσεις και μεγάλο αριθμό δοκιμών προκειμένου να αποφευχθούν ανεπιθύμητες παρενέργειες όπως η εισαγωγή λογικών σφαλμάτων κάτι που μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα στην αξιοπιστία και την ασφαλή λειτουργία του συστήματος. Η εφαρμογή λογισμικού δεν μπορεί να εξυπηρετήσει από μόνη της

τις ανάγκες ενός SCADA κάποιας πολυπλοκότητας όσο καλή κι αν είναι. Για να μπορεί ένα λογισμικό να χρησιμεύσει ως κέντρο ελέγχου ενός τέτοιου SCADA και ταυτόχρονα να έχει ένα λογικό κόστος είναι πολύ σημαντικό να αποτελείται από ανεξάρτητες μονάδες, καθεμία από τις οποίες εξυπηρετεί μια συγκεκριμένη λειτουργία, μπορεί να τροποποιηθεί αλλάζοντας κάποιες παραμέτρους και όχι τον κώδικα και τέλος μπορεί να συνεργάζεται με τις άλλες μονάδες χρησιμοποιώντας γνωστά πρωτόκολλα και διαδικασίες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων τεχνολογιών ολοκλήρωσης. Στο χώρο των Windows οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες τέτοιου είδους είναι αυτές που βασίζονται στο πρότυπο COM της Microsoft (OLE, Automation, ActiveX). Οι τεχνολογίες αυτές είναι γενικής χρήσεων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα είδη λογισμικού. Ειδικά για τα συστήματα SCADA έχει αναπτυχθεί και η τεχνολογία OPC (OLE for Process Control), η οποία βασίζεται επίσης στο πρότυπο COM.

Κοινό χαρακτηριστικό των τεχνολογιών αυτών είναι ότι επιτρέπουν σε ετερογενείς μονάδες υλικού ή λογισμικού από διάφορους κατασκευαστές να συνδέονται μεταξύ τους και να σχηματίζουν ολοκληρωμένα συστήματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απλοποιείται σημαντικά η κατασκευή των συστημάτων, καθώς μεγάλο μέρος των εργασιών σχεδίασης και υλοποίησης από το εμπόριο. Έτσι είναι δυνατόν να κατασκευαστούν σε σύντομο χρονικό διάστημα και με μικρό κόστος πολύπλοκα και εξειδικευμένα συστήματα τα οποία λειτουργούν με ασφάλεια και αξιοπιστία καθώς επίσης είναι και πλήρως προσαρμοσμένα στις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της κάθε εφαρμογής.

5.2. SCADA στην ναυτιλία

Στη σύγχρονη ναυτιλία και ειδικότερα όταν πρόκειται για πλοία με μεγάλο αριθμό συστημάτων που απαιτούν πολύπλοκες διαδικασίες για τον έλεγχο και τον συντονισμό τους ένα σύστημα SCADA θεωρείται απαραίτητο. Ένα τέτοιο σύστημα δίνει την δυνατότητα στο ανθρώπινο δυναμικό του πλοίου αλλά και εκτός για απομακρυσμένο έλεγχο και άμεση εποπτεία των συστημάτων ενός πλοίου. Κάποια από αυτά είναι τα συστήματα ασφάλειας προσωπικού και εξοπλισμού, αισθητήρες συναγερμών, συστήματα μετρήσεων όπως ισχύς και απόδοση μηχανών, θερμοκρασίες, απόθεμα καυσίμου. Ένα από τα σημαντικότερα που πρέπει να τηρηθούν στο χώρο εργασίας σχετικά με την ναυτιλία είναι ασφάλεια του ανθρώπου και έπειτα η ασφάλεια του εξοπλισμού. Για παράδειγμα σε ένα εμπορικό πλοίο κατά την φόρτωση-εκφόρτωση μεγάλου όγκου και βάρους εμπορευμάτων θα πρέπει να υπάρχει άμεση προειδοποίηση από το σύστημα SCADA σε περίπτωση βλάβης ή ακόμα και προληπτικά προκειμένου να προστατεύσει τους εργαζομένους αλλά επίσης τον εξοπλισμό και το εμπόρευμα. Το ίδιο ισχύει και στο παράδειγμα των μηχανικών και ειδικά για εκείνους στο τμήμα των κινητήρων του πλοίου όπου διατρέχουν περισσότερο κίνδυνο σε περίπτωση ατυχήματος ή ζημιάς. Για παράδειγμα σε περίπτωση πυρκαγιάς στο μηχανοστάσιο το σύστημα SCADA ενεργοποιεί αμέσως τον συναγερμό και ειδοποιεί τους αρμόδιους για το ατύχημα αλλά και σε ποιο τμήμα του πλοίου έχει γίνει, συνήθως μέσω ενός HMI, για γρηγορότερα αποτελέσματα. Απλούστερο παράδειγμα συστήματος SCADA στη ναυτιλία είναι κυρίως για πλοία αναψυχής τα οποία διαθέτουν μεγάλο σύστημα κλιματισμού σε όλο το πλοίο το οποίο ελέγχεται από κάποιο δωμάτιο έλεγχου μέσω του οποίου ο αρμόδιος χειριστής μπορεί να δει την θερμοκρασία και τα

σημεία που λειτουργεί ο κλιματισμός στο πλοίο ή ακόμα και σε ποιο σημείο υπάρχει τυχόν βλάβη [3].

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα πλοίων και το σύστημα SCADA που διαθέτουν[2]:

Πλοίο	Σύστημα SCADA/plc
M/V SKIER STAR	Cargo Holds Monitoring & Alarm (υλοποίηση SCADA).
M/V SUMMER MEADOW	Engine Monitoring & Alarm (υλοποίηση SCADA).
M/V SCANDINAVIAN REEFER:	Remote Valve Control and Monitoring System (υλοποίηση SCADA).
M/V JORGEN REEFER:	1.Εγκατάσταση συστήματος αυτοματισμού (PLC) για έλεγχο παροχής αέρα σε θαλάμους ψύξης 2.Επιτήρηση θερμοκρασίας και πίεσης συστοιχίας αεροσυμπιεστών (υλοποίηση SCADA)

Πίνακας 2: παραδείγματα πλοίων και συστημάτων SCADA/PLC

- WinCC Flexible

Το Simatic WinCC Flexible είναι ένα λογισμικό που δημιουργήθηκε από την SIEMENS το 1996. Είναι ικανό να υποστηρίξει όλες τις δυνατότητες και λειτουργίες ενός συστήματος SCADA κάτι που δικαιολογεί πως είναι ένα από τα πιο γνωστά λογισμικά για την κατασκευή εφαρμογών SCADA/HMI. Σε συνδυασμό με PLC ο κάθε αρμόδιος χρήστης έχει την δυνατότητα εποπτείας των όποιων μηχανικών συστημάτων μέσω ενός HMI [1].

Άξιο αναφοράς είναι η λειτουργία ενός WinCC Flexible να δημιουργεί γραφικό περιβάλλον φιλικό προς τον χρήστη σε οθόνες σε κατάλληλα σημεία της εγκατάστασης μέσα στο πλοίο. Από τις οθόνες αυτές γίνεται απεικόνιση και λήψη πληροφοριών και μετρήσεων από αισθητήρες ή ομάδες αισθητήρων σχετικά με την επικοινωνία μεταξύ του πληρώματος στο πλοίο, την θέση του πλοίου σε σχέση με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, ανίχνευση πυρκαγιάς και τον έλεγχο των εξόδων κινδύνου, σε ποιο τμήμα του πλοίου, εσωτερικό ή εξωτερικό, υπάρχει ζημιά, βάρος πλοίου σε σχέση με το μέγιστο που μπορεί να υποστηρίξει κάθε πλοίο, ραντάρ ανίχνευσης ακίνητων ή εν κινήσει αντικειμένων, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, παροχή και απόθεμα καυσίμου, ταχύτητα πλοίου. Όλα αυτά τα δεδομένα απεικονίζονται και ελέγχονται σε πραγματικό χρόνο μέσω ενός HMI που βρίσκεται στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου του πλοίου αλλά ακόμη υπάρχει δυνατότητα να αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων για μελλοντική χρήση και μελέτη [3].

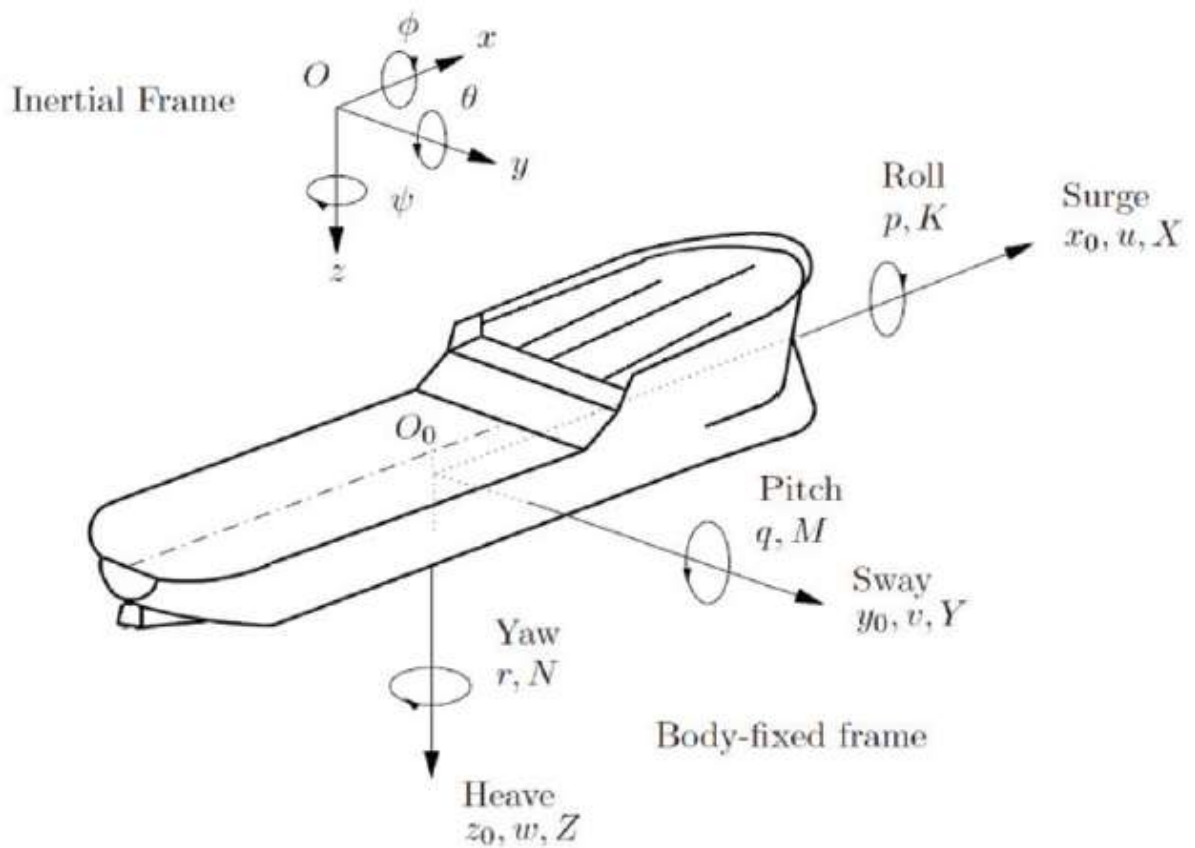
5.2.1. Σύστημα SCADA για Ship Stabilization (Σταθεροποίηση πλοίων)

Στα περισσότερα πλοία μεγάλου μεγέθους και κυρίως στα εμπορικά, υπάρχουν αντικείμενα, εμπορεύματα και εξαρτήματα(π.χ. γερανοί, εμπορευματοκιβώτια) στην περίπτωση που εκτελούνται διαδικασίες φόρτωσης-εκφόρτωσης στο πλοίο μπορεί να τραυματίσουν ή να φέρουν σε κίνδυνο ανθρώπινη ζωή, καθώς η αλλαγή βάρους στο πλοίο το οδηγεί στο να χάσει την σταθερότητά του. Μια ενδιαφέρον τεχνολογία που αναλύθηκε από την διεθνή ομοσπονδία αυτόματου ελέγχου (The International Federation of Automatic Control-IFAC) αναφέρεται στον σχεδιασμό ενός συστήματος SCADA από ένα έμπειρο σύστημα για την αυτόματη σταθεροποίηση των πλοίων με χρήση δεξαμεμών και αντλιών, όταν εκείνα είναι αγκυροβολημένα, με σκοπό να δώσει λύση στο πρόβλημα αυτό. Το έμπειρο σύστημα χρειάζεται κάποια δεδομένα ως είσοδο προκειμένου να διαμορφώσει το σύστημα SCADA για το κάθε πλοίο που προορίζεται, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1. Πλήρη λίστα των τμημάτων της δομής των υλικών τους συστήματος (αισθητήρες, διεπαφές εισόδου εξόδου PLC κ.λ.π.)
2. Διάγραμμα διασύνδεσης των τμημάτων με αρχή και τέλος
3. Λίστα ετικετών που χρησιμοποιεί το SCADA λογισμικό
4. Λογισμικό που θα «τρέχει» στα PLCs
5. Διαμόρφωση Human Machine Interface, δεδομένα σχετικά με τις ανάγκες, απαιτήσεις που θα πρέπει να καλύπτει.

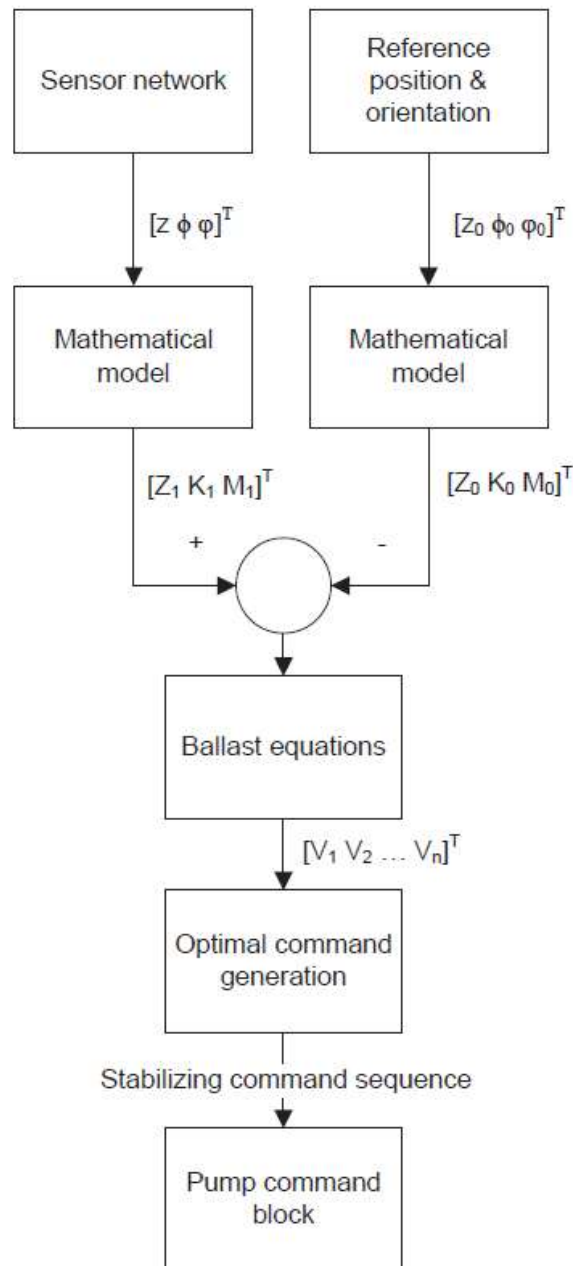
Το έμπειρο σύστημα έχοντας ως είσοδο τα παραπάνω δεδομένα εκτελεί μια σειρά από βήματα με σκοπό την δημιουργία του συστήματος SCADA. Εκτιμά τον αριθμό των εισόδων-εξόδων των PLCs, δημιουργεί την λίστα ετικετών, την δομή υλικού, το διάγραμμα συνδέσεων, το λογισμικό PLC και την διαμόρφωση του HMI.

Ο αλγόριθμος σταθεροποίησης πλοίων αναφέρεται σε αγκυροβολημένα πλοία που σημαίνει ότι λαμβάνεται υπόψιν το σύστημα αξόνων x, y, z και συγκεκριμένα τις τιμές Z, K, M όπως φαίνεται στο σχήμα (σχ. 4). Το μοντέλο του πλοίου που χρησιμοποιείται είναι με έξι βαθμούς ελευθερίας.



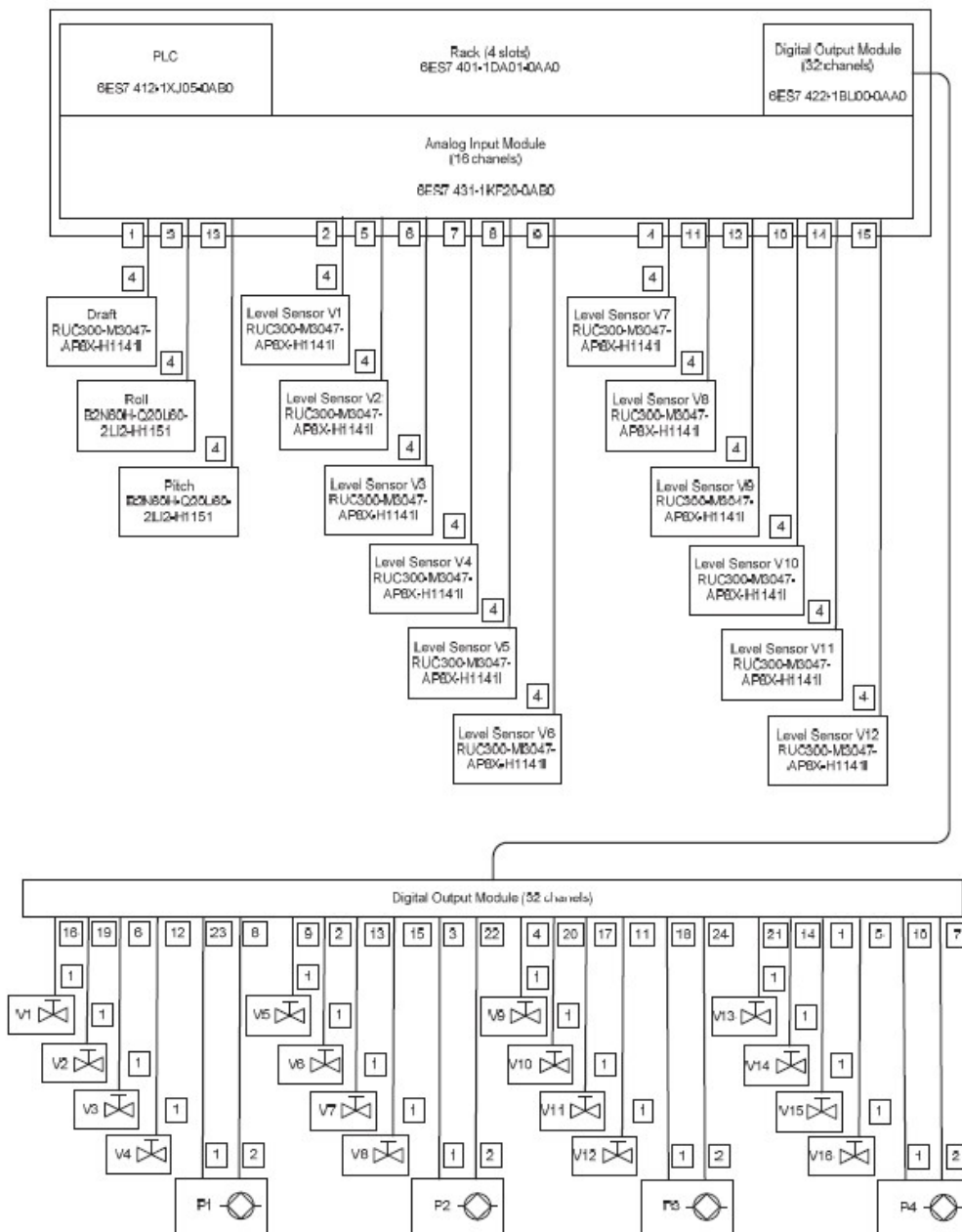
Εικόνα 41: Σχεδιάγραμμα πλοίου με έξι βαθμούς ελευθερίας

Χρησιμοποιώντας μαθηματικά μοντέλα ο αλγόριθμος υπολογίζει τις μεταβολές στα διανύσματα $[Z \ K \ M]^T$ που δημιουργούνται με την αλλαγή βάρους κατά την φόρτωση ή εκφόρτωση στο πλοίο. Στη συνέχεια διαμορφώνονται κατάλληλα οι δεξαμενές με σκοπό να εξασφαλιστεί η σταθερότητα του πλοίου βάσει των επιθυμητών συντεταγμένων αναφοράς $[z_0 \ \theta_0 \ \phi_0]^T$. Στο επόμενο βήμα υπολογίζεται μέσω θεωρίας γραφημάτων η ελάχιστη ενέργεια που χρειάζεται προκειμένου να φτάσουν οι δεξαμενές στα επιθυμητά επίπεδα.



Εικόνα 42: σχεδιάγραμμα αλγορίθμου σταθεροποίησης

Το σύστημα SCADA στην όλη διαδικασία χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των δεξαμενών και των αντλιών βάσει των αρχικών δεδομένων που έχουν δοθεί. Η δομή του συστήματος δημιουργείται από το έμπειρο σύστημα ανάλογα με το σύνολο δεδομένων που θα εισαχθεί, το οποίο σύνολο είναι το μοντέλο του συστήματος SCADA που πρόκειται να υλοποιηθεί ανάλογα με τις ανάγκες κάθε πλοίου, όπως για παράδειγμα όταν υπάρχουν 4 αντλίες και 12 δεξαμενές όπου το έμπειρο σύστημα έχει επιλέξει τον κατάλληλο αριθμό και την κατάλληλη σύνδεση των PLC και αισθητήρων (σχ. 6).



Εικόνα 43: Παράδειγμα δομής SCADA για 4 αντλίες και 12 δεξαμενές

Με την ίδια φιλοσοφία το έμπειρο σύστημα δημιουργεί μια δομή ενός HMI από το ίδιο σύνολο δεδομένων όπου δημιουργήθηκε η δομή υλικού του συστήματος SCADA από PLC και αισθητήρες. Με την εφαρμογή HMI συλλέγονται δεδομένα και στέλονται εντολές από τον χειριστή στα PLC που σχεδίασε το έμπειρο σύστημα.

5.3. Αυτοματισμοί τερματικών εμπορευματοκιβωτίων σε λιμένες

- **Τερματικά εμπορευματοκιβωτίων λιμένα**

Ένας λιμενικός τερματικός σταθμός είναι μια τυπική εγκατάσταση ανταλλαγής που έχει συνήθως μια αποθήκη για να συντονίζει την ροή της άφιξης των εμπορευμάτων από τη θάλασσα ή την ξηρά. Στόχος είναι να παρέχονται τα απαραίτητα μέσα και η οργάνωση για την ανταλλαγή αγαθών μεταξύ ξηράς και θάλασσας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο σε ότι αφορά το χρόνο, την αποτελεσματικότητα, την ασφάλεια, τον σεβασμό προς το περιβάλλον και την οικονομία. Επιπλέον, οι τερματικοί σταθμοί εμπορευματοκιβωτίων έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά που τους δίνουν την δυνατότητα να φτάσουν σε ένα υψηλότερο επίπεδο συστηματοποίησης από άλλους τύπους εμπορευματικών τερματικών σταθμών. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα εξής:

- Τυποποίηση των μεταφορικών μέσων-container
- Τυποποίηση του τρόπου στον οποίο διακινούνται τα εμπορεύματα
- Υψηλό επίπεδο ανταλλαγών που λαμβάνουν χώρα
- Υψηλή επίδραση της τεχνολογίας στο κέρδος υπέρ των τερματικών

Αυτό το επίπεδο τυποποίησης και εξειδίκευσης είναι αυτό που επιτρέπει υψηλό βαθμό αυτοματοποίησης του εξοπλισμού και των διαδικασιών σε λιμενικές εγκαταστάσεις αυτού του τύπου. Ο σχεδιασμός και η διαχείριση αυτού του τύπου τερματικού φανερώνει μια ριζική ρήξη από την ιδέα των συμβατικών τερματικών.

- **Αυτοματισμός**

Ο αυτοματισμός στην βιομηχανία της ναυτιλίας και των λιμένων είναι μια τάση όπου αυξάνεται συνεχώς και μια σχετικά διαδεδομένη διαδικασία σε πολλά περιβάλλοντα ειδικά στα σύγχρονα τερματικά εμπορευματοκιβωτίων, όπου είναι γνωστό ότι ο αυτοματισμός θα μπορούσε να βελτιώσει τη συνολική απόδοση του τερματικού σε σχέση με τα τερματικά που χρησιμοποιούν συμβατικά μέσα. Μετά από περισσότερα από 25 χρόνια εξέλιξης, η εφαρμογή των ρομπότ στα τερματικά έχει αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό καθώς παγκοσμίως πάνω από 1100 γερανοί λειτουργούν χωρίς οδηγό (Automated Stacking Cranes-ASCs) και χιλιάδες αυτοματοποιημένα οχήματα εκτελούν μεταφορές από προκυμαία στο ναυπηγείο, μέσα τα οποία θεωρούνται «αυτονόητα» για ένα σύγχρονο τερματικό. Η αναδυόμενη τάση της ρομποτικής και του αυτοματισμού στα λιμάνια και στα τερματικά έχουν μεταμορφώσει τη βιομηχανία αλλά όχι μόνο στο κομμάτι των εμπορευματοκιβωτίων. Με την εφαρμογή του αυτοματισμού υπάρχουν λιγότερες καθυστερήσεις στα τερματικά, λιγότερα λάθη από τον άνθρωπο ενώ ταυτόχρονα μπορούν να παρέχονται υπηρεσίες 24/7. Οι αβεβαιότητες και οι προκλήσεις όσον αφορά το πραγματικό κόστος είναι γνωστές. Αυτή η αντιστάθμιση πλεονεκτημάτων αι μειονεκτημάτων σχετίζεται με το γεγονός ότι η εξέλιξη λαμβάνει χώρα σε διαφορετική κλίμακα, ρυθμό και τοποθεσίες, καθώς υπάρχουν διάφοροι βαθμοί αυτοματισμού

που θα μπορούσαν να επικεντρωθούν, από το κομμάτι της υποδομής, όπως στοίβαγμα γερανών, έχω τα συστήματα πληροφορικής, όπως διαχείριση ναυπηγείου.

- **Επίπεδα αυτοματισμών τερματικών εμπορευματοκιβωτίων**

Σήμερα ο όρος αυτοματοποιημένο τερματικό συνηθίζεται να παραπέμπει στον όρο τερματικά εμπορευματοκιβωτίων λιμένα που στην πραγματικότητα έχουν αυτοματοποιηθεί



Εικόνα 44: Αυτόματα κατευθυνόμενα οχήματα

μόνο οι μετακινήσεις τους στο ναυπηγείο και στους κόμβους των αποβάθρων. Στα τερματικά αυτά οι λειτουργίες του γερανοφόρου πλοίου εξακολουθούν να είναι χειροκίνητες ενώ η αλληλεπίδραση μεταξύ των γερανών στο ναυπηγείο και των μέσων εσωτερικής μεταφοράς μεταφοράς και παράδοσης εξακολουθεί να υποστηρίζεται από τηλεχειριστήρια. Αυτή είναι μια από τις αυτοματοποιημένες δυνατότητες των τερματικών αυτών. Μια ενδιαμέση λύση μεταξύ αυτοματοποιημένων και χειροκίνητων τερματικών είναι, για παράδειγμα, η μερική αυτοματοποίηση ή αλλιώς ημι-αυτοματοποίηση των κύριων κινήσεων. Ο όρος ημιαυτόματο τερματικό χρησιμοποιείται για τερματικούς σταθμούς όπου ενώ οι μετακινήσεις των ναυπηγείων είναι αυτοματοποιημένες, οι ανταλλαγές σταθμών αποβάθρας πραγματοποιούνται με συμβατικό εξοπλισμό ή αντίστροφα. Τα αυτοματοποιημένα και ημιαυτοματοποιημένα τερματικά εφαρμόζουν μεγάλους ή ολικούς αυτοματισμούς όπως οι αυτοματοποιημένοι γερανοί container και τα αυτοματοποιημένα οχήματα. Μια άλλη αναφορά του όρου ημιαυτόματο είναι στη χρήση εξοπλισμού που ελέγχεται εξ αποστάσεως ή να αναφέρεται στην συστηματοποίηση ορισμένων λειτουργιών του εξοπλισμού μέσω μικρών ή μερικών αυτοματισμών. Μεγάλοι ή συνολικοί αυτοματισμοί είναι το σύνολο μιας περιεκτικής και ολοκληρωμένης ομάδας τεχνολογιών και συστημάτων που μεμονωμένα θα θεωρούνταν δευτερεύοντες αυτοματισμοί. Κατά καιρούς είναι δυνατόν να επιτευχθεί ο πλήρης αυτοματισμός του συμβατικού εξοπλισμού με την εφαρμογή απαραίτητων αυτοματισμών χαμηλού επιπέδου μετά από μια διαδικασία μετασκευής.

- **Τάσεις στον αυτοματισμό των τερματικών εμπορευματοκιβωτίων λιμένα**

Ο όρος των αυτοματοποιημένων τερματικών που αναφέρθηκε πριν περιγράφει τερματικά που έχουν αυτοματοποιήσει τον εξοπλισμό που αφορά την αποθήκευση και την ανταλλαγή μεταξύ υποσυστημάτων. Αυτό είναι μία από τις πολλές τάσεις του αυτοματισμού σε αυτόν τον τομέα και η γενική ιδέα οδεύει προς υψηλότερα επίπεδα αυτοματισμού πέρα των ορίων των ναυπηγείων σε τερματικά. Η ευρύτερη ανάπτυξη περιλαμβάνει επιγραμματικά την αυτοματοποίηση των πυλών, των ναυπηγείων καθώς και των γερανών στην προκυμαία. Στην πραγματικότητα, οι πρώτοι αυτοματισμοί που εφαρμόστηκαν σε τερματικά εμπορευματοκιβωτίων αλλά και τα πιο προηγμένα συστήματα αυτοματισμού στην σημερινή αγορά είναι αυτοί που σχετίζονται με τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στις πύλες του τερματικού σταθμού. Με αυτή την έννοια εξακολουθούν να γίνονται προσπάθειες για τη βελτίωση των συστημάτων συλλογής δεδομένων στη διεπαφή αλυσίδας τερματικού-logistics. Υπάρχει επίσης το ίδιο ενδιαφέρον για τις χερσαίες και θαλάσσιες πύλες όσον αφορά την αυτοματοποίηση στη συλλογή δεδομένων, με την περίπτωση των χερσαίων πυλών να απαιτούν περισσότερο όγκο δεδομένων λόγω της εξατομίκευσης των μέσων μεταφοράς. Ο αυτοματισμός του ναυπηγείου είναι η πιο εμφανής και προφανής τάση στα τερματικά εμπορευματοκιβωτίων λιμένα. Η αυτοματοποιημένη τεχνολογία του εξοπλισμού αποθήκευσης και μεταφοράς είναι παρόμοια καθώς χειρίζεται την αυτοματοποίηση της απογραφής των αποθεμάτων των containers που βρίσκονται στο ναυπηγείο και παρακολουθείτε ο εξοπλισμός σε πραγματικό χρόνο.

Ακόμη υπάρχει εξέλιξη πάνω στη σχεδίαση συστημάτων χειρισμού που είναι όλο και πιο αυτόνομα σε από θέμα λειτουργίας και οικονομίας. Τέλος οι γερανοί που βρίσκονται στην προκυμαία είναι τα στοιχεία των λειτουργιών των οποίων ο αυτοματισμός είναι λιγότερο ανεπτυγμένος παρόλο που υπάρχει πρόβλεψη πως τα επόμενα χρόνια θα είναι ο εξοπλισμός που θα υποστεί την μεγαλύτερη τεχνολογική εξέλιξη. Μέχρι σήμερα οι προσπάθειες για την αυτοματοποίηση των γερανών αυτών έχουν οδηγήσει σε δευτερεύοντες αυτοματισμούς οι οποίοι εφαρμόζονται σε εργοστάσια στην αρχή ή μέσω μετασκευής μπορούν να μηχανοποιήσουν μερικές από τις λειτουργίες που μέχρι τότε εξαρτιόνταν από την ικανότητα των χειριστών των γερανών. Όλα αυτά εστιάζονται στον έλεγχο των κινήσεων των διανομένων, τόσο ακούσιων(ταλαντώσεις ή σκεβρώματα) όσο και στη διαδρομή τους, καθώς και στην σύνδεση μεταξύ των γερανών της αποβάθρας και του εξοπλισμού μεταφοράς. Παράλληλα, τα τερματικά και οι κατασκευαστές δοκιμάζουν συστήματα που θα έδειχναν ένα ποιοτικό τεχνολογικό άλμα για την αυτοματοποίηση των γερανών Ship-to-Shore.

Παράλληλα στη βιομηχανία της ναυτιλίας και των λιμένων, τα συστήματα τηλεκατευθυνόμενων αεροσκαφών ή κοινώς drones, έχουν αποκτήσει μεγάλες δυνατότητες στον τομέα αυτό. Ένα παράδειγμα πάνω σε αυτό είναι η εφαρμογή των drones από την εταιρεία PSA Singaroge για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των γερανών στις αποβάθρες και άλλων βασικών εξοπλισμό του λιμανιού, για την εκτέλεση παραδόσεων από πλοίο σε ακτή ή και το αντίστροφο, καθώς και για την επιτήρηση του λιμανιού σε θέματα ασφαλείας. Η τεχνολογία των drones έχει μεγάλη προοπτική στην ανάπτυξη του αυτοματισμού σε τερματικά, εφόσον χρειάζονται ηλεκτρονικές συσκευές με μικρό βάρος, οικονομικές, μικρές σε όγκο και με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για τον έλεγχο της λειτουργίας τους.

- **Η διαδικασία διαχείρισης φορτίων**

Η διαδικασία διαχείρισης φορτίου σε λιμάνι εμπορευματοκιβώτιων αποτελείται από το σύνολο των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στα λιμάνια για τη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων από ένα πλοίο στην περιοχή του λιμένα στον επόμενο τόπο μεταφοράς και αντίστροφα. Επομένως, είναι οι διαδικασίες από τη στιγμή που ένα πλοίο φτάνει στο λιμάνι μέχρι τη στιγμή που το όχημα που μεταφέρει το container(φορτηγό, τρένο, πλοίο, φορτηγίδα κ.λπ.) φεύγει από το λιμάνι και αντίστροφα και συγκεκριμένα μέχρι τη στιγμή που το container φορτώνεται στο πλοίο.

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές υποδιεργασίες στον χειρισμό των λιμένων, οι εργασίες στην προκυμαία, σε ναυπηγεία και εργασίες ξηράς. Οι εργασίες στην προκυμαία αποτελούνται από τη φόρτωση και εκφόρτωση πλοίων μεταφοράς container από πλοίο σε ακτή. Αυτή η διαδικασία υποδιαιρείται σε τέσσερις διαφορετικές υποδιεργασίες, τη πρόσδεση, χειρισμός του γερανού της αποβάθρας, χειρισμός περιστροφικής κλειδαριάς, μεταφορά από την προκυμαία στο ναυπηγείο. Οι εργασίες του ναυπηγείου αποτελούν την προσωρινή αποθήκευση εμπορευματοκιβωτίων και ταξινόμηση στα ναυπηγεία container. Οι εργασίες ξηράς αποτελούν την αποστολή εμπορευματοκιβωτίων ή την παραλαβή τους από το όχημα μεταφοράς.

○ Πρόσδεση

Τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων μεταφέρουν μεγάλες στοίβες με εμπορευματοκιβώτια, έως έντεκα επίπεδα στο κατάστρωμα και έως εννέα επίπεδα κάτω από το κατάστρωμα, τα οποία συνδέονται με περιστρεφόμενες κλειδαριές. Η διαδικασία ξεκλειδώματος των κλειδαριών περιστροφής μεταξύ των στρωμάτων των containers, όταν ένα πλοίο τέτοιου τύπου αγκυροβολεί στο λιμάνι με σκοπό την εκφόρτωση, εξαρτάται από τον τύπο της κλειδαριάς περιστροφής που χρησιμοποιείται. Υπάρχουν τρεις τύποι τέτοιων κλειδαριών:

- Χειροκίνητες περιστρεφόμενες κλειδαριές
- Ημιαυτόματες περιστρεφόμενες κλειδαριές, οι οποίες κλειδώνουν αυτόματα όταν το container τοποθετηθεί αλλά ξεκλειδώνουν χειροκίνητα πριν την εκφόρτωση
- Πλήρως αυτόματες περιστρεφόμενες κλειδαριές, οι οποίες κλειδώνονται αυτόματα με το ίδιο το βάρος του container όταν αυτό τοποθετηθεί στη στοίβα και ξεκλειδώνονται αυτόματα όταν αυτό ξεκινήσει να δέχεται δύναμη από τον γερανό.

Η ασφάλιση και η πρόσδεση των εμπορευματοκιβωτίων στα καταστρώματα του πλοίου είναι μια από τις πιο δύσκολες και επικίνδυνες διαδικασίες στην περίπτωση που γίνεται χειροκίνητα, αλλά παράλληλα είναι και μια από τις πιο δύσκολες αυτοματοποιημένες διαδικασίες.

○ Λειτουργία γερανών προκυμαίας

Αφού ξεκλειδωθούν οι περιστροφικές κλειδαριές οι γερανοί στην προκυμαία μεταφέρουν το container από το πλοίο στην αποβάθρα. Οι περισσότεροι γερανοί για αυτή τη διαδικασία είναι εξειδικευμένοι, οι οποίοι αποτελούνται από ένα πλαίσιο στήριξης που κινείται κατά μήκος της αποβάθρας σε μια σιδηροδρομική γραμμή. Ο γερανός όταν πρόκειται να σηκώσει ένα container τότε πηγαίνει πάνω από το container, χαμηλώνει το ύψος του και ασφαλίσει τη λαβή που υπάρχει πάνω στο container σε τέσσερα σημεία. Η λειτουργία του γερανού αυτού εκτελείται από έναν χειριστή που βρίσκεται σε μια καμπίνα πάνω στον γερανό. Αφού κλειδωθεί το container, ανυψώνεται ο γερανός και κινείται προς το σημείο που θα το εκφορτώσει, είτε είναι το πλοίο είναι το ναυπηγείο. Υπάρχει ένα φυσικό όριο στον αριθμό των γερανών που λειτουργούν ταυτόχρονα το οποίο είναι ο διαθέσιμος χώρος στη προκυμαία. Η διαδικασία ανύψωσης ενός container από τον γερανό είναι δύσκολο να γίνει αυτόνομα καθώς υπάρχει και δεύτερο εμπόδιο, που παίζει σημαντικό ρόλο στην σωστή ευθυγράμμιση των container το οποίο είναι η μικρή κίνηση των πλοίων κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης. Ο ολοκληρωτικός αυτοματισμός των γερανών αυτών θεωρητικά είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν όμως είναι η λιγότερο αυτοματοποιημένη λειτουργία λόγω της υψηλής λειτουργικής τους πολυπλοκότητας. Αυτοματισμός παρ' όλα αυτά υπάρχει σε επιλεγμένες υποδιεργασίες των γερανών. Τέλος υπάρχει και η δυνατότητα απομακρυσμένου χειρισμού του γερανού.

- **Μετακίνηση εμπορευματοκιβωτίων από την προκυμαία στο ναυπηγείο**

Τα οχήματα που εκτελούν τη μεταφορά των containers μεταξύ αποβάθρας λέγονται και οριζόντια οχήματα μεταφοράς. Τα οχήματα αυτά αποτελούνται από δύο κατηγορίες, τα αυτόματα ανυψούμενα και τα μη. Τα μη αυτόματα οχήματα απαιτούν εξωτερικό εξοπλισμό χειρισμού υλικών για τη φόρτωση και εκφόρτωση ενός container, τα οποία είναι τα φορτηγά ναυπηγείου και τα αυτοματοποιημένα οδηγούμενα οχήματα. Τα αυτόματα ανυψούμενα οχήματα μπορούν να ανυψώσουν ένα container από το έδαφος αυτόματα αλλά και μη. Σε αυτή τη κατηγορία βρίσκονται τα Straddle Carriers και τα αυτοματοποιημένα ανυψωτικά οχήματα. Τα κύρια οχήματα για τη διαδικασία αυτή περιγράφονται παρακάτω:

- Τα οχήματα ναυπηγείου είναι εκείνα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά ακόμα σε μεγάλα τερματικά εμπορευματοκιβωτίων, δεδομένου του χαμηλού κόστους τους. Η μεταφορά του container γίνεται απλά πάνω σε ένα σασί και απαιτείται φυσικός οδηγός, με την σύμπλεξη όμως του container με το φορτηγό να γίνεται αυτόματα.
- Παρόμοια λειτουργία έχουν και τα αυτοματοποιημένα οδηγούμενα οχήματα που χαρακτηρίζονται ως πλήρως αυτοματοποιημένα καθώς ένας κεντρικός υπολογιστής παίρνει αποφάσεις για το τι κινήσεις θα κάνει και σε ποιο σημείο θα μεταβεί.
- Οι Straddle Carriers μπορούν να στοιβάζουν containers σε πολλά επίπεδα, επομένως όχι μόνο χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά containers από την προκυμαία στο ναυπηγείο αλλά και την ιδιότητα της δημιουργίας στοίβας στο ναυπηγείο. Υπάρχουν straddle carriers που λειτουργούνται από λιμενεργάτες, υπάρχουν όμως και αυτοματοποιημένα τέτοια οχήματα.

Τα περισσότερα αυτοματοποιημένα οδηγούμενα οχήματα ταξιδεύουν σε μια σταθερή διαδρομή που καθοδηγείται από δείκτες, καλώδια, λέιζερ ή από «όραση» υπολογιστή. Η νέα γενιά των οχημάτων αυτών δεν ακολουθεί σταθερή διαδρομή αλλά παρακολουθείται από GPS, που σημαίνει πως υπάρχει μεγαλύτερη ελευθερία κινήσεων, κάτι που χρειάζεται μεγαλύτερη διαχείριση στην κυκλοφορία. Οι διαδρομές ταξιδιού των αυτοματοποιημένων οδηγούμενων οχημάτων χωρίζονται σε ζώνες. Για να πραγματοποιηθεί μετακίνηση από μια ζώνη σε μία άλλη πρέπει να «ζητήσουν» άδεια για να αποφύγουν πιθανές συγκρούσεις, αδιέξοδα και συμφόρηση.

○ **Λειτουργίες ναυπηγείου**

Σε μερικούς τερματικούς σταθμούς τα containers μετακινούνται απευθείας από την αποβάθρα προς τις πύλες του τερματικού σταθμού για να προωθηθούν αμέσως στον τελικό προορισμό, δηλαδή να φορτωθούν στο πλοίο. Στις περισσότερες περιπτώσεις όμως πριν την άφιξη του πλοίου γίνεται προσωρινή αποθήκευση των containers στον τερματικό σταθμό. Υπάρχουν λοιπόν τρεις κύριες λύσεις στοίβαξης χρησιμοποιώντας τα εξής:

- Οι straddle carriers ή οι reach stackers μπορούν να μετακινούνται μεταξύ δύο σειρών container και να στοιβάζουν έως τέσσερις βαθμίδες. Τα straddle carriers είναι πιο αποτελεσματικά για μεγάλες λειτουργίες από ότι οι reach stackers και είναι γρηγορότεροι.
- Οι γερανοί τύπου γέφυρας τοποθετημένοι πάνω σε ράγα, Rail-mounted gantry (RMG) cranes, είναι συνήθως αυτοματοποιημένοι και είναι εξειδικευμένος εξοπλισμός χειρισμού ναυπηγείων που μετακινούνται σε σιδηροδρομικές γραμμές. Έχουν τη δυνατότητα να ανυψώσουν containers με ένα spreader συνδεδεμένος με καλώδια. Οι γερανοί αυτοί χρησιμοποιούνται για τη στοίβαξη container σε block με πολλαπλές βαθμίδες, σειρές κα θέσεις.
- Αντίστοιχοι γερανοί τύπου γέφυρας αλλά με ελαστικά είναι οι Rubber-tired gantry (RTG) cranes. Χρησιμοποιούνται συχνά για την διόρθωση ή εξορθολογισμό της κίνησης των εμπορευματοκιβωτίων από ένα πλοίο στο άλλο.

○ **Λειτουργίες ξηράς**

Οι εργασίες ξηράς σε ένα λιμάνι καλύπτουν τη μεταφορά ενός container από το ναυπηγείο στον επόμενο τόπο μεταφοράς πέρα από την πύλη του λιμένα και αντίστροφα. Η μετακίνηση των containers από στοίβες σε φορηγά και τρένα γίνεται γενικά με τον εξοπλισμό ναυπηγείου. Οι λειτουργίες αρκετών θυρών container έχουν αυτοματοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Σε αρκετά προηγμένα τερματικά οι οδηγοί φορηγών περνάνε τον έλεγχο αυτόματα χωρίς να χρειαστεί κάποια άλλη ενέργεια από αυτούς. Η αναγνώριση των δεδομένων του container και του φορηγού γίνεται με τις εξής τεχνολογίες:

- Τα συστήματα αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων χρειάζονται κάθε αντικείμενο να παρακολουθείται με ένα tag ή έναν αναμεταδότη ώστε να αναγνωρίζεται. Τα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι η αναγνώριση από μεγάλη απόσταση και ο μεγάλος αριθμός στοιχείων που μπορούν να αναγνωριστούν.
- Τα συστήματα οπτικής αναγνώρισης καταγράφουν εικόνες από όλες τις πλευρές του container και στη συνέχεια αναγνωρίζουν τους αριθμούς πάνω σε αυτό, καθώς επίσης και στοιχεία του φορηγού που το μεταφέρει. Κύριο πλεονέκτημα αυτού είναι η αξιόπιστη αναγνώριση χωρίς την ανάγκη χρήσης tag ή άλλης συσκευής στο container.

5.3.1. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τεχνολογίες αυτοματισμού για εργασίες φόρτωσης χύδην φορτίου

Η συγκεκριμένη ενότητα αναφέρεται σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Robert Phillip, Gunnar Prause, Eunice O. Olaniyi, Florian Lemke και αναφέρεται στο λιμάνι του Wismar και στην πλήρη αυτοματοποίηση της μονάδας φόρτωσης χύμα ξηρού φορτίου(dry bulk cargo) η οποία θα λειτουργεί με αυτο-παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια μέσω ενός συνδυασμού ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Ο επιδιωκόμενος πλήρης αυτοματισμός διασφαλίζει τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και της διακοπής λειτουργίας τους συστήματος. Η προβλεπόμενη αυτή μονάδα βασίζεται στην εφαρμογή των παρακάτω τεσσάρων υποσυστημάτων:

- **Δίκτυο 5G**

Η επιδιωκόμενη εφαρμογή ιδιωτικού δικτύου 5G στο λιμάνι του Wismar αντιπροσωπεύει μια απόλυτη καινοτομία. Το λεγόμενο 5G-campus αποτελεί τη βασική ψηφιακή υποδομή για την μετάδοση τεράστιου όγκου δεδομένων μέσα στο πλαίσιο των προβλεπόμενων πλήρως αυτοματοποιημένων εργασιών φόρτωσης πλοίων. Εντός ενός δικτύου 5G το ραδιο-δίκτυο(RAN-Radio Access Network) συνδέει τις τελικές συσκευές μέσω των σταθμών Node B επόμενης γενιάς(gNB-next generation Node B) με λειτουργία User Plane Function-UPF(λειτουργία επιπέδου χρήστη) και 5G Core Control Plane(5GC-CP – επίπεδο ελέγχου πυρήνα 5G). Το gNB αποτελείται από εξοπλισμό μετάδοσης, κεραιές και ξεχωριστή μονάδα επεξεργασίας σήματος. Το UPF είναι μια πύλη για τον έλεγχο και την προώθηση των δεδομένων χρήστη. Το 5GC-CP είναι το κεντρικό δίκτυο το οποίο αποτελείται από ορισμένα μεμονωμένα στοιχεία που απαιτούνται για τον διαχωρισμό, την ιεράρχηση προτεραιοτήτων και τον έλεγχο πρόσβασης. Η διαχείριση των δεδομένων χρήστη πραγματοποιείται από την Ενοποιημένη Διαχείριση Δεδομένων(Unified Data Management-UDM). Μια σημαντική καινοτομία του δικτύου 5G είναι η δυνατότητα παροχής τοπικών σχετικών με δίκτυο χωρητικότητας υπολογισμού χρησιμοποιώντας το Mobile Edge Cloud, μια τοπική υποδομή cloud στο πρόγραμμα εφαρμογών δικτύου με στόχο την επεξεργασία χωρίς να προκαλείται μεγάλος χρόνος παράδοσης δεμάτων. Η κατασκευή και η λειτουργία του 5G-campus είναι ευθύνη του χειριστή campus . Θα πρέπει επίσης να υπάρχει διαχωρισμός από το δημόσιο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας το οποίο επιτυγχάνεται με τη δημιουργία ενός μεμονωμένου private δικτύου κινητής τηλεφωνίας, με δικό του αναγνωριστικό και διαφορετικών ζωνών ραδιοσυχνοτήτων με άδεια από την Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Δικτύων της Γερμανίας.

- **Αιολικός σταθμός παραγωγής ενέργειας**

Ο αιολικός σταθμός παραγωγής είναι επίσης μια καινοτόμα προσπάθεια καθώς δεν υπάρχει κάτι αντίστοιχο στην αγορά κατάλληλο να καλύψει τις ανάγκες αυτές(μέγιστο ύψος 50μ., nominal ισχύ 150kW και ετήσια 500.000kW), πέραν της μηχανής b. Ventus η οποία αποσύρθηκε λόγω τεχνικών προβλημάτων. Στην αγορά υπάρχουν διαθέσιμα συστήματα ισχύος μεταξύ 50 και 150kW, όμως θεωρούνται σχετικά ξεπερασμένα και η ετήσια παραγωγή τους δεν έφτανε

ούτε το 50% των απαιτήσεων. Ακόμη οι δοκιμές τέτοιων συστημάτων έδειξαν ότι οι προβλέψεις παραγωγής που αναφέρθηκαν είναι γενικά αμφίβολες. Αποτέλεσμα αυτού είναι πως ορισμένα από τα συστήματα αυτά να μην μπορούν να εγκατασταθούν και να συνδεθούν στο τοπικό δίκτυο. Σύμφωνα με εμπειρογνώμονες μιας εταιρείας του έργου υπάρχει δυνατότητα να αναπτυχθεί αιολικός σταθμός που να καλύπτει αυτές τις ανάγκες, κάτι που όμως προς το παρόν θα λειτουργήσει πιλοτικά.

- **Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις**

Η συνολική ενεργειακή ζήτηση της μονάδας φόρτωσης χύδην φορτίου θα καλύπτεται επιπλέον από τα φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις σε ορισμένα κατάλληλα σημεία του λιμανιού, και συγκεκριμένα στις στέγες των αποθηκών. Η ενεργειακή ζήτηση της μονάδας είναι περίπου 1,3 εκατομμύρια kWh ετησίως, η οποία θα καλύπτεται από ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιεί άνεμο και ήλιο σε αναλογία 1:1. Τα φωτοβολταϊκά που θα είναι ικανά να καλύψουν τις ανάγκες αυτές θα έχουν 250.000 έως 300.000 kWh ετησίως. Με την υλοποίηση αυτή η μονάδα φόρτωσης θα έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί εντελώς αυτόνομα ενεργειακά καθώς η ετήσια παραγωγή του αιολικού σταθμού θα είναι περίπου 60% το χειμερινό εξάμηνο και 40% το θερινό και τα φωτοβολταϊκά ετησίως θα παράγουν περίπου το 20% το χειμερινό εξάμηνο και 80% το θερινό (οι τιμές αναφέρονται στην περιοχή Wismar). Με άλλα λόγια θα υπάρχει ισορροπία κατά τη διάρκεια του έτους σχετικά με την ενεργειακή ζήτηση της μονάδας. Ο αιολικός και ο φωτοβολταϊκός σταθμός θα είναι συνδεδεμένοι στο αστικό δίκτυο. Όταν υπάρχει πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια από το λιμάνι τότε θα τροφοδοτεί το αστικό δίκτυο, αντίθετα στην περίπτωση που δεν επαρκεί η παραγόμενη ενέργεια του λιμανιού θα την ανακτά από το αστικό δίκτυο. Αυτό οδηγεί στο να δημιουργηθούν οι ανάλογες απαιτήσεις ώστε να θεωρείται αυτό-παραγόμενο:

- Μέγιστο ύψος αιολικού σταθμού 50μ. με 35.7μ. διάμετρο ρότορα
- Το λιγότερο 150kW nominal ισχύς
- Φωτοβολταϊκά με ισχύ τουλάχιστον 300kW

- **Πλήρως αυτοματοποιημένος φορτωτής πλοίων**

Η εφαρμογή ενός πλήρως αυτοματοποιημένου φορτωτή πλοίων είναι επίσης μια καινοτόμα προσπάθεια καθώς δεν υπάρχει κάτι αντίστοιχο στην αγορά μέχρι σήμερα. Ο φορτωτής αποτελείται από ένα πλαίσιο, έναν περιστροφικό-ταλαντευόμενο μηχανισμό και μια μπούμα με κίνηση ρύθμισης, μεταφορικούς ιμάντες και τηλεσκοπικό σωλήνα και τον ιμάντα μεταφοράς για την παράδοση του προϊόντος. Αυτό που γίνεται προς το παρόν είναι πως ένα άτομο ελέγχει χειροκίνητα τον φορτωτή επί τόπου. Τα πλοία που μεταφέρουν χύδην φορτίο χωρίς φορτωτή για τέτοιου τύπου φορτίο είναι πολύ συνηθισμένα. Ακόμη, εργασίες όπως χειρισμός, ο προσανατολισμός του φορτωτή προς το πλοίο, κατανομή του υλικού φόρτωσης και αλλαγή καταπακτής σύμφωνα με το σχέδιο, εκκίνηση/παύση των μεταφορικών ταινιών είναι χειροκίνητες.

Στόχος είναι η δημιουργία ενός φορτωτή πλοίου, μη επανδρωμένου με πλήρως αυτόματη λειτουργία μεταφοράς και εγκατάστασης, η παρακολούθηση του οποίου θα γίνεται

μόνο μέσω οθονών από το κέντρο ελέγχου του λιμανιού. Είναι σημαντικό μειονέκτημα πως στην χειροκίνητη ή ημιαυτόματη μονάδα φόρτωσης δεν υπάρχει η πληροφορία σχετικά με το σχήμα του καραβιού και των θέσεων των καταπακτών. Με την προσθήκη μια αναπαράσταση του πλοίου μέσω ενός τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου σε πραγματικό χρόνο στο βασικό σύστημα αυτοματισμού, μειώνεται έως και εξαλείφεται η ανάγκη για χειροκίνητες εργασίες. Αυτό επιτρέπει στο μηχάνημα να πραγματοποιήσει ολόκληρη τη διαδικασία φόρτωσης χωρίς παρέμβαση από τον άνθρωπο. Δίνει επίσης μια όψη του πλοίου σε πραγματικό χρόνο, συμπεριλαμβανομένων των καταπακτών, κάτι που επιτρέπει βελτιστοποιημένο έλεγχο του εξοπλισμού. Εμπειρικά η απαραίτητη ακρίβεια για την αυτόματη τοποθέτηση ενός φορτωτή πλοίου είναι στο εύρος 10 με 25 εκατοστά, ανάλογα με το είδος του υλικού και το μέγεθος του μηχανήματος. Για να γίνει αυτό απαιτείται η χρήση τρισδιάστατης σάρωσης και της τεχνολογίας GPS για την ακριβή μέτρηση της θέσης του πλοίου, της καταπακτής και του υλικού αλλά και της θέσης του μηχανήματος. Για να πραγματοποιηθεί μια πλήρης τρισδιάστατη σάρωση κατά τη διάρκεια της φόρτωσης και να συνδεθούν πολλές σαρώσεις πρέπει να είναι γνωστή η ακριβής θέση του φορτωτή. Οι συμβατικές αισθητήρες θέσης δεν είναι αρκετά ακριβείς συνήθως και δεν παρέχουν την απαιτούμενη χρονική σήμανση που προσφέρει το GPS. Ωστόσο οι 3D scanners πρέπει να έχουν ειδικό Interface για τη σήμανση δεδομένων με της πληροφορίες χρόνου υψηλής ακρίβειας του GPS. Αυτές οι χρονικές σημάνσεις θα είναι στη συνέχεια διαθέσιμες στο σύστημα για την ασφαλή αντιστοίχιση του τρισδιάστατου συμπλέγματος σημείων στα δεδομένα θέσης, ακόμη και κατά την κίνηση του μηχανήματος ή καθώς σημειώνονται καθυστερήσεις κατά τη μετάδοση των δεδομένων.

Για να εξασφαλιστεί η αποφυγή όποιας μορφής σύγκρουσης, όχι μόνο της συσκευής αλλά και εγκαταστάσεων του καταστρώματος και του εξοπλισμού, θα πρέπει να υπάρχουν οι εξής βασικές λειτουργίες διαμορφωμένες με ακρίβεια:

- Αυτόματη online παραγωγή του μοντέλου του πλοίου κατά τη φόρτωση
- Ανίχνευση καταπακτών
- Διόρθωση των αποθηκευμένων δεδομένων σάρωσης κατά τις κινήσεις του πλοίου.
- Προσαρμογή ενός τρισδιάστατου μοντέλου του πλοίου που φορτώνεται από τη βάση δεδομένων όταν πρόκειται για πλοίο που έχει δημιουργηθεί ήδη το 3D μοντέλο του (αριθμός IMO).
- Κίνηση virtual καμερών
- Οι ζώνες brake and stop παρέχουν απόσταση από το πλησιέστερο αντικείμενο. Η έξυπνη λειτουργία φρένου ενεργοποιείται με βάση την κατεύθυνση κίνησης και την απόσταση με σκοπό να αποφευχθεί η σύγκρουση και η διακοπή λειτουργίας να γίνει με ασφάλεια.
- Σημεία στον ψηφιακό χάρτη που ξεθωριάζουν για να αποφευχθεί ο αυτοπροσδιορισμός μηχανήματος.

Η μεταφορά των δεδομένων παραγγελίας όπως και εντολή start/stop και η θέση στάθμευσης για τον πλήρως αυτοματοποιημένο φορτωτή θα πραγματοποιείται από την αίθουσα ελέγχου μέσω ενός συστήματος SCADA. Μέσω αυτού θα υπάρχει επικοινωνία με το φορτωτή του πλοίου που σημαίνει ότι ο τύπος επικοινωνίας και η δομή δεδομένων

πρέπει να ανταποκρίνονται σε ένα Manufacturing Execution System ενός SCADA. Εκτός από την κανονική διακοπή λειτουργίας, θα εφαρμοστούν λειτουργίες διακοπής έκτακτης ανάγκης σύμφωνα με την πολιτική του μηχανήματος. Γενικά το προσωπικό του σταθμού ελέγχου πρέπει να είναι σε θέση να εξασφαλίζει τη σωστή και ασφαλή λειτουργία χωρίς να κοιτάζει το σύστημα άμεσα και καθ' όλη τη διάρκεια.

Για την υλοποίηση αυτών των τεχνικών δυνατοτήτων και για την αποφυγή αποσυνδέσεων κατά τη μετάδοση των δεδομένων απαιτείται δίκτυο 5G. Πρέπει λοιπόν να πραγματοποιηθεί εκ των προτέρων ένας σχεδιασμός δικτύων προκειμένου να αποφευχθεί η επικάλυψη των περιοχών συχνοτήτων μεταξύ άλλων δικτύων και του νέου δικτύου 5G.

5.4. Τεχνολογία αυτοματισμού και βιομηχανικά ρομπότ στη κατασκευή πλοίων

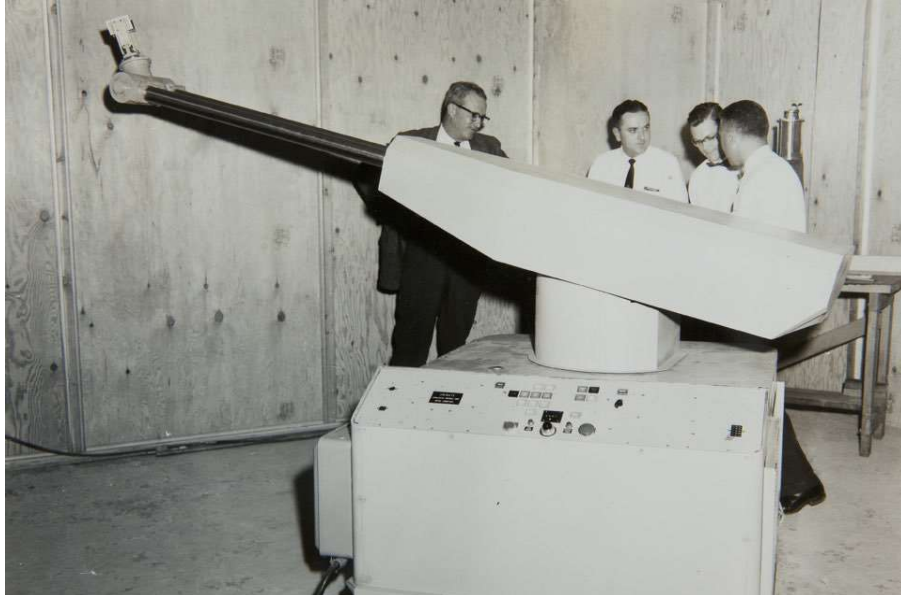
- **Γενικά για τα ρομποτ στην παραγωγή**

Μία από τις πιο σημαντικές εφαρμογές της τεχνολογίας του αυτοματισμού είναι στον τομέα της κατασκευής σε βιομηχανικό επίπεδο. Στη σημερινή εποχή τα ρομπότ παίζουν σημαντικό ρόλο στις λειτουργίες παραγωγής. Οι εφαρμογές της ρομποτικής στην κατασκευή χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, **χειρισμός υλικών, λειτουργίες επεξεργασίας και συναρμολόγηση και επιθεώρηση**. Οι εφαρμογές χειρισμού υλικών περιλαμβάνουν τη μεταφορά υλικού και τη φόρτωση και εκφόρτωση μηχανών. Οι εφαρμογές μεταφορές υλικού απαιτούν από το ρομπότ να μετακινεί υλικά ή εξαρτήματα μεταξύ κάποιων θέσεων με τη σειρά. Στις εργασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης μηχανών το ρομπότ είναι εξοπλισμένο με λαβή ανάλογη της γεωμετρίας του εξαρτήματος ώστε να μπορεί να γίνει εύκολα η φόρτωση και η εκφόρτωση. Στις λειτουργίες επεξεργασίας το ρομπότ χειρίζεται ένα εργαλείο για να εκτελέσει μια διαδικασία στο κομμάτι της παραγωγής, όπως για παράδειγμα η συγκόλληση, η βαφή με σπρέι. Στην κατηγορία της συναρμολόγησης και της επιθεώρησης αναμένεται η αύξηση της χρήσης ρομπότ καθώς πλέον η χειρωνακτικές εργασίες έχουν μεγαλύτερο κόστος. Μια στρατηγική στις διαδικασία της συναρμολόγησης, δεδομένου ότι τα ρομπότ είναι προγραμματιζόμενα, είναι η παραγωγή πολλαπλών τύπων προϊόντων σε παρτίδες, επαναπρογραμματίζοντας τα ρομπότ μεταξύ της παραγωγής κάθε παρτίδας.

- **Πρώτα Robot**

Το πρώτο βήμα προς ένα βιομηχανικό ρομπότ προέκυψε όταν ο εφευρέτης George Devol γνώρισε τον Joseph F. Engelberger. Ο Devol είχε πολλές ιδέες σχετικά με την ρομποτική, με λίγες γνώσεις στο πώς να το κάνει επιχειρηματικά. Ο Joseph ως μηχανικός με υπόβαθρο στη φυσική και έξυπνος επιχειρηματίας, όταν άκουσε τις ιδέες του Devol κατάλαβε πως έχει αρκετές επιχειρηματικές δυνατότητες. Ξεκίνησαν να επισκέπτονται βιομηχανικές εταιρείες με σκοπό να βρουν ποιες εργασίες θα μπορούσε να κάνει ένα ρομπότ. Δημιούργησαν μαζί την εταιρεία Unimation και έτσι το 1961 κατασκευάζουν ένα πρωτότυπο το οποίο εγκαταστάθηκε σε ένα από

τα εργοστάσια της General Motor. Πρόκειται για ένα απλό ρομπότ που κάνει μόνο μια εργασία. Έχοντας μεγάλη επιτυχία η General Motor εγκαθιστά κι άλλα ρομπότ στα εργοστάσιά της. Ακολούθησε η Ford με την εγκατάσταση 2000 ρομπότ της Unimation στα εργοστάσιά της. Στα επόμενα χρόνια έγινε το επόμενο βήμα των ρομπότ που ήταν η αντικατάσταση του ανθρώπινου εργατικού δυναμικού στη βιομηχανία.



Εικόνα 45: Πρώτο βιομηχανικό ρομπότ της Unimation

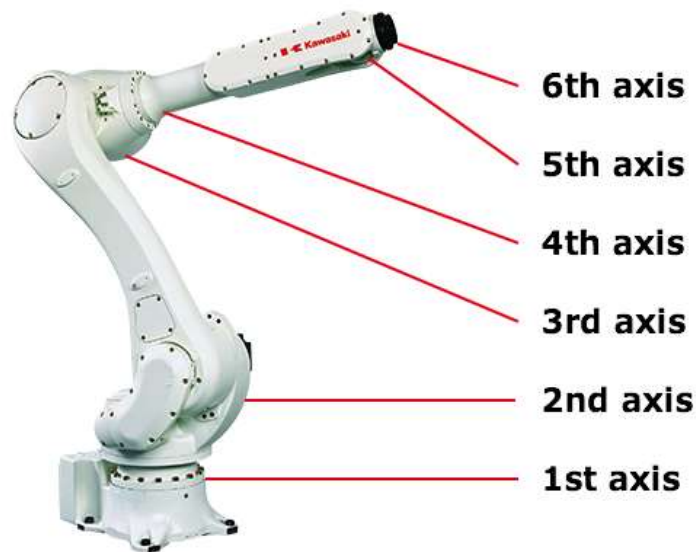
Πηγή: https://robotics.kawasaki.com/en1/anniversary/history/history_01.html

- **Τύποι και χαρακτηριστικά σημερινών βιομηχανικών ρομπότ**

Τα βιομηχανικά ρομπότ ορίζονται και κατηγοριοποιούνται με βάση πολλών διαφορετικών χαρακτηριστικών. Οι κυριότεροι τύποι είναι οι εξής:

- Αρθρωτά ρομπότ
- SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)
- Delta Robot
- Καρτεσιανά Ρομπότ

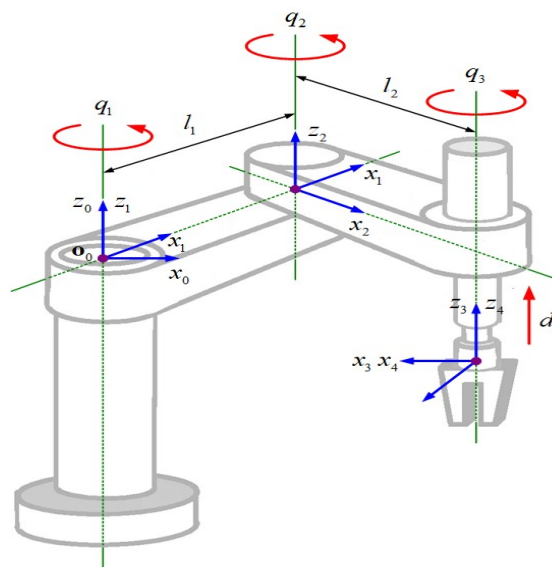
Αρθρωτά ρομπότ: πρόκειται για ένα ρομπότ εξοπλισμένο με περιστροφικούς συνδέσμους. Μπορεί να κυμαίνεται από μια απλή δομή δύο συνδέσεων έως δέκα ή και περισσότερων συνδέσεων. Οι περιστροφικοί σύνδεσμοι επιτρέπουν πλήρεις κινήσεις σε πολλά επίπεδα. Όσο περισσότερες είναι οι αρθρώσεις, τόσο περισσότερες δυνατότητες έχει το ρομπότ. Ένα τυπικό σχέδιο ενός αρθρωτού ρομπότ είναι ένας απλός ρομποτικός βραχίονας με πολλές αρθρώσεις όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 46: Αρθρωτός ρομποτικός βραχίονας

Πηγή: <https://robotics.kawasaki.com/ja1/xyz/en/1804-03/>

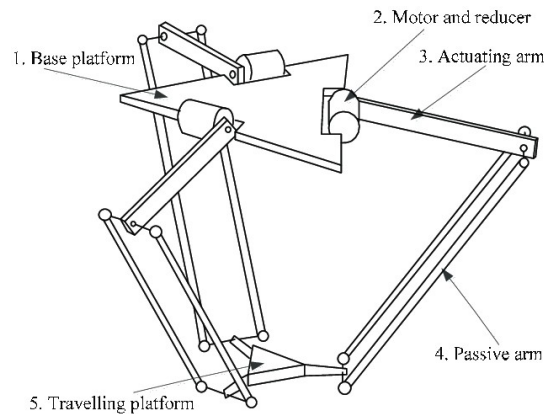
SCARA Robots: Ο τύπος αυτών των ρομπότ είναι άκαμπτο στον Z άξονα και εύκαμπτο στους άξονες X και Y. Είναι σχεδιασμένα για πολλούς τύπους εργασιών συναρμολόγησης, όπου ένα από τα χαρακτηριστικά είναι η ικανότητα να επεκτείνεται σε περιορισμένες περιοχές και στην συνέχεια να αποσύρεται από το σημείο συναρμολόγησης. Τα SCARA είναι πολύ γρήγορα και έχουν καθαρή κίνηση. Η βάση στήριξής τους είναι ενιαία κάτι που απαιτεί μικρό χώρο και εύκολη τοποθέτηση.



Εικόνα 47: SCARA Robot

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/SCARA-robot-manipulator_fig1_341191036

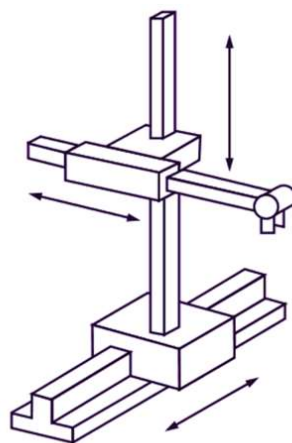
Ρομπότ DELTA: Πρόκειται για ένα τύπο παράλληλου ρομπότ. Αποτελείται από τρεις βραχίονες που συνδέονται με μια γενική άρθρωση στη βάση. Είναι πολύ δημοφιλής για το μάζεμα και τη συσκευασία εξαρτημάτων ελαφρών και μικρών αντικειμένων στα εργοστάσια, καθώς είναι πολύ γρήγορα. Μερικά από αυτά τα ρομπότ μπορούν να εκτελέσουν μέχρι και 300 επιλογές ανά λεπτό.



Εικόνα 48: Delta Robot

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Scheme-of-the-Delta-robot_fig3_303469087

Καρτεσιανά Ρομπότ: Η κίνηση ενός τέτοιου ρομπότ γίνεται σε καρτεσιανό πλαίσιο, για αυτό και η ονομασία του. Κινείται κατά μήκος τριών αξόνων που συνδέονται σε ορθή γωνία σχηματίζοντας ένα σύστημα συντεταγμένων x y z . Λόγω της αρκετά άκαμπτης δομής του, το ρομπότ προσφέρει ακρίβεια και εύκολη επανάληψη. Είναι από τα πιο απλά βιομηχανικά ρομπότ και από τις πιο φθηνές λύσεις. Ένα μειονέκτημά του είναι ότι εκτελεί περιορισμένο σύνολο λειτουργιών. Ο προσανατολισμός και οι κινήσεις των εργαλείων είναι κλειδωμένος στους τρεις άξονες μειώνοντας την ποικιλία εργασιών που μπορούν να εφαρμοστούν.



Εικόνα 49: Καρτεσιανό ρομπότ

Πηγή: <https://electricalworkbook.com/cartesian-robot/>

5.4.1. Κατασκευή Πλοίων – Σκελετός Πλοίου

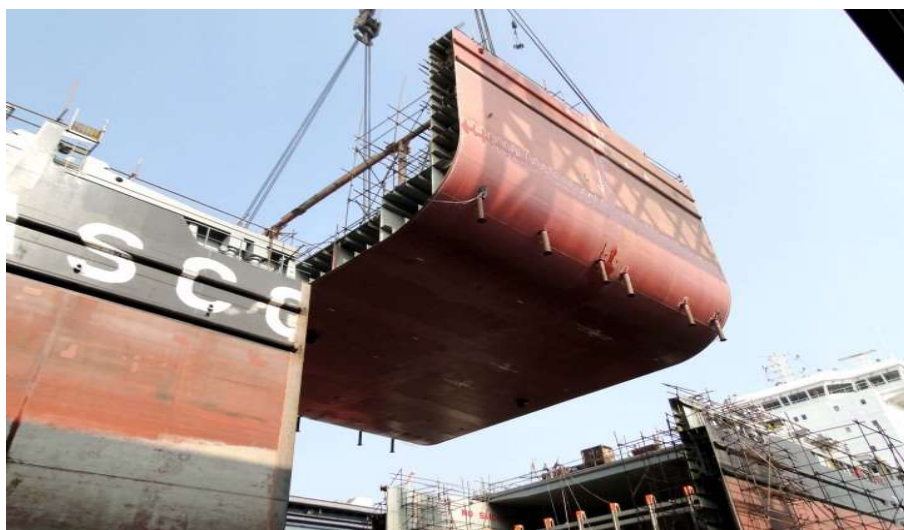
Η κατασκευή του σκελετού του πλοίου αποτελείται από πολλά στάδια σε συνδυασμό με όλο και μεγαλύτερα στοιχεία του πλοίου. Ο αριθμός των σταδίων είναι διαφορετικός ανάλογα το ναυπηγείο, το σχέδιο και το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του πλοίου.

Μικρή συναρμολόγηση: Στο στάδιο αυτό γίνεται η προκατασκευή μικρότερων εξαρτημάτων όπως βραχίονες, δοκοί κ.α. Συνήθως η εργασία αυτή γίνεται σε επίπεδη επιφάνεια, είναι διδιάστατη με λιγότερα από πέντε μέρη συναρμολογημένα μαζί. Συνήθως οι διαστάσεις είναι 2*5 μέτρα και μέγιστο βάρος 2 τόνοι, αναλόγως το ναυπηγείο.

Υποσυναρμολόγηση: Περιλαμβάνει τα κομμάτια που πρόκειται να ενσωματωθούν σε μια μεγαλύτερη τρισδιάστατη μονάδα πριν την ανέγερση των βασικών μερών του σκελετού. Συνήθως είναι επίπεδες πλάκες ή καμπύλες μονάδες της εξωτερικής επιφάνειας του πλοίου. Οι διαστάσεις συνήθως είναι 12*12 μέτρα και ζυγίζουν έχω 20 τόνους.

Συναρμολόγηση μονάδας: Τα υποσυστήματα είναι ενσωματωμένα σε ένα τρισδιάστατο συγκρότημα μονάδας. Το μέγεθος αυτών των μονάδων συνήθως αποφασίζεται κατά το αρχικό στάδιο του σχεδιασμού. Επίσης και σε αυτό το στάδιο παίζει ρόλο ο χώρος του ναυπηγείου στις διαστάσεις και στις ικανότητες των γερανών για την κατασκευή των μονάδων αυτών. Συνήθως είναι 1-2 πάνελ με βάρος 60 τόνους περίπου.

Συναρμολόγηση Μπλοκ: Το επόμενο βήμα είναι ο συνδυασμός πολλών μονάδων σε ένα μπλοκ. Μια τυπική μονάδα μπορεί π.χ. να είναι ένα τμήμα διπλού πάχους σκελετού ενώ ένα μπλοκ συνδυάζει πολλά τέτοια τμήματα για να σχηματίσει ένα πλήρες μπλοκ διπλού πάχους σε ένα μήκος πλάκας. Οι μονάδες συνήθως εξοπλίζονται κατά τη συναρμολόγηση και μπορεί να περιέχουν ήδη τις αναγκαίες σωληνώσεις, θεμέλια και εξοπλισμό. Συνήθως τα μπλοκ αυτά ζυγίζουν έως και 200 τόνους.



Εικόνα 50: Ενδιάμεσο στάδιο κατασκευής πλοίου

Πηγή: <http://www.ship.gr/news6/chengxi12q.htm>

5.4.2. Αυτοματοποίηση Συναρμολόγησης Σκελετού Πλοίου

Ο αυτοματισμός με την τεχνολογία των ρομπότ σε συνδυασμό με την ευελιξία, την ευφυΐα και τον προγραμματισμό έχουν δώσει τη δυνατότητα στα ρομπότ να εκτελούν εργασίες που τα προηγούμενα χρόνια δεν ήταν δυνατές να γίνουν από τον άνθρωπο με απλά εργαλεία. Οι ακόλουθες τυπικές εργασίες σχετίζονται με την συναρμολόγηση του σκελετού του πλοίου και περιλαμβάνονται στο εύρος της τρέχουσας τεχνολογίας αυτοματισμών. Οι εργασίες αυτές απαιτούν μεγάλο εργατικό δυναμικό και είναι μια σημαντική δαπάνη για την κατασκευή του σκελετού.

- Κοπή πλακών
- Διάνοιξη οπών
- Κάμψη/διαμόρφωση πλάκας κελύφους
- Κάμψη πλαισίου
- Προφίλ τμημάτων
- Σύνδεση πλακών/τμημάτων
- Τρίψιμο
- Προετοιμασία επιφάνειας
- Βαφή επιφανειών
- Συγκόλληση σωλήνων

- Κοπή πλακών

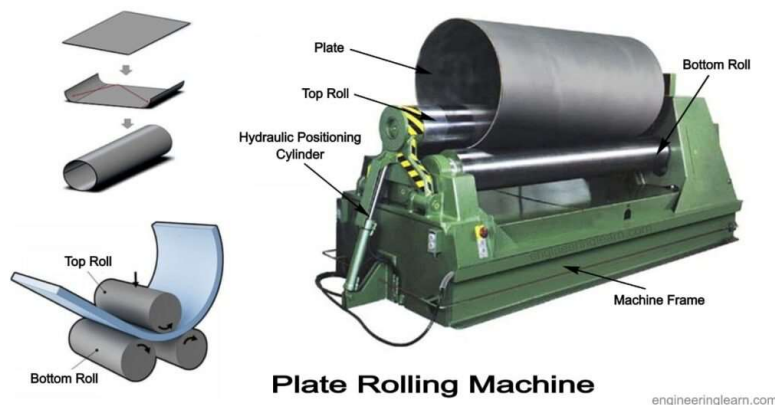
Οι πλάκες από ατσάλι παλαιότερα κοβόταν χρησιμοποιώντας τεχνική κοπής με αέριο. Έπειτα ακολούθησε η κοπή με εκτόξευση πλάσματος (Plasma Arc Welding) που έφερε καλύτερα αποτελέσματα. Στη σημερινή εποχή τα σύγχρονα ναυπηγεία χρησιμοποιούν κοπή με λέιζερ ή κοπή με νερό υψηλής πίεσης, με θετικό αυτών των μεθόδων να είναι πως οι πλάκες μετά την κοπή δεν χρειάζονται φινίρισμα. Οι μέθοδοι αυτοί είναι αυτοματοποιημένοι σε μεγάλο βαθμό. Μετά το κόψιμο χρησιμοποιείται μια μηχανή για τη δημιουργία προφίλ των πλακών. Η μηχανή τροφοδοτείται με σχέδια CAD μέσω υπολογιστή και κόβει αυτόματα την πλάκα στο σχήμα που δόθηκε. Εκτός αυτού, ο υπολογιστής υπολογίζει την θέση έναρξης και διακοπής, την ταχύτητα κοπής που θα εφαρμοστεί και με ποιες πληροφορίες θα «σημαδευτεί» το εξάρτημα. Στην περίπτωση μικρότερων και εύκολα διαχειρίσιμων τμημάτων από τον άνθρωπο η κοπή και η μορφοποίηση γίνεται χειροκίνητα.

- Κάμψη πλακών

Κατά την κατασκευή του σκελετού ο βαθμός της παραλληλίας του πλοίου είναι σημαντικός. Ο βαθμός βέλτιστης απόδοσης στη θάλασσα με βαθμό αποτελεσματικής παραγωγής είναι δυσανάλογα. Δηλαδή όσο πιο αποδοτικό χρειάζεται να γίνει ένα πλοίο στη θάλασσα, τόσο περισσότερο χρόνο παραγωγής χρειάζεται. Στο μπροστά και στο πίσω μέρος του πλοίου

απαιτείται μεγαλύτερη καμπυλότητα στις ασφάλινες πλάκες του εξωτερικού στρώματος του πλοίου από ότι στα πλάγια. Υπάρχουν δύο τρόπου για την κάμψη των πλακών, με τη χρήση κυλίνδρων και με τη χρήση θερμικής κάμψης.

Χρήση κυλίνδρων: Η μέθοδος αυτή είναι αυτοματοποιημένη σε μεγάλο βαθμό. Όπως φαίνεται και στην εικόνα, ο πάνω κύλινδρος ασκεί πίεση στη πλάκα για να σχηματιστεί η επιθυμητή καμπύλη. Η απόσταση μεταξύ των δυο κάτω κυλίνδρων ρυθμίζεται αναλόγως τις μοίρες της καμπύλης που απαιτείται. Οι πλάκες εισέρχονται στην αυτόματη μηχανή μέσω ενός συστήματος μεταφοράς.



Εικόνα 51: Κύλινδροι κάμψης πλακών

Πηγή: <https://engineeringlearn.com/plate-rolling-machine-definition-types-parts-working-principle-advantages-complete-details/>

Θερμική κάμψη: Η κάμψη γίνεται με την εφαρμογή θερμότητας σε μια γραμμή και αμέσως ψύξη με αέρα ή νερό. Όταν αυτό γίνει με το σωστό τρόπο τότε μπορούν να γίνουν ελεγχόμενες παραμορφώσεις για να αποκτήσει η πλάκα το απαιτούμενο σχήμα.

Σύστημα IHIMU-α

Η διαδικασία της κάμψης πλακών έχει αυτοματοποιηθεί πλήρως από το σύστημα IHIMU-αlpha που χρησιμοποιεί κάμψη με θερμότητα χωρίς καμία παρέμβαση του ανθρώπου. Το 1997 αναπτύχθηκε το πρώτο σύστημα αυτόματης κάμψης μεταλλικών πλακών IH1-a και μετέπειτα εφαρμόστηκε στην διαμόρφωση καμπυλωτών πλακών για τα προϊόντα της IHI Marine United Inc., συγκεκριμένων πλοίων χύδην φορτίου, πολύ μεγάλα πλοία αργού πετρελαίου, και πλοία container.

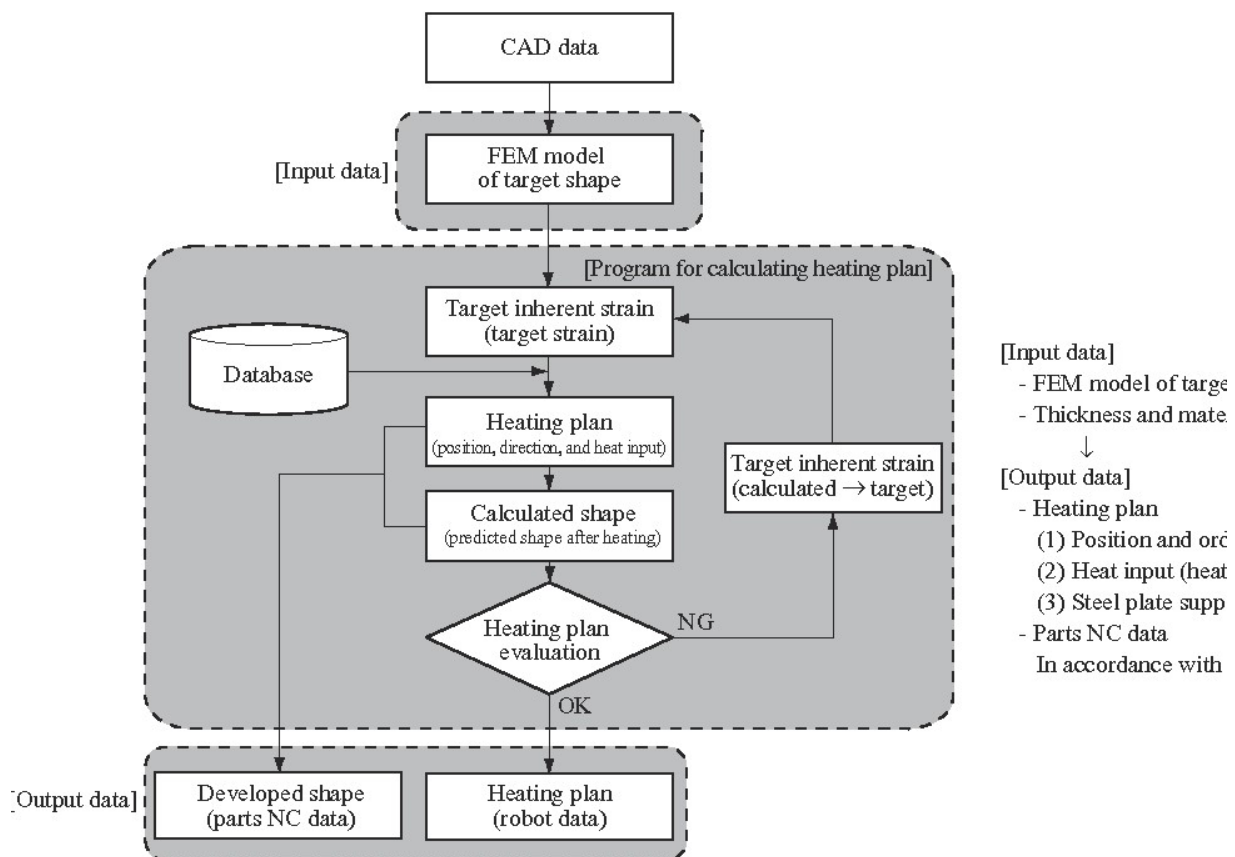
Για να δημιουργηθεί ένα επιθυμητό σχήμα χρειάζεται ένα σχέδιο θέρμανσης, είναι ουσιαστικά η αριθμητική περιγραφή για τη θερμότητα που χρειάζεται, το σημείο όπου θα εφαρμοστεί πάνω στην πλάκα, κατεύθυνση, σειρά και πως θα στηριχθεί η πλάκα. Το σύστημα «α» αποτελείται από μια βάση δεδομένων θέρμανσης-παραμόρφωσης που οργανώνει συστηματικά τη σχέση μεταξύ των συνθηκών θέρμανσης και ποσότητας παραμόρφωσης, ένα

πρόγραμμα που υπολογίζει αυτόματα τα σχέδια θέρμανσης με αναφορά στη βάση δεδομένων και το hardware που θα υλοποιήσει το σχέδιο.

Για την επεξεργασία της μεταλλικής πλάκας απαιτείται πολύ χρόνος και ένα ευρύ φάσμα σταδίων επεξεργασίας. Δεν είναι τόσο πλεονέκτημα να παρεμβαίνουν οι εργαζόμενοι κατά τη λειτουργία του αυτοματοποιημένου συστήματος. Κατά την ανάπτυξη του συστήματος IHIMU-a ο στόχος ήταν η μεγιστοποίηση της χωρητικότητας του συστήματος το οποίο έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό για την δημιουργία ελαφριάς και μεσαίας καμπυλότητας. Οι κυριότερες ενέργειες για φτάσει στο στόχο αυτό είναι οι εξής:

- Αυτοματοποιημένη αξιολόγηση και κρίση ως αντικατάσταση των ξύλινων καλουπιών
- Αυτοματισμός στη διόρθωση θέρμανσης για την αντιμετώπιση αναπόφευκτης διακύμανσης στις τιμές των φυσικών ιδιοτήτων των υλικών.
- Αυτοματοποίηση της εργασίας για την ανατροπή πλακών.
- Συσκευή χειρισμού πηγής θερμότητας για την ακριβή εφαρμογή των σχεδίων θέρμανσης.

Η διαδικασία αυτόματης επεξεργασίας ξεκινάει με την φόρτωση της μεταλλικής πλάκας σε ένα σύστημα στήριξης και ξεκινάει όταν ο χειριστής πατήσει το κουμπί έναρξης στον πίνακα χειρισμού. Στη συνέχεια ξεκινά η αυτόματη λειτουργία με τα εξής επαναλαμβανόμενα ακόλουθα βήματα: 1)ανιχνεύεται η θέση της πλάκας και ρυθμίζονται τα ύψη των γρύλων, 2)ξεκινάει η θέρμανση και ψύξη της κάτω επιφάνειας, 3) η πλάκα αναποδογυρίζεται, 4)ανιχνεύεται η νέα θέση και τα ύψη των γρύλων, 5)γίνεται θέρμανση και ψύξη της κάτω επιφάνειας, 6)γίνεται μέτρηση του σχήματος, 7)αξιολογείται το αποτέλεσμα, 8)υπολογίζεται ένα διορθωτικό σχέδιο θέρμανσης, 9)μετρείται το σχήμα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να φτάσει στο αποτέλεσμα. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το σχεδιάγραμμα με την σειρά των παραπάνω διαδικασιών.



Εικόνα 52: Διαδικασία αυτόματης επεξεργασίας του IHIMU-a

πηγή: <https://www.semanticscholar.org/paper/%E2%80%9C-IHIMU-a-%E2%80%9D-A-Fully-Automated-Steel-Plate-Bending-Manager-Suzuki/41659156a458656f654a338e1e80e5c445ca5a0c>

- **Χαρακτηριστικά του IHIMU-a**

Χρήση των ρομπότ: Το σύστημα IHIMU-a χρησιμοποιεί δύο ρομπότ 7 αξόνων για να χειρίζονται το πηνίο. Όπως φαίνεται στο σχήμα τα ρομπότ κρέμονται από δύο βάσεις/μεταφορές και κινούνται σε δοκούς διαδρόμου. Τα ρομπότ μπορούν να συρρικνώσουν τις άκρες κρατώντας την πλάκα από τις δύο πλευρές και θερμαίνοντας την άκρη για προγραμματισμένο χρονικό διάστημα. Κινούνται επίσης με συντονισμένο τρόπο ενώ θερμαίνουν και λυγίζουν την επάνω επιφάνεια της πλάκας.



Εικόνα 53: Ρομποτικό σύστημα θέρμανσης

Σύστημα στήριξης και ψύξης κάτω επιφάνειας: Υπάρχουν σαράντα έξι μηχανοκίνητοι γρύλοι που είναι τοποθετημένοι σε μια πλατφόρμα με τα ύψη τους να ρυθμίζονται αυτόματα σύμφωνα με το σχήμα της πλάκας καθώς αλλάζει κατά τη θέρμανση. Αρχικά το σύστημα ψέκαζε νερό γύρω από το πηνίο θέρμανσης. Αυτό προκάλούσε ροή νερού προς μια κατεύθυνση κάτι που δημιουργούσε οπές νερού σε πλάκες σχήματος «μπολ». Ως λύση σε αυτό είναι οι ίδιοι οι γρύλοι να ψεκάζουν νερό από την κορυφή τους στην κάτω πλευρά της πλάκας.



Εικόνα 54: Σύστημα στήριξης

Ανατροπή λυγισμένων μεταλλικών πλακών: Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το σύστημα ανατροπής των πλακών. Είναι ένα αυτόματο μηχάνημα το οποίο μπορεί να γυρίσει πλευρά μια πλάκα μεγέθους 12*3.5μ και βάρους 10 τόνων.



Εικόνα 55: Σύστημα ανατροπής πλακών

Έλεγχος και αξιολόγηση των σχημάτων μετά την κάμψη: Η μέτρηση του σχήματος γίνεται αυτόματα μετά την κάμψη και αξιολογεί σύμφωνα με το απαιτούμενο αποτέλεσμα αν χρειάζεται επιπλέον επεξεργασία ή μπορεί να περάσει στο τελικό στάδιο.

Τελική Θέρμανση: Είναι παρόμοια διαδικασία με την αξιολόγηση. Υπολογίζει τα σχέδια για διόρθωση σχήματος σε σχήματα-στόχους. Υπολογίζονται επίσης αυτόματα τα σχέδια θέρμανσης ανάλογα με το αποτέλεσμα της αξιολόγησης και προχωράει σε τυχόν διόρθωση θέρμανσης.

- **Διαδικασία ένωσης –Αυτόματη συγκόλληση με ρομπότ – Προγραμματισμός ρομπότ**

Τις τελευταίες δεκαετίες, η συγκόλληση είναι η πιο σημαντική τεχνολογία ένωσης στην βιομηχανία κατασκευής πλοίων. Επί του παρόντος η διαδικασία συγκόλλησης καταλαμβάνει μεγάλο μέρος στη ναυπηγική κατασκευή με περισσότερο από το 65% των ολόκληρων διαδικασιών συγκόλλησης να είναι αυτοματοποιημένες στο ναυπηγικό χώρο τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη θέση. Η ανάγκη για αυτόνομες εργασίες συγκόλλησης έχει αυξηθεί πρόσφατα στα ναυπηγεία για την βελτίωση της παραγωγικότητας. Οι αυτόνομες εργασίες συγκόλλησης με χρήση ρομπότ έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές για περισσότερα από 20 χρόνια.

Ένα ναυπηγείο έχει ένα τμήμα συναρμολόγησης μπλοκ για την συναρμολόγηση των πλοίων. Τα μπλοκ αυτά συνδέονται μεταξύ τους στο στάδιο της συναρμολόγησης με συγκόλληση. Στη σημερινή εποχή έχουν αναπτυχθεί αυτόματα ρομποτικά συστήματα συγκόλλησης με τις απαραίτητες λειτουργίες για τη διαδικασία της συναρμολόγησης. Για να συγκολληθεί ένα μπλοκ πρέπει να εγκατασταθεί ένα ρομπότ στο χώρο όπου θα γίνεται η συγκόλληση. Συνήθως το σώμα του ρομπότ είναι τοποθετημένο πάνω σε ένα βαγόνι ή καρότσα για την μεταφορά του, και με

τη βοήθεια γερανών μεταφέρεται από το ένα μπλοκ στο άλλο. Το ρομπότ τοποθετείται σε θέση όπου ανιχνεύεται αυτόματα και στη συνέχεια επιλέγεται το ανάλογο πρόγραμμα για να ξεκινήσει η συγκόλληση.

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι της εταιρείας Kobe Steel, όπου έχει αναπτύξει έναν controller για τέτοια ρομπότ συγκόλλησης όπου αξιοποιούν τις δυνατότητές του όπως είναι η τεχνολογία αισθητήρα τόξου, που επιτρέπει την παρακολούθηση θερμικά παραμορφωμένων επιφανειών συγκόλλησης, και η τεχνολογία ελέγχου κραδασμών. Ο controller που αναπτύχθηκε είναι μια βελτιωμένη έκδοση του συμβατικού CB Controller με αναβαθμισμένη απόδοση, λειτουργία και απλοποίηση λαμβάνοντας υπόψη την ασφάλεια, συντήρηση και κατασκευή του συστήματος.

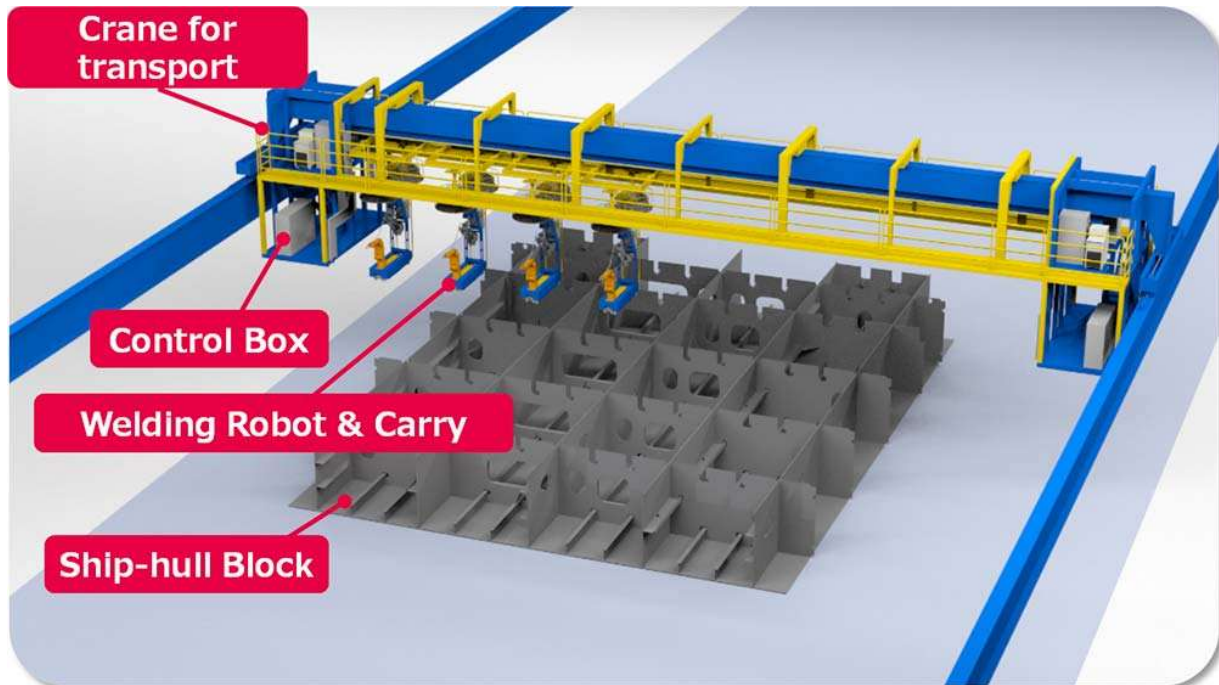
➤ Teaching Software (Smart Teaching™)

Η Kobe Steel έχει αναπτύξει ένα σύστημα εκμάθησης εκτός σύνδεσης, το Smart Teaching™, στο οποίο χρησιμοποιούνται τρισδιάστατα μοντέλα ναυπηγικών μπλοκ για την εκμάθηση ρομπότ.

- 1) Ανάγνωση δεδομένων 3D μοντέλου: Τα τρισδιάστατα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για αυτό το σύστημα είναι συμβατά με τη μορφή δεδομένων γενικής χρήσης, μορφή step. Χάρη σε αυτό, είναι δυνατή η ανάγνωση δεδομένων από διάφορα CAD και όχι από συγκεκριμένο.
- 2) Αυτόματη εξαγωγή γραμμών συγκόλλησης σε μπλοκ: Η μορφή γενικής χρήσης δεν περιέχει πληροφορίες μοναδικές για ένα συγκεκριμένο CAD, π.χ. πληροφορίες συγκόλλησης. Οι γραφικές πληροφορίες που περιλαμβάνονται στα σχήματα μοντέλων έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των σχημάτων των μοντέλων που αποτελούν το ναυπηγικό μπλοκ, έτσι ώστε οι διασταυρώσεις μεταξύ των μελών να αναγνωρίζονται ως πληροφορίες θέσης των συγκολλημένων ενώσεων. Τα δεδομένα συντεταγμένων και σχημάτων συλλέγονται και εξάγονται ως δεδομένα πληροφοριών συγκόλλησης.
- 3) Προετοιμασία προγράμματος εκμάθησης ρομπότ: Τα δεδομένα πληροφοριών συγκόλλησης έχουν χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση των θέσεων έναρξης και λήξης των γραμμών/σημείων συγκόλλησης και τον προσδιορισμό κίνησης του ρομπότ για την εκτέλεση της συγκόλλησης. Στη συνέχεια η κίνηση αντιστοιχίζεται στα σχήματα των μελών, όπως η ανίχνευση, και οι συνθήκες συγκόλλησης ανατίθενται για την προετοιμασία του προγράμματος εκμάθησης του ρομπότ. Η αντιστοίχιση θέσης μεταξύ του προγράμματος οδηγίων και των πραγματικών τεμαχίων εργασίας γίνεται από τη συσκευή εντοπισμού θέσης στο μέσο που μεταφέρει το ρομπότ. Μόλις σταλεί το πρόγραμμα εκμάθησης σε κάθε ρομπότ, ξεκινάει η συγκόλληση.

Τέλος τα ρομπότ έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται με ένα λογισμικό υπολογιστή υποστήριξης παραγωγής,(π.χ. στην περίπτωση της Kobe Steel, το AP-SUPPORT™) το οποίο προωθεί πληροφορίες απεικόνισης μέσω των ρομπότ. Η ψηφιακή απεικόνιση των δεδομένων λειτουργίας και καταστάσεων λάθους μπορούν να αποτρέψουν μικρές διακοπές του

συστήματος και να βελτιώσει την παραγωγικότητα. Στον CB Controller μια οθόνη τόξου χρησιμοποιείται παράλληλα για την πιο λεπτομερή κατανόηση της κατάστασης.



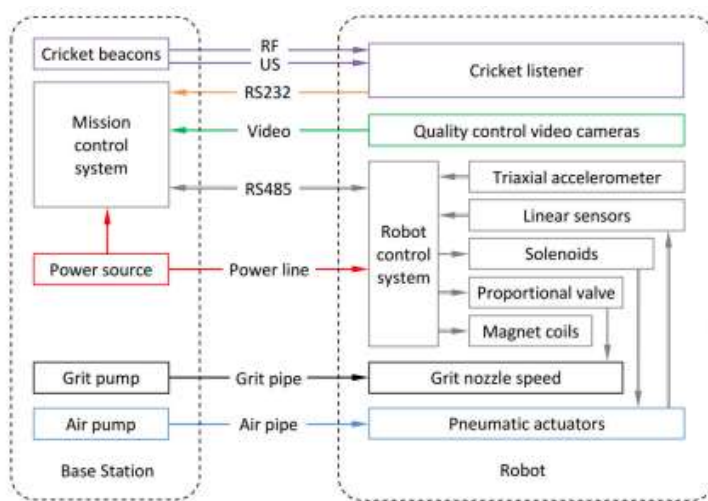
Εικόνα 56: Γραφική απεικόνιση αυτοματοποιημένου ρομπότ συγκόλλησης

- Προετοιμασία Επιφάνειας

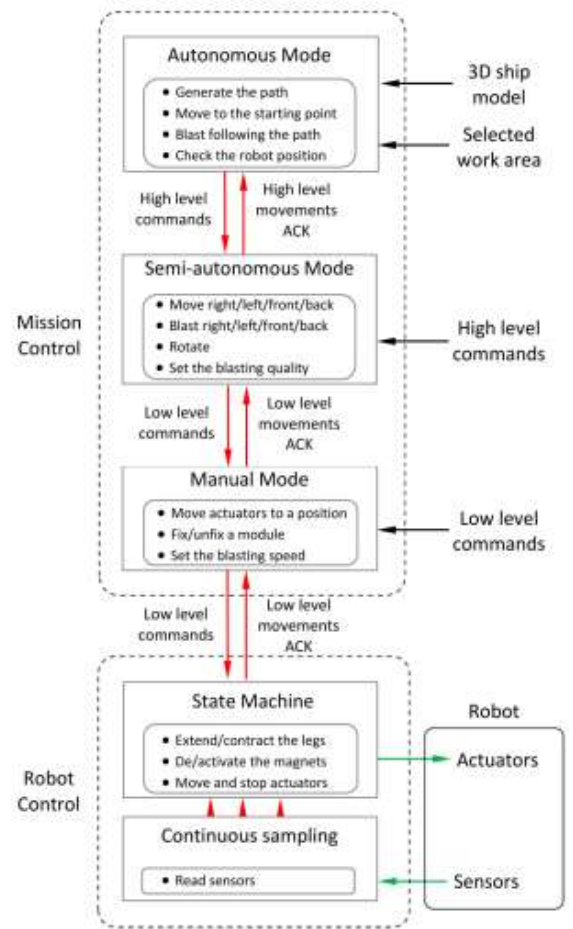
Η διαδικασία για την προετοιμασία της επιφάνειας του πλοίου είναι χρονοβόρα και μη φιλική προς το περιβάλλον, καθώς και επικίνδυνη για τον άνθρωπο. Για να λυθεί αυτό την διαδικασία μπορεί να την αναλάβει ένα ρομπότ. Ένα από τα πρωτότυπα που έχουν φτιαχτεί είναι αυτό που φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία. Πρόκειται για ένα ρομπότ αμμοβολής με μαγνητικά πόδια που ώστε να μπορεί να «κολλήσει» στην επιφάνεια για κάθετη λειτουργία και κατά την αποσύνδεση οι μαγνήτες απενεργοποιούνται. Η κεφαλή της αμμοβολής βρίσκεται στην κάτω μονάδα μαζί με τον οπτικό έλεγχο ποιότητας. Η μία κάμερα ελέγχει τη διαδρομή μπροστά από την κεφαλή αμμοβολής και η άλλη ελέγχει ότι το σημείο που πέρασε έχει ολοκληρωθεί. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γραφική αναπαράσταση(GUI) της αυτόνομης λειτουργίας του ρομπότ. Η περιοχή εργασίας σχεδιάζεται πάνω σε τρισδιάστατο μοντέλο του πλοίου και στη συνέχεια επιλέγεται αυτόματα η καλύτερη διαδρομή. Η τροχιά βολής στη συνέχεια μεταφράζεται σε ακολουθίες εντολών προς το ρομπότ, καθώς επίσης λαμβάνονται υπόψη η καμπυλότητα και οι περιοχές όπου δεν μπορεί να πάει το ρομπότ.



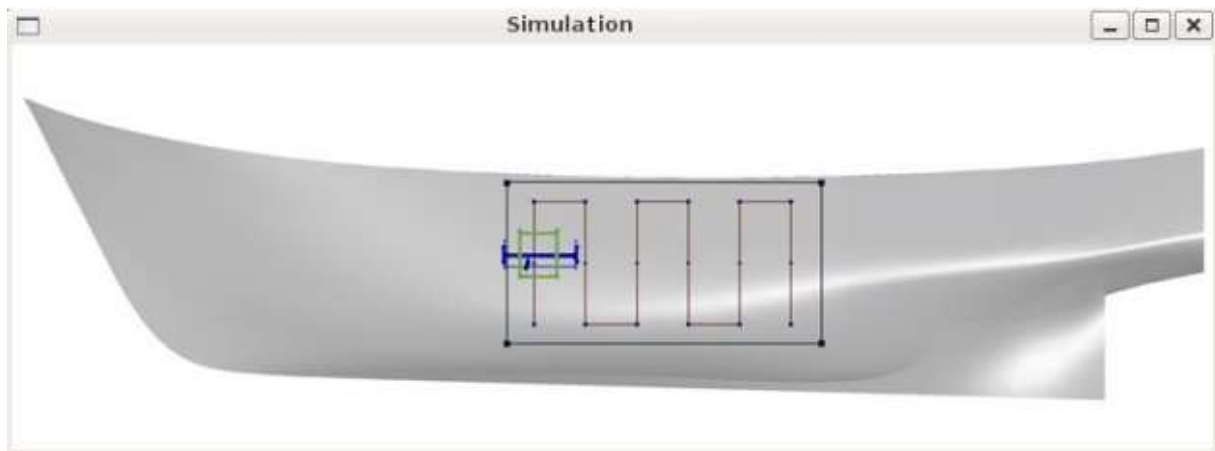
Εικόνα 57: Πρωτότυπο ρομπότ αμμοβολής



Εικόνα 58: Hardware



Εικόνα 59: Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος ελέγχου



Εικόνα 60: Γραφική αναπαράσταση διαδρομής της αυτόματης διαδικασίας αμμοβολής

- Βαφή Επιφάνειας

Η αντικατάσταση του ανθρώπου με ένα ρομπότ για βαφή έχει πολλά οφέλη. Η ποιότητα του προϊόντος βελτιώνεται λόγω της ακριβούς κίνησης του ρομπότ και των ομοιόμορφων διαδρομών. Με την αυτοματοποιημένη βαφή το ρομπότ προγραμματίζεται ώστε να δίνει την ακριβή ποσότητα βαφής που χρειάζεται κάθε εξάρτημα για την αναμενόμενη ποιότητα. Αυτό συνεπάγεται τη μείωση του κόστους που σχετίζεται με τη βαφή και η σωστή εφαρμογή μειώνει το χρόνο που καταναλώνεται στο βάψιμο. Τέλος, τα ρομπότ δεν επηρεάζονται από τις αναθυμιάσεις των βαφών και λειτουργούν ακόμα και σε εύφλεκτο περιβάλλον και επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση σε δυσπρόσιτα μέρη για τον άνθρωπο.

5.5. Αυτόνομα Πλοία και Τεχνητή Νοημοσύνη

5.5.1. Αυτόνομα πλοία

Τα αυτόνομα πλοία είναι πλοία αυτοματοποιημένα σε μεγάλο βαθμό ή ακόμη και τηλεκατευθυνόμενα. Τα πλοία αυτά χρησιμοποιούν τελευταίες τεχνολογίες όπως IoT, ICT, Data analysis και βάσεις παρακολούθησης και ελέγχου που συνδέονται με ευρυζωνική επικοινωνία και εκτελούν εργασίες, σχετικά με τις λειτουργίες του πλοίου, στο σύνολό τους ή μέρος αυτών αυτόματα, όπως η παρακολούθηση του περιβάλλοντος του πλοίου, παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού, τους ελιγμούς του πλοίου, τον έλεγχο του κινητήρα, διαχείριση ή/και φόρτωση φορτίου, αγκυροβόληση ή αποδέσμευση πλοίου.

Τα αυτόνομα πλοία λέγεται ότι συμβάλλουν στην βελτίωση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των θαλάσσιων μεταφορών, στην βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος κάτι που είναι υπέρ των ναυτικών αλλά και στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της ναυτιλιακής βιομηχανίας, όπως οι θαλάσσιες μεταφορές, η κατασκευή πλοίων και άλλες ναυτιλιακές επιχειρήσεις.

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός ορίζει τα αυτόνομα πλοία (Maritime Autonomous Surface Ships-MASS) ως «ένα πλοίο το οποίο μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα από την ανθρώπινη αλληλεπίδραση, σε διάφορους βαθμούς. Ο ΔΝΟ έχει καθιερώσει τέσσερις βαθμούς αυτονομίας ενός πλοίου, όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα.

Βαθμός 1	Πλοίο με αυτοματοποιημένες διαδικασίες και υποστήριξη αποφάσεων. Οι ναυτικοί βρίσκονται στο πλοίο για τον χειρισμό και τον έλεγχο των συστημάτων και των λειτουργιών του πλοίου. Ορισμένες λειτουργίες μπορεί να είναι αυτοματοποιημένες και μερικές φορές χωρίς επίβλεψη αλλά με ναυτικούς σε ετοιμότητα για να πάρουν τον έλεγχο
Βαθμός 2	Τηλεχειριζόμενο πλοίο με ναυτικούς εντός αυτού. Το πλοίο ελέγχεται και λειτουργεί από άλλη τοποθεσία. Οι ναυτικοί είναι διαθέσιμοι για να αναλάβουν τον έλεγχο και να χειριστούν τα συστήματα και τις λειτουργίες του πλοίου.
Βαθμός 3	Τηλεχειριζόμενο πλοίο χωρίς ναυτικούς εντός του πλοίου. Το πλοίο ελέγχεται και λειτουργεί από άλλη τοποθεσία.
Βαθμός 4	Πλήρως αυτοματοποιημένο πλοίο. Το λειτουργικό σύστημα του πλοίου αναλαμβάνει αποφάσεις και καθορίζει τις ενέργειές του από μόνο του.

Πίνακας 3: Βαθμοί αυτονομίας πλοίων (MSC.1-Circ.1638)

Με την συμμετοχή των χειριστών που λειτουργούν ένα αυτόνομο πλοίο εξ' αποστάσεως, είναι αναμενόμενο ότι θα πρέπει να εκπαιδευτούν και να πιστοποιηθούν σύμφωνα με τις υποχρεωτικές ελάχιστες απαιτήσεις που ορίζονται. Ο βαθμός αυτονομίας ακόμη, δεν είναι αποκλειστικά γραμμικός ή ιεραρχικός. Κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού ένα πλοίο μπορεί να λειτουργήσει σε έναν ή περισσότερους βαθμούς αυτονομίας.

Τέλος, το κίνητρο για αυτόνομα εμπορικά πλοία πηγάζει από την επιθυμία ή ακόμη καλύτερα από την ανάγκη να ενισχυθεί η ασφάλεια, να μειωθεί το κόστος και ο περιβαλλοντικός κίνδυνος που σχετίζεται με τις ναυτιλιακές δραστηριότητες. Το ανθρώπινο λάθος υπολογίζεται ότι ευθύνεται για το 76-94% των θαλάσσιων ατυχημάτων. Οι ναυτικοί και η ανθρώπινη υποστήριξη μπορεί να αντιπροσωπεύουν το 30-44% του κόστους των πλοίων (μισθοί, δωμάτια διαμονής, τρόφιμα κλπ). Επιπλέον, η θαλάσσια ναυτιλία συνεισφέρει σημαντικά στις ετήσιες εκπομπές αερίων στο περιβάλλον με ποσοστό 2,8-3,1%.

5.5.2. Τεχνητή Νοημοσύνη στη Ναυτιλία

- **Η Τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης**

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι αφοσιωμένη στην αυτοματοποίηση έξυπνης συμπεριφοράς. Η έρευνα στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνει κυρίως τα νευρωνικά δίκτυα, την ασαφή λογική και τα έμπειρα συστήματα.

Το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο είναι ένα σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών που μπορεί να απλοποιήσει και να προσομοιώσει τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου να δημιουργήσει τη μη γραμμική σχέση χαρτογράφησης μεταξύ εισόδου και εξόδου του συστήματος μέσω της ευρείας διασύνδεσης των νευρώνων και ορισμένων μηχανισμών μάθησης και στη συνέχεια να ανταποκριθεί δυναμικά σύμφωνα με εξωτερικές πληροφορίες. Ο συλλογισμός ασαφούς λογικής είναι μια κοινή αβέβαιη συλλογιστική μέθοδος και ο συλλογιστικός μηχανισμός της περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

-Τα αβέβαια στοιχεία σε ασαφής προτάσεις εκφράζονται με την μορφή ποιοτικών τιμών για να σχηματίσουν ασαφή σύνολα και η συνάρτηση μέλους συνάγεται σύμφωνα με τη σχέση μεταξύ ασαφών στοιχείων και του αθροίσματος των ασαφών συνόλων.

-Οι ειδικοί δημιουργούν ασαφείς κανόνες με βάση την ασαφή σχέση στο πρόβλημα και χρησιμοποιούν ασαφής κανόνες για να δημιουργήσουν το μαθηματικό μοντέλο λειτουργίας ασαφών συνόλων

-Η βάση γνώσεων των ειδικών κατασκευάζεται σύμφωνα με μια συγκεκριμένη μαθηματική έκφραση του ασαφούς συνόλου, της συνάρτησης μέλους, των ασαφών κανόνων και του μοντέλου λειτουργίας ασαφούς συνόλου.

-Με βάση τη σχέση ασαφούς λογική στη βάση γνώσεων ειδικών καθιερώνεται η μαθηματική σχέση μεταξύ ασαφούς πρότασης και συμπερασμάτων.

Το έμπειρο σύστημα είναι ένα σύστημα προγράμματος που χρησιμοποιεί ομάδα γνώσεων ειδικών για να δημιουργήσει μια βάση γνώσεων, έπειτα αναζητά και αντιστοιχίζεται στη βάση γνώσεων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του προβλήματος και επιλύει συγκεκριμένα προβλήματα με συλλογισμό.

Η τεχνολογία χρήσης των δεδομένων ως εργαλείο για άντληση πληροφοριών από το παρελθόν για να βοηθηθεί το μέλλον για τη βελτιστοποιημένη λήψη αποφάσεων είναι πάρα πολύ

σημαντική. Μερικά από τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης στη σύγχρονη ναυτιλιακή βιομηχανία περιλαμβάνουν βελτιωμένα αναλυτικά στοιχεία για τη λήψη αποφάσεων, αυτοματισμό, ασφάλεια, βελτιστοποίηση διαδρομής και αυξημένη απόδοση.

- 1) Προηγμένα αναλυτικά στοιχεία: Χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία πολύτιμων επιχειρηματικών πληροφοριών από πολλές πηγές δεδομένων. Αυτό βοηθάει στη διασφάλιση ότι οι αποφάσεις σας βασίζονται σε μεθόδους αποδεδειγμένες από δεδομένα.
- 2) Αυτοματοποιημένος εξοπλισμός: Η τεχνητή νοημοσύνη και ο αυτοματισμός παίζουν μεγάλο ρόλο στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Οι δυνατότητες μηχανικής εκμάθησης βοηθούν στην ανάλυση ιστορικών δεδομένων λαμβάνοντας υπόψιν πράγματα από τα καιρικά μοτίβα ή χρονικές περιόδους αυξημένης κίνησης στη θάλασσα. Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό προβλημάτων πριν αυτά συμβούν. Αυτό δίνει χρόνο για να γίνουν προσαρμογές.
- 3) Βελτιωμένη ασφάλεια: Τα ατυχήματα μπορούν να μειωθούν χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό απειλών και άλλων κακόβουλων δραστηριοτήτων.
- 4) Βελτιστοποίηση διαδρομής: Η βελτιστοποίηση διαδρομής δημιουργεί μοντέλα βελτιστοποίησης για τον προσδιορισμό της πιο αποτελεσματικής διαδρομής. Μπορεί επίσης να υπολογιστεί μια πρόβλεψη της καλύτερης διαδρομής με ελάχιστη κατανάλωση καυσίμου και με παράγοντα τον καιρό.
- 5) Πρόβλεψη παράδοσης: Μπορεί να λάβει υπόψιν τη σχέση μεταξύ ταχύτητας και ισχύος για να προβλέψει τις αλλαγές στην απόδοση λόγω των υποβρύχιων ρύπων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει ιστορικά δεδομένα για να καταλάβει ποιος είναι ο ρυθμός υποβάθμισης της απόδοσης του πλοίου.

5.5.3. Αυτοματοποιημένη Διαδικασία Ελλιμενισμού στη Σύγχρονη Ναυτιλία

Μια από τις πολλές λειτουργίες ενός αυτόνομου πλοίου είναι και ο αυτόματος ελλιμενισμός του. Σύμφωνα με τους Αθανάσογλου, Παπουτσιδάκη, Παπαχρίστο και Νικιτάκο, καθηγητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, ένα αυτόματο σύστημα ελλιμενισμού βασίζεται σε έναν συνδυασμό συστήματος του σκάφους όπως συστήματα πρόωσης, συστήματα ώθησης πλώρης και συστήματα πλοήγησης. Τα συστήματα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός συστήματος Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών(PLC) και συγκεκριμένα με ένα Siemens plc 8 προγραμματισμένο με γλώσσα FBD. Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας στον οποίο βασίστηκε ο προγραμματισμός.

Περιγραφή Επιπέδων
10. Ο υπολογιστής κάνει τα πάντα αυτόματα, αγνοεί τον άνθρωπο
9. Ο υπολογιστής πληροφορεί τον άνθρωπο μόνο αν ο υπολογιστής αποφασίσει
8. Ο υπολογιστής πληροφορεί τον άνθρωπο μόνο αν ρωτηθεί
7. Ο υπολογιστής εκτελεί αυτόματα, όταν χρειάζεται ειδοποιεί τον άνθρωπο

6.Ο υπολογιστής επιτρέπει στον άνθρωπο να αλλάξει την απόφαση του υπολογιστή σε περιορισμένο χρόνο
5.Ο υπολογιστής εκτελεί τις προτεινόμενες ενέργειες αν το αποφασίσει ο άνθρωπος
4.Ο υπολογιστής προτείνει μια εναλλακτική
3.Ο υπολογιστή μειώνει τις εναλλακτικές σε μικρότερο βαθμό
2.Ο υπολογιστής προτείνει ένα ολοκληρωμένο σύνολο εναλλακτικών αποφάσεων
1.Ο υπολογιστής δεν προσφέρει καμία βοήθεια, όλα γίνονται από τον άνθρωπο

Στον παραπάνω πίνακα περιγράφεται η κοινή λογική και η προτεραιότητα του κάθε συστήματος που εμπλέκεται στην διαδικασία της αυτοματοποιημένης ελλιμένισης. Καθορίζεται δηλαδή η δυναμική δράση και ο ρόλος της ανεξαρτησίας καθενός. Στην περίπτωση που κάτι δεν πάει καλά το σύστημα παραδίδει τον έλεγχο στον ανθρώπινο χειριστή. Το αυτοματοποιημένο σύστημα χρησιμοποιεί τα εξής:

1. Λειτουργία ώθησης πλώρης(Bow thruster), είναι ένα ηλεκτρομηχανικό σύστημα προπέλας που βρίσκεται στην πλώρη του σκάφους. Κατά τη λειτουργία του ο χειριστής δίνει εντολή στην πλευρά να γυρίσει το σκάφος και η προπέλα εκτελεί την εντολή.
2. Ένδειξη του ανέμου, είναι ο αισθητήρας που μετρά την κατεύθυνση και την ένταση του ανέμου. Στο συγκεκριμένο σύστημα ο αισθητήρας αυτός είναι υπεύθυνος ως παράγοντας ευαισθησίας . Αν η κατεύθυνση του ανέμου είναι στην ίδια κατεύθυνση της θέσης που κινεί το πλοίο, οι προωθητές θα λειτουργούν λιγότερο από το αν ήταν αντίθετα ο άνεμος.
3. Καταγραφή ταχύτητας, είναι ο αισθητήρας για τη μέτρηση της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του νερού, όπως ο δείκτης ανέμου, ως παράγοντα ευαισθησίας.
4. Οι αισθητήρες απόστασης, είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέρη του συστήματος. Υπολογίζει την απόσταση μεταξύ του σκάφους και της προβλήτας. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες πρέπει να έχουν υψηλή ευαισθησία και συστήματα υψηλής ευφυΐας.

Η ιδέα βασίζεται στην κατασκευή ενός ελεγκτή PID ο οποίος συνδυάζει όλα τα προηγούμενα συστήματα, bow thruster, ένδειξη ανέμου, καταγραφή ταχύτητας, αισθητήρες απόστασης. Προτού ξεκινήσει η διαδικασία αυτόματης πρόσθεσης, οι αισθητήρες απόστασης πρέπει να τοποθετηθούν σε συγκεκριμένες θέσεις στο πλάι της αποβάθρας. Αυτό θα μπορούσε να γίνει από το πλήρωμα του πλοίου καθώς οι αισθητήρες δεν έχουν μεγάλο όγκο και βάρος. Όταν όλες οι παράμετροι είναι έτοιμες το πλοίο σταματημένο και ο αισθητήρας στην κατάλληλη θέση, ο καπετάνιος με το πάτημα ενός κουμπιού ξεκινάει τη διαδικασία. Οι προωθητές πλώρης λειτουργούν μέχρι που το σκάφος θα φτάσει στην κανονική απόσταση από την προβλήτα και στη συνέχεια το σκάφος είναι έτοιμο να δεθεί.

Το συγκεκριμένο σύστημα είναι εξαιρετικά ευαίσθητο και επικίνδυνο. Σε περίπτωση λανθασμένης χρήσης είναι πιθανό να προκληθεί ζημιά στο πλοίο ή ακόμα χειρότερα να

προκληθούν σοβαρά ατυχήματα με τραυματίες. Για το λόγο αυτό πρέπει να υπάρχουν κανόνες ασφαλείας, όπως αναγράφονται παρακάτω, οι οποίοι επιβάλλεται να τηρούνται.

3. Ο εξοπλισμός στο σύνολό του πρέπει να υπάρχει διπλός, σε περίπτωση κάποιας δυσλειτουργίας να λειτουργήσει άμεσα το εφεδρικό σύστημα.
4. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να τοποθετηθεί ένας ελεγκτής έκτακτης ανάγκης που παραδίδει τον χειρισμό στον άνθρωπο-χειριστή
5. Οι λυχνίες πρέπει να δείχνουν συνεχώς ενδείξεις για τη διαδικασία και σίγουρα πρέπει να δείχνουν τυχόν λάθη, σφάλματα και συναγερμούς
6. Πρέπει να πραγματοποιείται συνεχής επίβλεψη από εξουσιοδοτημένο άτομο
7. Πρέπει να γίνεται τακτική έρευνα από εξουσιοδοτημένους τεχνικούς και επιθεωρητές.
8. Κάθε τρεις μήνες πρέπει να εκτελείται σημαντική συντήρηση σε μεγάλο βάθος
9. Ο εγκατεστημένος εξοπλισμός πρέπει να συμφωνεί με τους κανονισμούς του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού
10. Τα νέα εγκατεστημένα συστήματα πρέπει να εφαρμόζονται μόνο σε νέα κατασκευασμένα πλοία
11. Πρέπει να εφαρμόζονται συστήματα CCTV και να καταγράφουν τη διαδικασία
12. Το σύστημα πρέπει να κάνει πλήρως εγγραφή στο VRD(Voyage Data Recorder)

Παρακάτω φαίνονται ακόμη τα κριτήρια που πρέπει να υπάρχουν για την κατάλληλη λειτουργικότητα του συστήματος Auto Docking

- Πριν ενεργοποιηθεί το σύστημα από το κουμπί εκκίνησης το πλοίο πρέπει να είναι σταματημένο
- Το πρόγραμμα PLC είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο της ακινησίας ελέγχοντας τιμές από τον κινητήρα, τους προωθητές, του δείκτη ανέμου και την καταγεγραμμένη ταχύτητα για το σκοπό αυτό
- Η απόσταση μεταξύ προβλήτας και πλοίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 27 μέτρα, για το λόγο αυτό οι εγκατεστημένοι αισθητήρες έχουν μέγιστο εύρος ανίχνευσης 30 μέτρα
- Οι προωθητές πλώρης πρέπει να απενεργοποιούνται όταν ξεκινάει η αυτόματη διαδικασία
- Το ανεμόμετρο και το ταχύμετρο πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση καθώς είναι υπεύθυνοι για την ευαισθησία του ελεγκτή PID.

5.5.4. Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στα ολοκληρωμένα συστήματα πλοήγησης των πλοίων

- **Ολοκληρωμένο Σύστημα Πλοήγησης Πλοίου**

Το ολοκληρωμένο σύστημα πλοήγησης στα πλοία συνδυάζει διαφορετικό εξοπλισμό και μεθόδους πλοήγησης και εφαρμόζει την τεχνολογία συγχώνευσης πληροφοριών για την ολοκληρωμένη επεξεργασία των πληροφοριών πλοήγησης ώστε να βελτιωθεί η ακρίβεια και η

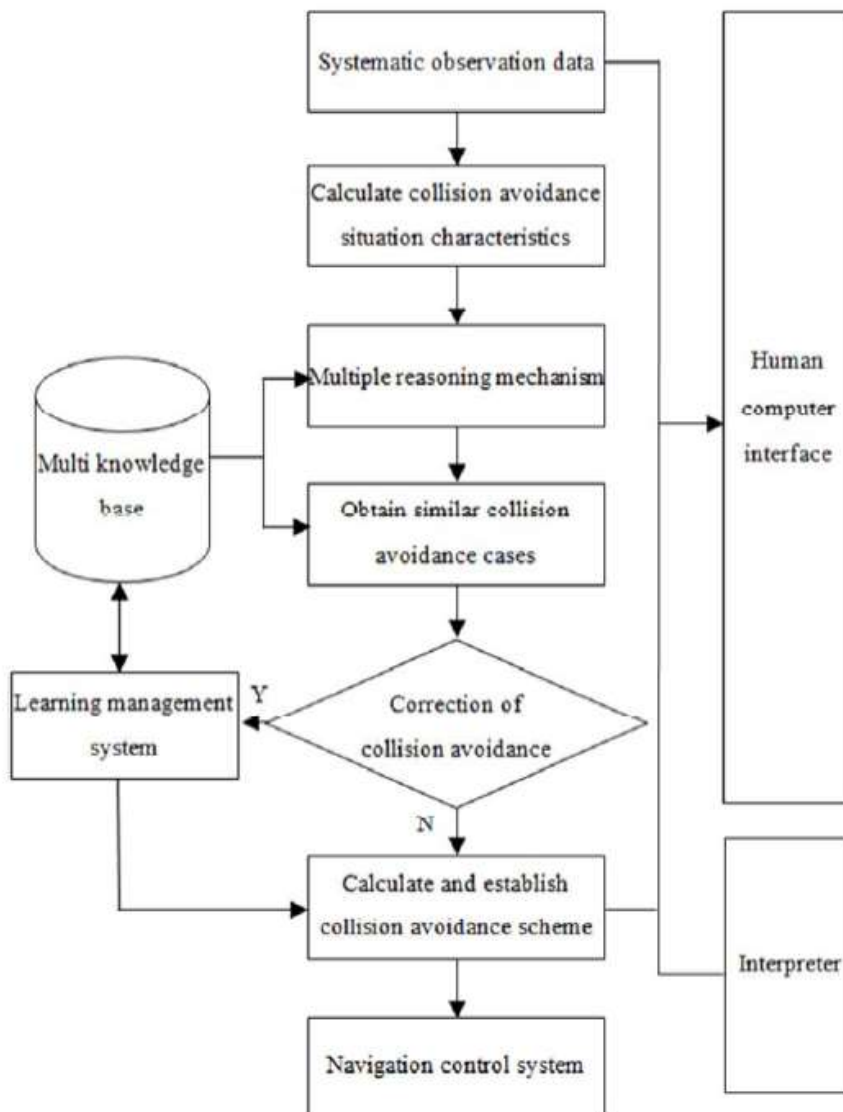
αξιοπιστία των δεδομένων του συστήματος. Το φίλτρο Kalman χρησιμοποιείται για το φιλτράρισμα και την σύνταξη δεδομένων από πολλούς αισθητήρες όμως εξαρτάται από το μαθηματικό μοντέλο του συστήματος και για το λόγο αυτό εμφανίζονται σφάλματα. Η χρήση της τεχνολογίας των νευρωνικών δικτύων για την αντιστάθμιση του σφάλματος της εκτίμησης του φίλτρου Kalman μπορεί να βελτιώσει την προσαρμοστικότητα και την ακρίβεια εκτίμησής του. Το πρόβλημα της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας ήταν πάντα ένα σημαντικό ζήτημα το οποίο σταδιακά λύθηκε από την βιομηχανία πλοήγησης. Με βάση τη θεωρία αποφυγής σύγκρουσης και την τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης η έρευνα και η δημιουργία συστήματος λήψης αποφάσεων αποφυγής σύγκρουσης συμβάλλει στην βελτίωση της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας αλλά και την μείωση φόρτου των ναυτικών. Με την συνεχή βελτίωση της ολοκλήρωσης και της ευφυΐας του σύγχρονου εξοπλισμού πλοήγησης πλοίων είναι απαραίτητο να παρέχονται ακριβείς πληροφορίες πλοήγησης σε πραγματικό χρόνο για τον έλεγχο του πλοίου σε συνδυασμό με την ικανότητα αναγνώρισης σφαλμάτων και πρόβλεψης της κατάστασης.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας της ναυσιπλοΐας πλοίων τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και απόδοση του εξοπλισμού είναι σταθερά. Το σύστημα πλοήγησης με έναν μόνο αισθητήρα δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των δεδομένων. Για αυτό δημιουργήθηκε το ολοκληρωμένο σύστημα πλοήγησης πλοίου που βασίζεται στην τεχνολογία σύνταξης πληροφοριών πολλαπλών αισθητήρων. Περιέχονται επίσης τερματικά απόφασης ελέγχου και με αισθητήρες που περιλαμβάνουν αδρανειακή πλοήγηση, δορυφορική πλοήγηση, και άλλες συσκευές.

- **Ναυτιλιακό Έμπειρο Σύστημα Αποφυγής Σύγκρουσης**

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί τον αισθητήρα ανίχνευσης για να βρει τον επικίνδυνο στόχο, λαμβάνει τις πληροφορίες πλοήγησης που αποστέλλονται απευθείας από το κέντρο ελέγχου και από άλλα πλοία μέσω του ασύρματου δικτύου, υπολογίζει και συμπεραίνει, με βάση τις περιπτώσεις γνώσεις στη βάση γνώσεων πλοήγησης, εάν θα υπάρξει σύγκρουση και άλλες επικίνδυνες καταστάσεις και στη συνέχεια αποφασίζει να δώσει ένα σχέδιο δράσης αποφυγής σύγκρουσης. Στο στάδιο της κρίσης του κινδύνου σύγκρουσης το σύστημα υπολογίζει τον κίνδυνο με βάσει το μοντέλο κινδύνου σύγκρουσης σύμφωνα με την κατάσταση κίνησης στόχου και τις πληροφορίες για το θαλάσσιο περιβάλλον. Στο στάδιο της κρίσης της κατάστασης κινδύνου το σύστημα αντιστοιχίζεται και προσδιορίζει την τρέχουσα κατάσταση σύγκρουσης σύμφωνα με τη σχετική θέση και τις πληροφορίες πλοήγησης των δύο πλοίων. Στο στάδιο λήψης αποφάσεων το σύστημα κάνει μια ολοκληρωμένη συλλογιστική με βάση τον κίνδυνο σύγκρουσης, την κατάσταση σύγκρουσης, τη γνώση και την εμπειρία των ειδικών. Σε αυτή τη διαδικασία το σύστημα μπορεί να λάβει συμπληρωματικές πληροφορίες ή να μεταδώσει πληροφορίες μέσω της διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή και να καθορίσει τη στρατηγική

αποφυγής σύγκρουσης και το σχέδιο δράσης. Στο στάδιο ενημέρωσης της βάσης γνώσεων το σύστημα βελτιώνει το περιεχόμενο της βάσης αυτής μέσω ενός μηχανισμού περιγραφής πληροφοριών που βασίζεται στις νέες περιπτώσεις σύγκρουσης.



Εικόνα 61: Σχεδιάγραμμα συστήματος αποφυγής σύγκρουσης για εμπειρογνώμονες στη θάλασσα

Πηγή: «Application of Artificial Intelligence in Ship Integrated Navigation System», Ning Li

- Έμπειρο σύστημα διάγνωσης σφαλμάτων πλοήγησης βασισμένο σε νευρωνικό δίκτυο
 - Δομή Συστήματος

Το έμπειρο σύστημα διάγνωσης σφαλμάτων είναι ένα έξυπνο σύστημα διάγνωσης που βασίζεται στην εμπειρία πλοήγησης και αντιμετώπισης προβλημάτων του πλοίου χρησιμοποιώντας τη λογική συλλογιστική ικανότητα του νευρωνικού δικτύου. Με βάση τα

δεδομένα των ειδικών και τις περιπτώσεις αντιμετώπισης προβλημάτων υπολογίζεται το βάρος σύνδεσης του νευρωνικού δικτύου και δημιουργείται η βάση γνώσεων. Το έμπειρο σύστημα κάνει αυτόματη διάγνωση στον εξοπλισμό του πλοίου. Όταν ο εξοπλισμός είναι δυσλειτουργικός ή τα δεδομένα δεν είναι φυσιολογικά συνάγει τα αίτια του σφάλματος και προβλέπει την εξέλιξη του. Όταν ο χρήστης στέλνει αίτημα διάγνωσης προς το σύστημα, τότε εκείνο πραγματοποιεί αντιστοίχιση και συλλογισμό περιπτώσεων σύμφωνα με τις ζητούμενες πληροφορίες συμπτωμάτων και ζητά επιπλέον πληροφορίες από το χρήστη αναλόγως τις ανάγκες. Ακόμη γίνεται λήψη και επεξήγηση στα διαγνωστικά αποτελέσματα και αν αποκτηθεί νέα εμπειρία διάγνωσης στην αντιμετώπιση προβλημάτων τότε το σύστημα θα συμπληρώσει αυτόματα τη βάση γνώσεων.

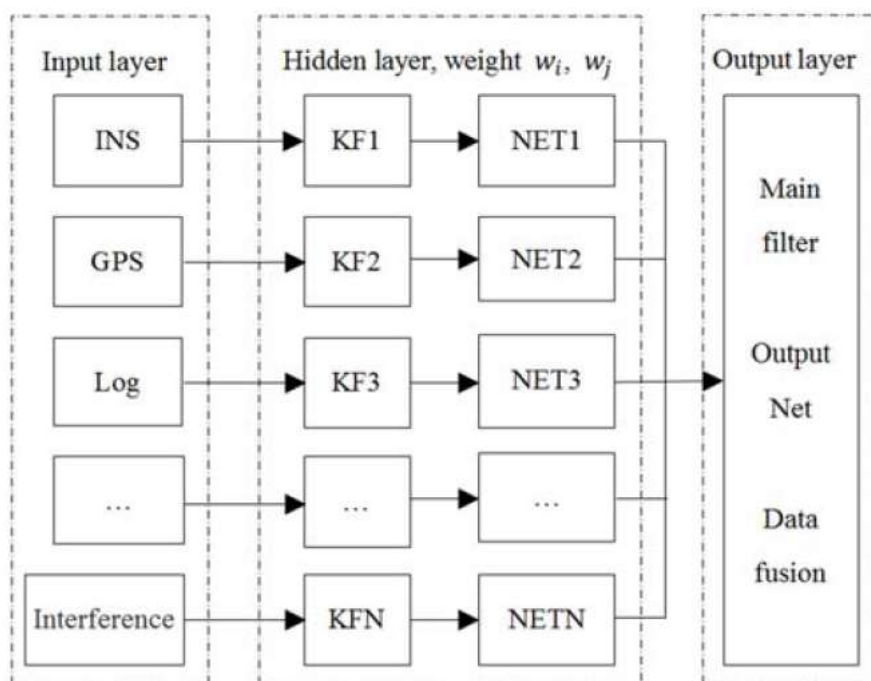
- **Βάση Γνώσεων**

Η βάση αυτή είναι το κλειδί για τη δημιουργία του έμπειρου συστήματος διάγνωσης βλαβών με την ποσότητα και την ποιότητα της γνώσης να καθορίζουν το τεχνικό επίπεδο του έμπειρου συστήματος. Η διαδικασία επίλυσης του προβλήματος είναι η διαδικασία συλλογισμού και ερμηνείας των χαρακτηριστικών πληροφοριών σφάλματος βάσει των περιπτώσεων γνώσεις στη βάση με προσομοίωση της ανθρώπινης σκέψης. Αρχικά γίνεται ανάλυση της δομής της γνώσης του σφάλματος του αντικειμένου διάγνωσης και προσδιορίζεται το μοντέλο του νευρωνικού δικτύου. Στη συνέχεια επιλέγονται δείγματα διάγνωσης σφαλμάτων για την εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου, υπολογίζονται τα βάρη μεταξύ των συνδέσεων του επιπέδου εισόδου και κρυφού επιπέδου, του κρυφού επιπέδου με της εξόδου και καθορίζεται η μαθηματική συλλογιστική σχέση μεταξύ των συμπτωμάτων και των αιτιών του σφάλματος. Τέλος γίνεται αποθήκευση των βαρών σύνδεσης και δημιουργείται η βάση γνώσεων.

- **Σχεδιασμός Νευρωνικού Δικτύου του συστήματος**

Η σχεδίαση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να χωριστεί σε τρία μέρη, το επίπεδο εισόδου δείγματος, το κρυφό επίπεδο, και το επίπεδο εξόδου αποτελέσματος. Οι υπόλοιποι αισθητήρες αλλά και τα συστήματα INS(Inertial navigation system), GPS, LOG αποτελούν το επίπεδο εισόδου του συστήματος και κάθε μεταβλητή πληροφοριών από του αισθητήρες αντιστοιχεί σε έναν κόμβο της εισόδου. Το κρυφό επίπεδο αποτελείται από νευρώνες. Ο αριθμός των κρυφών επιπέδων και καθορίζεται με βάση τη σχέση εισόδου-εξόδου, την ταχύτητα εκμάθησης και την ικανότητα συλλογισμού. Το επίπεδο εξόδου λαμβάνει αριθμητικά αποτελέσματα της διάγνωσης σφαλμάτων που υπολογίζονται από το κρυφό επίπεδο έπειτα εκτελεί τον συλλογισμό αντιστοίχισης σύμφωνα με τη βάση γνώσεων και δίνει τα τελικά αποτελέσματα διάγνωσης. Το κλειδί για το σχεδιασμό ενός νευρωνικού δικτύου είναι ο υπολογισμός του βάρους της σύνδεσης μεταξύ των δικτύων. Αρχικά τα βάρη προκαθορίζονται σύμφωνα με το μοντέλο δικτύου του συστήματος, έπειτα οι πληροφορίες του δείγματος εισόδου υπολογίζονται κατά μήκος της συγκεκριμένης διαδρομής νευρώνων και το αποτελέσματα υπολογισμού μεταδίδονται στο επίπεδο εξόδου. Αν η υπολογισμένη τιμή εξόδου δεν συνάδει με την αναμενόμενη τιμή της

εμπειρικής θεωρίας η διαφορά των δύο μεταδίδεται ξανά κατά μήκος του αρχικού καναλιού σύνδεσης και το βάρος σύνδεσης τροποποιείται μέχρι να επιτευχθεί ο αναμενόμενος στόχος.

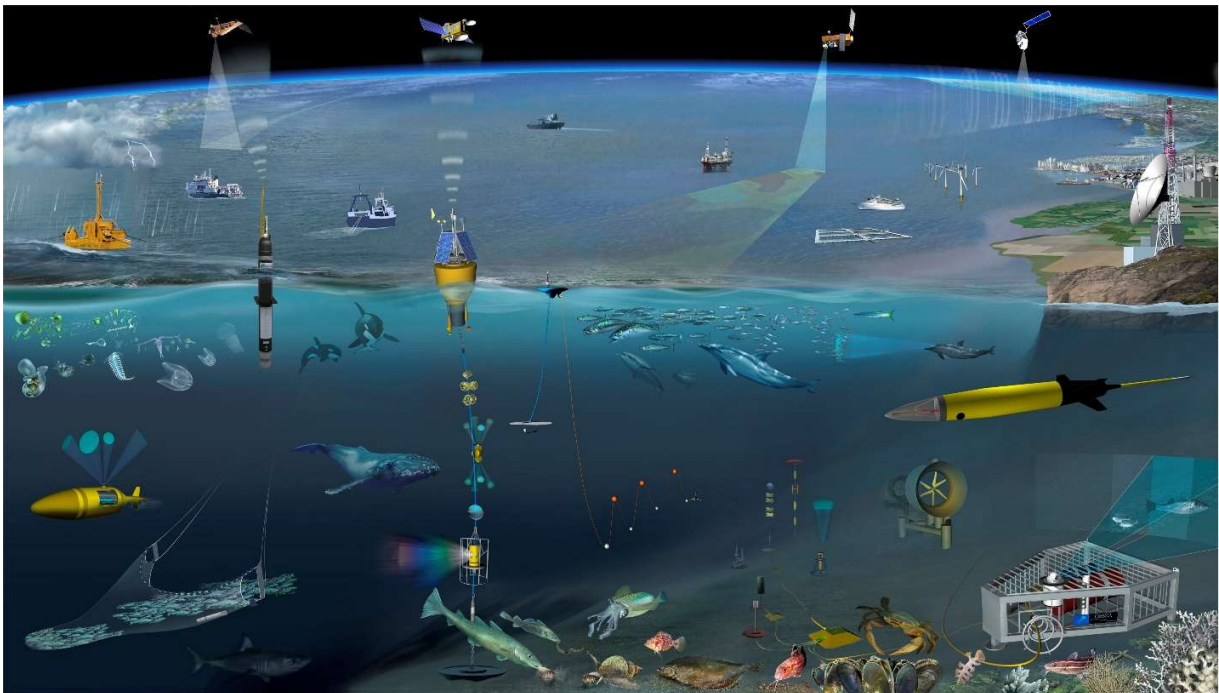


Εικόνα 62: Σχεδιάγραμμα Νευρωνικού Δικτύου για εύρεση λαθών

5.5.5. Έξυπνη Αυτόνομη Πλοήγηση Πλοίου με χρήση πολλαπλών Αισθητήρων

Μια κλασική αντίληψη για το πώς λειτουργεί ένα τηλεχειριζόμενο πλοίο είναι πως ο καπετάνιος πλοηγεί το πλοίο μέσω μιας οθόνης που απεικονίζει το περιβάλλον το πλοίου με επαυξημένη πραγματικότητα και έχει βελτιωμένη όραση του κόσμου από υπολογιστή που χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη για τον εντοπισμό και την επισήμανση των γύρω αντικειμένων στη θάλασσα, στην ακτή και των δεικτών πλοήγησης. Το επόμενο βήμα αυτής της ιδέας είναι η αντικατάσταση του καπετάνιου με έναν αυτόματο γεγονός όμως που απαιτεί πως θα πρέπει να υπάρχει μεγάλη αξιοπιστία στη λειτουργικότητα της ιδέας αυτής. Οι τεχνολογίες μηχανικής μάθησης και deep learning τεχνητή νοημοσύνη αποτελούν τη βασική ικανότητα λήψης αποφάσεων για την πλοήγηση στα αυτόνομα πλοία. Σαφώς για να γίνει κάτι τέτοιο πρέπει το πλοίο να διαθέτει κάποια χαρακτηριστικά που απαιτούνται, όπως οι αισθητήρες και οι πηγές πληροφοριών. Ακόμη η φύση και τα χαρακτηριστικά των δεδομένων από αισθητήρες λαμβάνονται υπόψη όσον αφορά τις πληροφορίες που πρέπει να μεταφερθούν και του περιορισμούς των δεδομένων λαμβάνοντας υπόψη την πληρότητα, την ακρίβεια και την καθυστέρηση.

Τα συστήματα αισθητήρων που παρακολουθούν το θαλάσσιο περιβάλλον του πλοίου «φαίνονται» από τρεις προοπτικές, από την επιφάνεια του νερού, κάτω από την επιφάνεια και από το διάστημα. Τα επιφανειακά και υποθαλάσσια συστήματα παρέχουν δεδομένα και εικόνες σε πραγματικό χρόνο ενώ τα συστήματα που αφορούν το διάστημα παρέχουν παγκοσμίως πρόσβαση σε δεδομένα και εικόνες. Το εύρος των αισθητήρων που απαιτούνται για την ασφαλή πλοήγηση ενός αυτόνομου πλοίου δεν διαφέρουν είτε πρόκειται για θαλάσσια περιοχή με μεγάλο βάθος και χαμηλή κίνηση είτε πρόκειται για ρηχή περιοχή και με μεγάλη κίνηση από άλλα πλοία. Το εύρος των θαλάσσιων αισθητήρων, πέραν του υποχρεωτικού εξοπλισμού ως τώρα, που διατίθενται από όλες τις προοπτικές



Εικόνα 63: Προοπτικές αισθητήρων περιβάλλοντος

Πηγή: https://www.frontiersin.org/files/Articles/437047/fmars-07-00697-HTML/image_m/fmars-07-00697-g001.jpg

- **Αισθητήρες πλοίου**

Οι αισθητήρες που απαιτούνται σε ένα τηλεκατευθυνόμενο πλοίο πρέπει να έχουν την δυνατότητα να υπερβαίνουν την τις ικανότητες ακοής και όρασης αλλά και υψηλότερη ανάλυση και ακρίβεια από εκείνες των ναυτικών, προσφέροντας σταθερή όραση 360° περιμετρικά του πλοίου σε τέσσερις διαστάσεις (x,y,z,time). Παρέχεται επίσης η δυνατότητα όρασης στο σκοτάδι σε όλες τις καιρικές συνθήκες, λήψη ήχων που σχετίζονται με πλοία, βοηθήματα πλοήγησης(aids

to navigation-ATON) και λήψη ηχητικών κυμάτων περιβάλλοντος όπως θαλάσσια κύματα που χτυπούν σε βράχους. Απαιτείται επίσης η ικανότητα οι αισθητήρες να μπορούν να «δείξουν» αν υπάρχουν υποβρύχια γύρω από το σκάφος και να ανιχνεύουν και να ανταποκρίνονται σε μη χαρτογραφημένες απειλές. Το αυτόνομο πλοίο θα πρέπει στη συνέχεια να αιτιολογήσει αυτές τις πληροφορίες για εκτεταμένες χρονικές περιόδους με τρόπο που να είναι συνεπής, σωστός και επαληθεύσιμος.

Οι αισθητήρες που απαιτούνται σύμφωνα με τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό περιλαμβάνουν την ανθρώπινη όραση και ακοή συνήθως με κιάλια και δυνατότητες ακοής hailer. Αυτό συμπληρώνεται με το ραντάρ για να βοηθήσει στην ανίχνευση και αποφυγή άλλων σκαφών, ATON και χερσαίων μαζών εντός της θάλασσας. Θα πρέπει επίσης να γίνεται ηχοβολή ώστε να υπάρχει συνεχής ενημέρωση για το βάθος του νερού. Το ECDIS εμφανίζει πληροφορίες του ηλεκτρονικού χάρτη πλοήγησης που πρέπει να αντιπροσωπεύουν τις πιο πρόσφατες υδρογραφικές έρευνες των περιοχών, τις θέσεις των καναλιών και των ATON και τους πιο συνηθισμένους και γνωστούς κινδύνους για την πλοήγηση που ίσως προκύψουν. Το AIS(Automatic Identification System) παρέχει αρκετές πληροφορίες για τα κοντινά πλοία, τη θέση, τη ταχύτητα, την ταυτότητα και τη δρομολόγησή τους. Το GNSS παρέχει το πλαίσιο για όλες τις παραπάνω πληροφορίες όσον αφορά τη γεωγραφική θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση του πλοίου. Σημαντική επίσης είναι η ενσωμάτωση δεδομένων από αισθητήρες πλοίου με εξωτερικά δεδομένα και πληροφορίες από διαστημικούς αισθητήρες και κανάλια ευρυζωνικής επικοινωνίας καθώς παρέχουν σημαντικά δομικά στοιχεία για την λήψη αποφάσεων σχετικά με τη συνεργασία μεταξύ πλοίων και χειριστών στην ακτή αλλά και τοπικά μεταξύ πλοίων που έχουν εγκατεστημένο WAN(wide area network).

- **Αισθητήρες επιφάνειας**

Πλέον είναι απαραίτητη η ενίσχυση των σημερινών συστημάτων αισθητήρων του περιβάλλοντος του πλοίου με περαιτέρω ικανότητες για την βέλτιστη επίγνωση της κατάστασης από το αυτόνομο πλοίο αλλά και για την σίγουρη κατάλληλη εποπτεία και ιχνηλασιμότητα της λήψης αποφάσεων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αισθητήρων ανίχνευσης της επιφάνειας του πλοίου που μπορούν να εξελιχθούν και να παρέχουν νέες δυνατότητες πλοήγησης, ακρίβειας, χρονισμού, όρασης και ακουστική περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Συστήματα Αδρανειακής Πλοήγησης
- Απεικόνιση με Λέιζερ(LiDAR)
- Ραντάρ Χιλιοστών(mmRADAR)
- Κάμερες βίντεο και υπέρυθρων (IR)
- Μικρόφωνα

Συμπληρωματική ικανότητα στο επίπεδο της θάλασσας και πάνω από αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (Unmanned Aerial System) εξοπλισμένα με παρόμοιους αισθητήρες για την επέκταση της όρασης του πλοίου. Ένα επιπλέον βασικό χαρακτηριστικό είναι τα μετεωρολογικά όργανα ενσωματωμένα στην αρχιτεκτονική του

συνολικού συστήματος αισθητήρων του πλοίου το οποίο μπορεί να παρέχει σημαντικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου, τη θερμοκρασία, τη βαρομετρική πίεση, την υγρασία και την θερμοκρασία της θάλασσας, καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στα ATON, στα βοηθήματα πλοήγησης δηλαδή όπως ορόσημα, σηματοδότες και άλλες συσκευές ή εξωτερικά συστήματα εκτός του πλοίου που έχουν σχεδιαστεί για να προσφέρουν ασφαλή και αποτελεσματική πλοήγηση. Οι αισθητήρες όρασης σε ένα αυτόνομο σκάφος πρέπει να είναι ικανοί να απεικονίζουν τα βοηθήματα με πλήρη ανάλυση ώστε να βρίσκουν τα χαρακτηριστικά τους, να τα αναγνωρίζουν και να προσδιορίζουν τη θέση τους μέσω των GNSS και ECDIS. Σε συνδυασμό με τη χρήση radar και sonar επιβεβαιώνονται οι θέσεις των βοηθημάτων στο ECDIS σε πραγματικό χρόνο. Τα ATON που εκπέμπονται με τη βοήθεια το AIS(AISATON), αυτόματου συστήματος ταυτοποίησης, παρέχουν ακόμα ένα τρόπο εμφάνισης της θέσης των βοηθημάτων. Το εικονικό βοήθημα (VATON) που δεν απαιτεί φυσική υποδομή μπορεί επίσης να βοηθήσει εξίσου στον προσδιορισμό της θέσης μέσω συντονισμένης χρήσης GNSS, ECDIS και του ηχογραφήματος του πλοίου. Ακόμη τα VATON τοποθετούνται σε σημεία όπου είναι αδύνατον να εγκατασταθεί φυσικό βοήθημα λόγω συνθηκών της περιοχής ή πολύ απομακρυσμένης τοποθεσίας. Όλα τα παραπάνω συμμορφώνονται σύμφωνα με την IALA(International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities). Τέλος, σε αντίθεση με τα φυσικά βοηθήματα, τα βοηθήματα μέσω AIS και τα εικονικά βασίζονται σε σήματα ραδιοφώνου και sonar εξωτερικά του πλοίου που υπάρχουν στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.

- **Υποθαλάσσιοι αισθητήρες**

Οι ναυτικοί αναπτύσσουν δεξιότητες και τεχνικές με χρόνια εμπειρίας για την αξιολόγηση των αλλαγών στο περιβάλλον που μπορεί να υποδεικνύουν επικίνδυνες καταστάσεις στη θάλασσα και συνθήκες στο βυθό που θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας. Οι οπτικές ενδείξεις περιλαμβάνουν αλλαγές στο χρώμα της θάλασσας όσο πλησιάζει ένα ύφαλο, αλλαγή θερμοκρασίας νερού, έντονα κύματα ή περιοχές ηρεμίας ανάμεσα σε θαλασσοταραχή χωρίς προφανή αιτία. Σήμερα οι ναυτικοί απλά με μια ηχοβολή που παρέχει άμεσες πληροφορίες για το βάθος του νερού, μπορούν να δουλεύουν απλά με παλαιότερες πληροφορίες δεκαετιών ή αιώνων για τα βάρη, τους κινδύνους και τα εμπόδια κατά μήκος των διαδρομών διέλευσης.

Οι απομακρυσμένες και αυτόνομες λειτουργίες πλοίων πρέπει να αντισταθμίζουν την έλλειψη ανθρώπινης γνώσης, τεχνογνωσίας και ανεπαρκής χάρτες παρέχοντας δυνατότητες αισθητήρων για την άμεση αξιολόγηση των διαμορφώσεων και των συνθηκών του βυθού σε πραγματικό χρόνο. Παραδείγματα συστημάτων υποθαλάσσιας ανίχνευσης για την παροχή επιπλέον δυνατοτήτων πλοήγησης και ακριβής όρασης περιλαμβάνουν ηχογραφήματα και βαθύμετρα πλευρικής σάρωσης, είτε χωριστά είτε ενσωματωμένα σε μία μονάδα, για την παροχή δυνατοτήτων παρακολούθησης εδάφους και απεικόνισης υψηλής ανάλυσης χαρακτηριστικών σημείων του βυθού για την βοήθεια στην πλοήγηση. Η πλοήγηση με sonar

μπορεί να παρέχει μέτρηση βάθους υψηλής ανάλυσης που μπορεί να συγκριθεί με τους ηλεκτρονικούς χάρτες πλοήγησης που εμφανίζονται στο ECDIS για εφεδρική πλοήγηση, ανίχνευση κινδύνων και εμποδίων όπως και αποφυγή μεγάλων θαλάσσιων θηλαστικών. Τα δεδομένα αυτά είναι επαρκή για την ανάπτυξη χαρτών πλοήγησης. Ακόμη εξίσου σημαντικά με τα UAV είναι και τα UUV, Unmanned Underwater Vehicles, μη επανδρωμένα υποβρύχια τα οποία επεκτείνουν σημαντικά την όραση του πλοίου.

- **Διαστημικοί Αισθητήρες**

Οι περισσότεροι από τους δορυφόρους που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στην τροχιά της Γης, σε συνδυασμό με επίγεια σήματα μπορούν να παρέχουν ακρίβεια θέσης 1 εκατοστού στο GNSS. Ο μεγάλος αριθμός δορυφόρων τα τελευταία χρόνια οφείλεται σε μια νέα γενικά μικρών δορυφόρων που αποστέλλονται σε τροχιά πιο κοντά στη γη με σκοπό να παρέχουν μια παγκόσμια ευρυζωνική πρόσβαση. Η ευρυζωνική δορυφορική συνδεσιμότητα είναι απαραίτητη για τις επικοινωνίες που βοηθούν στην παρακολούθηση των λειτουργιών ενός αυτόνομου πλοίου σε ότι αφορά την κοινή χρήση εικόνων μεγάλου όγκου από αισθητήρες, δεδομένα και αποτελέσματα από διαδικασίες λήψης αποφάσεων επί του πλοίου και στην εφαρμογή της τεχνολογίας blockchain και Big Data για την εξασφάλιση ασφαλούς λειτουργίας. Αυτό περιλαμβάνει την ανίχνευση AIS από το διάστημα, εικόνων METOC (meteorological and oceanographic) και αριθμητικών συνόλων δεδομένων και άλλων αισθητήρων συμπεριλαμβανομένου του ρανταρ συνθετικού διαφράγματος που χρησιμεύει στην ανίχνευση χαρακτηριστικών και αντικειμένων και δεδομένα αναγνώρισης και παρακολούθησης μεγάλης εμβέλειας για πλοία.

- **Σύστημα συλλογισμού**

Με τον συνδυασμό μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης επιτυγχάνεται αυτόματα η απόκτηση, αξιολόγηση και χαρακτηρισμό εικόνων από πλοία και βοηθήματα ATON συμπεριλαμβανομένων γεφυρών εμφανών σημείων-ορόσημων και σηματοδούρες. Η εκπαίδευση ενός τέτοιου νευρωνικού δικτύου γίνεται με την κατευθυνόμενη μάθηση με επίκεντρο την ανίχνευση και ταξινόμηση χαρακτηριστικών(βοηθήματα ATON κλπ). Η οπτική αναγνώριση(Optical character recognition (OCR)) χρησιμοποιείται για την αυτόματη αναγνώριση μεμονωμένων σημείων(π.χ. σηματοδούρα) και σταθερών σημαδιών αλλά και εικόνες/βίντεο υπέρυθρων. Οι κυματομορφές των ραντάρ αναλύονται χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη deep learning για την διάκριση πληροφοριών και εκτός αυτών που είναι διαθέσιμες στο pixel domain του ραντάρ. Σε αυτό συμπεριλαμβάνεται η ανάλυση των αλλαγών στη συχνότητα, το πλάτος, τη φάση και την πόλωση. Στην εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου στη διάκριση μεταξύ των στόχων λαμβάνονται υπόψιν αντιπροσωπευτικές εικόνες των βασικών σημάτων σε συνδυασμό με τα μεταδεδομένα από τους αισθητήρες και για το λόγο αυτό η

δημιουργία μεγάλων συνόλων δεδομένων είναι βασική για την ανάλυση διαφόρων εικόνων και σημάτων.

Τα σύνολα δεδομένων αυτά αποτελούνται από δύο μέρη, ένα ολοκληρωμένο σύνολο δεδομένων και ένα περιορισμένο σύνολο, με το πρώτο να αποτελεί υποσύνολο του δεύτερου. Το ολοκληρωμένο σύνολο δεδομένων μοιράζεται κατά την εποπτευόμενη μάθηση στην ανάπτυξη και βελτίωση στατιστικών διαδικασιών και για μάθηση χωρίς επίβλεψη στην ανάπτυξη διαδικασιών στα νευρωνικά δίκτυα. Περιλαμβάνει πλήρη αριθμητικά δεδομένα που παρέχουν εικόνες και περιγραφή των στοιχείων της με κλίμακα, εύρος, μονάδες και άλλους παράγοντες. Το περιορισμένο σύνολο δεδομένων από την άλλη περιέχει μόνο αντικείμενα και κυματομορφές και χρησιμοποιείται για μάθηση χωρίς επίβλεψη.

- **Σχετικά με τη λειτουργία της Έξυπνης και Αυτόνομης πλοήγησης**

Με τη χρήση ενός συνελκτικού νευρωνικού δικτύου (Convolutional Neural Network-CNN) τα ποσοστά ανίχνευσης φτάνουν σχεδόν στο μέγιστο δυνατόν. Οι επιδόσεις CNN πάνω στα ATON, την ανίχνευση και αναγνώριση άλλων σημείων και σκαφών επιτυγχάνεται με τη χρήση ραντάρ, AIS και παρακολούθηση του βυθού με ηχογράφημα ακόμη και σε μια διαδρομή με πολύπλοκα χαρακτηριστικά, περιβάλλον με μεγάλη κυκλοφορία μικρών και μεγάλων πλοίων καθώς και νησίδες. Το μπροστινό σόναρ του πλοίου επαληθεύει τη θέση του βοηθήματος από 45 έχω και 200 μέτρα, αναλόγως με το βάθος του νερού.

Εξίσου αποτελεσματική είναι η οπτική αναγνώριση OCR στην αναγνώριση των βοηθημάτων ATON σε οποιαδήποτε κατάσταση, μέρα ή νύχτα με ανίχνευση από βίντεο ή με χρήση low-light και υπέρυθρων όταν η ονομασία του βοηθήματος, π.χ. μια σημαδούρα, βρισκόταν στο οπτικό πεδίο.

Ο συνδυασμός βίντεο, υπέρυθρων, ραντάρ και ARPA(Automatic Radar Plotting Aid) καθώς και σόναρ σε μειωμένα επίπεδα ανάλυσης, μπορεί να παρέχει σχεδόν 100% ανίχνευση θαλάσσιων στόχων που σχετίζονται με την διαδρομή διέλευσης ενός πλοίου και στον αυτόματο καθορισμό των προσαρμογών της ταχύτητας του πλοίου και των εναλλακτικών διαδρομών για αποφυγή σύγκρουσης.

6. Βιβλιογραφία:

1. <https://www.helmepacadets.gr/gr/shipping/the-role-of-shipping>
2. <https://e-nautilia.gr/katigories-kai-eidi-ploiwn>
3. <https://www.mfa.gr/exoteriki-politiki/i-ellada-stous-diethneis-organismous/imo.html>
4. <https://msi.nga.mil/Publications/APC>
5. <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Port-Reception-facilities.aspx>
6. <https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/RecognizedOrganizations.aspx>
7. (PDF) PORT RECEPTION FACILITIES: USING MULTI CRITERIA DECISION MAKING. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/237443815_PORT_RECEPTION_FACILITIES_USING_MULTI_CRITERIA_DECISION_MAKING [accessed Apr 2021].
8. (PDF) “CASUALTY-RELATED MATTERS REPORTS ON MARINE CASUALTIES AND INCIDENTS”, International Maritime Organization. Available from:
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/MSAS/Documents/MSC-MEPC.3-Circ.3.pdf>
9. Άρθρο: “International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)”, Available from: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
10. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Ν. ΒΕΛΩΝΗ, «Βιομηχανική Πληροφορική», Εκδόσεις Τζιόλα, 2017
11. Διαθέσιμο στο:
<https://www.elcon.gr/index.php/%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%BF%CE%AF-%CE%B5%CE%AF%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B5/company-projects/marine-applications>
12. M. S. Zaghoul, “Online Ship Control System Using Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)”
13. Catalin Bara, Dumitru Popescu, Florin-Gheorghe Filip, “SCADA System for Ship Stabilization Designed Using an Expert System”

14. Κόκοτος Χ. Δημήτριος, Λιναρδάτος Σ. Διονύσιος, «Εφαρμογές Πληροφορικής στη Ναυτιλία, 1^{ος} τόμος», εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, Αθήνα 2010.
15. Κόκοτος Χ. Δημήτριος, Λιναρδάτος Σ. Διονύσιος, «Εφαρμογές Πληροφορικής στη Ναυτιλία, 2^{ος} τόμος», εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, Αθήνα 2011.
16. ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΝΤΥΠΩΝ ΕΝΤΥΠΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ,
<https://eclass.hna.gr/modules/document/index.php?course=TMA179&download=/5820ee391ovS/59e7bb95x4Fv.pdf>
17. <https://www.britannica.com/topic/information-system>
18. Aram, Michael; Neumann, Gustaf (2015). "Multilayered analysis of co-development of business information systems". *Journal of Internet Services and Applications*. Available at: <https://jisajournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s13174-015-0030-8.pdf>
19. https://en.wikipedia.org/wiki/Information_system
20. Θεόδωρος Μητάκος, «Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης», Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα – www.kallipos.gr , Αθήνα 2015
21. <https://www.guru99.com/mis-types-information-system.html>
22. <https://altametrics.com/information-systems/information-system-types.html>
23. <https://www.hellenicparliament.gr/UserFiles/67715b2c-ec81-4f0c-ad6a-476a34d732bd/9773716.pdf>
24. <https://scortel.com/en/system-solutions/marine-information-systems/informacionna-sistema-za-upravlenie-na-trafic>
25. <https://vesseltrafficsystem.com/>
26. <https://sheltermar.com/vts/vtmis/>
27. <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-electronic-chart-display-and-information-system-ecdis/>
28. <https://iho.int/en/standards-in-force>
29. <https://iho.int/en/iho-technical-standards>
30. <https://marine.copernicus.eu/about>

31. «A comprehensive ship weather routing system using CMEMS products and A* algorithm» Manel Grifoll, Clara Bor'en, Marcella Castells-Sanabra
32. Διπλωματική εργασία «Πληροφοριακά Συστήματα στη Ναυτιλία», Φαραντάτος Κωνσταντίνος, Πειραιάς 2016.
33. <https://en.wikipedia.org/wiki/Automation>
34. Αρχές αυτοματισμού, Ν. Γλώσσας, Δρ Δ. Ι. Τσελές.
35. Τεχνολογίες αυτοματισμών, τόμος Α', Albrecht Baumann, Hans Kaufmann, Gerd Robens, Hartmut Schlipf, Dietmar Schmid, Peter Strobel.
36. https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution#Smart_factory
37. «Maritime 4.0 – Opportunities in Digitalization and Advanced, Manufacturing for Vessel Development» -Brendan P. Sullivana, Shantanoo Desai, Jordi Solec, Monica Rossia, Lucia Ramundoa, Sergio Terzia
38. « Industry 4.0 in the port and maritime industry: A literature review», Ignacio de la Peña Zarzueloa, María Jesús Freire Soeane, Beatriz López Bermúdez.
39. <https://maritime-professionals.com/maritime-4-0-practices-challenges-and-opportunities/>
40. <https://www.britannica.com/technology/automation/Robots-in-manufacturing>
41. «Container Port Automation», International Transport Forum - <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/container-port-automation.pdf>
42. «Towards Green and Smart Seaports: Renewable Energy and Automation Technologies for Bulk Cargo Loading Operations» - Robert PHILIPP, Gunnar PRAUSE, Eunice O. OLANIYI, Florian LEMKE
43. «MARITIME AUTONOMOUS SURFACE SHIPS : DEVELOPMENT TRENDS AND PROSPECTS–HOW DIGITALIZATION DRIVES CHANGES IN MARITIME INDUSTRY» - Koji Wariishi
44. A Delphi-AHP study on STCW leadership competence in the age of autonomous maritime operations - Tae-eun Kim & Steven Mallam
45. «Automated Docking Procedure in Modern Shipping» - C. Athanasoglou, M. Papoutsidakis, D. Papachristos, N. Nikitakos.

46. «“IHIMU-a” A Fully Automated Steel Plate Bending System for Shipbuilding», TANGO Yoshihiko, ISHIYAMA Morinobu, SUZUKI Hiroyuki.
47. «A Robot for the Unsupervised Grit-Blasting of Ship Hulls», Daniel Souto, Andres Faiña, Alvaro Deibe Diaz, Fernando López Peña.
48. «Robotic Welding System for Shipbuilding», Kenji SADAHIRO, Shuhei HONDA, Shunsuke MIYATA, Yutaku SHO, Naoya SAWAGUCHI, Kazuyuki KIKUCHI.
49. «How AI is Influencing the Shipping Industry Today» Onur Yildirim, APC Global Marine Manager.

Λέξεις κλειδιά:

Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός, ΔΝΟ, IMO, πλοίο, πληροφοριακά συστήματα, συστήματα πληροφορικής, σύστημα, GISIS, CMEMS, weather route shipping, VTS, VTMISS, GIS, ECDIS, Ναυτιλία 4.0, τεχνολογίες αυτοματισμού, SCADA, terminal, τερματικό, ρομπότ, robot, αυτόνομα πλοία, τεχνητή νοημοσύνη, AI.