

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

**« ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΑ ΠΛΟΙΑ: ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ »**

ΛΟΥΪΖΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2020

Δήλωση αυθεντικότητας/ ζητήματα Copyright

Ως κάτωθι υπογεγραμμένη, φέρω ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό Copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό Copyright κειμένου.

Η υπευθύνως δηλούσα

ΛΟΥΪΖΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία. Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Τζαννάτος Ερνέστος(Επιβλέπων)
- Αρτίκης Αλέξανδρος
- Τσελέντης Βασίλειος

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά την αυτονομία στη ναυτιλία, εστιάζοντας στην περίπτωση των μη επανδρωμένων πλοίων και εκπονήθηκε στο πλαίσιο του 17ου Κύκλου Σπουδών και σύμφωνα πάντα με τον Κανονισμό που διέπει το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Ναυτιλία του Πανεπιστημίου Πειραιώς, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2019-2020. Με την ολοκλήρωσή της θα ήθελα να ευχαριστήσω, τον επιβλέπων καθηγητή της έρευνάς μου, για τη συνεργασία και για τη στήριξη που μου παρείχε.

Περίληψη

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει και να αναλύσει την αυτονομία στη ναυτιλία, εστιάζοντας στην περίπτωση των μη επανδρωμένων πλοίων. Η υλοποίηση της εργασίας στηρίζεται στα αποτελέσματα ειδικών επιστημονικών μελετών, με βάση τα οφέλη που παράγονται στον οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό τομέα, όπως επίσης, και τις κανονιστικές, επιχειρησιακές και ποιοτικές προκλήσεις, που συνάγονται, λόγω της δημιουργίας στο άμεσο μέλλον αυτού του είδους πλοίων. Η εργασία ολοκληρώνεται μέσα από πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο επιχειρεί μια ιστορική αναδρομή του αυτοματισμού στην ναυτιλία, το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζει κατευθυντήριες γραμμές για την αυτόνομη ναυτιλία και το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει πιλοτικές εφαρμογές αυτόνομων πλοίων. Το τέταρτο κεφάλαιο εστιάζει στα πλεονεκτήματα, την ασφάλεια, το οικονομικό μοντέλο και περιβαλλοντικά θέματα και τις προκλήσεις που υπάρχουν στο νομοθετικό έργο, στην ευθύνη, τον κυβερνοχώρο και τον ανθρώπινο παράγοντα. Το τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζει τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας για την έρευνα, που αφορά στη δημιουργία μη επανδρωμένων πλοίων και στηρίζεται στα θετικά αποτελέσματα που έχουν προκύψει, με στόχο την μελλοντική εφαρμογή τους.

Abstract

The aim of this paper is to study and analyze autonomy in maritime industry, focusing on the case of unmanned ships. The implementation of the this paper is based on the results of specific scientific studies, based on the benefits generated in the economic, social and environmental sector, as well as the regulatory, operational and quality challenges that will arise in the near future when such ships will be introduced. The study is completed through five chapters. The first chapter attempts a historical overview of automation in shipping, the second chapter presents guidelines for autonomous shipping and the third chapter presents pilot applications of autonomous ships. The fourth chapter focuses on the benefits, safety and security, an economic model and environmental issues and the challenges, the legislative work, the responsibility, the cyberspace and the human factor. The final chapter summarizes the final conclusions of the study on building unmanned vessels and focuses on the positive results that have emerged, with a view to their future implementation.

Περιεχόμενα

<i>Πρόλογος</i>	4
<i>Περίληψη</i>	5
<i>Abstract</i>	6
<i>Εισαγωγή</i>	10
Κεφάλαιο 1^ο Ιστορική Αναδρομή του Αυτοματισμού στη Ναυτιλία	13
1.1 Θεωρητική Προσέγγιση	13
1.1.1 Εισαγωγή στην Αυτονομία	13
1.1.2 Εφαρμογή μη επανδρωμένου σκάφους.....	14
1.1.3 Ασφάλεια ναυσιπλοΐας	16
1.1.4 Έλλειψη Πληρωμάτων.....	17
1.1.5 Επιβλαβείς εκπομπές καυσαερίων	18
1.2 Επίπεδα αυτονομίας	18
1.2.1 Ευπάθεια σε υπαρπαγή του ελέγχου (πειρατεία).....	20
1.2.2 Υποστήριξη του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO).....	21
1.2.3 Maritime Autonomous Surface Ships (MASS).....	22
Κεφάλαιο 2^ο Το έργο MUNIN για την αυτόνομη ναυτιλία	24
2.1 Το έργο MUNIN	24
2.1.1 Περίπτωση εφαρμογής.....	25
2.1.2 Στοιχεία της ιδέας	26
2.1.3 Ανάλυση κόστους-οφέλους	27
2.1.4 Ανάλυση ασφάλειας και προστασίας.....	29
2.1.5 Ανάλυση νομικού πλαισίου και ευθύνης	29
2.2 Τεχνολογική Προσέγγιση	31
2.3 Υφιστάμενη Τεχνολογία αυτόνομου πλοίου: e-navigation - Αυτόματα συστήματα κινήτρια, γέφυρας - Λειτουργία συστημάτων αυτοματισμού	32
2.3.1 Σύστημα Αισθητήρων	35
2.3.2 Σύστημα Πλοήγησης σε βαθιά ύδατα	36
2.3.3 Σύστημα υποστήριξης ελιγμών.....	36
2.3.4 Σύστημα Παρακολούθησης Μηχανών.....	37
2.3.5 Σύστημα Συντήρησης μέσω Αλληλεπίδρασης.....	38
2.3.6 Σύστημα Ενεργειακής Απόδοσης	39
2.3.7 Κέντρο Ελέγχου Ξηράς.....	39
Κεφάλαιο 3^ο Πιλοτικές εφαρμογές αυτόνομων πλοίων	41
3.1 Έργο AAWA της Rolls Royce	41
3.2 Έργο Revolt της DNV GL- NTNU	43
3.3 Ηλεκτρικό Πλοίο Yara Birkeland	44
3.4 Έργο της Mitsui OSK Lines – Mitsui Engineering & Shipbuilding	46
3.5 Αυτόνομο σκάφος Intellitug	48

3.6 Ομοιότητες και διαφορές εφαρμογών	49
Κεφάλαιο 4^ο Πλεονεκτήματα και Προκλήσεις	51
4.1 Πλεονεκτήματα στην ασφάλεια	51
4.2 Οικονομικά πλεονεκτήματα.....	53
4.3 Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα	54
4.4 Κοινωνικά πλεονεκτήματα	55
4.5 Νομικές προκλήσεις.....	56
4.6 Προκλήσεις ευθύνης.....	58
4.7 Προκλήσεις για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο.....	58
4.8 Προκλήσεις που αφορούν τον ανθρώπινο παράγοντα.....	59
4.9 Τεχνητή Νοημοσύνη στη Ναυτιλία	59
4.10 Ορισμός της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο (κυβερνοασφάλεια)	62
4.11 Ποιες είναι οι απειλές που επιδιώκει να αντιμετωπίσει η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο;.....	64
4.12 Ανθεκτικότητα συστημάτων και υποδομών πλοίου	66
4.13 Γιατί είναι σημαντική για τα πλοία η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο;.....	67
4.14 Πρότυπα ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, καθοδήγηση και ορθές πρακτικές	68
Κεφάλαιο 5^ο Συμπεράσματα.....	69
Βιβλιογραφία	71

Συντομογραφίες:

AIS	Automatic Identification System
AAWA	Advanced Autonomous Waterborne Applications
ABS	American Bureau of Shipping
BIMCO	Baltic and International Maritime Council
COLREGS	Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea
DWT	Dead Weight
IMO	International Maritime Organization
LIDAR	Coherent Light Detecting And Ranging
AIC	Artificial Intelligence Components
SCC	Shore Control Centre
STCW	Standards of Training, Certification and Watchkeeping
MASS	Maritime Autonomous Surface Ships
MSC	Maritime Safety Committee
EMSA	European Maritime Safety Agency
HLSG	High-Level Steering Group
VTMIS	Vessel Traffic Management Information System
MUNIN	Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks
HFO	Heavy Fuel Oil
VHF	Very High Frequency
VTS	Vessel Traffic Services
MPA	Maritime and Port Authority
GHG	Greenhouse Gas
UNCLOS	United Nations Convention on the Law of the Sea
ITU	International Telecommunication Union
DDoS	Distributed Denial of Service
RF	Radio Frequency
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electrotechnical Commission

Εισαγωγή

«Η αυτόνομη ναυτιλία είναι το μέλλον της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Όσο προοδευτικό, όπως το έξυπνο τηλέφωνο, το έξυπνο πλοίο θα φέρει την επανάσταση στο τοπίο του σχεδιασμού και των λειτουργιών του πλοίου» Mikael Makinen, Πρόεδρος Rolls-Royce Marine.

Πριν από δέκα χρόνια η ιδέα ότι θα μπορούσαμε να διαχειριστούμε τη ζωή μας μέσω μιας μικρής γυάλινης οθόνης, εθεωρείτο σχεδόν αδύνατη. Πλέον, λίγοι από εμάς θα θέλαμε να είμαστε χωρίς μια τέτοια οθόνη. Πριν από δύο χρόνια η συζήτηση για τα έξυπνα πλοία ήταν για πολλούς μια φουτουριστική ιδέα. Σήμερα, η προοπτική ενός τηλεχειριζόμενου πλοίου για εμπορική χρήση έως το τέλος της δεκαετίας θα είναι πραγματικότητα. Οι τεχνολογίες, και ιδίως αυτές των αισθητήρων, που απαιτούνται για να υλοποιηθούν τα εξ αποστάσεως διαχείρισης και αυτόνομα πλοία, υπάρχουν ήδη (Iakovleva & Momot, 2010, Komianos, 2018).

Η πρόκληση είναι να βρούμε τον βέλτιστο τρόπο για να συνδυάσουμε αυτές τις τεχνολογίες αξιόπιστα και οικονομικά. Οι αλγόριθμοι των αποφάσεων που θα βοηθήσουν τέτοια σκάφη να αποφασίζουν τι μέτρα πρέπει να λαμβάνουν υπό το φως των πληροφοριών από τους αισθητήρες βρίσκονται στο στάδιο της τελειοποίησης. Αυτό, όμως, απαιτεί ερμηνεία των θαλάσσιων κανόνων και κανονισμών που οδηγούν τον προγραμματιστή του έργου σε πεδίο προκλήσεων, όσον αφορά το επίπεδο ερμηνείας.

Η ανάπτυξη συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων θα είναι μια σταδιακή και επαναληπτική διαδικασία που θα υπόκειται σε εκτεταμένες δοκιμές και προσομοιώσεις (Schubert et al., 2015). Για να εξασφαλιστεί η κανονιστική έγκριση, καθώς, και η υποστήριξη της βιομηχανίας και την αποδοχή του κοινού, τα εξ αποστάσεως διαχείρισης και αυτόνομα πλοία θα πρέπει: α. να είναι εξίσου ασφαλή με τα υφιστάμενα πλοία. β. να έχουν τη δυνατότητα μείωσης των ανθρώπινων λαθών και γ. να μπορούν ταυτόχρονα να αντιμετωπίσουν νέους τύπους κινδύνων που πιθανόν να προκύψουν. Απαιτείται λοιπόν, ένας ολοκληρωμένος και δομημένος τρόπος αναγνώρισης και αντιμετώπισης αυτών των κινδύνων. Τα μη επανδρωμένα πλοία δημιουργούν εξελικτικές δυνατότητες σχετικά με τον επαναπροσδιορισμό του τρόπου σχεδιασμού και λειτουργίας ενός πλοίου. Όταν δεν υπάρχει ανθρώπινο δυναμικό επί του σκάφους, τότε καταργούνται πολλοί περιορισμοί στη διάταξη του πλοίου (Rolls-

RoyceMarine, 2016).

Ένας από τους πιο προφανείς, είναι η αφαίρεση των καταλυμάτων του πληρώματος και ακολούθως, ολόκληρο το υπερστέγασμα του καταστρώματος. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, την εξοικονόμηση κόστους, βάρους και χώρου, καθώς θα επιτρέψει στο πλοίο να μεταφέρει περισσότερο φορτίο. Κάθε πλοίο διαθέτει συστήματα για την εξυπηρέτηση του πληρώματος. Η απομάκρυνσή τους πρόκειται να απλουστεύσει το σχέδιο του πλοίου, το οποίο θα βελτιώσει την αξιοπιστία και την παραγωγικότητα, μειώνοντας παράλληλα, το κόστος κατασκευής και λειτουργίας. Τα μελλοντικά πλοία θα εξακολουθούν να χρειάζονται την ανθρώπινη συμβολή από την ξηρά καθιστώντας τη συνδεσιμότητα μεταξύ του πλοίου και ακτής εξαιρετικά κρίσιμη.

Μια τέτοια επικοινωνία θα πρέπει να είναι αμφίδρομη, ακριβής, επεκτάσιμη και να υποστηρίζεται από πολλαπλά συστήματα που δημιουργούν πλεονασμούς και ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο. Πρέπει να διασφαλιστεί επαρκής χωρητικότητα ζεύξης επικοινωνίας για την παρακολούθηση των αισθητήρων του πλοίου και τον εξ αποστάσεως έλεγχο, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο (Rolls-Royce Marine, 2016).

Η συνεχής, εγγυημένη συνδεσιμότητα μας δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθούμε τον εξοπλισμό, που βρίσκεται σε λειτουργία σε πραγματικό χρόνο, ανιχνεύοντας, διαγιγνώσκοντας και ιεραρχώντας ζητήματα σε σχέση με τον κρίσιμο εξοπλισμό. Ως επακόλουθο αυτού, είναι ότι οι πελάτες δύνανται να αξιοποιήσουν στο έπακρο τα περιουσιακά τους στοιχεία, βελτιστοποιώντας, τόσο τα προγράμματα λειτουργίας, όσο και τα προγράμματα συντήρησης του πλοίου.

Μια τόσο πλούσια ροή δεδομένων στα πιο τυποποιημένα πλοία θα επιφέρει τεράστιες αλλαγές στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Επίσης, θα επιτρέψει στους πλοιοκτήτες να διαχειριστούν το στόλο τους, με σκοπό τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών και τη μεγιστοποίηση του κέρδους. εξετάζοντας δεδομένα από μεμονωμένα πλοία, θα είναι σε θέση να προσδιορίσουν τον καλύτερο συνδυασμό διαδρομής, φορτίου, προγράμματος συντήρησης και τιμής καυσίμων για το στόλο στο σύνολό του, λαμβάνοντας τη μέγιστη αξία από ένα σύνολο πολύ ακριβών περιουσιακών στοιχείων.

Στο εγχείρημα αυτό οι πλοιοκτήτες δεν θα είναι οι μόνοι παίκτες. Η αυξημένη ψηφιοποίηση θα δημιουργήσει νέες υπηρεσίες αποστολής, όπως πιο αποτελεσματική συγκέντρωση και συμμαχίες, χρηματοδοτική μίσθωση περιουσιακών στοιχείων,

διαδικτυακές αγορές υπηρεσιών φορτίου κ.λπ. Ορισμένες από αυτές τις υπηρεσίες θα υποστηρίξουν υφιστάμενους παράγοντες της αγοράς και ορισμένες θα λειτουργήσουν ως αποδιοργανωτικούς παράγοντες, επιτρέποντας νέους παίκτες να εισέλθουν στην αγορά και να αναλάβουν ένα μεγάλο μερίδιο της επιχείρησης, με τον ίδιο τρόπο που έχουν ενεργήσει οι Uber, Spotify και Airbnb σε άλλους επιχειρηματικούς κλάδους (Rolls-Royce, 2016).

Κεφάλαιο 1^ο Ιστορική Αναδρομή του Αυτοματισμού στη Ναυτιλία

1.1 Θεωρητική Προσέγγιση

1.1.1 Εισαγωγή στην Αυτονομία

Τα τελευταία χρόνια έχει οριστεί το επίπεδο της αυτονομίας για τα οδικά οχήματα και τη θαλάσσια βιομηχανία. Παρά τα διαφορετικά επίπεδα αυτονομίας, θα μπορούσε να παρατηρηθεί ότι η απόφαση λειτουργίας παραδίδεται στο σύστημα από τον άνθρωπο στο υψηλότερο επίπεδο.

Η αυτονομία ξεκινά με ένα σύστημα πλοήγησης, καθοδήγησης και ελέγχου, ταυτόχρονα με ένα δυναμικό μη επανδρωμένο σκάφος και αλγόριθμους. Περιλαμβάνει το σύστημα καθοδήγησης, που παρέχει το σύστημα πλοήγησης και αποφυγής εμποδίων. Το 2012, μελετήθηκε ένα σύστημα ελέγχου, που υιοθέτησε τη Σύμβαση για τους Διεθνείς Κανονισμούς για την Πρόληψη των Συγκρούσεων στη Θάλασσα, 1972 (COLREGs), το οποίο ορίστηκε από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) (Campbell et al., 2012).

Το 2016, η Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA) ανέπτυξε ένα σύνολο ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού συστήματος για ασφαλή πλοήγηση και αποφυγή συγκρούσεων. Το ολοκληρωμένο σύστημα περιλάμβανε τρεις τομείς: α. την τεχνολογία αισθητήρων, που χρησιμοποιούν διαφορετικούς τύπους ραντάρ, οπτικές κάμερες υψηλής ευκρίνειας, LiDAR (Ανίχνευση φωτός και βεληνεκούς) κ.α. β. την θερμική απεικόνιση με αλγόριθμους ελέγχου που βασίζονται στους θαλάσσιους κανόνες και κανονισμούς για την πλοήγηση και την αποφυγή συγκρούσεων και γ. την επικοινωνία και συνδεσιμότητα για εισαγωγή στοιχείων από την ξηρά, για τυχόν επέμβαση όπου κρίνεται απαραίτητο.

Η μελλοντική δομή των μη επανδρωμένων πλοίων θα σχεδιάζεται, ώστε να ταιριάζει τόσο στην πλοήγηση επιφανείας όσο και κάτω από το νερό. Χρησιμοποιώντας την μπαταρία ως μέσο πρόωσης, θεωρείται εφικτό, ότι το μη επανδρωμένο πλοίο θα είναι απαλλαγμένο από επιβλαβείς εκπομπές καυσαερίων, με αποτέλεσμα τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Συνοψίζοντας, τα ακόλουθα αποτελούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα για την ανάπτυξη της μη επανδρωμένης ναυτιλίας (Li & Fung, 2019):

1. Πλεονεκτήματα:

- εξάλειψη των επιβλαβών εκπομπών καυσαερίων
- μείωση του κινδύνου ανθρώπινου σφάλματος και των συναφών ατυχημάτων που προκύπτουν από αυτό
- μείωση του κόστους των καυσίμων
- αντιστάθμιση της αναμενόμενης έλλειψης πληρωμάτων στο μέλλον
- μείωση των συνολικών λειτουργικών εξόδων και
- αύξηση της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας των μελλοντικών θαλάσσιων μεταφορών.

2. Μειονεκτήματα:

- η τεχνολογία βρίσκεται ακόμη υπό ανάπτυξη
- πιθανή μείωση των θέσεων εργασίας για ναυτικούς
- άγνωστοι κίνδυνοι ασφαλείας, λόγω αβέβαιης τεχνολογικής εξάρτησης και
- ευπάθεια υφαρπαγής του ελέγχου του πλοίου από χάκερ (πειρατεία).

1.1.2 Εφαρμογή μη επανδρωμένου σκάφους

Τα μη επανδρωμένα αυτοκίνητα και αεροσκάφη είναι κάτι σύνηθες σήμερα, ορισμένα δε, χρησιμοποιούνται στις οδικές μεταφορές καθώς και σε περίπτωση στρατιωτικής εμπλοκής. Το 2017 στην Κίνα, στην πόλη Shenzhen αναπτύχθηκε ένα μη επανδρωμένο ηλεκτρικό λεωφορείο και προχώρησε σε πιλοτικές δοκιμές διαδρομών εντός της πόλης. Αυτή η ενέργεια έτυχε θερμής υποδοχής από την κοινότητα και αποδείχτηκε επιτυχής. Στην Ευρώπη και τις Ηνωμένες Πολιτείες, υπάρχουν επίσης, έρευνες για μικρά μη επανδρωμένα υποβρύχια και στρατιωτικά σκάφη, μερικά από τα οποία, είναι ήδη διαθέσιμα και χρησιμοποιούνται (Li & Fung, 2019).

Στην ναυτιλία, υπήρξαν επίσης, έρευνες για μη επανδρωμένα επιφανειακά και υποβρύχια σκάφη. Αρχικά, αυτές οι έρευνες χρησιμοποίησαν την ιδέα των εξ αποστάσεως λειτουργιών ελέγχου σε σχετικά μικρά σκάφη, αλλά καθώς η ζήτηση μεγάλωνε, αυξήθηκε και το μέγεθος αυτών των σκαφών. Η ανάπτυξη ενός μεγάλου μη επανδρωμένου φορτηγού πλοίου σχετίζεται με μια παρόμοια ιδέα, αλλά οι επιπτώσεις

θα ήταν πολύ μεγαλύτερες, από ότι στην ξηρά και την αεροπορία.

Δεδομένου ότι πάνω από το 80 τοις εκατό της παγκόσμιας μεταφοράς φορτίων πραγματοποιείται δια θαλάσσης, θεωρείται μία από τις κύριες κινητήριες δυνάμεις της σημερινής παγκόσμιας οικονομίας. Θα ήταν ένα μεγάλο βήμα προς τα εμπρός το γεγονός ότι θα μπορούσε να εισαχθεί ένα αξιόπιστο και βιώσιμο σύστημα θαλάσσιων μεταφορών με μη επανδρωμένα σκάφη.

Στη Νορβηγία, ένα πλοίο παρόμοιο με το πραγματικό μέγεθος ενός φορτηγού πλοίου κατασκευάστηκε ως μη επανδρωμένο. Το «Yara Birkeland», είναι ένα αυτόνομο πλοίο εμπορευματοκιβωτίων, που τέθηκε σε λειτουργία το 2019. Το «Yara Birkeland» έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι το πρώτο στον κόσμο πλήρως αυτόνομο σκάφος, υπό την έννοια των logistics, τις επιχειρήσεις του βιομηχανικού χώρου, λιμενικών εργασιών και εργασιών επί του σκάφους. Το 2020 παραδόθηκε στην πλοιοκτήτρια εταιρία, ενώ η πλήρως αυτόνομη λειτουργία ήταν προγραμματισμένο να ξεκινήσει μέσα στο 2021, η πανδημία Covid-19 έχει θέσει εμπόδια. Εκτιμάται ότι η μετάβαση από την επανδρωμένη λειτουργία στην μη, θα ολοκληρωθεί το 2022.

Σε σύγκριση με τα σημερινά φορτηγά πλοία, η αξιοπιστία και η ικανότητα των Συστατικών Τεχνητής Νοημοσύνης (AIC), όσον αφορά την ασφάλεια, την οικολογία και την οικονομική αποδοτικότητα, θα αποτελούσε βασικό μέλημα για την αξία της ανάπτυξης μη επανδρωμένων πλοίων. Θα υπήρχε σκεπτικισμός σχετικά με τα μη επανδρωμένα πλοία και ως εκ τούτου, πρέπει να γίνει αντιληπτό, ότι τα μη επανδρωμένα πλοία είναι τουλάχιστον, εξίσου ασφαλή, ίσως και ακόμη πιο ασφαλή από τα υφιστάμενα φορτηγά πλοία. Αναμένεται επίσης, ότι το μη επανδρωμένο σκάφος θα είναι σε θέση να επιλύσει ορισμένα από τα παρόντα προβλήματα, που αντιμετωπίζονται στις θαλάσσιες μεταφορές.

Λειτουργικά, ένα μη επανδρωμένο πλοίο θα καθοδηγείται κυρίως, από τα AIC με αυτοματοποιημένο σύστημα πλοήγησης επί του σκάφους, που θα λαμβάνει αποφάσεις βάσει των ανιχνευόμενων περιβαλλόντων και καταστάσεων. Σε περίπτωση μη προκαθορισμένης κατάστασης στο μη επανδρωμένο σκάφος, ειδοποιείται αυτόματα το κέντρο ελέγχου ξηράς (SCC). Το SCC είναι μια εφεδρική εγκατάσταση, από την οποία το μη επανδρωμένο σκάφος θα μπορούσε να λειτουργήσει με προσωπικό στην ξηρά. Η χρήση των δορυφόρων επικοινωνίας, ως γεφυρών, θα δώσει τη δυνατότητα συνεχούς σύνδεσης του με επανδρωμένου πλοίου με το SCC.

Χρησιμοποιώντας την μπαταρία ως μέσο πρόωσης, το μη επανδρωμένο σκάφος μπορεί να πλέει κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας στην καθορισμένη διαδρομή του ωκεανού και σε ένα προκαθορισμένο βάθος. Λόγω της βύθισης, η αντίσταση μεταξύ του επιφανειακού νερού και του κύτους θα ήταν δυνατό να μειωθεί σημαντικά με ταυτόχρονη βελτίωση της ταχύτητας. Επιπλέον, το βυθισμένο σκάφος θα μπορούσε να αποφύγει τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και την έντονη κίνηση στην επιφάνεια της θάλασσας. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, αρκετά επιβατικά αυτοκίνητα, χρησιμοποιούν κάποιες αυτόματες βοηθητικές τεχνολογίες. Ο κατασκευαστής ηλεκτρικών αυτοκινήτων Tesla υπήρξε ο πρώτος που προώθησε λειτουργίες όπως η αυτόματη στάθμευση, το προηγμένο σύστημα ελέγχου ταχύτητας και τα φρένα έκτακτης ανάγκης. Το επόμενο βήμα είναι η κατασκευή ενός πλήρως αυτόνομου αυτοκινήτου. Πολλές εταιρείες τεχνολογίας (π.χ. Alphabet, Apple, Intel), εταιρείες αυτοκινήτων (π.χ. Tesla, BMW, Toyota) αλλά και νεοσύστατες εταιρείες, επενδύουν στην έρευνα και ανάπτυξη λογισμικού και υλικού για την κατασκευή αξιόπιστων αυτόνομων αυτοκινήτων (Perkins & Murmann, 2018).

1.1.3 Ασφάλεια ναυσιπλοΐας

Σήμερα, η ευθύνη του αξιωματικού του πλοίου αυξάνεται συνεχώς, λόγω των διαφόρων καθηκόντων πλοήγησης και της γραφειοκρατίας, καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού. Κατά τη διάρκεια των παράκτιων ταξιδιών, τα δρομολόγια θα είναι ακόμη πιο πυκνά.

Η συχνή παραμονή σε λιμένες και οι παρατεταμένες ώρες πλοήγησης σε πολυσύχναστα παράκτια ύδατα μπορεί να δημιουργήσουν άγχος στους αξιωματικούς πλοήγησης. Καθώς ο αριθμός των αξιωματικών πλοήγησης στο πλοίο είναι σχεδόν επαρκής, αυτές οι πιέσεις μπορεί να σημειώσουν να αύξηση του μεγάλου φόρτου εργασίας που προκαλεί κόπωση και εξάντληση.

Επιπλέον, ο υπεύθυνος πλοήγησης, συχνά παραμένει ο μόνος υπεύθυνος στη γέφυρα, ενώ απαιτείται να αντιμετωπίζει καταστάσεις που ενδέχεται να μην γίνουν αντιληπτές σωστά και να μην υπάρξει η κατάλληλη αντίδραση. Παρόλο, που η Σύμβαση STCW έχει επιβάλει αυστηρές απαιτήσεις, ως προς την ικανότητα των αξιωματικών πλοήγησης, τα πράγματα μπορεί να οδηγηθούν σε λάθος κατεύθυνση,

επειδή οι αξιωματικοί αυτοί βιώνουν συνθήκες συνεχούς πίεσης.

Από την άλλη πλευρά, στο πέρασμα των ωκεανών ισχύει το αντίθετο, αφού ο φόρτος εργασίας κατά την πλοήγηση είναι λιγότερο απειλητικός, και υπάρχει λιγότερη κίνηση κατά τη διάρκεια μιας διέλευσης. Αν και αυτό θα μπορούσε να επιτρέψει την χαλάρωση του αξιωματικού πλοήγησης, ωστόσο, υπάρχει πιθανότητα να τον οδηγήσει σε ανεπαρκή συνειδητοποίηση της κατάστασης.

Ως αποτέλεσμα, κατά περίπτωση προκύπτουν ατυχήματα, όπως συγκρούσεις πλοίων και προσαράξεις. Η διερεύνηση αυτών των ατυχημάτων αποκαλύπτει ότι πάνω από 80 τοις εκατό προκαλούνται από ανθρώπινο σφάλμα. Οι συνηθισμένοι άνθρωποι παράγοντες, όπως η κόπωση, η λανθασμένη κρίση και η ανεπαρκής συνειδητοποίηση της κατάστασης, συχνά συμβάλλουν στα αίτια των θαλάσσιων ατυχημάτων.

Ένα από τα κίνητρα, όσον αφορά την έρευνα σε μη επανδρωμένα σκάφη είναι η ενίσχυση της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας και η επίλυση του προβλήματος των ανθρώπινων σφαλμάτων στα θαλάσσια ατυχήματα. Με την εισαγωγή μη επανδρωμένου σκάφους και αυτόνομου συστήματος πλοήγησης, θεωρείται ότι θα μετριαστεί το πρόβλημα του ανθρώπινου σφάλματος και κατά συνέπεια η αποφυγή συγκρούσεων.

1.1.4 Έλλειψη Πληρωμάτων

Η προσφορά αξιωματικών πλοίων στη ναυτιλιακή βιομηχανία δεν θα είναι επαρκής στα επόμενα χρόνια. Σε μία μελέτη της Drewry Shipping Consultants έχει προκαλέσει την προσοχή η αναφορά, ότι λόγω του αριθμού των νέων πλοίων που τίθενται σε λειτουργία και ταυτόχρονα της απροθυμίας των νέων να εργαστούν στις θαλάσσιες μεταφορές, πρόκειται να επιδεινωθεί στο προσεχές μέλλον η έλλειψη αξιωματικών σε αυτά.

Η μελέτη διαπίστωσε, ότι η τρέχουσα μέτρια έλλειψη αξιωματικών πλοίων στον παγκόσμιο εμπορικό στόλο δεν θα επιλυθεί εάν δεν σημειωθεί αύξηση της εκπαίδευσης ή δεν ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπιση της κατάστασης. Επιπρόσθετα, η τρέχουσα παγκόσμια προσφορά κατά τα επόμενα πέντε έως δέκα χρόνια, πιθανότατα δεν θα ικανοποιήσει τη μελλοντική ζήτηση σε αξιωματικούς (Li & Fung, 2019).

1.1.5 Επιβλαβείς εκπομπές καυσαερίων

Ο έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των ναυτιλιακών εταιρειών έχει ασκήσει μεγάλη οικονομική πίεση σε όλους τους κλάδους, που ασχολούνται με τις θαλάσσιες μεταφορές. Το κόστος των καυσίμων είναι μια από τις κύριες αιτίες. Ταυτόχρονα, ο IMO επιβάλλει αυστηρές απαιτήσεις στα πλοία για τη μείωση των επιβλαβών εκπομπών καυσαερίων. Με την παγκόσμια απαίτηση του 0,5% θείου στις εκπομπές καυσαερίων, που τέθηκε σε ισχύ το 2020, θα επηρεαστούν περισσότερα από 70.000 πλοία. Αυτή η αναγκαιότητα μείωσης του κόστους και των επιβλαβών εκπομπών καυσαερίων θα αναγκάσει τις ναυτιλιακές εταιρείες να εξετάσουν εναλλακτικές λύσεις μέσων πρόωσης, όπως η μπαταρία, η αργή πλεύση κ.λπ. (Li & Fung, 2019). Στόχος για το μέλλον είναι η απελευθέρωση της ναυτιλίας από τον άνθρακα. Μια από τις βασικές προκλήσεις παραμένει η επιλογή των μελλοντικών καυσίμων, ποια θα είναι η διαθεσιμότητά τους και πώς θα υιοθετηθούν ευρέως τα επόμενα χρόνια. Βασικό ρόλο προς αυτή την απελευθέρωση θα διαδραματίσουν οι υβριδικές τεχνολογίες και η "ηλεκτροδότηση" των πλοίων. Η ταχεία πρόοδος της ενεργειακής απόδοσης των μπαταριών έχει θέσει βάσεις για περαιτέρω εξελίξεις στις τεχνολογίες πρόωσης με τη χρήση μπαταριών. Σε συνδυασμό με την ανάπτυξη ανάλογων υποδομών φόρτισης στους λιμένες, η βιομηχανία θα επωφεληθεί σημαντικά χρησιμοποιώντας τη μπαταρία ως ένα μέσο για την απελευθέρωση από την χρήση του άνθρακα. Προς το παρόν, οι υποδομές και οι επενδύσεις που διατίθενται σε πορθμεία για την μείωση των εκπομπών ποικίλλει από τη μια χώρα στην άλλη. Η Νορβηγία πρωτοστατεί σε αυτό το εγχείρημα παρέχοντας επιχορηγήσεις μέσω κρατικών προγραμμάτων και έρευνών, καθώς και χρησιμοποιώντας ηλεκτρικά ferry για ταξίδια μικρών αποστάσεων. Στόχος της Νορβηγίας είναι όλες οι μικρές αποστάσεις να καλύπτονται από πλοία απολύτως ηλεκτρικά αλλά και για μεγαλύτερες αποστάσεις να χρησιμοποιούνται υβριδικές τεχνολογίες.

1.2 Επίπεδα αυτονομίας

Κατά το αρχικό στάδιο, οι περισσότερες από τις κύριες λειτουργίες ελέγχου, όπως ο προγραμματισμός του ταξιδιού και η επιλογή των διαδρομών, θα εξακολουθούν να εκτελούνται από το κέντρο ελέγχου ξηράς (SCC). Ωστόσο, οι λειτουργίες ελέγχου της πλοήγησης, όπως οι προκαθορισμένες ενέργειες για την αποφυγή σύγκρουσης και

η ρύθμιση της πορείας θα αναληφθούν από το σύστημα αισθητήρων επί του σκάφους. Το σύστημα αισθητήρων υποστηρίζεται από ραντάρ, οπτικές κάμερες υψηλής ευκρίνειας, LiDAR, θερμική απεικόνιση και Συστατικών Τεχνητής Νοημοσύνης (AIC) κ.λπ.

Κατ' αρχήν, οι λειτουργίες ανίχνευσης βασίζονται σε υπάρχοντες αξιόπιστους αισθητήρες πλοήγησης, όπου το ραντάρ εξακολουθεί να είναι η κύρια πηγή πληροφοριών. Από την πλευρά, ασφάλειας της πλοήγησης, το σύστημα πρέπει να διασφαλίζει, ότι μία τεχνική αστοχία δεν θα θέσει σε κίνδυνο την ικανότητα του μη επανδρωμένου σκάφους να ανταποκρίνεται στις κρίσιμες για την ασφάλειά του λειτουργίες, ώστε να λειτουργεί συνεχώς υπό όλες τις παραμέτρους ασφάλειας (Li & Fung, 2019).

Για τη συνήθη λειτουργία της μη επανδρωμένης ναυτιλίας, θα γίνει προσδιορισμός των τριών σταδίων εφαρμογής, δηλαδή κατά την αναχώρηση, τη διέλευση από τον ωκεανό και την άφιξη. Μία ομάδα πληρώματος πλοήγησης θα επιβιβάζεται στο μη επανδρωμένο σκάφος, αφού αυτό ολοκληρώσει τη διέλευση του ωκεανού και πλησιάζει προς τα παράκτια ύδατα του λιμένα προορισμού του. Στη συνέχεια, το πλήρωμα θα πλοηγεί το πλοίο με συμβατικό τρόπο, έως ότου φτάσει στον ελλιμενισμό. Η φόρτωση ή εκφόρτωση φορτίου θα πραγματοποιείται μετά τον ελλιμενισμό. Κατά την αναχώρηση, το πλήρωμα θα πλοηγεί το πλοίο μακριά από τα πολυσύχναστα παράκτια ύδατα σε μια θέση, όπου θα ξεκινά τη διέλευση του ωκεανού. Έπειτα, το πλήρωμα θα θέτει το σκάφος σε κατάσταση μη επανδρωμένης λειτουργίας για την πλοήγηση σε ανοιχτή θάλασσα, με πλήρη αυτόματη λειτουργία και θα αποβιβάζεται. Μετά από αυτό, το πλοίο θα πλέει ως μη επανδρωμένο, έως ότου πλησιάσει στα παράκτια ύδατα του λιμένα προορισμού.

Κατά τη διάρκεια της πλήρους αυτόνομης λειτουργίας σε θαλάσσια διέλευση, η κατάσταση του πλοίου μεταδίδεται συνεχώς στο κέντρο ελέγχου ξηράς, μέσω δορυφορικής επικοινωνίας για την ασφαλή παρακολούθησή του. Το πλοίο προχωρά στην προγραμματισμένη διαδρομή του, σύμφωνα με το σχέδιο ταξιδιού και τα περιβαλλοντικά δεδομένα, τα οποία λαμβάνονται και παρακολουθούνται από τους αισθητήρες αυτόματης ανίχνευσης, όπως τα ραντάρ και τα συστήματα αποφυγής σύγκρουσης (Huffmeier&Bram, 2018).

Η ρύθμιση και ο σχεδιασμός των Συστατικών Τεχνητής Νοημοσύνης (AIC),

καθώς και του συστήματος αισθητήρων, πρέπει στη βάση τους να τηρούν τις κατάλληλες διεθνείς νομικές απαιτήσεις, όπως οι διεθνείς κανονισμοί πρόληψης σύγκρουσης πλοίων. Εάν προκύψει μια κατάσταση, όπου το πλοίο έχει πλησιάσει επικίνδυνα ένα άλλο, τότε το σύστημα αισθητήρων θα αναγνωρίσει την κατάσταση κυκλοφορίας και το AIC θα ανταποκριθεί σε αυτό, σύμφωνα με τους κανονισμούς σύγκρουσης. Εάν ανακαλυφθούν πλωτά αντικείμενα ή δίχτυα ψαρέματος, το πλοίο θα πραγματοποιήσει επίσης, αντίστοιχο ελιγμό.

Μόλις προκύψει μια κατάσταση, την οποία το σύστημα αισθητήρων δεν είναι ικανό να αντιμετωπίσει, τότε μπορεί να ζητηθεί ανθρώπινη βοήθεια από το κέντρο ελέγχου ξηράς, μέσω των Συστατικών Τεχνητής Νοημοσύνης (AIC). Επομένως, το πλοίο θα αλλάξει αυτόματα, σε λειτουργία τηλεχειρισμού και θα επικοινωνήσει με έναν χειριστή του κέντρου ελέγχου, μέσω δορυφόρων επικοινωνίας. Εάν απαιτείται, ο χειριστής θα προβεί σε άμεσες ενέργειες και θα δώσει εντολή στο πλοίο απομακρυσμένα. Εντούτοις, προβλέπεται η σταδιακή μείωση της παρέμβασης μέσω του κέντρου ελέγχου, καθώς το σύστημα αυτόματης λειτουργίας αισθητήρα αναπτύσσεται περαιτέρω, για την αντιμετώπιση διαφορετικού τύπου καταστάσεων.

Η έννοια του SCC προβλέπει μια εφεδρική εγκατάσταση στην οποία θα λειτουργεί το μη επανδρωμένο σκάφος. Εκτός από την αυτόνομη λειτουργία της μη επανδρωμένης ναυτιλίας, ο χειριστής μπορεί να επιβλέπει ταυτόχρονα ορισμένα πλοία παρόμοιων τύπων. Το SCC ρυθμίζεται, ως γέφυρα πλοίου πλήρους κλίμακας στην ξηρά και εκτελείται από εκπαιδευμένο χειριστή, ο οποίος μπορεί να είναι ένας έμπειρος πλοίαρχος ή αξιωματικός υπηρεσίας. Ο ρόλος του SCC είναι να υποστηρίζει τη λειτουργία ασφαλείας του αυτόματου συστήματος επί του πλοίου και να διασφαλίζει, ότι οι προκαθορισμένες καταστάσεις αντιμετωπίζονται σωστά. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, οι διαδικασίες πλοήγησης και οι σχετικές ενέργειες που έχουν ληφθεί πρέπει να καταγράφονται και να χαρτογραφούνται για να διευκολύνεται η μελλοντική βελτίωση του συστήματος.

1.2.1 Ευπάθεια σε υφαρπαγή του ελέγχου (πειρατεία)

Στο ναυτιλιακό τομέα, ο χειρισμός από απόσταση και το αυτόνομο σύστημα πλοήγησης στο μη επανδρωμένο πλοίο προσφέρει οφέλη, για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα, όπως εξαρτήματα τεχνητής νοημοσύνης και σύστημα

αισθητήρων. Ωστόσο, καθώς τα μη επανδρωμένα πλοία διασυνδέονται μέσω χερσαίας και δορυφορικής δικτύωσης είναι πιθανό να εκτίθενται σε απειλές στον κυβερνοχώρο (Li & Fung, 2019). Το 2016, ο IMO μετά από διαβούλευση με τα μέλη του σχετικά με το πως θα έπρεπε να είναι οι οδηγίες για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, εξέδωσε τις ενδιάμεσες οδηγίες διαχείρισης κινδύνων στον κυβερνοχώρο. Αυτές οι οδηγίες επιτρέπουν στις υπηρεσίες, που είναι κρίσιμες για τις επιχειρήσεις ασφάλειας και διάσωσης, πλοήγησης και επικοινωνίας σε ένα περιβάλλον εξ αποστάσεως να προστατεύονται από απειλές στον κυβερνοχώρο.

Αν και οι επιθέσεις ασφάλειας στον κυβερνοχώρο των ναυτιλιακών υποδομών δεν έχουν αποκτήσει ακόμη κρίσιμη δυναμική, κρίνεται αναγκαίο να διατηρηθεί ένα σχέδιο αντιμετώπισης και πρόληψης τέτοιων επιθέσεων, προσδιορίζοντας πρώτα τα ευάλωτα σημεία. Οι εμπειρογνώμονες στην πληροφορική και την ασφάλεια θα πρέπει να πραγματοποιούν τακτικές δοκιμές συμβάντων, με σκοπό τον εντοπισμό αδυναμιών και την ενίσχυση του ενσωματωμένου προγράμματος ασφαλείας προς αποφυγή πιθανών επιθέσεων από χάκερ (Jones, Tam & Papadaki, 2016).

1.2.2 Υποστήριξη του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO)

Τα τελευταία χρόνια, ο IMO έχει αναπτύξει κατευθυντήριες γραμμές για την αξιολόγηση των κινδύνων, που σχετίζονται με την ασφάλεια κατά την πλεύση των αυτόνομων πλοίων. Καθώς, η εισαγωγή μιας έννοιας για τα μη επανδρωμένα πλοία θα ωφελήσει σίγουρα τη μελλοντική ανάπτυξη της τεχνολογίας, κρίνεται απαραίτητη μία εμπειριστατωμένη αναθεώρηση του εντοπισμού κινδύνων, που επηρεάζονται από τη λειτουργία των αυτόνομων πλοίων σε σχέση με τα επανδρωμένα πλοία.

Μια άλλη πρόταση της ιδέας e-Navigation του IMO είναι η επέκταση λειτουργίας του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης στα πλοία με την εμφάνιση των προβλεπόμενων διαδρομών τους στο SCC ή σε άλλες εγκαταστάσεις υποδοχής. Αυτή η υπηρεσία, χωρίς αμφιβολία, θα είναι πολύ ωφέλιμη, για την αλληλεπίδραση των πλοίων στην ανάπτυξη των Συστατικών Τεχνητής Νοημοσύνης (AIC) της μη επανδρωμένης ναυτιλίας (Li & Fung, 2019).

Παρομοίως με το Σχέδιο Διαχωρισμού Κυκλοφορίας, το οποίο είχε καθοριστεί σε περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση, ο IMO θα πρέπει να εξετάσει το ενδεχόμενο καθορισμού των διαδρομών στους ωκεανούς για τα μη επανδρωμένα πλοία. Πρέπει

επίσης, να θεσπιστεί ως απαίτηση από τα κράτη μέλη, η εγγραφή των κύριων θαλάσσιων διαδρομών στις Αποκλειστικές Οικονομικές Ζώνες. Οι καθορισμένες θαλάσσιες διαδρομές πρέπει να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για μη επανδρωμένα πλοία, τα οποία διέρχονται από τη θαλάσσια περιοχή, σύμφωνα με τους αναθεωρημένους κανονισμούς θαλάσσιας κυκλοφορίας. Επιπλέον, για την ασφαλή λειτουργία των μη επανδρωμένων πλοίων, θα πρέπει να εισαχθούν ειδικοί κανονισμοί, τόσο για επιφανειακές, όσο και σε υποβρύχιες συνθήκες.

1.2.3 Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)

Ο αυξημένος αυτοματισμός επί των πλοίων, τα οποία μπορεί τελικά να φτάσουν σε πλήρη αυτονομία ή να γίνουν τηλεκατευθυνόμενα μη επανδρωμένα πλοία, δεν αποτελεί νέο ζήτημα ασφάλειας στη θάλασσα. Στην πραγματικότητα, η Επιτροπή Ασφάλειας της Ναυσιπλοΐας του IMO έχει ασχοληθεί με τα αυτοματοποιημένα πλοία, ήδη από το 1964. Ωστόσο, οι πρόσφατες τεχνολογικές ανακαλύψεις στους τομείς των τεχνολογιών της πληροφορικής, της ψηφιοποίησης και της μηχανικής μάθησης, ιδίως οι υποστηριζόμενες από έρευνα που χρηματοδοτείται από την ΕΕ, έδωσαν την πιθανότητα πρακτικής εφαρμογής ορισμένων από αυτών στο MASS (Maritime Autonomous Surface Ships), (Wróbel et.al., 2019).

Το MASS διαθέτει μία δυναμική με επιπτώσεις, οι οποίες στηρίζονται στην τεχνική, οικονομική, περιβαλλοντική, νομοθετική και κοινωνική επίδραση στα επόμενα χρόνια. Αυτή η εξέλιξη μπορεί επίσης, να προσφέρει ευκαιρίες και νέες έννοιες που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την εφοδιαστική αλυσίδα και ως εκ τούτου, τις συνολικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μεταφορών. Ως φυσική συνέπεια, το MASS θα πρέπει επίσης, να αντιμετωπιστεί από κανονιστική άποψη, δεδομένου ότι οι κανονισμοί προσφέρουν παραδοσιακά ένα πλαίσιο ασφάλειας, αλλά, μερικές φορές, αποθαρρύνουν την καινοτομία, καθώς συχνά καταρτίζονται σε διαφορετικούς χρόνους.

Από κανονιστική άποψη, η Επιτροπή Ασφάλειας της Ναυσιπλοΐας του IMO συμφώνησε να συμπεριλάβει στην ατζέντα της ένα νέο σημείο για το MASS. Επίσης, η MSC 99 συμφώνησε να αναλάβει μια κανονιστική διαδικασία διερεύνησης για την εκτίμηση των επιπτώσεων του MASS στο υπάρχον διεθνές κανονιστικό πλαίσιο, για την ασφάλεια στη θάλασσα. Αναμένεται να πραγματοποιηθούν σημαντικές εργασίες σε κανονιστικό πλαίσιο, μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής για την εφαρμογή και τη διευκόλυνση της περαιτέρω αυτονομίας στη ναυτιλία (Chae et al.,

2020).

Η EMSA παρείχε υποστήριξη στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με αυτό το θέμα, συμμετέχοντας σε συναντήσεις της MSC με παροχή συμβουλών για την κανονιστική διαδικασία. Επιπλέον, σε σχέση με το VTMISS (Συστήματα Πληροφοριών Διαχείρισης Κυκλοφορίας Σκαφών), ο Οργανισμός είναι επίσης, ενεργός στο πλαίσιο του High-Level Steering Group (HLSG) για τη Διακυβέρνηση του Ψηφιακού Θαλάσσιου Συστήματος και Υπηρεσιών. Συνέβαλε δε, σημαντικά στις κατευθυντήριες γραμμές δοκιμών με μη επανδρωμένα πλοία. Μια «ειδική ομάδα» δημιουργήθηκε τον Ιανουάριο του 2020, εντός του Οργανισμού, προκειμένου να αποτελέσει τον τεχνικό διαμεσολαβητή σε σχέση με τα αυτόνομα πλοία και ειδικότερα, να αποτελέσει την πλατφόρμα για τις τεχνικές συζητήσεις με τις διοικήσεις των ναυτιλιακών εταιρειών, την βιομηχανία και τον ακαδημαϊκό χώρο (Chintoan, 2016).

Κεφάλαιο 2^ο Το έργο MUNIN για την αυτόνομη ναυτιλία

2.1 Το έργο MUNIN

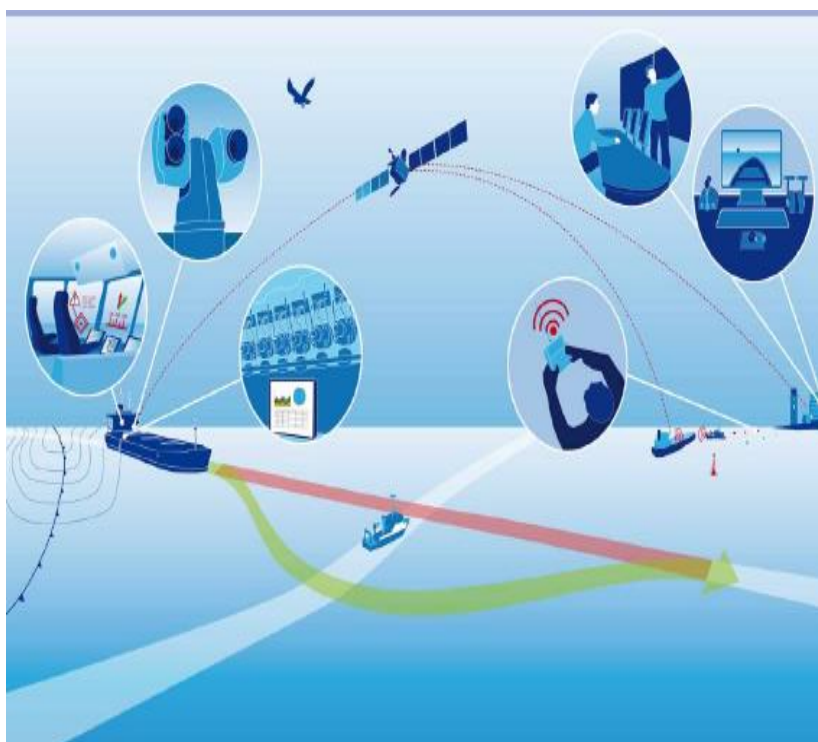
Το έργο MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) είναι ένα συνεργατικό ερευνητικό έργο, συγχρηματοδοτούμενο από τις ευρωπαϊκές επιτροπές στο πλαίσιο του έβδομου προγράμματος-πλαisiού της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το MUNIN στοχεύει να στην ανάπτυξη και την επαλήθευση της ιδέας για ένα αυτόνομο πλοίο, το οποίο ορίζεται ως ένα πλοίο που καθοδηγείται κυρίως, από αυτόματα συστήματα αποφάσεων επί του πλοίου, αλλά ελέγχεται από έναν εξ αποστάσεως χειριστή σε σταθμό ελέγχου της ξηράς (Fraunhofer, 2016).

Οι θαλάσσιες μεταφορές εντός της ΕΕ αντιμετωπίζουν προκλήσεις όπως, σημαντικές αυξήσεις στον όγκο των μεταφορών, αυξανόμενες περιβαλλοντικές απαιτήσεις και έλλειψη πληρωμάτων στο μέλλον. Η έννοια του αυτόνομου πλοίου προσφέρει τη δυνατότητα να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις. Επιπλέον, επιτρέπει την πιο αποτελεσματική και ανταγωνιστική λειτουργία των πλοίων και αυξάνει την περιβαλλοντική απόδοσή τους. Η προσέγγιση με βάση την ακτή, προσφέρει στο «ναυτικό επάγγελμα» τη δυνατότητα να γίνει κοινωνικά πιο βιώσιμο μειώνοντας το χρόνο που βρίσκονται οι ναυτικοί μακριά από τις οικογένειές τους.

Το ακρωνύμιο MUNIN σημαίνει τη θαλάσσια μη επανδρωμένη πλοήγηση, μέσω της νοημοσύνης στα δίκτυα, και επισημαίνοντας την εγγενή ιδέα του έργου, που ορίζεται στην ανάπτυξη της τεχνολογίας για τη λειτουργία ενός μη επανδρωμένου αυτόνομου πλοίου. Επίσης, σύμφωνα με τη μυθολογία της Νορβηγίας, έτσι ονομάζεται ένα από τα κοράκια του Οντίν, που κάθε ημέρα πετά σε όλο τον κόσμο χωρίς καθοδήγηση, συλλέγοντας πληροφορίες και το βράδυ επιστρέφει τις πληροφορίες – το «φορτίο» του – στον κύριό του. Αυτό ακριβώς είναι και το όραμα για το αυτόνομο MUNIN σκάφος.

Η προέλευση του MUNIN έγκειται στη στρατηγική ερευνητική ατζέντα και στο σχέδιο εφαρμογής του Waterborne TP, ένα σύμπλεγμα ευρωπαϊκών ενδιαφερόμενων μερών του ναυτιλιακού κλάδου που έχει δημοσιεύσει ένα έγγραφο, του οποίου το θέμα αφορά το όραμα της μελλοντικής ανάπτυξης της ναυτιλιακής βιομηχανίας, σχετικά με την ανταγωνιστικότητα και την καινοτομία, λαμβάνοντας επίσης υπόψη, τις απαιτήσεις ασφάλειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ως ένα βασικό αποτέλεσμα εκμετάλλευσης για την ευρωπαϊκή ερευνητική ατζέντα στη θάλασσα, κατονομάζεται το αυτόνομο σκάφος, το οποίο είναι εξοπλισμένο με αρθρωτά συστήματα ελέγχου και τεχνολογία επικοινωνιών, το οποίο επιτρέπει την ασύρματη παρακολούθηση και τον έλεγχο, συμπεριλαμβανομένων των προηγμένων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και δυνατοτήτων εξ αποστάσεως και αυτόνομης λειτουργίας. Τα μη επανδρωμένα και αυτόνομα σκάφη μπορούν να συμβάλουν στον στόχο μιας πιο βιώσιμης ευρωπαϊκής βιομηχανίας θαλάσσιων μεταφορών, καθώς υπάρχει η δυνατότητα μείωσης των λειτουργικών δαπανών, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και προσέλκυσης επαγγελματιών ναυτικών (Ahvenjärvi, 2016).



Σχήμα 2.1-Θαλάσσιο αυτόνομο σύστημα

Πηγή: Burmeister, 2014

2.1.1 Περίπτωση εφαρμογής

Η υπόθεση που διερευνήθηκε στο MUNIN, αφορά ένα φορτηγό πλοίο μεταφοράς χύδην ξηρού φορτίου, που δραστηριοποιείται σε διηπειρωτικές συναλλαγές με φορτηγά πλοία. Αυτό το προφίλ παρουσιάζει υψηλό ενδιαφέρον για την ιδέα του MUNIN, καθώς οι πρόσθετες απαιτήσεις φορτίου είναι χαμηλές, το ενδιαφέρον για πλεύση με αργή ταχύτητα είναι υψηλό, επειδή οι μεταφορές χύδην ξηρού φορτίου,

συνήθως μεταφέρουν το φορτίο απευθείας από σημείο σε σημείο, με αποτέλεσμα ένα μακρύ, αδιάλειπτο ταξίδι στα βαθιά ύδατα σε σύγκριση με π.χ. τις συναλλαγές εμπορευματοκιβωτίων. Αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό, καθώς το MUNIN προβλέπει μόνο την αυτόνομη λειτουργία ενός μη επανδρωμένου σκάφους κατά τη διάρκεια του ταξιδιού σε ανοιχτή θάλασσα και όχι σε περιπτώσεις με συμφόρηση. Αυτά τα καθήκοντα θα εξακολουθούν να εκτελούνται από το πλήρωμα επί του πλοίου, αν και η αναλογία βαθέων υδάτων/μήκους ταξιδιού είναι ένας σημαντικός οικονομικός παράγοντας για την επιχειρησιακή απόδοση (Chaaletal., 2020).

2.1.2 Στοιχεία της ιδέας

Το περιορισμένο εύρος ζώνης του δορυφόρου σε ορισμένες περιοχές και το υψηλό κόστος επικοινωνίας καθιστούν μια απλή λύση τηλεχειρισμού μη ελκυστική. Έτσι, η MUNIN προτείνει μια ιδέα, όπου το πλοίο λειτουργεί αυτόνομα μέσω αναπτυγμένων συστημάτων. Οι λειτουργίες παρακολούθησης και ελέγχου εκτελούνται από ένα χειριστή στο κέντρο ελέγχου ξηράς. Επομένως, η έννοια του MUNIN ορίζει τα ακόλουθα συστήματα και οντότητες: (Burmeister et al., 2014)

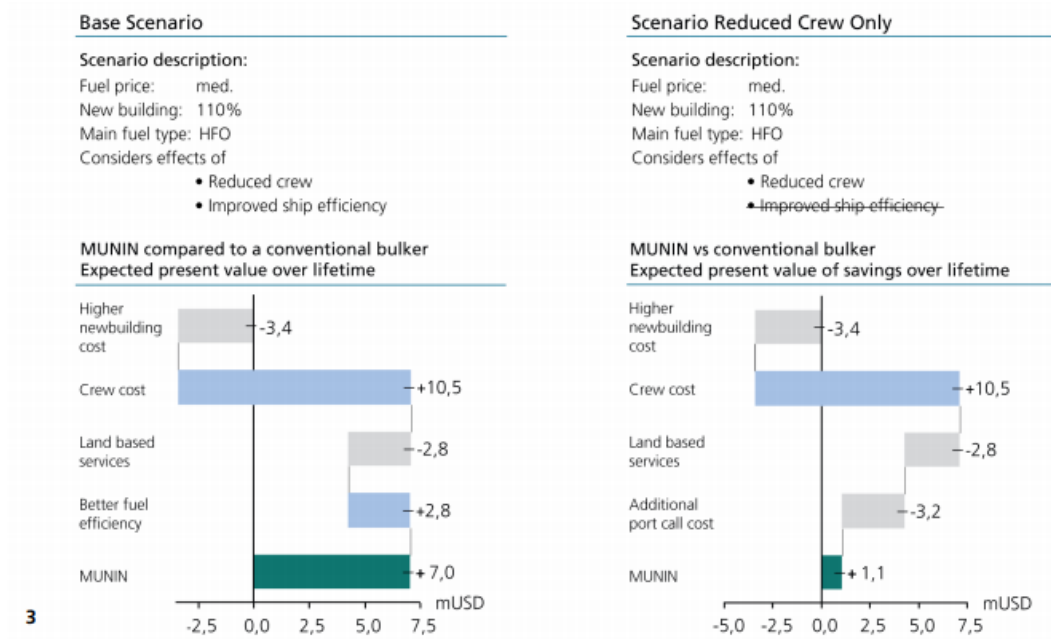
- Μια προηγμένη μονάδα αισθητήρων, η οποία φροντίζει τα καθήκοντα επιτήρησης στο πλοίο, συγχωνεύοντας συνεχώς τα δεδομένα αισθητήρων από τα υπάρχοντα συστήματα πλοήγησης, όπως τα ραντάρ και AIS, σε συνδυασμό με εικόνες από κάμερα σε φως ημέρας και υπέρυθρες ακτίνες
- Ένα αυτόνομο σύστημα πλοήγησης, το οποίο ακολουθεί ένα προκαθορισμένο σχέδιο ταξιδιού εντός ορισμένων βαθμών ελευθερίας, για την προσαρμογή της διαδρομής, σύμφωνα με τη νομοθεσία και την καλή ναυσιπλοΐα, π.χ. λόγω εμφάνισης καταστάσεων συνάντησης με άλλο πλοίο ή σημαντικών αλλαγών στις καιρικές συνθήκες.
- Ένα αυτόνομο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης του κινητήρα, το οποίο εμπλουτίζει το μηχανοστάσιο του πλοίου και τα συστήματα αυτοματισμού πρόωσης, με προηγμένες λειτουργίες προκαθορισμού βλαβών και χειρισμού, διατηρώντας παράλληλα τη βέλτιστη απόδοση.
- Ένα κέντρο ελέγχου ξηράς, το οποίο παρακολουθεί συνεχώς και ελέγχει το αυτόνομο σκάφος μετά την αποχώρηση από αυτό του επιβαίνοντος πληρώματος των

εξειδικευμένων ναυτικών αξιωματικών και μηχανικών. Περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τις συγκεκριμένες θέσεις:

- Χειριστής του κέντρου ελέγχου ξηράς, ο οποίος παρακολουθεί την ασφαλή λειτουργία πολλών αυτόνομων πλοίων ταυτόχρονα από έναν σταθμό και τα ελέγχει, δίνοντας εντολές υψηλού επιπέδου, π.χ. ενημέρωση του σχεδίου ταξιδιού ή του επιχειρησιακού φακέλου του αυτόνομου συστήματος.
- Μηχανικός του κέντρου ελέγχου ξηράς, ο οποίος βοηθά τον χειριστή σε περίπτωση τεχνικών ερωτήσεων και είναι υπεύθυνος για το σχέδιο συντήρησης των σκαφών βάσει ενός συστήματος συντήρησης εξασφαλίζοντας επαρκή αξιοπιστία του τεχνικού συστήματος για τα επόμενα ταξίδια.
- Μια ομάδα της αίθουσας κατάστασης του κέντρου ελέγχου ξηράς, η οποία μπορεί να αναλάβει τον άμεσο τηλεχειρισμό ενός πλοίου σε ορισμένες καταστάσεις μέσω ενός αντιγράφου της γέφυρας του μη επανδρωμένου σκάφους στην ξηρά, συμπεριλαμβανομένου ενός συστήματος υποστήριξης εξ αποστάσεως ελιγμού, που εξασφαλίζει την κατάλληλη επίγνωση της κατάστασης στον άμεσο έλεγχο παρά τη φυσική απόσταση μεταξύ πληρώματος και πλοίου.

2.1.3 Ανάλυση κόστους-οφέλους

Με βάση ένα μοντέλο ταμειακών ροών στη ναυτιλία, πραγματοποιήθηκε μια οικονομική ανάλυση της ανεπτυγμένης ιδέας, για ένα νεότευκτο πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου MUNIN. Αυτή κατέδειξε ότι, σε σύγκριση με ένα συμβατικό επανδρωμένο φορτηγό πλοίο, το αυτόνομο φορτηγό πλοίο θα ήταν εμπορικά βιώσιμο υπό ορισμένες συνθήκες. Σε ένα βασικό σενάριο, το φορτηγό πλοίο MUNIN βρέθηκε ότι βελτιώνει την αναμενόμενη παρούσα τιμή κατά mUSD 7 για μια περίοδο 25 ετών σε σύγκριση με το φορτηγό πλοίο αναφοράς (Hogg&Ghosh, 2016).



Σχήμα 2.2- Σενάριο κόστους-οφέλους

Πηγή: MUNIN, unmanned-ship.org, 2016

Εκτός από την εξοικονόμηση κόστους, λόγω της υψηλότερης αποτελεσματικότητας των χερσαίων υπηρεσιών στο λιμένα και στο κέντρο ελέγχου ξηράς, ιδιαίτερα το γεγονός ότι επιτρέπει αλλαγές στο σχεδιασμό του αυτόνομου πλοίου, αυτό εξασφαλίζει μια θετική αναμενόμενη παρούσα αξία. Τέτοια νέα καινοτόμα αυτόνομα σχέδια πλοίων θα πρέπει να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμων και κατά συνέπεια, πιθανόν και των επιβλαβών εκπομπών καυσαερίων. Ωστόσο, αυτό προϋποθέτει ότι θα μπορεί να επιλυθεί η εικονιζόμενη πρόκληση της αυτόνομης λειτουργίας με χρήση βαρέων καυσίμων. Αλλά ακόμη και αν δεν συμβεί, τα μη επανδρωμένα σκάφη έχουν επίσης, δυνατότητες απόδοσης σε ορισμένες θαλάσσιες διαδρομές, όπως π.χ. ναυτιλία μικρών αποστάσεων και παράκτιες περιοχές ελέγχου εκπομπών. Εντούτοις, εξακολουθούν να συνδέονται με υψηλό επίπεδο αβεβαιότητας - λόγω του πρώιμου σταδίου ανάπτυξης των ιδεών και του περιορισμένου πεδίου εφαρμογής του έργου MUNIN - τα αποτελέσματα δείχνουν ότι με τη λειτουργία αυτόνομων πλοίων υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της κερδοφορίας των ναυτιλιακών εταιρειών.

2.1.4 Ανάλυση ασφάλειας και προστασίας

Εκτός από την κερδοφορία, η ασφάλεια αυξάνεται με την λειτουργία των μη επανδρωμένων σκαφών. Οι κατηγορίες των συμβάντων της σύγκρουσης και της βύθισης ευθύνονται σχεδόν για το 50% του συνόλου των απωλειών κατά την χρονική περίοδο 2005-2014. Αποδεικνύεται λοιπόν, ότι αντιπροσωπεύουν σαφώς, τις κατηγορίες με την υψηλότερη πιθανότητα συμβάντος. Επιπλέον, τα ανθρώπινα λάθη αποτελούν κρίσιμο μέρος της βασικής αιτίας των περισσότερων ναυτικών ατυχημάτων.

Με βάση μια ανάλυση σεναρίων σύγκρουσης και βύθισης για ένα πρωτότυπο σκάφος MUNIN και δεδομένου του κατάλληλου ελέγχου λειτουργίας και ανθεκτικότητας, διαπιστώθηκε πιθανότητα μείωσης των παραπάνω κινδύνων, περίπου δέκα φορές λιγότερο σε σύγκριση με την επανδρωμένη ναυτιλία, κυρίως λόγω της εξάλειψης των προβλημάτων κόπωσης. Επίσης, ο κίνδυνος βλάβης του κινητήρα και άλλων συστημάτων αναμένεται να είναι χαμηλότερος για τα μη επανδρωμένα πλοία, εάν εφαρμοστεί το κατάλληλο σύστημα και ακολουθούνται βελτιωμένα σχήματα συντήρησης και παρακολούθησης.

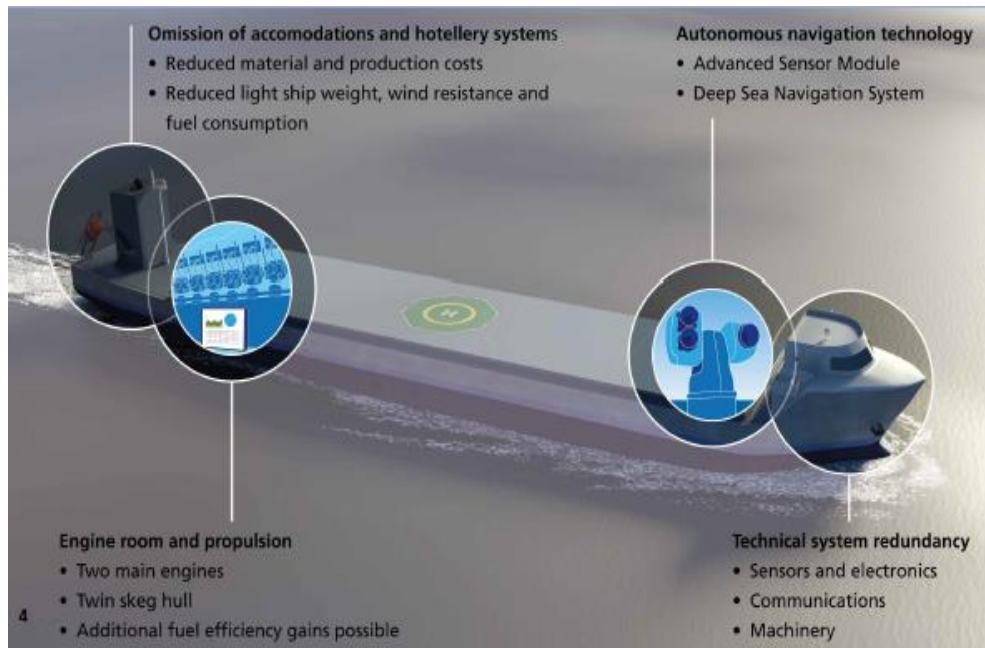
Η πυρκαγιά και η έκρηξη αντιπροσωπεύουν ένα σχετικά μικρό μέρος του συνόλου των συμβάντων. Με τη δυνατότητα χρήσης πιο αποτελεσματικών συστημάτων πυρόσβεσης, σε πλήρως κλειστούς χώρους, είναι πιθανό το μη επανδρωμένο πλοίο να είναι πολύ λιγότερο επιρρεπές σε κίνδυνο σε σχέση με το επανδρωμένο πλοίο. Τέλος, οι κίνδυνοι από κυβερνό-επιθέσεις και πειρατές είναι ζητήματα που προκαλούν ανησυχία. Ωστόσο, τα συστήματα λογισμικού, καθώς και τα πλοία μπορούν να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν παρέχοντας πολύ υψηλή ανθεκτικότητα έναντι ψηφιακών και φυσικών επιθέσεων. Επιπλέον, δεν είναι σαφές εάν τα μη επανδρωμένα και αυτόνομα πλοία θα προσελκύουν τέτοιου είδους επιθέσεις (Wróbeletal., 2018).

2.1.5 Ανάλυση νομικού πλαισίου και ευθύνης

Βάσει της προϋπόθεσης ότι υπάρχει τουλάχιστον εύλογη βεβαιότητα της εξίσου ασφαλούς λειτουργίας του μη επανδρωμένου πλοίου με το επανδρωμένο, συνάγεται το συμπέρασμα, ότι δεν υπάρχει λόγος να πιστεύουμε πως το νομικό πλαίσιο δεν δύναται να προσαρμοστεί, ώστε να επιτρέπεται η παρουσία αυτόνομων πλοίων στις θαλάσσιες μεταφορές.

Οι κύριοι τομείς ανησυχίας είναι η πλοήγηση και επάνδρωση. Και στις δύο περιπτώσεις, το μη επανδρωμένο πλοίο θα επηρεάσει σημαντικά τους ισχύοντες κανονισμούς. Πρόκειται επίσης, για πρότυπα κατασκευής, σχεδιασμού και εξοπλισμού πλοίων. Ωστόσο, συνολικά μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι το μη επανδρωμένο πλοίο δεν αποτελεί ανυπέρβλητο εμπόδιο από νομικής απόψεως.

Ωστόσο, θα παρουσιαστεί μεγάλος αριθμός ζητημάτων που θα πρέπει να επιλυθούν. Όσον αφορά την ευθύνη, το μεγαλύτερο ζήτημα θα αφορά την ανάθεση των υπαρχόντων καθηκόντων πλοίου στα αρμόδια και κατάλληλα άτομα, τα οποία εμπλέκονται στη λειτουργία ενός μη επανδρωμένου πλοίου. Δεν είναι σαφές, εάν αυτός ο νομικός ρόλος πρέπει να κατανέμεται μεταξύ των χειριστών του κέντρου ελέγχου ξηράς και των καπετάνιων ή αν θα πρέπει να αποδοθεί σε μία άλλη οντότητα του κέντρου ελέγχου ξηράς. Εδώ θα χρειαστεί περαιτέρω έρευνα (Ringbom & Veal, 2017).



Σχήμα 2.3- Περιγραφή πλοίου

Πηγή: Burmeister & Rødseth, 2016

2.2 Τεχνολογική Προσέγγιση

Η ιδέα των αυτόνομων ή έξυπνων ρομπότ υπήρχε από την αρχική χρήση των υπολογιστών και αναμφισβήτητα, ακόμη και, πριν από αυτήν. Οι πρώτες σύγχρονες προσπάθειες έγιναν στην ξηρά και αργότερα κάτω από το νερό, κερδίζοντας δυναμική τη δεκαετία του 1980.

Πιο πρόσφατα, ο αέρας, η επιφάνεια και ο χώρος της θάλασσας έχουν επίσης γίνει χώροι για αυτόνομα οχήματα, π.χ. τα συστήματα σε μετρό χωρίς οδηγό λειτουργούν ήδη, σε πολλές πόλεις παγκοσμίως. Ωστόσο, μεγάλα μη επανδρωμένα εμπορικά πλοία δεν αποτελούσαν σοβαρή πιθανότητα μέχρι την παρουσίαση του έργου MUNIN. Ο ιδιαίτερα μεγάλος όγκος τους και οι συνέπειες τυχόν ατυχημάτων θεωρήθηκαν πολύ σοβαρά ζητήματα που έχριζαν μελέτης.

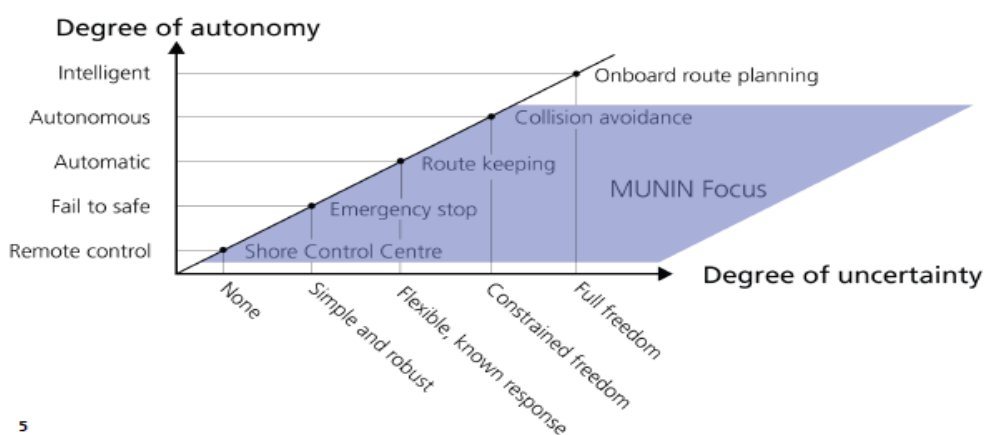
Η στρατηγική ερευνητική ατζέντα Waterborne TP, από το 2007 ανέφερε το αυτόνομο πλοίο, ως ένα επιθυμητό αποτέλεσμα εκμετάλλευσης, αλλά στο σημείο που επικεντρώθηκε περισσότερο, ήταν στον προηγμένο αυτοματισμό και στους βελτιωμένους αισθητήρες, από ένα πλήρως μη επανδρωμένο πλοίο. Ωστόσο, αυτό ήταν το σημείο εκκίνησης του MUNIN. Το έργο έχει διερευνήσει πως ένα μεγάλο εμπορικό πλοίο μπορεί να λειτουργήσει μερικώς ή πλήρως μη επανδρωμένο στα ίδια ή και υψηλότερα επίπεδα ασφάλειας με τα σημερινά συμβατικά πλοία. Το πλοίο της περίπτωσης χρήσης στο MUNIN είναι ένα handy max μεταφοράς ξηρού φορτίου, περίπου 75.000 τόνων DWT και με ταχύτητα εξυπηρέτησης 16 κόμβων (Fraunhofer , 2016, Kim κ.ά., 2020).

Στο έργο αναφέρονται πολλά τεχνικά στοιχεία που είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν πρωτίστως, για να γίνει πραγματικότητα το μη επανδρωμένο πλοίο. Κατόπιν έρευνα, τοποθετήθηκαν σε μια σειρά υπό-δραστηριοτήτων οι παρακάτω αναφορές:

- Υποδομές επικοινωνιών και πληροφόρησης: περιλαμβάνουν την επικοινωνία μεταξύ πλοίου - ξηράς, ή με άλλα πλοία και την ασφάλεια και αξιοπιστία των ολοκληρωμένων δικτύων ανταλλαγής δεδομένων
- Συστήματα για τις λειτουργίες της γέφυρας, όπως συστήματα αισθητήρων για τον αυτόνομο ελιγμό, καθώς και συστήματα που δίνουν τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελιγμού και πλοήγησης από το κέντρο ελέγχου στην ξηρά
- Συστήματα και διαδικασίες για τη λειτουργία των συστημάτων πρόωσης και

μηχανημάτων του πλοίου χωρίς φυσική ανθρώπινη παρέμβαση για χρονικές περιόδους αρκετών εβδομάδων. Για την προώθηση της οικολογικής και οικονομικής βιωσιμότητας απαιτείται λειτουργία υψηλής απόδοσης. Αυτό απαιτεί ένα αυτόνομο σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου κινητήρα, ένα σύστημα ενεργειακής απόδοσης καθώς και λειτουργίες συντήρησης. Περιλαμβάνει επίσης, ορισμένες λειτουργίες για την αντιμετώπιση τεχνικών προβλημάτων επί του σκάφους από το προαναφερθέν κέντρο ελέγχου ξηράς.

- Το επανδρωμένο κέντρο ελέγχου ξηράς είναι απαραίτητο να είναι εξοπλισμένο με εγκαταστάσεις παρακολούθησης και ελέγχου για την αυτονομία των μη επανδρωμένων πλοίων. Θα περιλαμβάνει επίσης, διαδικασίες σχετικά με τον τρόπο αλληλεπίδρασης με άλλα πλοία και τη συμμετοχή σε επιχειρήσεις αναζήτησης και διάσωσης σε συνεργασία με κέντρα που παρέχουν υπηρεσίες σχετικά με την κυκλοφορία πλοίων.
- Εκτός από τα τεχνικά και επιχειρησιακά ζητήματα, τα ερωτήματα σχετικά με τη νομοθεσία, την ευθύνη, τα ασφαλιστικά και συμβατικά θέματα διερευνώνται επίσης, σε κάθε έναν από τους τομείς που αναφέρονται.



5

Σχήμα 2.4- Βαθμός αυτονομίας

Πηγή: unmanned-ship.org, 2016

2.3 Υφιστάμενη Τεχνολογία αυτόνομου πλοίου: e-navigation - Αυτόματα συστήματα κινητήρα, γέφυρας - Λειτουργία συστημάτων αυτοματισμού

Στην αρχή του έργου MUNIN, ο πρωταρχικός στόχος ήταν να μετριάσει το

υψηλότερο κόστος πληρώματος με την πλεύση σε αργή ταχύτητα. Αυτή ήταν η οικονομική λογική του έργου. Για ένα τυπικό μεσαίου μεγέθους πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου, η μείωση της ταχύτητας κατά 30% μπορεί να εξοικονομήσει περίπου το 50% των καυσίμων, ακόμη και όταν μετريέται στις επιπλέον ημέρες ταξιδιού. Ωστόσο, οι αυξημένοι μισθοί πληρώματος θα αντισταθμίσουν μεγάλο μέρος αυτής της εξοικονόμησης.

Η πλεύση σε αργή ταχύτητα αυξάνει επίσης, την κοινωνική πρόκληση της παροχής ελκυστικών συνθηκών εργασίας σε μακρύ και αργό διηπειρωτικό ταξίδι. Επιπλέον, τα μη επανδρωμένα πλοία συμβάλουν σημαντικά στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στην «πρασινοποίηση» της ναυτιλίας, π.χ. με τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων. Για τους αναφερθέντες λόγους, αναμένεται σημαντική μείωση των επιβλαβών εκπομπών καυσαερίων από την πλευρά της ναυτιλίας. Ορίστηκε επίσης, ότι ένα μη επανδρωμένο πλοίο μπορεί να λειτουργήσει πιο αποτελεσματικά με πιο προηγμένα συστήματα αυτόματης διαχείρισης ενέργειας και βελτιωμένης δρομολόγησης και πλοήγησης. Μεγάλη συμβολή στην αύξηση της αποτελεσματικότητας θα προκύψει την ελάφρυνση της υπερκατασκευής του πλοίου.



Σχήμα 2.5- Αυτόνομη ναυτιλία

Πηγή: unmanned-ship.org, 2016

Σήμερα, τα περισσότερα ατυχήματα και θάνατοι στη θάλασσα συμβαίνουν επάνω στα πλοία. Στα μη επανδρωμένα πλοία τέτοια περιστατικά δεν θα είναι υπαρκτά. Επιπλέον, το ανθρώπινο σφάλμα είναι κυρίαρχος παράγοντας σε πολλά θαλάσσια ατυχήματα. Άρα η αυτοματοποιημένη επιτήρηση, η πλοήγηση και η αποφυγή σύγκρουσης θα προσφέρουν σημαντικά οφέλη σε επίπεδο ασφάλειας. Αυτές οι προσδοκίες επιβεβαιώθηκαν από το έργο, αν και το οικονομικό όφελος θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τις τεχνικές λύσεις, τις τιμές καυσίμου και το είδος του εμπορίου στο οποίο θα συμμετέχει το πλοίο.

Το μη επανδρωμένο πλοίο θα χρειαστεί από τον χειριστή πιο αξιόπιστα και ανεξάρτητα τεχνικά συστήματα, αυξάνοντας όμως, το κόστος του. Αυτό μπορεί, π.χ. να απαγορεύει την επεξεργασία HFO επί του πλοίου και να απαιτείται να χρησιμοποιεί ακριβότερους τύπους καυσίμων. Τα απαραίτητα πλεονάζοντα μηχανήματα και η παραγωγή ενέργειας θα αυξήσουν το κόστος κεφαλαίου. Από την άλλη πλευρά, η απουσία τμημάτων διαμονής όπως και η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και τα αποτελεσματικότερα συστήματα πρόωσης θα συμβάλουν στη μείωση, τόσο του κόστους κεφαλαίου, όσο και του λειτουργικού κόστους. Το κύριο συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι τα μη επανδρωμένα και αυτόνομα πλοία μπορούν και θα λειτουργήσουν, όπου θα είναι ασφαλέστερα και οικονομικά αποδοτικότερα. Αντί να μετασκευαστούν τα υφιστάμενα πλοία, προτιμώνται τα νεότευκτα πλοία. Ως σημαντικό αποτέλεσμα του έργου, έχει αναπτυχθεί μία λίστα κρίσιμων παραγόντων σχεδιασμού, οι οποίοι χαρακτηρίζουν τη βιώσιμη ιδέα των αυτόνομων και μη επανδρωμένων πλοίων:

- Έλεγχος από ξηράς: Ενδέχεται να είναι εφικτή η κατασκευή ορισμένων τύπων μη επανδρωμένων πλοίων που να είναι εντελώς ανεξάρτητα από το κέντρο ελέγχου ξηράς, αλλά αυτό όμως, θα απαιτήσει προηγμένα συστήματα και τεχνολογίες επί του σκάφους, που στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι οικονομικά αποδοτικά σήμερα.
- Λειτουργική περίπτωση: Αρκετοί παράγοντες επηρεάζουν τη βιωσιμότητα της ιδέας. Είναι απαραίτητο να υπάρχουν τεχνικές και επιχειρησιακές υποδομές στους λιμένες αναχώρησης και άφιξης του μη επανδρωμένου σκάφους, καθιστώντας ταυτόχρονα, μη ελκυστικό σενάριο για πλοία που ανήκουν στην "trump" ναυτιλία. Η διέλευση σε λιμένες πυκνής κυκλοφορίας πιθανότατα θα είναι δυνατή μόνο με άμεσες λειτουργίες παρακολούθησης. Στο άμεσο μέλλον, οι άδειες λειτουργίας θα εξαρτώνται από τις συμφωνίες μεταξύ εμπλεκόμενων σημαιών και παράκτιων κρατών, μειώνοντας

περαιτέρω τις επιχειρησιακές περιπτώσεις.

- Νέα σχεδίαση πλοίου: Το μη επανδρωμένο πλοίο θα πρέπει να σχεδιαστεί από το μηδέν, πιθανώς χωρίς τμήμα υπερκατασκευής ή καταλυμάτων και με απλοποιημένα και όχι περιττά τεχνικά συστήματα. Αυτό θα μειώσει το κόστος και την κατανάλωση ενέργειας, καθώς και την ανάγκη για συντήρηση επί του σκάφους.
- Παρακολούθηση και έλεγχος: Χωρίς πλήρωμα στο πλοίο, τα συστήματα πρέπει να παρακολουθούν τις τεχνικές συνθήκες και τις συνθήκες φορτίου, να εντοπίζουν αστοχίες και την μη εξουσιοδοτημένη είσοδο. Επίσης, πρέπει να διασφαλιστούν οι κατάλληλες αντιδράσεις σχετικά με τα ανωτέρω.

Προκειμένου να αναπτυχθούν εφαρμοστέες λύσεις, είναι απαραίτητο να ολοκληρωθούν δοκιμές μεγάλης κλίμακας τόσο σε περιβάλλοντα προσομοίωσης όσο και επιτόπου.

Αναμένονται ενδιάμεσα βήματα, εισάγοντας:

- προηγμένες υπηρεσίες βοήθειας από την στεριά μέσω βελτιωμένης συνδεσιμότητας
- περιόδους χωρίς φυσική επίβλεψη στη γέφυρα και τα μηχανοστάσια
- πιο ευέλικτες ώρες εργασίας για τα πληρώματα του πλοίου

2.3.1 Σύστημα Αισθητήρων

Σε ένα μη επανδρωμένο πλοίο, οι αισθητήρες και η επεξεργασία δεδομένων από τους αισθητήρες αντικαθιστούν την αντίληψη του αξιωματικού και συνεπώς, είναι κρίσιμα στοιχεία που συμβάλουν στην υλοποίηση της αυτονομίας. Η προηγμένη μονάδα αισθητήρων είναι υπεύθυνη για την ανίχνευση αντικειμένων, την ταξινόμηση και την περιβαλλοντική αντίληψη. Η μονάδα αυτή χρησιμοποιεί δεδομένα εισόδου από κάμερες υπέρυθρων και οπτικού φάσματος, καθώς και δεδομένα των ραντάρ και AIS για να ανιχνεύσει αντικείμενα και να προσδιορίσει εάν αποτελούν κίνδυνο για το πλοίο ή εάν πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω, π.χ. για να εντοπιστούν σωσίβιες σχεδίες, πλωτά σκάφη ή κίνδυνοι για την πλοήγηση. Διατηρεί επίσης, σε μια κατάλληλη επιφυλακή για την κυκλοφορία πλοίων, την ύπαρξη εμποδίων και παρακολουθεί τις περιβαλλοντικές συνθήκες κοντά στο πλοίο.

Επιπλέον, το σύστημα συλλέγει και αξιολογεί δεδομένα από αισθητήρες

πλοήγησης, μετεωρολογίας και ασφάλειας για τη δημιουργία ενός τοπικού χάρτη αντικειμένων και πιθανών κινδύνων. Έτσι, συλλέγονται και συγχωνεύονται δεδομένα από πολλούς αισθητήρες με σκοπό τη μείωση της συνολικής αβεβαιότητας, τη βελτίωση της ποιότητας και της ακεραιότητας του λεγόμενου μοντέλου αντίληψης του κόσμου. Αυτή η συνολική αντίληψη χρησιμοποιείται ως βάση για τον προσδιορισμό κατάλληλων ενεργειών υπό τις επικρατούσες συνθήκες. Οι πληροφορίες από τους αισθητήρες χρησιμοποιούνται κυρίως από το αυτόνομο σύστημα πλοήγησης, αλλά παρουσιάζεται επίσης, η απεικόνιση της ολοκληρωμένης κατάστασης στο κέντρο ελέγχου ξηράς.

2.3.2 Σύστημα Πλοήγησης σε βαθιά ύδατα

Το σύστημα πλοήγησης σε βαθιά ύδατα διασφαλίζει ότι το πλοίο ακολουθεί την προγραμματισμένη διαδρομή του εντός των επιτρεπόμενων αποκλίσεων που δίδονται από τον τρέχοντα επιχειρησιακό φάκελο. Οι αποκλίσεις μπορεί να προκληθούν από την ύπαρξη σοβαρών καιρικών συνθηκών ή την αποφυγή περίπλοκων καταστάσεων κυκλοφορίας. Λαμβάνονται υπόψη, τα στοιχεία του πλοίου, η τεχνική του κατάσταση, καθώς και ο καιρός και η κυκλοφορία. Προκειμένου να επιτευχθεί ο χειρισμός ενός πλοίου σε υπερατλαντικό ταξίδι χωρίς πλήρωμα επί αυτού, το έργο MUNIN εισήγαγε το σύστημα πλοήγησης βαθέων υδάτων το οποίο:

- Καθορίζει τις υποχρεώσεις της COLREG έναντι άλλων πλοίων και τους ελιγμούς του αυτόνομου πλοίου σύμφωνα με τους κανόνες.
- Βελτιστοποιεί τα σχέδια του ταξιδιού βάσει μετεωρολογικών προβλέψεων.
- Λειτουργεί με ασφάλεια το πλοίο σε άμεσες και δύσκολες καιρικές συνθήκες, σύμφωνα με τα κριτήρια καθοδήγησης καιρού του IMO. Το σύστημα πλοήγησης μπορεί να λειτουργεί πλήρως αυτόνομα, αλλά επιτρέπει επίσης, στον χειριστή του κέντρου ελέγχου ξηράς να αλληλοεπιδρά και έτσι να ελέγχει εξ αποστάσεως το πλοίο.

2.3.3 Σύστημα υποστήριξης ελιγμών

Ως βοηθητικό πρόγραμμα για το κέντρο ελέγχου ξηράς και για το σύστημα πλοήγησης, έχει αναπτυχθεί το σύστημα υποστήριξης ελιγμών εξ αποστάσεως. Βοηθά στη διεξαγωγή ελιγμών για την αποφυγή σύγκρουσης, ενώ το πλοίο πλοηγείται σε

περιορισμένες πλωτές οδούς και σε λιμένες. Η παροχή της αναμενόμενης τροχιάς κίνησης του πλοίου είναι ζωτικής σημασίας για την ασφαλή και αποτελεσματική μη επανδρωμένη και αυτόνομη λειτουργία του πλοίου. Το σύστημα παρέχει προβλέψεις κίνησης του πλοίου, οι οποίες προκύπτουν από διάφορες εντολές του πηδαλίου ή κινητήρα για ένα συγκεκριμένο πλοίο σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον.

Έτσι, το σύστημα υποστήριξης ελιγμών εξ αποστάσεως παρέχει υπολογισμούς και οθόνες για αναμενόμενες κινήσεις του πλοίου υπό περιορισμούς ικανότητας ελιγμών. Αυτό μπορεί να γίνει ακόμη και με μια σύνδεση επικοινωνίας περιορισμένης χωρητικότητας με σκοπό να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση πολύπλοκων ελιγμών επαληθεύοντας το αποτέλεσμα ενός προγραμματισμένου συνόλου εντολών. Αυτές οι προβλέψεις κίνησης επιτρέπουν την ακριβή και αυτόνομη πλοήγηση καθώς και την πλοήγηση εξ αποστάσεως.

2.3.4 Σύστημα Παρακολούθησης Μηχανών

Το σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου των κινητήριων μηχανών συνιστά μια βελτίωση στα υφιστάμενα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου πλοίων. Ο κύριος στόχος είναι η προσθήκη πιο προηγμένων λειτουργιών παρακολούθησης συνθηκών. Εκτός από την παρακολούθηση, η αυξημένη ψηφιακή διεπαφή με το κέντρο ελέγχου ξηράς είναι απαραίτητη ώστε να επιτρέπεται η αυτόνομη και μη επανδρωμένη λειτουργία του μηχανοστασίου και άλλων τεχνικών συστημάτων.

Η συνεχής παρακολούθηση των τεχνικών συστημάτων είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή δυσλειτουργιών και βλαβών κατά τη διάρκεια του ταξιδιού σε ανοιχτή θάλασσα. Η παρακολούθηση, είναι επίσης, σημαντική για τον καλύτερο προγραμματισμό της συντήρησης.

Η συνολική τεχνική και περιβαλλοντική απόδοση του πλοίου εξαρτάται από την προσεκτική διάγνωση. Ένα τέτοιο σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου έχει αναπτυχθεί με ισχυρές δυνατότητες ανίχνευσης βλαβών και ανιχνεύει ταυτοχρόνως, θερμικές υπερφορτώσεις του κυλίνδρου. Η εξ αποστάσεως και αποτελεσματική παρακολούθηση και έλεγχος των τεχνικών συστημάτων απαιτεί συγκέντρωση πληροφοριών υποστήριξης αποφάσεων σε πολλαπλά επίπεδα. Αυτό μειώνει το εύρος ζώνης επικοινωνίας και επιτρέπει την παρακολούθηση των τάσεων απόδοσης. Η αναπτυγμένη έννοια των δεικτών τεχνικής κατάστασης είναι σημαντική σε αυτό το πλαίσιο.



Σχήμα 2.6- Στάδια αυτόνομης ναυτιλίας

Πηγή: unmanned-ship.org, 2016

2.3.5 Σύστημα Συντήρησης μέσω Αλληλεπίδρασης

Οι τεχνικές εργασίες σε ένα μη επανδρωμένο και αυτόνομο πλοίο είναι αναμφισβήτητα το πιο περίπλοκο μέρος της μετάβασης από τα συμβατικά πλοία. Σήμερα, τα περισσότερα συστήματα έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με γνώμονα τη διαθεσιμότητα του πληρώματος. Χωρίς πλήρωμα, τα συστήματα πρέπει να επανασχεδιαστούν ή να τεθούν σε εφαρμογή νέες διαδικασίες, για να διασφαλιστεί ότι το πλοίο θα λειτουργεί χωρίς προβλήματα, όταν βρίσκεται στη θάλασσα, όπως και η γενική συντήρηση του πλοίου μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς να αυξάνεται άσκοπα ο κίνδυνος απόκλισής του λόγω τεχνικών βλαβών.

Η στρατηγική συντήρησης ενσωματώνει τον επανασχεδιασμό των συστημάτων του πλοίου καθώς και την ανάπτυξη ενός νέου συστήματος αλληλεπίδρασης. Η διεπαφή του χρήστη με το σύστημα θα ενσωματωθεί στο κέντρο ελέγχου ξηράς, αλλά θα απαιτήσει επίσης, νέες ολοκληρωμένες λειτουργίες. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν την εκτεταμένη παρακολούθηση του εξοπλισμού και τη συνάθροιση των συνθηκών με σκοπό την ελαχιστοποίηση του εύρους ζώνης της δορυφορικής επικοινωνίας. Το έργο έχει αναλύσει τα τεχνικά συστήματα επί των υφιστάμενων πλοίων και έχει επισημάνει εκείνα τα συστήματα που χρειάζονται βελτιωμένη παρακολούθηση και υποστήριξη από το κέντρο ελέγχου ξηράς.

2.3.6 Σύστημα Ενεργειακής Απόδοσης

Υπάρχουν πολλές δυνατότητες βελτιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης σε ένα μη επανδρωμένο και αυτόνομο πλοίο. Τέτοια συστήματα είναι ήδη διαθέσιμα και έχουν τεθεί σε λειτουργία σε συμβατικά πλοία, αλλά εφαρμογή τους σε ένα αυτόνομο πλοίο θα απλοποιήσει την τεχνική υλοποίησή τους. Επίσης, ένα μη επανδρωμένο και αυτόνομο πλοίο θα έχει διαφορετική διαμόρφωση ως προς τον κινητήρα και το σύστημα πρόωσης σε σύγκριση με τα συμβατικά πλοία. Η απομάκρυνση των καταλυμάτων και των συστημάτων επεξεργασίας βαρέων καυσίμων επιτρέπει επίσης, νέους τύπους στρατηγικών διαχείρισης ενέργειας.

Το σύστημα της ενεργειακής απόδοσης του MUNIN βελτιστοποιεί τη διαχείριση ενέργειας και την κατανάλωση καυσίμων, αναλύοντας τις απαιτήσεις ισχύος του πλοίου, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως βάση για τη ρύθμιση του συστήματος ελέγχου του κινητήρα. Το σύστημα ενεργειακής απόδοσης θα επιδιώκει να αξιοποιήσει ενεργειακά την αποβληθείσα θερμότητα καθώς και άλλες διαθέσιμες πηγές ενέργειας. Συγχρόνως, θα συντάσσει περιοδικές εκθέσεις, σχετικά με την κατανάλωση καυσίμων, τις εκπομπές καυσαερίων και την ενεργειακή απόδοση του πλοίου για την ενημέρωση του χειριστή στο κέντρο ελέγχου.

2.3.7 Κέντρο Ελέγχου Ξηράς

Το κέντρο ελέγχου ξηράς λειτουργεί ως ένας διαρκώς επανδρωμένος εποπτικός σταθμός με σκοπό την παρακολούθηση και τον έλεγχο ενός στόλου αυτόνομων πλοίων. Τις περισσότερες φορές, τα πλοία λειτουργούν χωρίς καμία ανάγκη παρέμβασης από την ξηρά. Σε περιπτώσεις όπου, τα ολοκληρωμένα αυτόνομα συστήματα δεν μπορούν να χειριστούν με ασφάλεια μια κατάσταση, θα παρέχεται βοήθεια. Τα όρια πλοήγησης για αυτό που θεωρείται ασφαλές, είναι προσαρμόσιμα και καθορίζονται εντός του λεγόμενου επιχειρησιακού φακέλου.

Ο επιχειρησιακός φάκελος μπορεί ακόμη, να περιλαμβάνει άλλους παράγοντες, όπως ορατότητα, ύψος κυμάτων και κίνηση. Από νομική άποψη, αυτή η εποπτική οντότητα προβλέπεται να αναλάβει τουλάχιστον μερικές από τις ευθύνες των καπετάνιων και των μηχανικών των πλοίων. Περαιτέρω εργασίες που πρέπει να αναληφθούν από το προσωπικό του κέντρου ελέγχου ξηράς περιλαμβάνουν π.χ. την επικοινωνία VHF, τις αναφορές VTS, την ολοκληρωμένη διαχείριση της ενέργειας, την

παρακολούθηση των συνθηκών και τον προγραμματισμό της συντήρησης.

Το πλοίο θα βρίσκεται, ως επί το πλείστον, σε αυτόματη λειτουργία πιλότου και θα αλλάζει σε αυτόνομη λειτουργία, όταν πρέπει να γίνουν ελιγμοί αποφυγής ή προσαρμογές ρουτίνας στα μηχανήματα. Το κέντρο ελέγχου ξηράς θα εκτελεί εντολές, όταν τα συστήματα του πλοίου μεταβαίνουν σε λειτουργία ελέγχου εξ αποστάσεως. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, το πλοίο θα ενεργοποιεί το σύστημα ασφαλούς λειτουργίας, εάν η απαιτούμενη βοήθεια από το κέντρο ελέγχου ξηράς δεν είναι διαθέσιμη λόγω π.χ. απώλειας επικοινωνίας. Η ιδέα του MUNIN βασίζεται στο κέντρο ελέγχου ξηράς για τη διαχείριση πολύπλοκων καταστάσεων, καθώς ο αυτόνομος ελεγκτής του σκάφους μπορεί να λειτουργήσει μόνο εντός των καθορισμένων περιορισμών. Αυτό συμβάλλει στην ισορροπία μεταξύ της τεχνολογικής πολυπλοκότητας και του οικονομικού ορθολογισμού, καθιστώντας την ιδέα βιώσιμη.

Κεφάλαιο 3^ο Πιλοτικές εφαρμογές αυτόνομων πλοίων

3.1 Έργο AAWA της Rolls Royce

Η πρωτοβουλία Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA) είναι ένα έργο 6,6 εκατομμυρίων ευρώ, το οποίο χρηματοδοτήθηκε από την Tekes (Φινλανδικός Οργανισμός Χρηματοδότησης για την Τεχνολογία και την Καινοτομία) και είχε στοχεύσει στην παραγωγή των προδιαγραφών και των προκαταρκτικών σχεδίων για την επόμενη γενιά προηγμένων πλοίων. Σύμφωνα, με τις πανεπιστημιακές μελέτες που συγκέντρωσε, τις θέσεις των σχεδιαστών πλοίων, των κατασκευαστών εξοπλισμού και τους νηογνώμονες, είχε ως στόχο να διερευνήσει τους οικονομικούς, κοινωνικούς, νομικούς, κανονιστικούς και τεχνολογικούς παράγοντες, που πρέπει να αντιμετωπιστούν, για να καταστούν τα αυτόνομα πλοία, πραγματικότητα. Το έργο επρόκειτο να εκτελεστεί στα τέλη του 2017 και θα άνοιγε το δρόμο για σχεδιασμένες λύσεις, ώστε να γίνει η επικύρωση της έρευνας του έργου (AAWA, 2016).

Το έργο συνδυάζει την εμπειρία μερικών από τους κορυφαίους ακαδημαϊκούς ερευνητές της Φινλανδίας από το Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας Tampere, το Κέντρο Τεχνολογικής Έρευνας VTT της Finland Ltd, το Πανεπιστήμιο Åbo Akademi, το Πανεπιστήμιο Aalto, το Πανεπιστήμιο του Turku και κορυφαία μέλη του ναυτιλιακού χώρου συμπεριλαμβανομένων των Rolls-Royce, DNV GL, Inmarsat, Deltamarin, NAPA, Brighthouse Intelligence, Finferries και ESL Shipping.

Το ευρύ φάσμα του έργου εξετάζει την έρευνα που έχει διεξαχθεί μέχρι στιγμής, πριν από τη διερεύνηση της επιχειρηματικής υπόθεσης για αυτόνομες εφαρμογές, τις επιπτώσεις ασφάλειας και προστασίας του σχεδιασμού και της λειτουργίας πλοίων που λειτουργούν εξ αποστάσεως. Ακολούθως, εξετάζει τις νομικές και κανονιστικές επιπτώσεις, όπως και την ύπαρξη και ετοιμότητα ενός δικτύου προμηθευτών ικανών να παραδώσουν εμπορικά εφαρμόσιμα προϊόντα βραχυπρόθεσμα έως και μεσοπρόθεσμα.

Η τεχνολογική ροή εργασίας, με επικεφαλής την Rolls-Royce, περιλαμβάνει τις επιπτώσεις του εξ αποστάσεως ελέγχου και της αυτονομίας των πλοίων για την πρόωση, τα μηχανήματα καταστρώματος και τον αυτοματισμό και έλεγχο, χρησιμοποιώντας, όπου είναι δυνατόν, καθιερωμένη τεχνολογία για ταχεία εμπορευματοποίηση. Για να γίνει πραγματικότητα ο εξ αποστάσεως έλεγχος των

αυτόνομων πλοίων, πρέπει να απαντηθούν ορισμένα κρίσιμα ερωτήματα:

- Ποια τεχνολογία απαιτείται και πώς μπορεί να συνδυαστεί καλύτερα για να επιτραπεί σε ένα σκάφος να λειτουργεί αυτόνομα και μίλια μακριά από την ακτή;

- Πώς μπορεί να γίνει ένα αυτόνομο σκάφος τουλάχιστον εξίσου ασφαλές με τα υπάρχοντα πλοία, ποιους νέους κινδύνους θα αντιμετωπίσει και πώς μπορούν να μετριαστούν;

- Ποιο θα είναι το κίνητρο για τους πλοιοκτήτες και τους χειριστές να επενδύουν σε αυτόνομα σκάφη και

- Είναι νόμιμα τα αυτόνομα πλοία και ποιος είναι ο υπεύθυνος σε περίπτωση ατυχήματος;

Το 2015 η πρώτη φάση του έργου εξέτασε την τρέχουσα κατάσταση της ναυτιλιακής βιομηχανίας και τι μπορεί να αποτελέσει μάθηση από άλλους κλάδους – όπως, από τα drone της αεροπορίας και τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό έως και τα έξυπνα τηλέφωνα. Το έργο διερεύνησε την τρέχουσα κατάσταση κατανόησης των τεχνολογιών, της ασφάλειας, των νομικών και οικονομικών πτυχών της εξ αποστάσεως και αυτόνομης λειτουργίας. Οι επόμενες δύο φάσεις του AAWA βασίζονται στα ευρήματα της πρώτης φάσης και αναπτύσσουν τις τεχνικές, τις νομικές και τις προδιαγραφές ασφάλειας σε σχέση με την επίδειξη της εφαρμοσιμότητας της ιδέας (AAWA, 2016).



Εικόνα3.1 - ανάκτηση από rolls-royce.com

3.2 Έργο Revolt της DNV GL- NTNU

Το έργο Revolt είναι μια μελέτη μη επανδρωμένου αυτόνομου σκάφους που οραματίστηκε ο νηογνώμονας DNV GL. Η ιδέα αυτή διαμορφώθηκε κατά τη δημιουργία του *Νορβηγικού Σχεδίου Μεταφορών 2014-2023*, στο οποίο δόθηκε έμφαση η μετάβαση ενός όγκου μεταφορών από τις οδικές σε πλωτές οδούς.

Με το όνομα ReVolt, το σκάφος αυτό θα έχει μήκος 60 μέτρα και θα λειτουργεί πλήρως με μπαταρίες και ως αυτόνομο δεν θα απαιτείται η παρουσία πληρώματος. Πρόκειται για μια ιδέα στη ναυτιλία μικρών αποστάσεων, που θα αποτελέσει μια πιθανή λύση στην αυξανόμενη ανάγκη για μεταφορική δυνατότητα. Το οδικό δίκτυο της Ευρωπαϊκής Ένωσης υποφέρει ήδη από συμφόρηση και η αύξηση του πληθυσμού στις αστικές περιοχές πρόκειται να οδηγήσει σε ζήτηση για μεταφορά και υπέρβαση της χωρητικότητας των υφιστάμενων οδών. Γενικότερα για την εξισορρόπηση της κατάστασης, οι κυβερνήσεις σε όλη την ΕΕ προσπαθούν να μεταφέρουν μέρος του φορτίου από το οδικό δίκτυο, σε πλωτές οδούς. Ωστόσο, τα περιθώρια κέρδους στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών μικρών αποστάσεων είναι μικρά.

Η καινοτόμος ιδέα του πλοίου ReVolt, είναι το αποτέλεσμα ενός πολύ-επιστημονικού και ομαδικού αναπτυξιακού έργου, έχοντας ως βάση, μια αξιολόγηση των τρεχουσών απαιτήσεων σε διαδρομές μικρών αποστάσεων. Το πλοίο θα λειτουργεί με ταχύτητα 6 κόμβων, με εύρος 100 ναυτικών μιλίων και χωρητικότητα 100 εμπορευματοκιβωτίων (DNV GL, 2020).

Χωρίς πλήρωμα, εξαλείφεται η ανάγκη για εγκαταστάσεις πληρώματος, όπως η υπερκατασκευή του πλοίου. Η προκύπτουσα αύξηση της χωρητικότητας, όπως και το χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης σημαίνουν, ότι σε σύγκριση με ένα πλοίο που λειτουργεί με πετρέλαιο, το ReVolt θα μπορούσε να εξοικονομήσει, έως και 34 εκατομμύρια δολάρια, κατά την εκτιμώμενη διάρκεια των 30 ετών ζωής του, δηλαδή περισσότερα από ένα εκατομμύριο δολάρια ετησίως.

Αναφέρεται ότι το έργο αυτό αποτελεί ένα όραμα για το μέλλον και δεν πρόκειται υλοποιηθεί, έως ότου δοκιμαστούν αρκετές από τις σχετικές τεχνολογίες. Ωστόσο, θα μπορούσε να κατασκευαστεί και να χρησιμοποιηθεί με τη χρήση της τρέχουσας τεχνολογίας. Το ανωτέρω πλοίο προορίζεται να χρησιμεύσει ως έμπνευση για τους κατασκευαστές εξοπλισμού, τα ναυπηγεία και τους εφοπλιστές, καθώς προσπαθούν να αναπτύξουν νέες λύσεις για ένα ασφαλέστερο και πιο βιώσιμο μέλλον.

Ο στόχος είναι να συνεχιστεί και να επεκταθεί ως ερευνητικό έργο στα πλαίσια του DNV GL, ώστε να συμπεριληφθούν χερσαίες εγκαταστάσεις φόρτισης και χωρητικότητας. Για τον έλεγχο των αυτόνομων δυνατοτήτων έχει κατασκευαστεί ένα μοντέλο κλίμακας 1:20. Μέσω της συνεργασίας με το Νορβηγικό Πανεπιστήμιο Επιστήμης και Τεχνολογίας (NTNU), αυτό το μοντέλο χρησιμεύει ως δοκιμαστικό στην έρευνα της σύντηξης αισθητήρων και της αποφυγής σύγκρουσης για αυτόνομα επιφανειακά οχήματα (DNV GL, 2020).



Εικόνα 3.2 - Ανάκτηση από dnvgl.com

3.3 Ηλεκτρικό Πλοίο Yara Birkeland

Το σκάφος YARA Birkeland είναι το πρώτο πλήρως ηλεκτρικό και αυτόνομο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο, με μηδενικές εκπομπές καυσαερίων. Η KONGSBERG είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη και παράδοση όλων των βασικών τεχνολογιών που θα καταστήσουν το έργο πραγματικότητα, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων και της ολοκλήρωσης που απαιτείται για την εξ αποστάσεως αυτόνομη λειτουργία, καθώς και τα ηλεκτρικά συστήματα κίνησης, μπαταρίας και πρόωσης.

Ένα πλοίο εμπορευματοκιβωτίων 120 TEU, το οποίο τροφοδοτείται πλήρως από μπαταρίες, προετοιμασμένο για αυτόνομη και μη επανδρωμένη λειτουργία. Η εταιρεία λιπασμάτων Yara, με αυτό το έργο, έχει ως στόχο να ελαττώσει τις εκπομπές NOx και CO₂, αντικαθιστώντας τις οδικές μεταφορές. Το Yara Birkeland θα αναλάβει την μεταφορά εμπορευμάτων που θα αντιστοιχεί περίπου 40.000 διαδρομές με το χρόνο, οι οποίες ως τώρα πραγματοποιούνταν με την χρήση φορτηγών με πετρελαιοκινητήρες. Η μετάβαση από τις οδικές μεταφορές στη ναυτιλία μικρών αποστάσεων, έχει ως στόχο να μειωθεί ο θόρυβος, η περιβαλλοντική επιβάρυνση και να βελτιωθεί η ασφάλεια στις τοπικές οδούς. Αυτή η οικολογική πρωτοβουλία συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων αειφορίας του ΟΗΕ και στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και της συμφόρησης.

Αναφορικά, το όνομα του πλοίου αποδόθηκε τιμητικά από τον διάσημο και καινοτόμο επιστήμονα Kristian Birkeland.

Για την πρώτη φάση του έργου, έχει σχεδιαστεί μια αποσπώμενη γέφυρα με εξοπλισμό ελιγμών και πλοήγησης. Όταν το πλοίο είναι έτοιμο για αυτόνομη λειτουργία, αυτή η μονάδα θα αφαιρεθεί. Η φόρτωση και η εκφόρτωση του πλοίου θα γίνεται αυτόματα χρησιμοποιώντας ηλεκτρικούς γερανούς και εξοπλισμό. Το πλοίο δεν θα διαθέτει δεξαμενές έρματος, αλλά θα χρησιμοποιεί το βάρος της μπαταρία ως μόνιμο έρμα. Το πλοίο επίσης, θα είναι εξοπλισμένο με ένα αυτόματο σύστημα ελλιμενισμού - η προσόρμιση και ο απόπλους θα γίνονται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και δεν θα απαιτούνται ειδικές εφαρμογές στην αποβάθρα.

Το αυτόνομο πλοίο θα πλέει εντός 12 ναυτικών μιλίων από την ακτή, μεταξύ τριών λιμένων στη νότια Νορβηγία. Η περιοχή αυτή έχει μεγαλύτερο ποσοστό κυκλοφορίας πλοίων, το οποίο καλύπτεται από το σύστημα VTS των νορβηγικών ακτών του Brevik. Οι αποστάσεις μεταξύ των λιμένων είναι: α) Herøya - Brevik (περίπου 7 nm), β) Herøya - Larvik (περίπου 30 nm).

Για να διασφαλιστεί η ασφάλεια, τρία κέντρα με διαφορετικό προφίλ λειτουργίας σχεδιάζονται για να αναλάβουν όλες τις πτυχές της λειτουργίας. Αυτά τα κέντρα θα διαχειρίζονται τις καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και εξαιρέσεων, την παρακολούθηση των συνθηκών, την επιχειρησιακή παρακολούθηση, την υποστήριξη αποφάσεων, την επιτήρηση του αυτόνομου πλοίου και του περιβάλλοντός του και όλες τις άλλες πτυχές της ασφάλειας. Στο επιχειρησιακό κέντρο της Herøya θα πραγματοποιηθεί διεπαφή προς την εφοδιαστική επιχείρηση της Yara. (A. Skredderberget, Yara, 2018)

Το Yara Birkeland έχει υποβληθεί σε δοκιμές. Έχει ναυπηγηθεί σε ναυπηγείο στην Νορβηγία ενώ το κύτος τους σκάφους παραδόθηκε από ναυπηγείο στη Ρουμανία. Το 2019 ολοκληρώθηκαν δοκιμές για τον έλεγχο της αυτόνομης ικανότητας, το παρόν παραδόθηκε τον Νοέμβριου του 2020, ενώ θα υποβληθεί σε δοκιμές τόσο για την σταθερότητα όσο και για τις διαδικασίες φόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων πριν τεθεί σε πλεύση και μέχρι το 2022 θα ολοκληρωθεί σταδιακά η μετάβαση από την επανδρωμένη λειτουργία στην πλήρως αυτόνομη. (Kongsberg, 2017)



Εικόνα 3.3 - ανάκτηση από kongsberg.com

3.4 Έργο της Mitsui OSK Lines – Mitsui Engineering & Shipbuilding

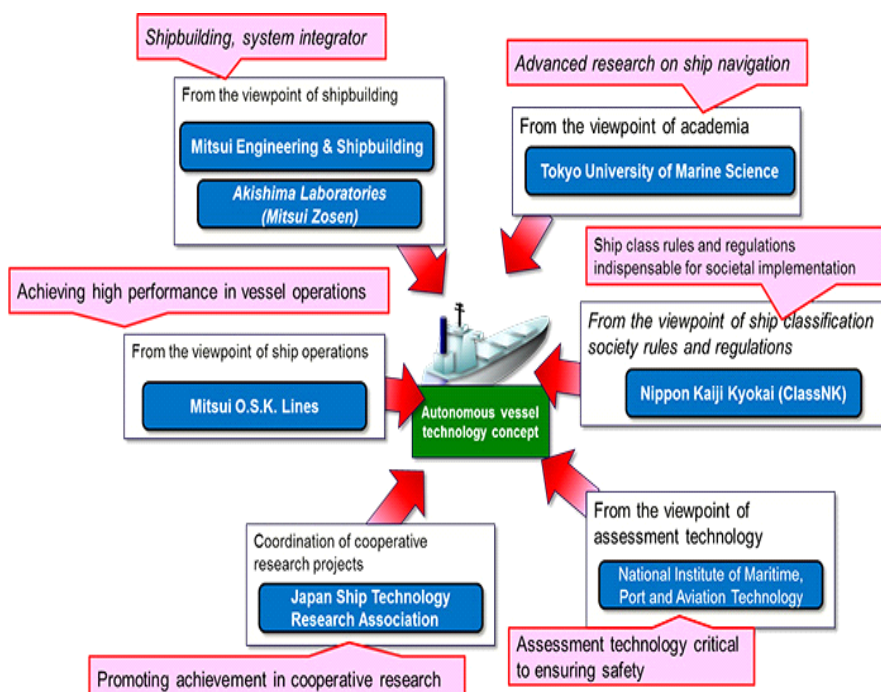
Η ερευνητική κοινοπραξία του έργου κατευθύνεται από την MOL, Mitsui Engineering & Ship building και συμμετέχουν διάφοροι κρατικοί και ερευνητικοί φορείς, πανεπιστήμια, καθώς και ο ιαπωνικός νηογνώμονας Class NK. Τα μέλη της κοινοπραξίας αναπτύσσουν την τεχνολογική ιδέα για αυτόνομα σκάφη, αντλώντας από τα πλεονεκτήματα της κάθε συμμετέχουσας εταιρείας και οργανισμού, χαράσσοντας μια πορεία προς την ανάπτυξη της τεχνολογίας, που απαιτείται για την υλοποίηση αυτόνομων σκαφών, τα οποία θα μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες, ασφαλείς και αποτελεσματικές θαλάσσιες μεταφορές.

Εκτός, από την προαγωγή της τεχνολογίας, για αυτόνομα συστήματα θαλάσσιων μεταφορών, το έργο προάγει μία κίνηση, για την ανάπτυξη της απαιτούμενης υποδομής προς επίτευξη της δημόσιας υποστήριξης για την εφαρμογή αυτών των προηγμένων τεχνολογιών, κοινοποιώντας την τρέχουσα πορεία των ερευνητικών αποτελεσμάτων στην κοινωνία και τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Το έργο αυτό εξετάζει επίσης, δεσμούς της έρευνας και της ανάπτυξης με τις επιχειρηματικές ιδέες, συστήματα, υποδομές και κοινωνική υλοποίηση, τα οποία σχετίζονται με αυτόνομες θαλάσσιες μεταφορές. Το έργο αυτό υλοποιείται από την Ιαπωνική Ένωση Έρευνας Τεχνολογίας Πλοίων (Mitsui O.S.K. Lines, 2017).

Η MOL σε συνεργασία με άλλες εταιρίες ανέπτυξε τεχνολογίες που προάγουν την αυτόνομη ναυτιλία και σχεδιάζει να πραγματοποιήσει δοκιμές το 2020 σε

διαδικασίες ελλιμενισμού και απόπλου χρησιμοποιώντας ένα πλοίο μεταφοράς επιβατών και οχημάτων και ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Τα δύο πλοία θα είναι εξοπλισμένα με γνωστική τεχνολογία που βασίζεται σε αισθητήρες. Πριν από το στάδιο αυτό, θα πραγματοποιηθούν δοκιμές των αυτόνομων λειτουργιών μέσω ενός προσομοιωτή. Με την ολοκλήρωση των πρώτων δοκιμών, η εταιρεία σχεδιάζει να προχωρήσει περαιτέρω χρησιμοποιώντας ένα μεγαλύτερης χωρητικότητας πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και ένα οχηματαγωγό 10.000 θέσεων (Baird Maritime, MOL-led Consortium Unveils Plans for Autonomous Navigation Project, 2020)

Η εταιρία MOL εργάζεται για την πραγματοποίηση των αυτόνομων σκαφών και για την επίτευξη δύο στόχων, της περαιτέρω ενίσχυσης της ασφαλούς λειτουργίας με την χρήση νέων υποκείμενων τεχνολογιών και την μείωση του φόρτου εργασίας του πληρώματος, αντιμετωπίζοντας τα ζητήματα ασφαλείας και ανθρώπινων λαθών. Στόχος του προγράμματος είναι η παράκτια ναυτιλία, βασικό στοιχείο της εφοδιαστικής αλυσίδας της Ιαπωνίας, που μεταφέρει περίπου το 40% του εγχώριου μεταφερόμενου φορτίου, ένας τομέας που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από γηράσκουν εργατικό δυναμικό (Martina Li,2018).



Σχήμα 3.4 - Τεχνολογία της ιδέας των αυτόνομων πλοίων

Πηγή: Mitsui O.S.K. Lines, 2017

3.5 Αυτόνομο σκάφος Intellitug

Οι ολοένα αυξανόμενες ανάγκες του Λιμένα της Σιγκαπούρης συνεχίζουν να εκδηλώνονται με την κατασκευή του Tuas Mega-Terminal, απαιτείται ένας συνδυασμός τεχνολογιών και καινοτομιών, για την αύξηση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας των λειτουργιών στον πιο πολυσύχναστο κόμβο διαμεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο. Η Φινλανδική εταιρεία Wärtsilä, σε συνεργασία με κυβερνητικούς φορείς, συνέστησε ένα κέντρο ερευνών στην πόλη-κράτος της Σιγκαπούρης, με τη μοναδική φιλοδοξία, να προάγει περισσότερο την καινοτομία στην τοπική ναυτιλιακή κοινότητα.

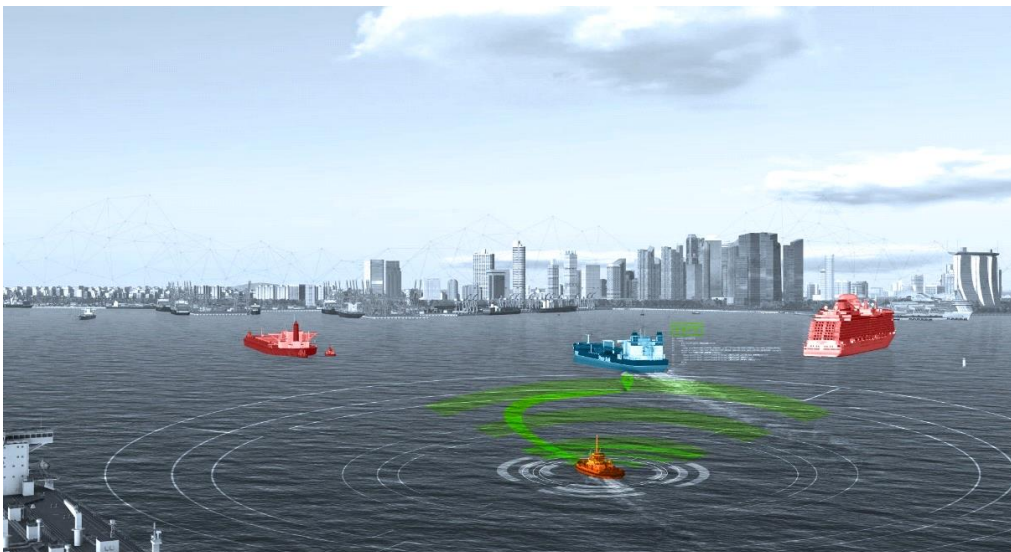
Μέσα από τη συνεργασία με τοπικούς εταίρους της βιομηχανίας και του ακαδημαϊκού χώρου, η εταιρεία στοχεύει στην ανάπτυξη πρωτοποριακών και εμπορικά προσαρμοσμένων βιώσιμων λύσεων υψηλής τεχνολογίας με σκοπό την ενίσχυση της ασφάλειας στο πολυσύχναστο λιμενικό περιβάλλον του εκάστοτε λιμένα. Η Ναυτιλιακή και Λιμενική Αρχή της Σιγκαπούρης (MPA Singapore) και η Wärtsilä συμφώνησαν κατά την έναρξη του έργου, να επικεντρωθούν από κοινού, στην κατασκευή ευφυών πλοίων, την σύνδεση λειτουργιών των έξυπνων λιμένων, την κυβερνο-φυσική ασφάλεια και την ψηφιακή επιτάχυνση. (Wärtsilä, 2018)

Κατά το παρελθόν, η Wärtsilä μαζί με την PSA Marine, τον Lloyd's Register και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς πέτυχαν εκπληκτικά αποτελέσματα με την υλοποίηση του έργου IntelliTug. Οι εταίροι συνεργάστηκαν επίσης, με τις ρυθμιστικές αρχές και την κοινωνία, ώστε να διασφαλιστεί, ότι η τεχνολογία σε δοκιμαστικό επίπεδο μπορεί σταδιακά να εγκριθεί για την ουσιαστική εφαρμογή της.

Το πρώτο έργο ξεκίνησε με μια προσπάθεια βελτίωσης των δυνατοτήτων ρυμούλκησης του λιμένα. Με περισσότερες από 90.000 εργασίες ρυμούλκησης κάθε χρόνο, για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του εξελισσόμενου λιμένα, η συγκεκριμένη ομάδα εργάζεται για να υλοποιήσει ένα πιο έξυπνο ρυμουλκό σκάφος, που θα εκτελεί μια σειρά από διαδικασίες ρουτίνας αυτόνομα, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για τη βελτίωση περαιτέρω της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας των ρυμουλκών, παράλληλα με τη μείωση του φόρτου εργασίας και των πιέσεων που ασκούνται στον χειριστή.

Το σκάφος Intellitug διαθέτει ένα έξυπνο σύστημα πλοήγησης. Η έξυπνη πλοήγηση βοηθά τον καπετάνιο του ρυμουλκού στο σχεδιασμό βελτιστοποιημένων

διαδρομών, διατηρώντας δυναμικά ασφαλείς αποστάσεις κατά την πλοήγηση, με τον εντοπισμό και την αποτροπή πιθανών συγκρούσεων. Η τεχνολογία σύντηξης αισθητήρων, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι, παρέχουν στον χειριστή μια διευρυμένη εικόνα, βελτιώνοντας την επίγνωση της κατάστασης και την ορατότητα σε δύσκολες συνθήκες. Η εικονική αγκυροβόληση θα βοηθήσει, απαλλάσσοντας μεν τον οδηγό του ρυμουλκού από την εκτέλεση χειροκίνητων εφεδρικών ελιγμών, επιτρέποντας δε στον καπετάνιο και στο πλήρωμά του να επικεντρωθούν σε άλλες εργασίες. (Wärtsilä, 2019).



Εικόνα 3.3 - ανάκτηση από: wartsila.com

Άλλες δοκιμές της Wärtsilä έχουν ολοκληρωθεί επιτυχώς, στο νορβηγικών συμφερόντων οχηματαγωγό επιβατικό πλοίο, 85 μέτρων, Folgefonn, στο οποίο δοκιμάστηκε η πλήρης αυτόνομη λειτουργία για μια ολόκληρη διαδρομή μεταξύ τριών λιμένων. Το πλοίο τέθηκε σε κατάσταση αυτόνομης λειτουργίας και ολοκλήρωσε άρτια όλες τις παρακάτω διαδικασίες χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση: αποχώρηση από την αποβάθρα, ελιγμούς για την έξοδο από το λιμάνι, πλοήγηση μέχρι το επόμενο λιμάνι προορισμού, είσοδο στο λιμάνι και αγκυροβόληση. (Wärtsilä, 2018)

3.6 Ομοιότητες και διαφορές εφαρμογών

Το πρόγραμμα ανάπτυξης τεχνολογίας αυτόνομων πλοίων, το MUNIN, ξεκίνησε στη Νορβηγία, με κεντρικό σκοπό την ανταγωνιστικότητα και βιωσιμότητα της ευρωπαϊκής ναυτιλιακής βιομηχανίας, σε συνεργασία με εταιρούς από άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Επί του παρόντος, έχουν αναπτυχθεί πολλά έργα παγκοσμίως από

διάφορες εταιρίες και οργανισμούς. Στη παρούσα εργασία έχουν αναφερθεί τα κυριότερα από αυτά. Το εγχείρημα της Rolls-Royce εστιάζει στην ανάπτυξη ενός συστήματος πλήρως απομακρυσμένου ελέγχου του πλοίου με στόχο να είναι προσβάσιμες σε πραγματικό χρόνο όλες οι λειτουργίες του, να είναι δυνατό να αντιμετωπίζονται πιθανοί κίνδυνοι οι οποίοι μπορεί να το οδηγήσουν το πλοίο σε απόκλιση πορείας και προκαλώντας μη προγραμματισμένες καθυστερήσεις. Ο έλεγχος είναι συνεχής και αναφέρεται στη γεωγραφική θέση του πλοίου, στη μηχανική του λειτουργία, στη σωστή διαχείριση του φορτίου του αλλά και την διαχείριση του καυσίμου. Στόχος της Rolls-Royce είναι μέχρι το 2035 να τελειάει ολοκληρωμένα απομακρυσμένος έλεγχος μη επανδρωμένων πλοίων σε διαδρομές ανοιχτής θαλάσσης. Η εταιρεία έχει ολοκληρώσει ήδη επιτυχημένες δοκιμές απομακρυσμένου ελέγχου σε μικρά επιβατικά πλοία στη Φιλανδία που εκτελούν παράκτιες διαδρομές και υποστηρίζει ότι σε βάθος πενταετίας τα σκάφη αυτά θα μπορούν να κινούνται πλήρως αυτόνομα, ενώ σαν βραχυπρόθεσμο στόχο μέχρι το 2030, είναι να τελέσουν δοκιμές απομακρυσμένου ελέγχου σε πλοία που εκτελούν διαδρομές στους ωκεανούς.

Παρομοίως, οι εταιρείες YARA και KONGSBERG έχουν βασιστεί στο έργο και το όραμα της DNV GL αναπτύσσοντας το Yara Birkeland, ένα πλοίο με υποδομές για πλήρως αυτόνομη λειτουργία αλλά εστιάζοντας την έρευνα τους στη παραγωγή μηδενικών εκπομπών καυσαερίου μέσω της χρήσης μπαταριών λιθίου ως μέσο για την πρόωση. Μια βασική διαφορά είναι ότι το YARA Birkeland είναι ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, το οποίο θα καλύπτει καθορισμένες διαδρομές μικρών αποστάσεων σε συγκεκριμένους λιμένες της Νορβηγίας, όπου υπάρχουν οι απαραίτητες υποδομές, δηλαδή έχει μικρό εύρος κάλυψης έναντι του αντίστοιχου εγχειρήματος της Rolls-Royce.

Σε παρόμοιο πλαίσιο η Mitsui OSK Lines σε συνεργασία με πανεπιστήμια και κυβερνητικούς φορείς, έχει εστιάσει στη γνωσιακή τεχνολογία και την ανάπτυξη αισθητήρων με στόχο τον απομακρυσμένο έλεγχο των πλοίων. Αντίστοιχα με τα παραπάνω προγράμματα έχει ανακοινώσει ότι θα προχωρήσει σε δοκιμές σε ένα επιβατικό πλοίο και ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων σε παράκτιες διαδρομές.

Το σκάφος Intellitug διαφέρει από τα προηγούμενα διότι έχει ως αντικείμενο δοκιμών ένα ρυμουλκό σκάφος και όχι πλοίο μεταφοράς εμπορευμάτων ή επιβατών με κοινό όμως στόχο την πλήρως αυτόνομη λειτουργία διαφυλάσσοντας την ασφαλή

πλοήγηση και την αποφυγή συγκρούσεων σε πολυσύχναστους λιμένες. Η εταιρία Wärtsilä, έχει ολοκληρώσει παρόμοιες δοκιμές αυτόνομης λειτουργίας, όπως η Rolls-Royce και η MOL, σε ένα μικρό επιβατικό πλοίο στην Νορβηγία.

Οι στόχοι που έχει θέσει ο IMO, και η σταδιακή απελευθέρωση από τον άνθρακα έχουν ωθήσει όλους τους ενδιαφερόμενους του ναυτιλιακού κλάδου στην έρευνα για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων & πηγών ενέργειας. Παράλληλα όμως οι βασικοί παίκτες της αγοράς έχουν ήδη προχωρήσει στο επόμενο βήμα αναπτύσσοντας τεχνολογίες για την αυτόνομη πλοήγηση και τα "έξυπνα πλοία". Συμπερασματικά, διαπιστώνεται ότι οι εφαρμογές έχουν αρκετές ομοιότητες μεταξύ τους, οι διαφορές είναι μικρές και αναφέρονται στη μεταφορική ικανότητα των πλοίων, του τύπου των πλοίων αλλά στη δυναμική τους σε επίπεδο απόστασης ταξιδιού. Επιπλέον, σε όλα τα προγράμματα έχουν εμπλακεί κυβερνητικοί οργανισμοί, πανεπιστημιακοί φορείς και νηογνώμονες.

Κεφάλαιο 4^ο Πλεονεκτήματα και Προκλήσεις

4.1 Πλεονεκτήματα στην ασφάλεια

Οι ναυτιλιακοί κίνδυνοι με βάση το περιεχόμενο τους αλλά, και το αντίκτυπο που έχουν κατηγοριοποιούνται σε διάφορες μορφές. Συγκεκριμένα παραδείγματα κινδύνων αποτελούν οι συγκρούσεις, η προσάραξη ενός πλοίου, οι πυρκαγιές, οι εκρήξεις, οι ανατροπές πλοίων, η εισροή νερού στο πλοίο με αποτέλεσμα την καταστροφή των φορτίων του κ.λπ. Όπως έχει αποδειχτεί, το μεγαλύτερο μέρος των ατυχημάτων είναι αποτέλεσμα ανθρώπινου λάθους.

Σύμφωνα με τους Blanke et al.(2017), το ανθρώπινο λάθος αποτελεί τον παράγοντα, που προκάλεσε την περίοδο 2011-2016, το 62% των ατυχημάτων σε πλοία που ανήκαν σε νηολόγια της Ευρώπης. Με βάση και πάλι στοιχεία της μελέτης του ίδιου συγγραφέα, τα περισσότερα ατυχήματα συμβαίνουν κατά την διάρκεια εργασιών που συντελούνται στο κατάστρωμα του πλοίου και όχι σε δράσεις που συντελούνται από το δυναμικό του πλοίου στην ξηρά (Blanke et al.,2017). Τα λάθη που οδηγούν σε ατυχήματα σε ένα πλοίο είναι αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων, όπως είναι οι ανεπαρκείς τεχνικές γνώσεις, η κόπωση, η έλλειψη πληροφοριών, η κακή επικοινωνία

κ.α. (Burmeister et al., 2014).

Η αυτόνομη ναυτιλία θεωρείται, ότι δεν θα έχει μεγάλο αριθμό ατυχημάτων, λόγω της μείωσης του ρόλου του ανθρώπινου παράγοντα σε σχέση με τη συμβατική ναυτιλία. Γενικά τα περιστατικά, τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω, θα μειωθούν σε σημαντικό βαθμό. Τα αυτόματα συστήματα θα αναλάβουν στην ανοιχτή θάλασσα όλα τα, έως τώρα, καθήκοντα ρουτίνας των ναυτικών. Επιπροσθέτως όμως, θα έχουν ικανότητες μακράν των ανθρωπίνων και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την ευκολότερη και αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση δυσμενών καταστάσεων, όπως είναι η δυνατότητα συνεχούς επαγρύπνησης, η νυχτερινή όραση, οι έξυπνοι αισθητήρες κ.λπ. Το αυτόνομο πλοίο είναι απαραίτητο, να είναι ασφαλές να μην αποτελεί απειλή για άλλα πλοία, αλλά και το περιβάλλον.

Φυσικά, υπάρχουν σημεία τα οποία χρήζουν προσοχής, όπως η διαδικασία ελέγχου του μη επανδρωμένου πλοίου σε συνθήκες κακοκαιρίας. Το ουσιαστικό είναι αρχικά, να μην υπάρξει κίνδυνος απώλειας ανθρώπινων ζωών και δεύτερον να περιοριστούν τα θαλάσσια ατυχήματα, που θέτουν σε κίνδυνο το περιβάλλον και γενικά την ζωή των ζώντων οργανισμών. Σίγουρα, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στις διαδρομές μιας και η απουσία του ανθρώπινου παράγοντα θα μειώνει την ευελιξία σε διάφορες καταστάσεις. Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρξει και αναπροσαρμογή σε νομικό επίπεδο όπως και προσαρμογή στα νέα δεδομένα των γενικών αρχών που διέπουν την ασφάλεια στη θάλασσα (Blanke et al., 2017).

Είναι δεδομένο με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά και με μια ακόμα μελέτη, όπως αυτή των (Wrobel et al., 2017), ότι με τη χρήση των μη επανδρωμένων πλοίων θα υπάρξει μεγάλη μείωση σε ατυχήματα και σε απώλειες ανθρώπινων ζωών, γεγονός που θα ενισχύσει περισσότερο την ασφάλεια στη θάλασσα. Ωστόσο η απουσία του ανθρώπινου παράγοντα θεωρείται μεγάλο μειονέκτημα σε επίπεδο συγκεκριμένων κινδύνων, όπως είναι τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την πλοήγηση, η πυρκαγιά και η πλημμύρα. Το μη επανδρωμένο πλοίο, σε αυτές τις έκτακτες συνθήκες, κινδυνεύει να βρεθεί σε αδιέξοδη κατάσταση και να θέσει σε κίνδυνο όχι μόνο την δική του υπόσταση, αλλά και το περιβάλλον ευρύτερα.

Σε γενικές γραμμές με βάση τις αναφορές διαπιστώνεται ότι τα αυτόνομα πλοία έχουν καλύτερα επίπεδα ασφάλειας, πράγμα που θα μειώσει σε μεγάλο βαθμό ιδιαίτερα τα ατυχήματα προσάραξης και σύγκρουσης. Τα επανδρωμένα πλοία θα μπορούσαν

επίσης, να αποφύγουν τα παραπάνω ατυχήματα, στη περίπτωση που έχει προηγηθεί σωστός σχεδιασμός και υπάρχει ένα καλά δομημένο πρόγραμμα διαχείρισης τέτοιων καταστάσεων, για το οποίο το πλήρωμα έχει ενημερωθεί και εκπαιδευτεί κατάλληλα.

Τα μη επανδρωμένα πλοία παρακολουθούνται συνεχώς από ειδικά συστήματα, τα οποία φροντίζουν για την ασφάλειά τους, και θεωρούνται πιο ασφαλή από οποιονδήποτε αξιωματικό, ο οποίος βρίσκεται σε επιφυλακή και μπορεί ανά πάσα στιγμή να επιβαρυνθεί από τη ψυχική και σωματική κόπωση, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο εκτός από τον ίδιο, το λοιπό πλήρωμα αλλά και ευρύτερα το περιβάλλον κ.λπ. Το επανδρωμένο πλοίο όσο καλά και να σχεδιαστεί δεν θα προσπεραστεί ποτέ ο παράγοντας άνθρωπος και συνεπώς, το ανθρώπινο λάθος. Στον αντίποδα το μη επανδρωμένο, όσο η τεχνολογία εξελίσσεται, θα ενισχύεται ακόμα περισσότερο σε επίπεδο αντιμετώπισης δυσμενών καταστάσεων.

4.2 Οικονομικά πλεονεκτήματα

Η ναυτιλία αποτελεί ένα χώρο άκρως ανταγωνιστικό. Σε αυτή τη διεθνούς υπόστασης βιομηχανία, ο ανταγωνισμός είναι έντονος κυρίως λόγω της ελευθερίας των θαλασσών, αλλά και των διεθνών κανονισμών που προάγουν τον ανταγωνισμό μεταξύ των κρατών, όπως και των εταιρειών του χώρου. Τα αυτόνομα - μη επανδρωμένα πλοία αποτελούν βασικούς παράγοντες και ρυθμιστές της ανταγωνιστικής και βιώσιμης ναυτιλίας σήμερα και στο μέλλον (Burmeister et al., 2014).

Η χρήση των συγκεκριμένων πλοίων από τις ναυτιλιακές εταιρείες θα εξαρτηθεί από την επίδραση που θα έχουν στη κερδοφορία τους. Είναι σημαντικό λοιπόν, να καθοριστεί συγκριτικά το κόστος μεταφοράς φορτίου με ένα αυτόνομο και ένα συμβατικό πλοίο, για να διαπιστωθεί, εάν συμφέρει να χρησιμοποιηθεί το πρώτο έναντι του δεύτερου από τις ναυτιλιακές εταιρείες. Συγκεκριμένα, πέρα από την ασφάλεια και την τεχνολογική δυναμική των μη συμβατικών πλοίων πρέπει να προσδιοριστεί και η οικονομική τους δυναμική.

Ο αυτοματισμός αντικαθιστά τους ανθρώπους με τις μηχανές και λογισμικά, μειώνοντας καθώς το εργατικό κόστος, βελτιώνοντας τα έσοδα για τους επιχειρηματίες και ενισχύοντας συνεπώς τη θέση των ναυτιλιακών εταιρειών στην αγορά και ευρύτερα στη κοινωνία. Το πρώτο ξεκάθαρα οικονομικό όφελος για τη ναυτιλία είναι η μείωση των δαπανών, αναφορικά με το εργατικό δυναμικό, την εξάλειψη των γενικών δαπανών σχετικά με την απασχόληση, αλλά και τη μείωση του λειτουργικού κόστους των

ναυτιλιακών εταιρειών. Παρότι, σήμερα είναι δυνατή η αντικατάσταση των πληρωμάτων, κρίνεται απαραίτητο πρώτα να γίνουν όλες οι αρμόζουσες μελέτες σε επίπεδο άμεσου και έμμεσου κόστους, για να είναι τεκμηριωμένο, ότι συμφέρει στις ναυτιλιακές η αλλαγή από τη συμβατική στην αυτόνομη ναυτιλία.

4.3 Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα

Οι ναυτιλιακές εταιρείες πραγματοποιούν μεγάλες επενδύσεις, ως προσπάθεια συνεχούς ενίσχυσης της οικονομικής τους αποδοτικότητας, βελτιώνοντας παράλληλα, τα επίπεδα ασφαλείας της λειτουργίας τους. Πέρα όμως, από το δικό τους όφελος στα πλαίσια της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης στην οποία επενδύουν, ταυτόχρονα, επιδιώκουν να συνδράμουν στην κοινωνία και το περιβάλλον. Η διεθνής νομοθεσία επιβάλλει μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος, αλλά και της κοινωνίας, αναφορικά με τη λειτουργία των πλοίων. Παρότι η διεθνής ναυτιλία φέρει την ευθύνη μόνο για το 2% των παγκοσμίων εκπομπών αερίων, τα οποία έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο λεγόμενο φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι ναυτιλιακές εταιρείες αναγνωρίζουν, ότι πρέπει και αυτές να καταβάλουν προσπάθειες για να προστατέψουν το περιβάλλον, από τις όποιες επιπτώσεις του.

Η Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος του ΙΜΟ, τον Απρίλιο του 2018, υιοθέτησε μια καινοτόμο στρατηγική, η οποία είχε ως βασικό της στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων κατά 50% μέχρι το 2050 συγκριτικά με τα αντίστοιχα επίπεδα του 2008 (Comer and Rutherford, 2018). Η στρατηγική αυτή, λήφθηκε σε ευθυγράμμιση με την ευρύτερη ανάγκη για τη μελλοντική απεξάρτηση της ναυτιλίας από τον άνθρακα, αναφορικά με τις ναυτιλιακές μεταφορές, μείωση συγκεκριμένα της χρήσης του κατά 40% έως το 2030. Επιπλέον, υπάρχει η επιδίωξη για περαιτέρω μείωση στη χρήση του, της τάξεως του 70% μέχρι το 2050.

Μια επιπρόσθετη οδηγία σε σχέση με το περιβάλλον, είναι η μείωση της περιεκτικότητας του πετρελαίου σε θείο, η οποία θα πρέπει να φτάσει το 0,5% m/m μέχρι το τέλος του 2020 (ΙΜΟ, 2012). Προκειμένου να επιτευχθούν οι παρόντες στόχοι θα πρέπει να υιοθετηθούν καινοτόμες λύσεις, οι οποίες θα αυξήσουν την αποδοτικότητα των καυσίμων, ενώ θα πρέπει να ενισχυθεί και η χρήση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

Η ναυτιλία στο μέλλον πρέπει να καταφέρει να απεξαρτηθεί από τη χρήση ορυκτών καυσίμων και για να υλοποιηθεί αυτό θα πρέπει να πραγματοποιηθούν

σημαντικές επενδύσεις στις εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Τα αυτόνομα πλοία, των οποίων η κίνηση θα βασίζεται σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας, μπορεί να αποτελέσουν τη βασική λύση για τη μείωση των εκπομπών GHG και του CO₂. Τα αυτόνομα πλοία θα μπορούν να εφαρμόζουν τη στρατηγική της αργής πλεύσης, χωρίς να χρειάζεται να γίνονται πρόσθετες επενδύσεις από τις ναυτιλιακές εταιρείες. Ως παράδειγμα οι εταιρείες Yara και Kongsberg κατάφεραν να δημιουργήσουν ένα πλοίο μεταφοράς, μηδενικών εκπομπών, συνδυάζοντας την καινοτομία με τις έξυπνες τεχνολογίες.

4.4 Κοινωνικά πλεονεκτήματα

Σύμφωνα με την μελέτη της εταιρείας BIMCO (2015) διαπιστώθηκε ότι, μέσα στα επόμενα χρόνια η ναυτιλιακή βιομηχανία, πιθανόν να αντιμετωπίσει μια μείωση της διαθεσιμότητας σε έμπειρα πληρώματα. Ενώ η ζήτηση για αξιωματικούς θα αυξάνεται κατά 10% ανά πενταετία, η προσφορά θα μένει στάσιμη, δεδομένου ότι το παρόν επάγγελμα λόγω των πολλών ταξιδιών καθίσταται από τα πιο δύσκολα. Με αυτή τη λογική υπολογίζεται ότι μέχρι το 2025 θα υπάρχει έλλειψη σε 147.500 αξιωματικών. Η μείωση του αριθμού των αξιωματικών μέσα στα επόμενα χρόνια προάγει ακόμα περισσότερο την ανάγκη χρήσης των αυτόνομων πλοίων.

Το ναυτικό επάγγελμα σήμερα αντιμετωπίζει βαθιά κρίση. Οι περισσότεροι νέοι θεωρούν ότι το επάγγελμα αυτό είναι μια λύση ανάγκης, δεδομένου ότι μπορεί να αμείβεται καλά, αλλά έχει πολλά ταξίδια, μεγάλη επικινδυνότητα, ενώ δεν δίνει τη δυνατότητα στους νέους να δημιουργήσουν οικογένεια και γενικά να ζήσουν μια ισορροπημένη ζωή (Porathe et al., 2014). Το αυξημένο άγχος, οι άσχημες καιρικές συνθήκες και η έξαρση της πειρατείας αποτελούν κάποιους από τους λόγους που το επάγγελμα αυτό δεν αποτελεί πια ένα από τα βασικά στις προτιμήσεις των νέων. Η χρήση των αυτόνομων πλοίων θα βοηθήσει στην αντιμετώπιση του προβλήματος, διότι όπως αναμένεται θα μειώσει την ανάγκη σε προσωπικό, ενώ θα αλλάξει τον τρόπο εργασίας, προσελκύνοντας και πάλι τους νέους.

Σύμφωνα με τους Rodseth & Burmeister, 2012 αναφέρεται ότι: *«Τα αυτόνομα πλοία είναι πιο πιθανό να αλλάξουν τις θέσεις εργασίας παρά να τις εξαλείψουν και [...] αυτό, σε συνδυασμό με τη δημιουργία νέων τύπων θέσεων εργασίας, θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη ευημερία μακροπρόθεσμα»*. Τα αυτόνομα πλοία θα αναλάβουν τις δύσκολες

δράσεις, θα συμβάλουν στη μείωση των ταξιδιών και θα δώσουν το δικαίωμα στους επίδοξους ναυτικούς να δουλέψουν από άλλες θέσεις, με πιο καινοτομικό πεδίο δράσης, γεγονός που θα ενισχύσει και το επίπεδο των επαγγελματιών στο χώρο (Johns, 2018). Τέλος, θα δημιουργηθεί μια νέα τάξη ναυτικών με διαφορετικές προσδοκίες, ενώ θα μειωθούν τα ατυχήματα και θα καταπολεμηθεί η πειρατεία, η οποία βασίζεται κυρίως στην κράτηση ομήρων.

4.5 Νομικές προκλήσεις

Η νομοθεσία, που αφορά το ναυτικό, διέπεται από σταθερότητα και συνέπεια. Πολλά από τα στοιχεία που περιλαμβάνει προέρχονται από το παρελθόν, αλλά παρόλα αυτά, είναι διαχρονικά και έτσι έχει γίνει η προσαρμογή τους στην σύγχρονη εποχή που χαρακτηρίζεται από συνεχείς εξελίξεις (Van Hooydonk, 2014).

Η νομοθεσία για την ναυτιλία όπως είναι κατανοητό, περιλαμβάνει το σύνολο των νόμων που αφορούν τα πλοία και τον τρόπο που πρέπει να λειτουργούν. Δεδομένης της διεθνούς διάστασης της ναυσιπλοΐας, τα νομικά ζητήματα που περιλαμβάνει ποικίλλουν και το ίδιο ισχύει και για τους νόμους, οι οποίοι μπορεί να είναι τοπικοί, εθνικοί, περιφερειακοί αλλά και διεθνείς. Επιπλέον, στην νομοθεσία περιλαμβάνονται ζητήματα, που σχετίζονται με τα πλοία αλλά και το γενικότερο δημόσιο συμφέρον και παρουσιάζουν ενδιαφέρον, όπως είναι τα περιβαλλοντικά, η πρόληψη και η αντιμετώπιση κινδύνων στη θάλασσα, ατυχήματα και ζημιές, κ.ά.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε αυτή την ενότητα, στους διεθνείς κανονισμούς. Αυτοί αποσαφηνίζουν ζητήματα δικαιοδοσίας, καθώς και την πρέπουσα συμπεριφορά των πλοίων στη θάλασσα αλλά και των κρατών των οποίων τη σημαία φέρουν. Η νομοθεσία αυτή στηρίζεται στη σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το δίκαιο της θάλασσας (UNCLOS), που χρονολογείται από το 1982. Η Σύμβαση αυτή δημιουργήθηκε με την συμβολή 168 κρατών, στοιχείο που αναδεικνύει την ευρύτητα της και την καθολική αποδοχή των διατάξεων της, αναφορικά με τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματα που υπάρχουν για την πλοήγηση των πλοίων. Οι διατάξεις της επίσης, αφορούν θέματα, όπως οι θαλάσσιες ζώνες και τα όρια τους και τα σχετικά ζητήματα με αυτές, την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και τον τρόπο διαχείρισης των θαλάσσιων πόρων. Περιλαμβάνουν επίσης, τα τεχνικά ζητήματα και τα πρότυπα ασφαλείας, που πρέπει να τηρούνται από τα πλοία, αλλά και το προσωπικό τους καθώς

και ζητήματα εκπαίδευσης, ασφάλειας και προστασίας τους. Τέλος, περιλαμβάνει και διατάξεις που αφορούν ζητήματα ιδιωτικού δικαίου, όπως οι ευθύνες των πλοιοκτητών και οι αξιώσεις που μπορούν να εγείρουν τα θιγόμενα μέρη. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι οι διατάξεις που περιλαμβάνονται σε αυτό το μέρος της σύμβασης δεν είναι ολοκληρωμένες, ούτε καθολικά επικυρωμένες, καθώς επίσης και, ότι μπορούν να εντοπιστούν διαφοροποιήσεις στην εφαρμογή τους σε εθνικό επίπεδο.

Παρά την συνέπεια που διέπει την ναυτική νομοθεσία, δεν αποκλείονται αλλαγές στις διατάξεις της στο μέλλον, προκειμένου να επέλθουν αλλαγές που είναι απαραίτητες, αλλά και πιο εξειδικευμένες σε συγκεκριμένους τύπους πλοίων, όπως τα εμπορικά που είναι μη επανδρωμένα (Rodseth&Burmeister, 2015).

Αναφορικά με τα μη επανδρωμένα πλοία, υπάρχουν κινήσεις και εξελίξεις, που αφορούν την εισαγωγή τους στο νομοθετικό πλαίσιο, καθώς και τις επιπτώσεις αυτής της διαδικασίας, όσον αφορά την λειτουργία τους, έστω και προσωρινά. Ο τύπος των μη επανδρωμένων πλοίων, ένας όρος που έχει υιοθετηθεί επίσημα από τον IMO, αποτυπώνεται βιβλιογραφικά και με άλλες έννοιες, όπως για παράδειγμα «μη επανδρωμένα επιφανειακά πλοία», «αυτόνομα εμπορικά πλοία», «πλοία ρομπότ», «έξυπνα πλοία», «ψηφιακά πλοία» κ.ά.

Ένα πρώτο ζήτημα συνεπώς, που προκύπτει, είναι η επιλογή και η αποσαφήνιση του κατάλληλου όρου, για αυτούς τους τύπους πλοίων. Ένα ερώτημα που τίθεται είναι, εάν αυτές οι κατηγορίες σκαφών μπορούν να χαρακτηριστούν ως πλοία, σύμφωνα με τις διεθνείς συμβάσεις και έννοιες και σε ένα δεύτερο επίπεδο, κατά πόσο μπορεί να καθοριστεί νομοθετικά και σε σχέση με τις ήδη υπάρχουσες συμβάσεις (Chircop, 2018).

Η οριοθέτηση του ως πλοίο σημαίνει αυτομάτως και την συμμόρφωσή του στην ήδη υπάρχουσα νομοθεσία και τις υποχρεώσεις, αλλά και τα δικαιώματα που απορρέουν από αυτήν (Van Hooydonk, 2014). Για να πραγματοποιηθεί, όμως αυτή η οριοθέτηση με σαφήνεια, απαιτείται να εξεταστεί ο τρόπος εφαρμογής των συμβάσεων που αφορούν το ναυτικό δίκαιο. Πιο συγκεκριμένα, ερωτηματικά δημιουργεί, αν η έλλειψη πληρώματος, είναι ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζει την έννοια του πλοίου, στην οποία δίνεται και η βασική εστίαση στη σχετική νομοθεσία.

4.6 Προκλήσεις ευθύνης

Κατά κανόνα, την πλοήγηση των πλοίων αναλαμβάνουν ναυτικοί που έχουν λάβει την κατάλληλη εκπαίδευση, η οποία είναι συνεπής με τα πρότυπα που υπάρχουν σε αυτό το πεδίο. Η έλλειψη αυτής της εκπαίδευσης, αλλά και της εμπειρίας των ναυτικών, οδηγεί στην υπόθεση, ότι παρά τα επίπεδα ασφάλειας που χαρακτηρίζουν το επανδρωμένο πλοίο, υπάρχει πάντα η πιθανότητα ατυχημάτων. Στην περίπτωση των μη επανδρωμένων πλοίων την ευθύνη της πλοήγησης δεν την έχει ένα φυσικό πρόσωπο, αλλά ένα λογισμικό. Εδώ δημιουργείται το ερώτημα της απόδοσης ευθύνης στην περίπτωση κάποιου λάθους ή ατυχήματος. Σαφώς, και η απόδοση ευθύνης δεν μπορεί να γίνει στο λογισμικό και οι πιθανές προτάσεις που έχουν διατυπωθεί αφορούν τον προγραμματιστή του, αυτόν που το χειρίζεται, ακόμα και τον πλοιοκτήτη. Ενδεχομένως, και σε όλους, ανάλογα με το είδος του λάθους, που έχει προκληθεί. Είναι ένα ζήτημα πάντως, που έχει δημιουργήσει έντονο προβληματισμό και δεν είναι εύκολη η λύση του.

4.7 Προκλήσεις για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο

Τα μη επανδρωμένα πλοία είναι απόρροια της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας, η οποία επιτρέπει την ανάπτυξη συστημάτων, που μπορούν να διαχειριστούν την πλοήγηση των πλοίων από απόσταση χωρίς την παρουσία φυσικών προσώπων. Η διαχείριση των μη επανδρωμένων πλοίων γίνεται μέσω συστημάτων γνωστών ως Cyber-Enabled Systems. Η διαχείριση των συστημάτων αυτών επιτρέπεται πλέον, να γίνεται από μακριά, μέσω της χρήσης του κυβερνοχώρου. Όπως και σε άλλα αντίστοιχα συστήματα, έτσι και σε αυτά υπάρχει ο κίνδυνος λανθασμένης χρήσης τους (Reilly and Jorgensen, 2016).

Η εκ του μακρόθεν διαχείριση επιτρέπει σε αυτά τα συστήματα να είναι ευάλωτα σε κινδύνους που υπάρχουν στον κυβερνοχώρο και ως εκ τούτου το ζήτημα της διατήρησης της ασφάλειας είναι ζωτικής σημασίας. Οι εταιρίες που θα κατέχουν μη επανδρωμένα πλοία θα πρέπει να αναπτύξουν σχέδια προστασίας των συστημάτων από κακόβουλες επιθέσεις και απειλές. Απαιτούνται αμυντικά σχέδια αλλά και σχέδια έκτακτης ανάγκης καθώς και η σχετική εκπαίδευση, κάτι που σημαίνει επιπλέον κόστος. Αυτές οι κινήσεις όμως, μπορούν να εξασφαλίσουν την αποτροπή των κινδύνων και των απειλών, καθώς και των προβλημάτων, που μπορεί να δημιουργήσουν στο μέλλον.

4.8 Προκλήσεις που αφορούν τον ανθρώπινο παράγοντα

Η λειτουργία των μη επανδρωμένων πλοίων αναμένεται να γίνει σύντομα πραγματικότητα. Η υποστήριξη αυτού του τύπου πλοίων προκύπτει από, το ότι θεωρούνται πιο ασφαλή συγκριτικά με τα συμβατικά λόγω της έλλειψης του ανθρώπινου παράγοντα και των λαθών που ενίοτε τον χαρακτηρίζουν. Αυτό όμως, είναι κάτι που δεν ισχύει απόλυτα, δεδομένου ότι ο ανθρώπινος παράγοντας, δηλαδή το προσωπικό θα συνεχίσει να υπάρχει και να ελέγχει το πλοίο, αλλά αυτό θα γίνεται από την ξηρά και όχι πάνω σε αυτό. Αυτό σημαίνει, ότι στην πραγματικότητα ο έλεγχος και η διαχείριση του πλοίου θα συνεχίσει να γίνεται από τους ανθρώπους και άρα, είναι ανοιχτό το ενδεχόμενο του λάθους, χωρίς να αποκλείεται, όπως υποστηρίζεται σε κάποιες απόψεις (Porathe et al., 2014).

Το ανθρώπινο λάθος συνεπώς, δεν είναι κάτι που μπορεί να αποκλειστεί. Τα λάθη προκύπτουν από την ανθρώπινη συμπεριφορά και είναι μία φυσιολογική εξέλιξη. Θεωρείται ότι ο αυτοματισμός και η τεχνολογία θα μειώσουν σημαντικά τέτοια ενδεχόμενα. Αυτό είναι κάτι που σταδιακά επιτυγχάνεται στις θαλάσσιες μεταφορές και αποτυπώνεται στην μείωση του αριθμού των ατυχημάτων. Στην περίπτωση των μη επανδρωμένων πλοίων θεωρείται, ότι η αποφυγή λαθών μπορεί να ενισχυθεί από το διαφορετικό περιβάλλον των εργαζόμενων. Το γεγονός, ότι δεν θα βρίσκονται στο πλοίο θα εξασφαλίζει, ότι δεν είναι θα είναι κουρασμένοι και αγχωμένοι και συνεπώς θα λειτουργούν πιο αποτελεσματικά (Porathe et al., 2014).

4.9 Τεχνητή Νοημοσύνη στη Ναυτιλία

Κατά τα πρώτα χρόνια της λεγόμενης τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης, οι προσπάθειες να προσδιοριστούν οι κύριες ιδέες και εργαλεία πίσω από αυτήν τη νέα εποχή, πάντα καταλήγουν να αναφέρονται στην έννοια των έξυπνων μηχανών που θα μπορούσαν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και με το περιβάλλον. Στην πραγματικότητα, *κυβερνο-φυσικά συστήματα (Cyber-physical Systems)*, που συνδέονται με το *Διαδίκτυο Των Πραγμάτων (Internet of Things)*, λαμβάνουν όλη την προσοχή όταν αναφερόμαστε στη νέα βιομηχανία 4.0 . Ωστόσο, το νέο βιομηχανικό περιβάλλον θα επωφεληθεί από διάφορα εργαλεία και εφαρμογές που συμπληρώνουν τον πραγματικό σχηματισμό ενός έξυπνου, ενσωματωμένου συστήματος που μπορεί να εκτελεί αυτόνομες εργασίες. Και οι περισσότερες από αυτές τις επαναστατικές ιδέες

στηρίζονται στην ίδια θεωρία όπως η τεχνητή νοημοσύνη, όπου η ανάλυση και η επεξεργασία τεράστιων ποσοτήτων εισερχόμενων πληροφοριών από διαφορετικούς τύπους αισθητήρων, βοηθούν στην ερμηνεία και την προτεινόμενη πορεία δράσης. Για το λόγο αυτό, η επιστήμη της τεχνητής νοημοσύνης ταιριάζει απόλυτα με τις προκλήσεις που προκύπτουν από την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση. (Dorico, Gomez, 2016)

Σήμερα γίνεται λόγος ολοένα και περισσότερο για την τέταρτη βιομηχανική ή μάλλον τεχνολογική ή και ψηφιακή επανάσταση. Πράγματι βιώνουμε ένα στάδιο ανάπτυξης όπου φαίνεται ότι δεν υπάρχει όριο στην ανάπτυξη της τεχνολογικής ικανότητας της ανθρωπότητας. Η ναυτιλία αναμφίβολα αποτελεί έναν κλάδο, όπου η ανάπτυξη σύγχρονων τεχνολογιών θα οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές. (A. Alop, 2019)

Ο ναυτιλιακός κλάδος χαρακτηρίζεται από τις συνεχείς και ταχείες αλλαγές αλλά και τις σύνθετες προκλήσεις. Οι κανονισμοί του IMO και η πορεία μέχρι το 2050, έχουν επιβάλλει έναν τεράστιο τεχνολογικό μετασχηματισμό στη ναυτιλία. Πέραν από μια ασφαλή και βιώσιμη παράλληλα μετάβαση σε ένα μοντέλο χαμηλότερων εκπομπών καυσαερίων, είναι αναγκαία η ανάπτυξη νέων καυσίμων, καθώς και νέων προσεγγίσεων για τον σχεδιασμό και την λειτουργία των πλοίων. Η μετάβαση στην ψηφιακή εποχή απαιτεί συνεργασία από διαφορετικούς φορείς που θα συνεισφέρουν με την τεχνογνωσία τους και τις καινοτόμες ιδέες. Ο Christopher J. Wiernicki, Πρόεδρος της ABS χαρακτηριστικά έχει αναφέρει: *ότι πρέπει να είμαστε πολύ άνετοι με την αβεβαιότητα σχετικά με το ταξίδι μέχρι το 2050, καθώς εργαζόμαστε μαζί για να αναπτυχθούμε και να αναπτύξουμε τεχνολογίες που θα μας οδηγήσουν στο 2050, χωρίς ποτέ να θέτουμε σε κίνδυνο την ασφάλεια ή να ξεχνάμε ότι οι άνθρωποι είναι ο κινητήρας που οδηγεί αυτή τη βιομηχανία προς τα εμπρός.*

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός της ναυτιλίας έχει ήδη ξεκινήσει. Διάφορες εταιρίες έχουν ήδη εφαρμόσει ολοκληρωμένα συστήματα ελέγχου στόλου, στα οποία ενσωματώνονται μεμονωμένες διαδικασίες, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί ο προγραμματισμός των ταξιδιών, η πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών, η κατανάλωση καυσίμου αλλά και η ταχύτητα του πλοίου. Επιπλέον, έχει διευκολυνθεί η υποβολή αναφορών από το πλοίο στη ξηρά και προσφέρεται αποτελεσματικότερη παρακολούθηση των επιδόσεων του στόλου με κύριο στόχο την μείωση κατανάλωσης καυσίμου, λαμβάνοντας υπόψη τους όρους των εκάστοτε ναυλοσυμφώνων, την

ταχύτητα πλεύσης καθώς και την κατάσταση των μηχανών. Με την χρήση των παραπάνω εφαρμογών επιτυγχάνεται η αξιοποίηση της τεράστιας υπολογιστικής ικανότητας της *cloud* τεχνολογίας, η χρήση μηχανικής εκμάθησης και η δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων. (Ναυτικά Χρονικά, 2019)

Η αποτελεσματική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης εξαρτάται από τα δεδομένα που παρέχονται. Η ναυτιλιακή βιομηχανία αναπτύσσει την δυνατότητα αξιοποίησης των *big data*, και την ευκαιρία να δημιουργηθούν νέα συστήματα τα οποία θα βοηθήσουν τους ανθρώπους να παρακολουθήσουν τα πλοία και τους στόλους με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ασφάλεια.

Η μηχανική εκμάθηση χωρίζεται σε τέσσερις ευρείς τύπους, αντιδραστική μηχανή, περιορισμένης μνήμης, θεωρεία του νου, και αυτογνωσία. Αναλυτικότερα:

Τα μηχανήματα απόκρισης, δεν έχουν την δυνατότητα να σχηματίσουν μνήμη ή να μάθουν από προηγούμενες εμπειρίες, απλά αντιδρούν στον κόσμο γύρω τους βάσει ενός προγραμματισμένου συνόλου κανόνων. Δηλαδή με βάση μια τρέχουσα κατάσταση του πλοίου, κάθε σύστημα μπορεί να επιλέξει τη βέλτιστη αντίδραση. Τα αντιδραστικά μηχανήματα έχουν μια περιορισμένη τεχνητή νοημοσύνη, και έχουν αποτελεσματική εφαρμογή όταν πρέπει να ακολουθηθεί ένα σύνολο κανόνων χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη εποπτεία, αλλά δεν είναι δυνατό να αλληλοεπιδράσουν έξυπνα με τον κόσμο γύρω τους.

Η περιορισμένη μνήμη επιτρέπει στα μηχανήματα να αντλήσουν δεδομένα από το παρελθόν για να οδηγηθούν σε βέλτιστες αποφάσεις. Για παράδειγμα, ένα αυτόνομο πλοίο θα καταγράψει την ταχύτητα και την κατεύθυνση άλλων πλοίων σε μια περιοχή για να καθορίσει ποιο θα είναι το πλησιέστερο σημείο προσέγγισης. Δεν είναι δυνατή η αξιολόγηση της ταχύτητας και της κατεύθυνσης σε μια στιγμή, το μηχανήμα πρέπει να καταγράφει πληροφορίες με την πάροδο του χρόνου για να κάνει μια αξιολόγηση. Συνδυάζοντας δυναμικά δεδομένα από το πραγματικό περιβάλλον με στατικά δεδομένα ενός γραφήματος, το πλοίο θα προχωρήσει στην σωστή ενέργεια. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ήδη ευρέως σε αυτόνομα αυτοκίνητα, τα οποία ερμηνεύουν το περιβάλλον γύρω τους ενώ βρίσκονται σε κίνηση και αντιδρούν ανάλογα. Η ικανότητα αυτών των υπολογιστών να μνημονεύουν είναι περιορισμένη. Οι υπολογιστές αυτοί δεν μπορούν να μάθουν με βάση μια προηγούμενη εμπειρία, με τον ίδιο τρόπο του ανθρώπινου νου, απλώς ερμηνεύουν τα στοιχεία του περιβάλλοντος

τους για μια χρονική περίοδο.

Η θεωρία του νου, αναφέρεται σε μηχανές που θα έρθουν ένα βήμα πιο κοντά στον ανθρώπινο εγκέφαλο, καθώς θα αρχίζουν να εφαρμόζονται και μοντέλα ψυχολογίας. Οι μηχανές αυτές θα είναι ικανές να αναπαραστήσουν μοντέλα του περιβάλλοντος τους, λαμβάνοντας υπόψη την γνώση, τις πεποιθήσεις και τα συναισθήματα των άλλων, δηλαδή θα έχουν την κατανόηση ότι άλλοι άνθρωποι ή μηχανές μπορεί να αντιδράσουν διαφορετικά από αυτές.

Εκτός από την κατανόηση του κόσμου γύρω τους και των διαφορετικών προοπτικών και παραγόντων, οι μηχανές που έχουν "αυτογνωσία" γνωρίζουν και την δική τους ύπαρξη. Η υλοποίηση μια τέτοιας τεχνητής νοημοσύνης μηχανής βρίσκεται ακόμα σε μελλοντικό στάδιο, διότι η αντίληψη μας για την ανθρώπινη συνείδηση είναι ακόμα περιορισμένη και δεν μπορεί να αποδοθεί σε μηχανήμα. Χρειάζεται πρώτα μια βαθύτερη κατανόηση της ανθρώπινης μνήμης, μάθησης και νοημοσύνης.

Προς το παρόν για την μεταμόρφωση του ναυτιλιακού κλάδου δεν χρειάζεται να αναπτυχθούν οι δυο τελευταίες θεωρίες. Υπάρχουν ήδη πολλές εφαρμογές από πλοιοκτήτες και παρόχους εφοδιαστικών λύσεων. Η πιο προφανής είναι το αυτόνομο πλοίο, αλλά αναπτύσσονται παράλληλα εφαρμογές για την βελτιστοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών, του προγραμματισμού των ταξιδιών και της συντήρησης των πλοίων.

4.10 Ορισμός της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο (κυβερνοασφάλεια)

Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο ή κυβερνοασφάλεια αποτελεί παγκόσμιο θέμα ενδιαφέροντος και σημασίας. Ήδη περισσότερα από 50 έθνη έχουν δημοσιεύσει επίσημα κάποια μορφή εγγράφου στρατηγικής που περιγράφει την επίσημη στάση τους στον κυβερνοχώρο, το έγκλημα στον κυβερνοχώρο και/ή την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο (Von Solms & Van Niekerk, 2013). Ο Λευκός Οίκος (2011) παρέθεσε μια στρατηγική για τον κυβερνοχώρο που παρουσιάζει τη στάση των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής όσον αφορά με θέματα που σχετίζονται με τον κυβερνοχώρο και σκιαγράφησε την ενοποιημένη προσέγγιση της συνεργασίας των ΗΠΑ με άλλες χώρες σε θέματα κυβερνοχώρου. Το Ηνωμένο Βασίλειο κατατάσσει την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο ως κορυφαία προτεραιότητα και έχει δεσμεύσει 650 εκατομμύρια λίρες για τέσσερα έτη για ένα μετασηματοποιημένο Εθνικό Πρόγραμμα Ασφάλειας στον κυβερνοχώρο (Minister for the Cabinet Office and Paymaster General, 2011)

Ωστόσο, πολύ λίγες από αυτές τις πηγές φαίνεται να κάνουν διάκριση μεταξύ των εννοιών της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο και της ασφάλειας των πληροφοριών ή της σχέσης μεταξύ τους. Στις περισσότερες βιβλιογραφίες, η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο χρησιμοποιείται ως όρος που τα περιλαμβάνει όλα. Οι ορισμοί αυτού του όρου ποικίλλουν, για παράδειγμα το λεξικό Merriam Webster ορίζει την κυβερνοασφάλεια ως τα «μέτρα που λαμβάνονται για την προστασία ενός υπολογιστή ή ενός συστήματος υπολογιστών (όπως στο Διαδίκτυο) από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή επίθεση». Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) ορίζει την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο ως εξής: «η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι η συλλογή εργαλείων, πολιτικών, εννοιών ασφάλειας, εγγυήσεων ασφάλειας, κατευθυντήριων γραμμών, προσεγγίσεων διαχείρισης κινδύνων, δράσεων, εκπαίδευσης, βέλτιστων πρακτικών, διασφάλισης και τεχνολογιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προστασία του περιβάλλοντος του κυβερνοχώρου και τα περιουσιακά στοιχεία οργανισμών και χρηστών. Τα περιουσιακά στοιχεία οργανισμών και χρηστών περιλαμβάνουν τις συνδεδεμένες υπολογιστικές συσκευές, το προσωπικό, τις υποδομές, τις εφαρμογές, τις υπηρεσίες, τα συστήματα τηλεπικοινωνιών και το σύνολο των μεταδιδόμενων και/ή αποθηκευμένων πληροφοριών στον κυβερνοχώρο.

Η κυβερνοασφάλεια προσπαθεί να διασφαλίσει την επίτευξη και τη συντήρηση των ιδιοτήτων ασφαλείας οργανισμών και των περιουσιακών στοιχείων χρηστών έναντι σχετικών κινδύνων ασφαλείας στο περιβάλλον του κυβερνοχώρου (Von Solms & Van Niekerk, 2013). Οι γενικοί στόχοι ασφαλείας περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: Διαθεσιμότητα, Ακεραιότητα, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει Αυθεντικότητα και μη Αποκήρυξη, Εμπιστευτικότητα (ITU, 2008).

Αυτοί οι ορισμοί είναι αρκετά παρόμοιοι με εκείνους της ασφάλειας των πληροφοριών. Αυτή η μελέτη διερευνά τον ορισμό της ασφάλειας των πληροφοριών εις βάθος και στη συνέχεια αναφέρεται στα όρια της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο ως έννοια, υποστηρίζοντας ότι είναι ευρύτερα από αυτά της ασφάλειας των πληροφοριών όσον αφορά στον τρόπο που ορίζεται επίσημα. Αυτή η άποψη υποστηρίζεται από το διεθνές πρότυπο ISO/IEC 27032: 2012 (E).

4.11 Ποιες είναι οι απειλές που επιδιώκει να αντιμετωπίσει η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο;

Γενικά, υπάρχουν δύο κατηγορίες επιθέσεων στον κυβερνοχώρο, οι οποίες ενδέχεται να επηρεάσουν εταιρείες και πλοία (BIMCO, 2016):

- μη στοχευμένες επιθέσεις, όπου τα συστήματα και τα δεδομένα μιας εταιρείας ή ενός πλοίου αποτελούν έναν από τους πολλούς πιθανούς στόχους
- στοχευμένες επιθέσεις, όπου τα συστήματα και τα δεδομένα μιας εταιρείας ή ενός πλοίου αποτελούν τον επιδιωκόμενο στόχο.

Οι στοχευμένες επιθέσεις είναι πιθανό να χρησιμοποιούν εργαλεία και τεχνικές που είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό, την ανακάλυψη και την εκμετάλλευση εκτεταμένων τρωτών σημείων που μπορεί επίσης να υπάρχουν σε μια εταιρεία και σε ένα πλοίο. Παραδείγματα ορισμένων εργαλείων και τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτές τις περιστάσεις περιλαμβάνουν (BIMCO, 2016):

- Κακόβουλο λογισμικό (malware): το οποίο έχει σχεδιαστεί για πρόσβαση ή καταστροφή υπολογιστή χωρίς τη γνώση του κατόχου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κακόβουλου λογισμικού, όπως trojan, ransomware, spyware, ιοί και worms. Το ransomware κρυπτογραφεί δεδομένα σε συστήματα έως ότου πληρωθούν λύτρα. Το κακόβουλο λογισμικό μπορεί επίσης να εκμεταλλευτεί γνωστές ελλείψεις και προβλήματα σε απαρχαιωμένο/μη ενημερωμένο επιχειρηματικό λογισμικό. Ο όρος της εκμετάλλευσης αναφέρεται συνήθως στη χρήση λογισμικού ή κώδικα, ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να εκμεταλλεύεται και να χειρίζεται ένα πρόβλημα σε άλλο λογισμικό ή υπολογιστή. Αυτό το πρόβλημα μπορεί, για παράδειγμα, να είναι σφάλμα κώδικα, ευπάθεια συστήματος, ακατάλληλη σχεδίαση, δυσλειτουργία υλικού και σφάλμα στην εφαρμογή πρωτοκόλλου. Αυτά τα τρωτά σημεία μπορούν να αξιοποιηθούν από απόσταση ή να ενεργοποιηθούν τοπικά. Τοπικά, ένα κομμάτι του κακόβουλου κώδικα μπορεί συχνά να εκτελείται από τον χρήστη, μερικές φορές μέσω συνδέσμων που διανέμονται σε συνημμένα email ή μέσω κακόβουλων ιστότοπων.

- Κοινωνική μηχανική: Μια τεχνική που χρησιμοποιείται από πιθανούς κυβερνό-επιτιθέμενους για τη χειραγώγηση ατόμων προκειμένου να παραβιαστούν εν αγνοία τους διαδικασίες ασφάλειας, κανονικά, αλλά όχι αποκλειστικά, μέσω

αλληλεπίδρασης μέσω των κοινωνικών μέσων.

- Ηλεκτρονικό ψάρεμα (phishing): Αποστολή μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σε μεγάλο αριθμό πιθανών στόχων ζητώντας συγκεκριμένα ευαίσθητα ή εμπιστευτικά στοιχεία. Ένα τέτοιο email μπορεί επίσης να ζητά από ένα άτομο να επισκεφθεί έναν ψεύτικο ιστότοπο χρησιμοποιώντας έναν υπερσύνδεσμο που περιλαμβάνεται στο email.

- Water holing: Δημιουργία πλαστού ιστοτόπου ή διακύβευση γνήσιου ιστοτόπου για εκμετάλλευση επισκεπτών.

- Σάρωση: Επίθεση τυχαία σε μεγάλα τμήματα του Διαδικτύου.

Οι στοχευμένες επιθέσεις μπορεί να είναι πιο εξελιγμένες και να χρησιμοποιούν εργαλεία και τεχνικές που έχουν δημιουργηθεί ειδικά για τη στοχοποίηση μιας εταιρείας ή ενός πλοίου. Παραδείγματα εργαλείων και τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτές τις περιστάσεις περιλαμβάνουν:

- Ωμής βίας (brute force): Μια επίθεση που δοκιμάζει πολλούς κωδικούς πρόσβασης με την ελπίδα ότι τελικά θα μαντέψει σωστά. Ο εισβολέας ελέγχει συστηματικά όλους τους πιθανούς κωδικούς πρόσβασης έως ότου βρεθεί ο σωστός.

- Άρνηση υπηρεσίας (DoS): αποτρέπει νόμιμους και εξουσιοδοτημένους χρήστες από την πρόσβαση σε πληροφορίες, συνήθως πλημμυρίζοντας ένα δίκτυο με δεδομένα. Μια επίθεση κατανεμημένης άρνησης υπηρεσίας (DDoS) ελέγχει πολλούς υπολογιστές και/ή διακομιστές για την εφαρμογή μιας επίθεσης DoS.

- Spear-phishing: Όπως με το phishing, τα άτομα γίνονται στόχος με προσωπικά email, που συχνά περιέχουν κακόβουλο λογισμικό ή συνδέσμους που κατεβάζουν αυτόματα κακόβουλο λογισμικό.

- Υπονόμευση της αλυσίδας εφοδιασμού: Επίθεση σε μια εταιρεία ή πλοίο με διακύβευση του εξοπλισμού, του λογισμικού ή υποστηρικτικών υπηρεσιών που παρέχονται στην εταιρεία ή το πλοίο.

Τα παραπάνω παραδείγματα είναι ενδεικτικά. Εξελίσσονται και άλλες μέθοδοι, για παράδειγμα, η πλαστοπροσωπία ενός νόμιμου υπαλλήλου στο γραφείο μιας ναυτιλιακής εταιρείας για τη λήψη πολύτιμων πληροφοριών, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια περαιτέρω επίθεση. Ο πιθανός αριθμός και η εξειδίκευση των εργαλείων και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται στις κυβερνοεπιθέσεις συνεχίζουν

να εξελίσσονται και περιορίζονται μόνο από την ευφυΐα των οργανισμών και των ατόμων που τα αναπτύσσουν (BIMCO, 2016).

4.12 Ανθεκτικότητα συστημάτων και υποδομών πλοίου

Η ανθεκτικότητα των συστημάτων του πλοίου συνδέεται στενά με την ασφάλεια και όσο υψηλότερος είναι ο πιθανός κίνδυνος ασφάλειας, τόσο υψηλότερο είναι το επίπεδο του πλεονασμού και διαθεσιμότητας των κρίσιμων συστημάτων. Αυτά τα συστήματα παρακολουθούνται έτσι ώστε να παρέχουν συνεχή επίγνωση της κατάστασης βάσει των δεδομένων αισθητήρα που λαμβάνονται από έναν σύστημα αισθητήρων. Η ακεραιότητα και η διαθεσιμότητα τέτοιων δεδομένων, είναι επομένως ζωτικής σημασίας για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου και των συστημάτων του, ιδίως, όταν τα συστήματα είναι ενσωματωμένα σε ένα σύνολο συστημάτων, όπου το καθένα εξαρτάται από τα άλλα για την απόκτηση δεδομένων, την υπολογιστική ανάλυση ή τη φυσική ενεργοποίηση.

Η κατανόηση αυτών των αλληλεξαρτήσεων και των σχέσεων μεταξύ συστημάτων σε επίπεδο δεδομένων ή πληροφοριών είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ακεραιότητας του συνόλου των συστημάτων. Εκτός από τους παράγοντες της ανθρώπινης απειλής, υπάρχουν απειλές ανθεκτικότητας στα συστήματα των πλοίων, που προκύπτουν από φυσικές αιτίες, όπως καιρικά φαινόμενα, η χλωρίδα και πανίδα. Οι επιδράσεις τους μπορεί να οδηγήσουν σε βλάβη, αποτυχία ή σημαντική υποβάθμιση των συστημάτων πλοίων, η οποία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια ή καταστροφή των δεδομένων πλοίου ή και του φορτίου και την επακόλουθη απώλεια ακεραιότητας ή διαθεσιμότητας του υποσυστήματος (Vlachokostas et al., 2019).

Ένα παράδειγμα της επίδρασης των φυσικών αιτιών στα συστήματα των πλοίων είναι η επίγεια ή ηλιακή καταιγίδα, που προκαλεί παρεμβολές στα συστήματα επικοινωνίας και απώλεια της σύνδεσης των πλοίων με την ξηρά. Επιπλέον, πρέπει επίσης, να εξεταστεί η αντίδραση σε ψευδή δεδομένα αισθητήρων λόγω δυσλειτουργίας. Η απουσία δεδομένων μπορεί να είναι εξίσου σημαντική με μια συνεχή ροή δεδομένων, όταν εξετάζουμε την ανθεκτικότητα των διαφόρων συστημάτων.

4.13 Γιατί είναι σημαντική για τα πλοία η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο;

Το πλοίο είναι ένα πολύπλοκο σύστημα κυβερνο-φυσικής μηχανικής, που περιλαμβάνει, τόσο υδατομεταφερόμενες δραστηριότητες και συστήματα, όσο και απομακρυσμένα στοιχεία, όπως σήματα πλοήγησης. Ένα πλοίο περιλαμβάνει πέντε βασικούς τύπους περιουσιακών στοιχείων (δηλαδή εγκαταστάσεις και μηχανήματα, επιχειρησιακή τεχνολογία, τεχνολογία πληροφοριών, επικοινωνίες ραδιοσυχνοτήτων (RF) και συστήματα πλοήγησης), που χρησιμοποιούνται για την παροχή ενός φάσματος επιχειρησιακών υπηρεσιών και, όπου η τεχνολογία διαδραματίζει έναν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο.

Η απώλεια ή η διακύβευση ενός ή περισσότερων από αυτά τα περιουσιακά στοιχεία έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει (Boyes&Isbell, 2017):

α) την υγεία και την ασφάλεια του προσωπικού και των άλλων ατόμων που επηρεάζονται από τις δραστηριότητες εργασίας, που αναλαμβάνονται και στους οποίους οφείλεται το καθήκον φροντίδας,

β) την ικανότητα του πλοίου να λειτουργεί με ασφάλεια και να μην θέτει σε κίνδυνο άλλα πλοία, το φορτίο, θαλάσσιες κατασκευές ή το περιβάλλον και

γ) την ταχύτητα και αξιοπιστία με την οποία μπορεί να λειτουργεί το πλοίο.

Επιπλέον, η αποτυχία μιας εταιρείας ή προσωπικού πλοίου να εκτιμήσει τη δομή και τη λειτουργία των περιουσιακών της στοιχείων, των συστημάτων και των συναφών επιχειρηματικών διαδικασιών μπορεί να οδηγήσει σε μια σειρά ανεπιθύμητων καταστάσεων, όπως:

α) τυχαία ή ακούσια έκθεση των ευαίσθητων συστημάτων, εφαρμογών ή δεδομένων σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες,

β) απώλεια ανθεκτικότητας ή πλεονασμού συστήματος και

γ) αναδυόμενοι τρόποι αστοχίας, που έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφική αποτυχία κρίσιμων συστημάτων ή διαδικασιών.

Οποιοσδήποτε από τους τύπους αστοχίας που περιγράφεται μπορεί επίσης, να έχει σημαντικές οικονομικές συνέπειες αλλά και συνέπειες σε επίπεδο φήμης.

4.14 Πρότυπα ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, καθοδήγηση και ορθές πρακτικές

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα προτύπων που σχετίζονται με την ασφάλεια και την καθοδήγηση σε βέλτιστες πρακτικές που ισχύουν για συστήματα πληροφορικής και βιομηχανικού ελέγχου. (Stoufferetal., 2011). Μία πολυπλοκότητα που εμφανίζεται ολοένα και περισσότερο στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι η ενσωμάτωση συστημάτων συναγερμού και/ή ελέγχου κρίσιμης ασφάλειας με συμβατικά συστήματα πληροφορικής επιχειρήσεων. Αυτή η ενσωμάτωση απαιτεί προσεκτική διαχείριση από την ναυτιλιακή εταιρεία, καθώς τα στοιχεία στο γραφείο ενδέχεται να λειτουργούν σύμφωνα με πολιτικές και διαδικασίες ασφαλείας που προέρχονται από έγγραφα σειράς ISO 27000, ενώ τα συστήματα ελέγχου και ασφάλειας είναι πιο πιθανό να λειτουργούν σύμφωνα με πλαίσια που καθορίζονται από τα πρότυπα IEC 61508 και IEC 62443 (SafetyIEC 61508 &SecurityIEC 62443 Training).

Κεφάλαιο 5^ο Συμπεράσματα

Τα μη επανδρωμένα πλοία θεωρείται, ότι θα μεταβάλλουν το πεδίο στις θαλάσσιες μεταφορές. Υποστηρίζεται, ότι μπορούν να επιφέρουν πολλά και σημαντικά οφέλη, ενώ η χρήση τους μπορεί να επεκταθεί σε ένα ευρύ πεδίο. Σαφώς και, ο ακριβής τρόπος λειτουργίας και διαχείρισης αυτών των πλοίων δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως και πιο συγκεκριμένα τον τρόπο που τα συστήματα θα συνεργάζονται και θα συνδέονται. Εντούτοις, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι αυτού του είδους τα πλοία θα αναπτύξουν κέρδη, αφού πλέον, οι εταιρείες δεν θα είναι υποχρεωμένες να δαπανούν πόρους για την επάνδρωση των πλοίων με εκπαιδευμένο και έμπειρο προσωπικό, χωρίς αυτό να μειώνει την αποτελεσματικότητα της μεταφοράς και την αποδοτικότητα των πλοίων.

Σημαντικά όμως είναι τα οφέλη και σε περιβαλλοντικό επίπεδο. Τα πλοία αυτά αναμένεται να είναι περιβαλλοντικά πιο φιλικά και να μειώσουν τα επίπεδα εκπομπών, ενώ παράλληλα θεωρούνται πιο ασφαλή σε διάφορους τομείς, όπως για παράδειγμα στις περιπτώσεις επιθέσεων πειρατείας.

Υπάρχουν όμως, και κάποιοι κίνδυνοι που πρέπει να αναφερθούν. Βασικός είναι ο κίνδυνος απειλών και επιθέσεων, λόγω της σύνδεσης των συστημάτων των πλοίων με τον κυβερνοχώρο. Το γεγονός, ότι η διαχείριση των πλοίων αυτών θα γίνεται από την ξηρά σημαίνει, θα πρέπει να ενισχυθούν τα επίπεδα προστασίας τους γιατί μία ενδεχόμενη επίθεση, δεν θα μπορεί να είναι αντιμετωπίσιμη. Η εκτίμηση όμως που υπάρχει είναι, ότι μπορούν να δημιουργηθούν ισχυρά συστήματα προστασίας των πλοίων αυτών, τα οποία θα αποτρέψουν τέτοιους κινδύνους, αυξάνοντας το επίπεδο της ασφάλειας τους.

Ένα άλλο ζήτημα που προκύπτει είναι αυτό του νομοθετικού πλαισίου. Υπάρχουν ακόμα πολλά ζητήματα ανοιχτά που αφορούν τα μη επανδρωμένα πλοία. Ξεκινώντας από τον ορισμό και τον χαρακτηρισμό τους, μέχρι και τις σχετικές λειτουργίες και ευθύνες, υπάρχει ακόμη μία μεγάλη ασάφεια. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η ασάφεια που υπάρχει σχετικά με την απόδοση της ευθύνης σε περίπτωση λάθους, ατυχήματος ή ζημιάς. Έχουν διατυπωθεί διάφορες προτάσεις γι' αυτό το θέμα, αλλά καμία αυτόνομα δεν θεωρείται κατάλληλη και αποτελεσματική.

Κατά καιρούς όμως, ανάλογα με τα τεχνολογικά επιτεύγματα που υπήρχαν στον τομέα της ναυσιπλοΐας, γίνονται και οι απαραίτητες αλλαγές και προσαρμογές

στο νομοθετικό πλαίσιο. Αναμενόμενο συνεπώς, είναι ότι κάτι αντίστοιχο θα γίνει και σε αυτή την περίπτωση.

Ένα ακόμα σημαντικό ζήτημα που προκύπτει είναι αυτό της μείωσης στην ζήτηση εργασίας. Θεωρείται δεδομένο, ότι τα μη επανδρωμένα πλοία δεν θα φέρουν προσωπικό. Αυτοί όμως, που θα κληθούν να διαχειριστούν την πλοήγησή τους από απόσταση θα πρέπει να έχουν και την απαραίτητη εξειδίκευση, κάτι που σημαίνει, ότι ένα σημαντικό μέρος του προσωπικού που εργάζεται τώρα στον κλάδο θα μείνει άνεργο.

Στα θετικά προσμετράται το στοιχείο του αυτοματισμού, που θα επιτρέπει μεγαλύτερη ασφάλεια και τυποποίηση των διαδικασιών. Αυτό μειώνει σημαντικά το ενδεχόμενο του ανθρώπινου λάθους, που είναι σαφώς ένα σημαντικό πλεονέκτημα και η βάση της υποστηρικτικής επιχειρηματολογίας υπέρ αυτού του τύπου πλοίων.

Οι μελλοντικές έρευνες σχετικά με την βιωσιμότητα των αυτόνομων πλοίων θα πρέπει να βασίζονται στην λεπτομερέστερη σχεδίαση τους, προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο αξιόπιστα. Επίσης, πρέπει οι έρευνες αυτές να λάβουν υπόψη τους και άλλους τύπους πλοίων, και όχι μόνο εμπορικά πλοία. Επί του παρόντος, έχουν προκύψει νέες ιδέες για τον τρόπο λειτουργίας των αυτόνομων πλοίων και θα ήταν σκόπιμο να πραγματοποιηθεί μια δομημένη ανάλυση και για αυτούς τους τύπους λειτουργίας, ώστε να συγκριθούν τα αναμενόμενα πλεονεκτήματα μεταξύ τους και να εντοπιστούν οι πλέον συμφέρουσες εφαρμογές τους. Το έργο MUNIN και το έργο AAWA, στα οποία έγινε αναφορά εδώ, είναι μόνο η αρχή των κορυφαίων τεχνολογιών, οι οποίες θα ανοίξουν το δρόμο για την επαναστατική εποχή του έξυπνου πλοίου.

Βιβλιογραφία

- AAWA (2016). Remote and Autonomus Ships. The nexts steps. Ανακτημένο από:
<https://www.rolls-royce.com/~~/media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>
- Ahvenjärvi, S. (2016). The human element and autonomous ships. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 10(3).
- Alop. A. (2019). The Main Challenges and Barriers to the Successful “Smart Shipping”. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 13(3).
- Baird Maritime (2020). MOL-led Consortium Unveils Plans for Autonomous Navigation Project. Available from: <https://www.bairdmaritime.com/work-boat-world/passenger-vessel-world/ro-pax/mol-led-consortium-unveils-plans-for-autonomous-navigation-project/>
- Baldauf, M., Kitada, M., Mehdi, R., & Dalaklis, D. (2018, March). E-Navigation, digitalization and unmanned ships: Challenges for future maritime education and training. In *Proceedings of the 12th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain*. doi (Vol. 10).
- BIMCO, I. (2015). Manpower Report-The global supply and demand for seafarers in 2015, Executive Summary.
- BIMCO. (2016). The Guidelines on Cyber Security onboard Ships.
- Blanke, M., Henriques, M., & Bang, J. (2017). A pre-analysis on autonomous ships. *Danish Maritime Authority report*.
- Boyes, H., & Isbell, R. (2017). Code of Practice: Cyber Security For Ships. Institution of Engineering and Technology.
- Bureau Vertitas (2017), “*Guidelines for autonomous shipping*”, Guidance Note NI 641 DT R00E, December.
- Burmeister, H. C., Bruhn, W., Rødseth, Ø. J., & Porathe, T. (2014). Autonomous unmanned merchant vessel and its contribution towards the e-Navigation implementation: The MUNIN perspective. *International Journal of e-Navigation*

and Maritime Economy, 1, 1-13.

Campbell, S., Naeem, W. & Irwin, G.W. (2012), “A review on improving the autonomy of unmanned surface vehicles through intelligent collision avoidance manoeuvres”, *Annual Reviews in Control, 36 (2), 267-283*

Chae, C. J., Kim, M., & Kim, H. J. (2020). A Study on Identification of Development Status of MASS Technologies and Directions of Improvement. *Applied Sciences, 10(13), 4564.*

Chintoan Uta, M. (2016). *Maritime domain awareness: pillar for sustainable development of maritime transportation*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa. Instituto Superior de Economia e Gestão.

Chircop, A. (2018). Testing International Legal Regimes: The Advent of Automated Commercial Vessels. *German Yearbook of International Law, Forthcoming.*

Comer, B., Chen, C., & Rutherford, D. (2018, August). Relating short-term measures to IMO’s minimum 2050 emissions reduction target. In *international council on clean transportation*.

DNV.GL (2020). The ReVolt. A new inspirational ship concept. ανακτημένο από: <https://www.dnvgl.com/technology-innovation/revolt/index.html>

Dopico, M., Gomez, A., De la Fuente, D., García, N., Rosillo, R., Puche, J. (2016). Int'l Conf. Artificial Intelligence | ICAI'16 |

Fjellidal, T. (2018). *Autonomous Systems Design-An Exploratory Research Study in the Context of Maritime Shipping* (Master's thesis, NTNU).

Fraunhofer, C. M. L. (2016). *Maritime unmanned navigation through intelligence in networks*. Fraunhofer CML: Hamburg, Germany.

Gilligan, B. K. (2019). *Electric ship digital twin: framework for cyber-physical system security* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Hahn, A., Bolles, A., Fränzle, M., Fröschle, S., & Park, J. H. (2016). Requirements for e-navigation architectures. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy, 5, 1-20.*

Hogg, T., & Ghosh, S. (2016). Autonomous merchant vessels: examination of factors that impact the effective implementation of unmanned ships. *Australian Journal*

of Maritime & Ocean Affairs, 8(3), 206-222.

<https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>

Huffmeier, J., & Bram, S. (2018). *Human Impact on Safety of Shipping*. Ανακτημένο από: [https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2: 1279588/FULLTEXT01.pdf](https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2/1279588/FULLTEXT01.pdf)

Iakovleva, E. V., & Momot, B. A. (2017, October). Development of technology for creating intelligent control systems for power plants and propulsion systems for marine robotic systems. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Vol. 87, No. 3, p. 032010.

IBM (2020). Sea Trials Begin for Mayflower Autonomous Ship's 'AI Captain'. Ανακτημένο από: <https://newsroom.ibm.com/2020-03-05-Sea-Trials-Begin-for-Mayflower-Autonomous-Ships-AI-Captain>

IMO. (2012). International shipping facts and figures. Information resources on trade, safety, security, environment.

International Chamber of Shipping (2017), “Provisional guidance to shipping companies and crews on preparing for compliance with the 2020 ‘global sulphur cap’ for ships’ fuel oil in accordance with MARPOL annex VI”. *Maritime Business Review*, 4 (4), 330-339.

International Telecommunications Union (ITU). ITU-TX.1205: series X: data networks, open system communications and security: telecommunication security: overview of cybersecurity 2008.

ISO/IEC. ISO/IEC 27032:2012(E) information technology e security techniques e guidelines for cybersecurity. Geneva, Switzerland: ISO/IEC; 2012

Johns, M. (2018). Seafarers and digital disruption. *Hamburg School of Business Administration*, 32.

Jones, K. D., Tam, K., & Papadaki, M. (2016). *Threats and impacts in maritime cyber security*. University of Plymouth

Kim, M., Joung, T. H., Jeong, B., & Park, H. S. (2020). Autonomous shipping and its impact on regulations, technologies, and industries. *Journal of International*

- Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*, 4(2), 17-25.
- Klimburg A. (2012). National cyber security framework manual. NATO CCD COE Publications; December
- Komianos, A. (2018). The autonomous shipping era. operational, regulatory, and quality challenges. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 12.
- Kongsberg Gruppen, (2017) Autonomous Ship Project, Key fact about Yara Birkeland, ανάκτημένο από:
- Leary, D. (2017). 8. International Maritime Organization (IMO). *Yearbook of International Environmental Law*, 28, 480-482.
- Li, S., & Fung, K. S. (2019). Maritime autonomous surface ships (MASS): implementation and legal issues. *Maritime Business Review*.
- Lloyd's Register (2017), "LR code for unmanned marine Systems – Autonomy levels".
- Martina Li, (2018) MOL to test autonomous shipping on ferry, container ship. Ανάκτηση από: <https://safetyatsea.net/news/2020/mol-to-test-autonomous-shipping-on-ferry-and-container-ship/>
- Minister for the Cabinet Office and Paymaster General. The UK cyber security strategy: protecting and promoting the UK in a digital world. Cited 12 February 2012. Available from: http://www.cabinetoffice.gov.uk/sites/default/files/resources/WMS_The_UK_Cyber_Security_Strategy.pdf; 2011
- Mitsui O.S.K. Lines (2017). *MOL Launches R & D on Autonomous Ocean Transport System - Selected for Japanese Government Transportation Research Program*, Ανάκτηση από: <https://www.mol.co.jp/en/pr/2017/17031.html> [Accessed 15-2-2021]
- Mosier, K.L.; Skitka, L.J. (1996), Human decision makers and automated decision aids: Made for each other? *Automation and Human Performance: Theory and application*, Erlbaum, pp. 201-220
- MUNIN, Burmeister & Rødseth, 2016 Research in maritime autonomous systems project. Results and technology potentials Ανάκτηση από: [74](http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2013/01/MUNIN-</p></div><div data-bbox=)

Brochure.pdf

- Perkins, G., & Murmann, J. P. (2018). What does the success of Tesla mean for the future dynamics in the global automobile sector? *Management and Organization Review*, 14(3), 471-480.
- Porathe, T. (2014). Remote Monitoring and Control of Unmanned Vessels–The MUNIN Shore Control Centre. In *Proceedings of the 13th International Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries (COMPIT '14)* (pp. 460-467).
- Reilly, G., & Jorgensen, J. (2016, January). Classification considerations for cyber safety and security in the smart ship era. In *Proceedings of the International Smart Ships Technology Conference* (pp. 26-27).
- Ringbom, H. M., & Veal, R. (2017). Unmanned ships and the international regulatory framework. *Journal of International Maritime Law*, 23(2), 100-118.
- Rødseth, Ø. J. (2018). Assessing business cases for autonomous and unmanned ships. *Technology and Science for the Ships of the Future. Proceedings of NAV, 2018*, 19th.
- Rødseth, Ø. J., & Burmeister, H. C. (2015). Risk assessment for an unmanned merchant ship. *TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety Od Sea Transportation*, 9(3).
- Rolls-Royce (2016). *Rolls-Royce unveils a vision of the future of remote and autonomous shipping*. Available from: <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2016/pr-12-04-2016-rr-unveils-a-vision-of-future-of-remote-and-autonomus-shipping.aspx>
- Rolls-Royce Marine (2016). *Autonomous ships The next step*. Available from: <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/%20customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf>
- Safety4Sea (2019). *MPA Singapore, Wärtsilä collaborate to improve digitalization at the port*. Available from: <https://safety4sea.com/mpa-singapore-Wärtsilä-collaborate-to-improve-digitalization-at-the-port/>
- Scheidweiler, T., Burmeister, H. C., Hübner, S., & Jahn, C. (2019, October). Dynamic ‘Standing Orders’ for Autonomous Navigation System by means of Machine

- Learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1357, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
- Schubert, J., Moradi, F., Asadi, H., Luotsinen, L., Sjöberg, E., Hörling, P., ... & Oskarsson, D. (2015). Simulation-based decision support for evaluating operational plans. *Operations Research Perspectives*, 2, 36-56.
- Sharma, A., Kim, T., Nazir, S., & Chae, C. (2019, September). Catching up with time? Examining the STCW competence framework for autonomous shipping. In *Proceedings of the Ergo ship Conference, Haugesund, Norway* (pp. 24-25).
- Shipunov, I. S., Voevodskiy, K. S., Nyrkov, A. P., Katorin, Y. F., & Gatchin, Y. A. (2019, January). About the Problems of Ensuring Information Security on Unmanned Ships. In *2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)* (pp. 339-343). IEEE.
- Skitka, L.J. (2000), Accountability and automation bias, *Int. J. Human-Computer Studies* 52, pp. 701-717
- Skredderberget Asle, (2018). The first ever zero emission, autonomous ship. Available from: <https://www.yara.com/knowledge-grows/game-changer-for-the-environment/>
- Stouffer, K., Falco, J., & Scarfone, K. (2011). Guide to industrial control systems (ICS) security. NIST special publication, 800(82), 16-16.
- Van Hooydonk, E. (2014). The law of unmanned merchant shipping—an exploration. *The Journal of International Maritime Law*, 20(3), 403-423.
- Vlachokostas, A., Prousalidis, J., Spathis, D., Nikitas, M., Kourmpelis, T., Dallas, S., & Georgiou, V. (2019, August). Ship-to-grid integration: Environmental mitigation and critical infrastructure resilience. In *2019 IEEE Electric Ship Technologies Symposium (ESTS)* (pp. 542-547). IEEE.
- Von Solms, R., & Van Niekerk, J. (2013). From information security to cyber security. *computers & security*, 38, 97-102.
- Wartsila Corporation. (2018) *Wärtsilä achieves notable advances in automated shipping with latest successful tests*. Available from: <https://www.wartsila.com/media/news/28-11-2018-wartsila-achieves-notable-advances-in-automated-shipping-with-latest-successful-tests-2332144>

- Wartsila Corporation. (2019) *The Wärtsilä Intellitug Project*. Available from: <https://www.wartsila.com/intellitug>
- Wartsila Corporation. (2020) *Wärtsilä comes onboard the Mayflower Autonomous Ship Project*. Available from: <https://www.wartsila.com/media/news/16-06-2020-wartsila-comes-onboard-the-mayflower-autonomous-ship-project-2728706>
- Weintrit, A. (2020). Initial Description of Pilotage and Tug Services in the Context of e-Navigation. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(2), 116.
- Wróbel, K., Krata, P., & Montewka, J. (2019). Preliminary results of a system-theoretic assessment of maritime autonomous surface ships' safety. *TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 13(4).
- Wróbel, K., Montewka, J., & Kujala, P. (2017). Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety. *Reliability Engineering & System Safety*, 165, 155-169.
- Wróbel, K., Montewka, J., & Kujala, P. (2018). Towards the development of a system-theoretic model for safety assessment of autonomous merchant vessels. *Reliability Engineering & System Safety*, 178, 209-224.
- Ναυτικά Χρονικά. (2019) Νοέμβριος. *Ο ψηφιακός μετασχηματισμός της ναυτιλίας*. Available from: <https://www.naftikachronika.gr/2019/11/27/o-psifiakos-metaschimatismos-tis-naftilias/>