

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΡΟΥΠΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΘΕΜΑ: ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΠΛΟΙΟ

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΟΥ ΘΩΜΑ

ΜΕ ΑΓΜ: 4377

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 06/02/2021

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

A/A	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1				
2				
3				
	ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ			

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ: ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	σελ.4
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στα Αυτόνομα Πλοία	
1.1 Οι ανάγκες και οι τεχνολογικές εξελίξεις που δημιούργησαν στην ανάγκη για Αυτόνομα Πλοία και ο Οργανισμός MUNIN.....	σελ.5
1.2 Ανάλυση του όρου Αυτόνομο Πλοίο.....	σελ.6
1.3 Το γενικό πλαίσιο λειτουργίας των Αυτόνομων Πλοίων.....	σελ.8
Κεφάλαιο 2: Η τεχνολογία των Αυτόνομων Πλοίων	
2.1 Αυτόνομο σύστημα πλοήγησης.....	σελ.9
2.2 Αυτόνομο σύστημα αισθητήρων.....	σελ.11
2.3 Αυτόνομο σύστημα ελέγχου.....	σελ.12
2.4 Κέντρο ελέγχου ξηράς.....	σελ.13
2.5 Αυτόνομο σύστημα κινητήρα.....	σελ.14
Κεφάλαιο 3: Τυχόν Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Αυτόνομων Πλοίων	
3.1 Πλεονεκτήματα Αυτόνομων Πλοίων	
3.1.1 Οικονομικό όφελος.....	σελ.16
3.1.2 Μηδενισμός πιθανότητας ανθρώπινου λάθους.....	σελ.17
3.1.3 Περιβαλλοντικό όφελος.....	σελ.19
3.1.4 Βελτίωση της βιωσιμότητας του ναυτικού επαγγέλματος.....	σελ.20
3.1.5 Εξάλειψη του φαινομένου της πειρατείας.....	σελ.20
3.2 Μειονεκτήματα Αυτόνομων Πλοίων.	
3.2.1 Ατυχήματα.....	σελ.21
3.2.2 Κόστος παραγωγής και συντήρησης των Αυτόνομων πλοίων.....	σελ.21

3.2.3 Αφανισμός του Ναυτικού Επαγγέλματος.....σελ.22	σελ.22
3.2.4 Επικοινωνία πλοίου και ακτής.....σελ.22	σελ.22
3.2.5 Απονομή Ευθυνών σε κατασταση ατυχήματος.....σελ.23	σελ.23
3.2.6 Ηλεκτρονική ασφάλεια.....σελ.23	σελ.23
3.2.7 Έρευνα και διάσωση (Search and Rescue).....σελ.24	σελ.24
Κεφάλαιο 4: Οι Προκλήσεις που δημιουργούνται με την ύπαρξη των Αυτόνομων Πλοίων.	
4.1 Νομικές Προκλήσεις.....σελ.25	σελ.25
4.2 Προκλήσεις του Ανθρώπινου Παράγοντα.....σελ.26	σελ.26
4.3 Προκλήσεις για την ηλεκτρονική ασφάλεια (Cybersecurity).....σελ.27	σελ.27
4.4 Προκλήσεις για την κατασκευή του κέντρου ελέγχου στην ξηρα.....σελ.29	σελ.29
4.5 Προκλήσεις ευθύνης.....σελ.30	σελ.30
Κεφάλαιο 5: Το πρώτο Αυτόνομο Πλοίο.....σελ.31	σελ.31
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα.....σελ.34	σελ.34
Βιβλιογραφία.....σελ.36	σελ.36

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή γίνεται αναφορά για την τελευταία εξέλιξη της τεχνολογίας στην ναυτιλία και δεν είναι άλλη πέρα από την εμφάνιση των αυτόνομων πλοίων. Αρχικά γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στα αυτόνομα πλοία και πιο συγκεκριμένα στις τεχνολογικές εξελίξεις και στις ανάγκες που οδήγησαν στην ανάγκη για την κατασκευή και την εξέλιξη των αυτόνομων πλοίων. Επιπροσθέτως γίνεται ανάλυση του οράματος του οργανισμού MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Network) για την σωστή προσέγγιση όσον αφορά την κατασκευή των αυτόνομων πλοίων και όλων των παραμέτρων με την λεπτομερή μελέτη και ανάλυση. Ανάλυση και διευκρίνιση του όρου αυτόνομο πλοίο καθώς και μια εισαγωγή στην τεχνολογία των αυτόνομων πλοίων γίνεται στο τελευταίο μέρος του 1^{ου} κεφαλαίου. Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην τεχνολογία των αυτόνομων πλοίων και πιο συγκεκριμένα ανάλυση των αυτόματων συστημάτων τους καθώς και τον τρόπο λειτουργίας τους. Συνεχίζοντας στο πρώτο μέρος του 3^{ου} κεφαλαίου αναφέρονται τα πλεονεκτήματα που θα υπάρξουν παράλληλα με την εμφάνιση των αυτόνομων πλοίων και στο δεύτερο μέρος τα μειονεκτήματα τα οποία είναι αναπόφευκτα. Επόμενο είναι να υπάρξουν προκλήσεις και δυσκολίες στην κατασκευή και όχι μόνο των αυτόνομων πλοίων καθώς ότι καινούριο και καινοτόμο πάντα θα αντιμετωπίζει προκλήσεις και δυσκολίες στην πορεία κατασκευής και εξέλιξης του. Έτσι στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται εμβάθυνση στις προκλήσεις που πρόκειται να αντιμετωπίσουν τα αυτόνομα πλοία. Το πρώτο αυτόνομο πλοίο είναι γεγονός και είναι αυτό της Yara και συγκεκριμένα το Yara Birkeland το οποίο αναλύεται στο 5^ο κεφάλαιο. Τέλος στο 6^ο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα της όλης ιδέας περί αυτόνομων πλοίων και αν αυτά θα βοηθήσουν την ναυτιλία και το περιβάλλον ή αν θα γίνουν κίνδυνος και απειλή για τον ναυτικό και το θαλάσσιο περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΑ

1.1 Οι ανάγκες και οι τεχνολογικές εξελίξεις που δημιούργησαν στην ανάγκη για Αυτόνομα Πλοία και ο Οργανισμός MUNIN.

Τα τελευταία χρόνια με την άνοδο της τεχνολογίας και τη διείσδυση της ψηφιοποίησης στη ναυτιλία πολύς λόγος γίνεται για τα αυτοματοποιημένα πλοία και το κατά πόσο αυτά θα αποτελέσουν μια πραγματικότητα στο εγγύς μέλλον. Αυτό συμβαίνει κυρίως διότι οι θαλάσσιες μεταφορές αντιμετωπίζουν αρκετές και σοβαρές προκλήσεις. Το βασικό κίνητρο για την δημιουργία ενός αυτόνομου πλοίου, μη επανδρωμένου πλοίου είναι να αποτελέσει αφετηρία για μια ασφαλής και αξιόπιστη ναυσιπλοΐα με βασικό κριτήριο την εξοικονόμηση οικονομικών και ανθρώπινων πόρων καθώς στην εποχή μας παρουσιάζουν μεγάλη έλλειψη. Σε συνδυασμό με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην παραγωγή των εξελιγμένων βοηθημάτων αυτόματης πλοήγησης με σκοπό να επανδρώσουν τα σύγχρονα πλοία, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η εξέλιξη και η ανάπτυξη αυτών των βοηθημάτων δεν συνεχίζει με προοδευτικά βήματα. Τα οφέλη από μια τέτοια ευρηματική ιδέα του αυτόνομου πλοίου είναι πολλά ένα από αυτά είναι η επίτευξη οικονομικής βιωσιμότητας καθώς θα διατηρήσει χαμηλά τα λειτουργικά κόστη, μέσω της ελαχιστοποίησης του κόστους του πληρώματος και ένα δεύτερο είναι η οικολογική βιωσιμότητα καθώς θα χρησιμοποιηθούν πιο αποδοτικοί και καινοτόμοι τρόποι ναυσιπλοΐας με σκοπό την μείωση κατανάλωσης καυσίμου.

Την πρωτοποριακή ιδέα για την εξέταση και την εφαρμογή των αυτόνομων πλοίων είχε ο οργανισμός MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Network) του οποίου το όραμα ήταν η ανάπτυξη μιας πλατφόρμας με τα πρώτα συστήματα ενός αυτόνομου πλοίου, τα οποία αφενός θα έχουν την ικανότητα να πλοηγούν το πλοίο αυτόνομα αφετέρου όμως να υπάρχει και η δυνατότητα ενός χειριστή σε ένα απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου στην ξηρά όπου θα μπορεί να επιβλέπει και αν χρειαστεί να αποκτήσει τον έλεγχο ανά πάσα στιγμή. Στο αρχικό πλάνο υπήρχε η ιδέα ότι τα πλοία θα επανδρώνονται μόνο κατά την εισοδό τους καθώς και την εξοδό τους από τα λιμάνια. Αυτό όμως δεν υλοποιήθηκε και ήταν αναμενόμενο αφού η αβεβαιότητα, οι δυσκολίες και τα προβλήματα που υπήρξαν κατέστησαν αδύνατο την ύπαρξη μη επανδρωμένων πλοίων άμεσα στη ναυτιλία. Η απώλεια ελέγχου εξ αποστάσεως, η δυσκολία επίβλεψης του πλοίου σε επικίνδυνες περιοχές καθώς και οι ζημιές και τα προβλήματα επάνω στο πλοίο κατά τη διάρκεια του ταξιδιού ήταν μερικά από τα θέματα που πρέπει να μελετηθούν και να λυθούν πριν συνεχίσουν με την υλοποίηση του προγράμματος.

1.2 Ανάλυση του όρου Αυτόνομο Πλοίο.

Οι όροι «αυτόνομο» και «μη επανδρωμένο» πλοίο χρησιμοποιούνται για να αποδοθεί η έννοια σε κάτι το οποίο λειτουργεί με απομακρυσμένο έλεγχο (remote control) από την ξηρά και η λειτουργία του δεν προϋποθέτει την ύπαρξη ανθρώπινου παράγοντα. Με λίγα λόγια με τον όρο «αυτόνομο» πλοίο εννοούμε ότι το πλοίο μπορεί να εκτελέσει λειτουργίες και κατα συνέπεια ταξίδι χωρίς ή με μειωμένη προσοχή από το πλήρωμα. Αυτό όμως δεν συνεπάγει την μη ύπαρξη ανθρώπινης παρουσίας στο πλοίο.

Maritime Autonomous Surface Ship (MASS) είναι ο όρος που όρισε ο IMO ως γενικό όρο για τα αυτόνομα πλοία. Τα MASS καθιερώθηκαν ως πλοία τα οποία έχουν διαφορετικούς βαθμούς αυτονομίας και μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα από την ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Ο IMO πρότεινε τέσσερις βαθμούς αυτονομίας και είναι οι εξής:

- 1) Τηλεχειριζόμενο πλοίο με πλήρωμα επί του πλοίου. Το πλοίο ελέγχεται και λειτουργεί απο απομακρυσμένη τοποθεσία, αλλά το πλήρωμα συνεχίζει να βρίσκεται πάνω στο πλοίο.
- 2) Τηλεχειριζόμενο πλοίο χωρίς πλήρωμα επί του πλοίου. Το πλοίο ελέγχεται και λειτουργεί από απομακρυσμένη τοποθεσία, χωρίς να υπάρχει πλήρωμα επάνω στο πλοίο.
- 3) Πλοίο με προηγμένες λειτουργίες λήψης αποφάσεων και αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Το πλήρωμα βρίσκεται επάνω στο πλοίο και ελέγχει και επιβλέπει τα συστήματα λειτουργιών του. Μερικές λειτουργίες ενδέχεται να είναι αυτοματοποιημένες.
- 4) Πλήρως αυτόνομο πλοίο. Το λειτουργικό σύστημα του πλοίου είναι σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις και να χειρίζεται όλες τις καταστάσεις χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πέρα από τον IMO οι Ørnulf Jan Rødseth (ØJR) και Håvard Nordahl (HN) κατηγοριοποίησαν το MASS όπως αναφέρεται παρακάτω:

- 1) Autonomy Assisted Bridge (AAB): Η γέφυρα του πλοίου είναι πάντα επανδρωμένη και το πλήρωμα μπορεί να παρέμβει αμέσως στις τρέχουσες λειτουργίες. Αυτό δεν απαιτεί ειδικά ρυθμιστικά μέτρα εκτός ίσως τα πρότυπα επιδόσεων για νέες λειτουργίες στην γέφυρα.

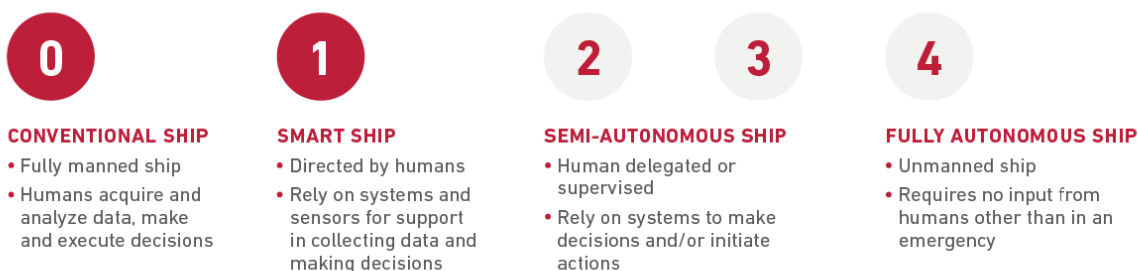
2) Periodically Unmanned Bridge (PUB): Το πλοίο μπορεί να λειτουργεί χωρίς πλήρωμα στην γέφυρα για περιορισμένες καταστάσεις π.χ. σε ανοιχτή θάλασσα και καλό καιρό. Το πλήρωμα βρίσκεται στο πλοίο και μπορεί να ανεβαίνει στην γέφυρα σε περίπτωση προβλημάτων.

3) Periodically Unmanned Ship (PUS): Το πλοίο λειτουργεί χωρίς πλήρωμα γέφυρας επάνω στο πλοίο για παρατεταμένες περιόδους π.χ. όταν διασχίζει ύδατα με μεγάλο βάθος. Μια ομάδα επιβίβασης ή ένα πλοίο συνοδείας έρχεται για να χειριστεί το πλοίο π.χ. κατά τη φάση προσέγγισης λιμένων. Για σκοπούς που αφορούν τους κανονισμούς, αυτό θα ήταν πιθανώς το ίδιο με το CUS που αναφέρεται ακριβώς παρακάτω.

4) Continuously Unmanned Ship (CUS): Το πλοίο έχει σχεδιαστεί για μη επανδρωμένη λειτουργία της γέφυρας ανά πάσα στιγμή, εκτός ίσως σε ειδικές περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει κανένας στο πλοίο που να είναι εξουσιοδοτημένος να αναλάβει τον έλεγχο της γέφυρας, αλλιώς το πλοίο θα ταξινομείται ως PUB. Μπορεί να υπάρχουν ακόμη άτομα στο πλοίο π.χ. επιβάτες ή το πλήρωμα συντήρησης

Η απουσία του ανθρώπινου παράγοντα δεν είναι η μόνη διαφορά που υπάρχει ανάμεσα σε ένα αυτόνομο και ένα συμβατικό πλοίο. Σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο αποτελεί η ανίχνευση, η ανάλυση, ο σχεδιασμός και τέλος η εκτέλεση μιας απόφασης καθώς στο συμβατικό πλοίο αυτά τα βήματα γίνονται από τον πλοίαρχο και το πλήρωμα ενώ στο αυτόνομο πλοίο από τα αυτοματοποιημένα συστήματα.

SHIP AUTONOMY LEVELS ARE CATEGORIZED ON A SCALE



1.3 Το γενικό πλαίσιο λειτουργίας των Αυτόνομων Πλοίων.

Μετά απο πρόχειρες μελέτες σχετικά με την τεχνολογία και την λειτουργία ενός αυτόνομου πλοίου εξήχθη το συμπέρασμα ότι ο σχεδιασμός τως λειτουργιών του θα πρέπει να γίνει σταδιακά έτσι ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι. Για τις ανάγκες του έργου MUNIN που αναφέρθηκε παραπάνω μελετήθηκε ένα αυτόνομο πλοίο χύδην ξηρού φορτίου, των 75.000 dwt. Τα αυτόνομα συστήματα του πλοίου προβλεπόταν να είναι συνεχώς συνδεδεμένα με ένα κέντρο ελέγχου στη στεριά προκειμένου να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία τους. Το κέντρο ελέγχου θα αναλάμβανε τον εξ αποστάσεως έλεγχο του πλοίου μόνο σε περίπτωση ανάγκης. Η επιλογή του πλοίου έπρεπε να πληρεί τα παρακάτω κριτήρια:

- Διανύει μεγάλες αποστάσεις με μία φόρτωση-εκφόρτωση
- Κινείται με χαμηλή ταχύτητα
- Δεν προϋποθέτει ανθρώπινη παρουσία για την επίβλεψη του φορτίου κατα την μεταφορά

Όσον αφορά την πιλοτική εφαρμογή το πλοίο ταξίδεψε χωρίς πλήρωμα την θέση του οποίου ανέλαβαν τα αυτόματα συστήματα πλοήγησης και ελέγχου. Όταν το πλοίο θα έφτανε σε λιμάνι φόρτωσης ή εκφόρτωσης θα αναλάμβανε μια ομάδα παρέμβασης ανθρώπων οι οποίοι θα ανέβαιναν στο πλοίο για την πρόσδεσή του. Όπως έχει διατυπωθεί στο Νορβηγικό φόρουμ των αυτόνομων πλοίων η λειτουργία τους στηρίζεται στο Periodically Unmanned Ship – PUS το οποίο αναφέρει ότι το πλοίο λειτουργεί χωρίς πλήρωμα στη γέφυρα για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά μία ομάδα επιβιβάζεται στο πλοίο για μικρή χρονική διάρκεια προκειμένου να το ελέγξει, συνήθως κατά την προσέγγιση το σε κάποιο λιμάνι. Ακόμα ο έλεγχος της λειτουργίας του διενεργείται από τα αυτόματα συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο πλοίο σε συνδυασμό με τον εξ αποστάσεως έλεγχο που πραγματοποιείται από την ξηρά στο κέντρο ελέγχου.

Δεδομένης της ύπαρξης αυτόνομης κρίσης του πλοίου υπάρχει πλέον η δυνατότητα αποκλειστικά αυτόνομης λειτουργίας, ενώ το κέντρο ελέγχου ξηράς αναλαμβάνει την επίβλεψη της κατάστασης του πλοίου, εφόσον έχει στη διάθεση του τις πληροφορίες πλοήγησης που παρέχονται από τα ανάλογα συστήματα (NFAS, 2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

2.1 Αυτόνομο σύστημα πλοήγησης.

Το αυτόνομο σύστημα της γέφυρας αποτελείται από όλα τα συστήματα που υπάρχουν στη γέφυρα του πλοίου και τον αντίστοιχο εξοπλισμό τους. Στόχος των συστημάτων αυτών, είναι να εκτελούνται οι διεργασίες πλοήγησης του αυτόνομου πλοίου με τη λιγότερη δυνατή ανθρώπινη παρέμβαση. Το υποσύστημα του αυτόνομου συστήματος γέφυρας, είναι το αυτόνομο σύστημα πλοήγησης (Autonomous Navigation System- ANS).

Στις μέρες μας, τα πλοία του εμπορικού ναυτικού προκειμένου να πλέουν με ασφάλεια, διαθέτουν ηλεκτρονικά όργανα πλοήγησης, που ενημερώνουν διαρκώς τον πλοίαρχο αλλά και τις ναυτικές αρχές, για τη θέση του πλοίου, την απόσταση από άλλα πλοία, την πορεία και την ταχύτητά τους καθώς και την προβλεπόμενη τροχιά τους (ARPA,AIS).Τα συστήματα αυτά, σε συνδυασμό με τα ηλεκτρονικά συστήματα απεικόνισης χαρτών και πληροφοριών (ECDIS) και το GNSS το οποίο εκπέμπει πληροφορίες σχετικές με πλοία που διατρέχουν κίνδυνο ή καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, παρέχουν πληροφορίες οι οποίες βοηθούν στη μείωση των συγκρούσεων των πλοίων και στη καλύτερη διαχείριση της θαλάσσιας κυκλοφορίας. (Bruhn and Burmeister et al., 2013). Ωστόσο, ο ρόλος των συστημάτων πλοήγησης στα συμβατικά πλοία είναι απλώς υποστηρικτικός. Την ευθύνη για την ασφαλή πλοήγηση από το λιμάνι αναχώρησης του πλοίου στο λιμάνι του προορισμού, την έχει ο πλοίαρχος και οι αξιωματικοί επιφυλακής. Το αυτόνομο σύστημα πλοήγησης, που σχεδιάστηκε στα πλαίσια του έργου MUNIN, θα έχει την δυνατότητα σε συνδυασμό με τη συνεργασία του προσωπικού στο κέντρο ελέγχου της ξηράς, τη να αντικαταστήσει τα καθήκοντα της ασφαλούς πλοήγησης που πραγματοποιούνται σήμερα από τον πλοίαρχο και το πλήρωμα. Πιο αναλυτικά, το συγκεκριμένο σύστημα θα σχεδιάζει και θα ακολουθεί ένα σχέδιο ταξιδιού το οποίο θα εγκρίνεται μετά από έλεγχο από το κέντρο ελέγχου στην ξηρά. (Burmeister et al., 2014).

Το αυτόνομο σύστημα πλοήγησης του αυτόνομου πλοίου θα πρέπει να αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία. Μία μονάδα αποκλειστικά υπεύθυνη για την αποφυγή σύγκρουσης και άλλη μια για την επίβλεψη του καιρού. Σε περίπτωση που το πλοίο βρεθεί κοντά σε ένα άλλο πλοίο, η πρώτη μονάδα θα αναγνωρίσει την κατάσταση της κυκλοφορίας και θα ανταποκριθεί σε αυτήν σύμφωνα με τις υποχρεώσεις που ορίζουν οι κανονισμοί COLREGs. Η δεύτερη μονάδα θα αναλύει συνεχώς τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν, μέσω της παρακολούθησης των δεδομένων από τους αισθητήρες αλλά και των ενημερώσεων που θα λαμβάνει διαρκώς από το κέντρο ελέγχου στην ξηρά. (Burmeister et al., 2014). Από την άλλη μεριά όμως, δεν μπορεί να κατοχυρωθεί ότι κατά την διάρκεια του σχεδίου δεν θα υπάρξουν κίνδυνοι να αντιμετωπιστούν.

Πέρα από κάποιες εξαιρέσεις, η λειτουργία αποφυγής σύγκρουσης δεν ενσωματώνεται άμεσα στο αυτόνομο σύστημα πλοήγησης. Ακόμη και αν τεχνικά η απαιτούμενη αυτονομία μπορεί να επιτευχθεί, το σύστημα δεν θα αρκεί η εξουσία για να αλλάξει το σχέδιο πλεύσης ή να αποκλίνει από αυτό. Με αποτέλεσμα, η ανθρώπινη συμμετοχή να κρίνεται απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι η αυτόματη διαχείριση ενός σχεδίου πλοήγησης διακόπτεται για μικρό χρονικό διάστημα με σκοπό να εκτελεστεί ο απαιτούμενος ελιγμός αποφυγής σύγκρουσης. Στο ευρωπαϊκό έργο MUNIN προτείνεται η εξέλιξη ενός πρόσθετου συστήματος πλοήγησης στο ECDIS, το οποίο ονομάζεται Integrated Navigation System (INS) (Bruhn and Burmeister, 2013). Αυτό είναι αρμόδιο για την ενίσχυση της φυσικής ασφάλειας της πλοήγησης, περισυλλέγοντας όλη τη διαθέσιμη πληροφορία της πλοήγησης σε ένα ενιαίο σύστημα και παρακολουθώντας όλη τη ροή των πληροφοριών και των διαδικασιών από και προς το σύστημα. Στην περίπτωση που υπάρχουν πολλές πηγές από τις οποίες μπορεί να προέρχεται μία πληροφορία, οι σχετικές πληροφορίες θα υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία, με σκοπό την επιλογή της επικρατέστερης τιμής, η οποία και θα διανέμεται στο υπόλοιπο σύστημα. Έτσι θα διασφαλιστεί η ποιότητα της πληροφορίας που ανταλλάσσεται. Επιπροσθέτως, το INS θα είναι σε θέση να συγκρίνει τις δραστηριότητες, τις λειτουργίες, τους αισθητήρες και τα συστήματα της γέφυρας του πλοίου και να επιτρέπει τη πρόσβαση σε αυτά μέσω μίας ενιαίας πλατφόρμας.

Ακόμα το αυτόματο σύστημα πλοήγησης ANS (Automatic Navigation System) που αναφέρεται στην έκθεση AAWA, θα αποτελείται από διάφορες λειτουργίες όπως σχεδιασμού διαδρομής PR (Route Planning), μονάδα αναγνώρισης κρίσιμων καταστάσεων SA (Situational Awareness), μονάδα αποφυγής συγκρούσεων CA (Collision Avoidance), όσο και μονάδα ανίχνευσης κατάστασης πλοίου SSD (Ship State Detection). Κάθε μονάδα θα έχει την δική της λειτουργία και όταν συνδυαστεί με το δυναμικό σύστημα αναγνώρισης θέσης (dynamic positioning), το σύστημα προώθησης (propulsion system) και το σύστημα σύνδεσης δεδομένων προς τον χειριστή στο κέντρο ελέγχου, τότε θα έχουμε ένα ολοκληρωμένο σύνολο αυτόνομου συστήματος πλοήγησης. Οι μονάδες ανίχνευσης κατάστασης πλοίου SSD και εικονικού καπετάνιου VC (Virtual Captain), θα έχουν την υψηλότερη προτεραιότητα, καθώς θα συλλέγουν πληροφορίες από όλα τα άλλα συστήματα και θα αποφασίζουν σε ποια κατάσταση λειτουργεί το πλοίο. Σχετικά με τα άλλα συστήματα, η μονάδα VC θα αποφασίζει εάν το πλοίο θα πρέπει να λειτουργεί σε αυτόνομη, μακρινή ή αποτυχημένη σε ασφαλή λειτουργία. Η κατανόηση της κατάστασης αποτελεί σημαντικό μέρος της ασφαλούς πλοήγησης ενός πλοίου. Η συνειδητοποίηση της κατάστασης ενός αυτόνομου πλοίου, πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο και στο συμβατικό πλοίο. Η μονάδα αναγνώρισης καταστάσεων SA, θα παρέχει στην μονάδα αποφυγής συγκρούσεων CA πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον και τα παραπλέοντα πλοία, τα οποία στην συνέχεια χρησιμοποιούνται από την CA για την ανάλυση και αποφυγή του κινδύνου σύγκρουσης. Σε αντίθεση με την μονάδα σχεδιασμού διαδρομής RP που χρησιμεύει ως εργαλείο προγραμματισμού, η μονάδα CA είναι πάντα ενεργή και λαμβάνει αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο, ανάλογα με την παρούσα κατάσταση.

2.2 Αυτόνομο σύστημα αισθητήρων.

Ένα προηγμένο σύστημα αισθητήρων (Advanced Sensor System-ASS) αναλαμβάνει να παρακολουθεί το περιβάλλον του πλοίου, λαμβάνοντας τα δεδομένα που παρέχονται από τα υπάρχοντα συστήματα πλοήγησης, (ραντάρ και AIS) και σε συνδυασμό με σύγχρονες φωτογραφικές μηχανές ημέρας και υπέρυθρης ακτινοβολίας. (Burmeister et al., 2014). Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες καθώς χρησιμοποιούνται από το ASS για την επίβλεψη του περιβάλλοντος του πλοίου.

Αναλυτικότερα η λειτουργία του έχει ως βασικό στόχο τη διατήρηση μίας διαρκούς διαδικασίας παρακολούθησης της θαλάσσιας κίνησης, του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των πιθανών προβλημάτων, είτε φυσικών είτε τεχνικών, που το πλοίο ενδέχεται να συναντήσει κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του. Στόχος είναι η συμμόρφωση με τον πέμπτο κανόνα COLREGs, ο οποίος απαιτεί εγρήγορση και αξιοποίηση κάθε διαθέσιμου μέσου με σκοπό να υπάρξει ολοκληρωμένη εκτίμηση της κατάστασης και του κινδύνου που ενδέχεται να οδηγήσει σε σύγκρουση (Burmeister et al., 2014).

Συνεπώς συμπεραίνουμε ότι οι πληροφορίες που είναι προσβάσιμες για τη λήψη αποφάσεων θα είναι πολύ περισσότερες από αυτές που διαθέτουν τα πλοία σήμερα. Σύμφωνα με το ερευνητικό πρόγραμμα MUNIN η χρήση κάμερας σε συνδυασμό με την χρήση υπολογιστή παρέχει μια ασφαλέστερη εικόνα μιας κατάστασης από την ανθρώπινη επίβλεψη (Burmeister et al., 2014). Ένας από τους συνεργάτες του έργου, η Aptomar AS, έχει δραστηριοποιηθεί στην ανάπτυξη μιας γυροσκοπικής πλατφόρμας, εξοπλισμένη με υπέρυθρες κάμερες, κάμερες ημέρας, νυκτός καθώς και προβολείς με σκοπό να εφαρμόζει αυτόματη αναγνώριση εικόνας. Η κάμερα επίσης έχει την δυνατότητα τηλεχειρισμού από το κέντρο ελέγχου ξηράς και την δυνατότητα αποστολής φωτογραφιών ή εικόνων βίντεο με ποιότητα ανάλογη με το διαθέσιμο δίκτυο σύνδεσης (Porathe et al., 2014).

Οι αμφιβολίες περιβάλλουν την ακρίβεια του συστήματος των αισθητήρων για την ανίχνευση μικρών αντικειμένων σε όλες τις καιρικές συνθήκες, ειδικά στην περίπτωση μίας σωσίβιας λέμβου ή ενός ανθρώπου στη θάλασσα.

2.3 Αυτόνομο σύστημα ελέγχου.

Κατά τη λειτουργία του πλοίου θα πρέπει να πραγματοποιείται μια αναλυτική και αξιόπιστη αξιολόγηση και υπεύθυνο για αυτό είναι το αυτόνομο σύστημα ελέγχου του πλοίου (Autonomous Ship Controller-ASC), το οποίο πραγματοποιεί μία αξιολόγηση των δεδομένων τα οποία προέρχονται από τους αισθητήρες του πλοίου και των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί από το κέντρο ελέγχου και στη συνέχεια πραγματοποιεί τις αντίστοιχες ενέργειες στα υπόλοιπα αυτοματοποιημένα συστήματα του πλοίου (Burmeister et al., 2014). Το σύστημα αποτελεί ουσιαστικά, έναν ακόμη έλεγχο στις επιμέρους λειτουργίες του πλοίου αφού είναι άμεσα συνδεδεμένο με άλλα συστήματα, όπως είναι το AEMC, τα συστήματα πλοήγησης, καθώς επίσης και με όλα τα συστήματα επικοινωνίας μεταξύ του πλοίου και του κέντρου ελέγχου (Bruhn and Burmeister et al., 2013). Τον σχεδιασμό του ταξιδιού, την πλοήγηση, την αποφυγή σύγκρουσης αναλαμβάνει ο αυτόνομος ελεγκτής πλοίου (ASC) (Burmeister et al., 2014).



2.4 Κέντρο ελέγχου ξηράς.

Η ιδέα της κατασκευής ενός Κέντρου Ελέγχου Ξηράς προβλέπει μία εγκατάσταση με έδρα στη στεριά μέσα από την οποία θα πραγματοποιείται η παρακολούθηση ενός συγκεκριμένου αριθμού αυτόνομων - μη επανδρωμένων πλοίων. Για την καλύτερη παροχή πληροφοριών και την ικανοποιητική ενημέρωση σε κάθε κατάσταση από το Κέντρο Ελέγχου, επαρκής δεδομένα θα πρέπει να λαμβάνονται από τους αισθητήρες του πλοίου και να αποστέλλονται στο κέντρο ελέγχου. Αναλυτικότερα το Κέντρο Ελέγχου αποτελείται από δύο βασικά συστήματα: το απομακρυσμένο σύστημα ελιγμών (Remote Maneuvering Support System - RMSS) και το σύστημα διεπαφής του πλοίου με την ξηρά (Human Machine Interface - HMI).

Το απομακρυσμένο σύστημα ελιγμών RMSS αποτελεί ένα πληροφοριακό σύστημα βασισμένο σε υπολογιστή που παρέχει στα πλοία ασφαλή αυτόνομη λειτουργία και ελέγχονται πλήρως από το κέντρο ελέγχου στην ξηρά. Ο κύριος ρόλος του είναι να παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία του πλοίου, να προβλέπει πιθανούς περιορισμούς των ελιγμών τους οποίους θα πρέπει να χειρίσει το πλοίο, και τη μελλοντική του κατάσταση σχετικά με παραμέτρους, όπως η θέση και η πορεία του. Προβλέπει ακόμη, τα πιθανά προβλήματα που πρόκειται να προκύψουν επιτρέποντας την έγκαιρη αντίδραση (MUNIN, 2016).

Το σύστημα διεπαφής του πλοίου με την ξηρά HMI δίνει την δυνατότητα στον χειριστή να παρακολουθεί και να παρεμβαίνει στη λειτουργία του πλοίου. Στο συγκεκριμένο σύστημα εμπεριέχονται οι επικοινωνιακές λειτουργίες, οι λειτουργίες πλοήγησης και η ολοκληρωμένη αποτύπωση της εικόνας των συστημάτων του κινητήρα (Engine Automation System - EAS) και των συστημάτων της γέφυρας (Bridge Automation System - BAS), (Burmeister et al, 2014).

Παρόλα αυτά δεν είναι απαραίτητη η άμεση μετάδοση όλων των στοιχείων που συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο στο κέντρο ελέγχου όταν το πλοίο λειτουργεί αυτόνομα, αλλά τα δεδομένα είναι αναγκαίο να είναι άμεσα διαθέσιμα όταν προκύψει περιστατικό έκτακτης ανάγκης. Τα στοιχεία που πρέπει να μεταδοθούν αυξάνονται ανάλογα με την ποσότητα των αισθητήρων που υπάρχουν στο πλοίο. Επομένως, όταν βρίσκεται στα ανοιχτά, το πλοίο θα πρέπει να είναι σε θέση να χειρίσει στις περισσότερες καταστάσεις με αυτόνομους χειρισμούς και στο κέντρο ελέγχου να λαμβάνονται οι ελάχιστες δυνατές πληροφορίες προκειμένου να έχει την επίβλεψη του πλοίου και να μπορέσει να αντιδράσει σε περίπτωση ανάγκης (AAWA, 2016).

2.5 Αυτόνομο σύστημα κινητήρα.

Στα αυτόνομα συστήματα του κινητήρα, αντιστοιχούν όλα εκείνα τα συστήματα τα οποία είναι υπεύθυνα για να παράξουν και να διαχειριστούν την ενέργεια του πλοίου καθώς επίσης και τα συστήματα πρόωσης. Τα διάφορα συστήματα που αποτελούν το αυτόνομο σύστημα του κινητήρα, είναι τα παρακάτω υποσυστήματα. Το σύστημα αυτόνομου ελέγχου και παρακολούθησης κινητήρων (Autonomous Engine Monitoring and Control System-AEMC), το σύστημα βελτιστοποίησης απόδοσης κινητήρα (Engine Efficient System) και το σύστημα συντήρησης (Maintenance Interaction System).

Το σύστημα αυτόνομου ελέγχου και παρακολούθησης κινητήρων (Bruhn and Burmeister, 2013) διασφαλίζει την συνεχή παρακολούθηση των μηχανικών λειτουργιών του πλοίου. Το σύστημα πρόωσης, παραγωγής και διαχείρισης ενέργειας, το σύστημα λίπανσης των κινητήρων και το σύστημα εκπομπής καυσίμων ελέγχονται από αυτό.

Το σύστημα αυτό μπορεί να προβλέψει την αποτυχία, το πρόβλημα και άλλες λειτουργίες για την συνεχή παρακολούθηση του μηχανοστασίου του πλοίου και των συστημάτων πρόωσης. Το σύστημα καταγραφής συμβάντων των μηχανών (Engine Data Logger – EDL) το οποίο αποτελεί υποσύστημα του AEMC, είναι υπεύθυνο για την καταγραφή όλων των λειτουργιών και την λειτουργική κατάσταση των μηχανών του πλοίου. Αναλυτικότερα συλλέγει δεδομένα όλο το εικοσιτετράωρο σχετικά με τις ενδείξεις των μηχανών, τον έλεγχο των θερμοκρασιών σε αυτές καθώς και ό,τι συμβαίνει γύρω από αυτές. Αυτό, μπορεί να αποτελέσει την καλύτερη και πληρέστερη κατανόηση των συμβάντων που σχετίζονται με τις μηχανές και την αποτροπή ενδεχομένων δυσλειτουργιών και προβλημάτων. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία παραλλαγή του VDR καθώς ο ρόλος και των δύο είναι η καταγραφή συμβάντων και πληροφοριών, μόνο που ο σκοπός του EDL περιορίζεται μόνο στο πεδίο των μηχανών.

Παράλληλα με την συνεχόμενη παρακολούθηση των μηχανών για την ελαχιστοποίηση βλαβών, το AEMC συλλέγει πληροφορίες από το σύστημα βελτιστοποίησης απόδοσης κινητήρα που είναι υπεύθυνο για την διαχείριση όλων των αυτοματοποιημένων διαδικασιών των κινητήρων που εκτελούνται στο πλοίο. Μέσα από τις διαχειρίσιμες αυτές πληροφορίες, εκτελεί ακόμα και διεργασίες για τη σωστή λίπανση και ψύξη των κινητήρων. Απαραίτητο είναι όμως η συντήρησή τους να γίνεται από ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό κατά την άφιξη και την αναχώρηση του πλοίου στο λιμάνι.

Εν κατακλείδι, το AEMC έχει άμεση σύνδεση και με το σύστημα διαχείρισης εκτάκτων περιστατικών (Emergency Handling) το οποίο βοηθά στην αναγνώριση τυχόν σφαλμάτων και βλαβών στα υπόλοιπα συστήματα του πλοίου, παρακολουθώντας βασικές παραμέτρους, και συλλέγοντας πληροφορίες από το σύστημα των αισθητήρων. Το AEMC μετά από την παρακολούθηση όλων των εργασιών μέσω των επιμέρους συστημάτων αναμεταδίδει στο κέντρο ελέγχου στην ξηρά κάθε πληροφορία που είναι διαφορετική από την σωστή λειτουργία, καθώς συνδέεται τόσο με το σύστημα αυτόνομου ελέγχου και παρακολούθησης κινητήρων όσο και με

το σύστημα ελέγχου της γέφυρας, δεδομένου ότι όλες οι εντολές από και προς τα μηχανικά μέρη περνάνε από αυτό.

Ακόμη στο αυτόνομο σύστημα κινητήρα εντάσσεται και το σύστημα βελτιστοποίησης κινητήρα καθώς διασφαλίζει ότι τα μηχανήματα παραγωγής ενέργειας λειτουργούν αποδοτικά, ενώ ταυτόχρονα ελέγχει την κατανάλωση καυσίμων και ενέργειας με στόχο να μειώσει την εκπομπή καυσαερίων αλλά και την κατανάλωση καυσίμου. Επιπροσθέτως παρέχει στο κέντρο ελέγχου ξηράς σημαντικές πληροφορίες όπως την κατανάλωση, τις εκπομπές και τις επιδόσεις του πλοίου.

Ο τρόπος κατασκευής των συμβατικών πλοίων στις ημέρες μας και ειδικά τα μηχανικά τους μέρη απαιτούν συνεχή συντήρηση για την συνεχή καλή λειτουργία τους όπως και σε περίπτωση βλάβης επισκευή ή αντικατάσταση από το πλήρωμα. Στην περίπτωση ενός μη επανδρωμένου πλοίου αυτό δεν είναι εφικτό. Γι' αυτό το λόγο υπάρχει το αυτόνομο σύστημα συντήρησης το οποίο είναι αναμφισβήτητα ζωτικής σημασίας αφού παρέχει την απαραίτητη συντήρηση των μηχανημάτων του μηχανοστασίου ενός αυτόνομου πλοίου.

Επομένως η αύξηση της ανθεκτικότητας του αυτόνομου συστήματος κινητήρων είναι ένας σημαντικός παράγοντας και πρόκληση για τα μη επανδρωμένα πλοία με στόχο ο χειριστής από το κέντρο ελέγχου να μπορεί να επιβεβαιώσει ότι τα βασικά συστήματα δεν θα πάθουν βλάβη κατά την διάρκεια του ταξιδιού και θα λειτουργήσουν αποδοτικά. Οι μηχανές πρόωσης των πλοίων, τα βοηθητικά μηχανήματα, οι ηλεκτρομηχανές, οι αντλίες, τα συστήματα ψύξης κλπ. είναι αρκετά πολύπλοκα συστήματα και απαιτούν συνεχή συντήρηση. Επομένως η αξιοπιστία τους στο έργο MUNIN επιτυγχάνεται με την κατασκευή επιπλέον υποσυστημάτων των οποίων η χρήση τους θα είναι αναπληρωματική σε περίπτωση βλάβης των κυρίως συστημάτων.

Αν και τις περισσότερες φορές οι δυσλειτουργίες και τα προβλήματα θα μπορούν να επιδιορθωθούν εξ αποστάσεως, είτε από ενημέρωση λογισμικού είτε από την χρήση ρομπότ, θα υπάρξουν περιπτώσεις όπου η παρουσία ανθρώπινου παράγοντα θα είναι απαραίτητη. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει μια ομάδα έμπειρων ανθρώπων να επιβιβάζεται στο πλοίο για την επισκευή του προβλήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Τυχόν Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Αυτόνομων Πλοίων

3.1 Πλεονεκτήματα Αυτόνομων Πλοίων.

3.1.1 Οικονομικό όφελος

Πέρα από το όφελος που υπάρχει για την προστασία της ανθρώπινης ζωής ένα ακόμη σημαντικό όφελος είναι η μείωση σχεδόν και η εξάλειψη θα μπορούσε κάποιος να πει του κόστους των καυσίμων. Ακόμη το κόστος του πληρώματος το οποίο περιλαμβάνει το κόστος της τροφοδοσίας, του εξοπλισμού των χώρων ενδιαίτησης για τα πληρώματα και άλλες παροχές. Επιπροσθέτως οι μισθοί των ναυτικών μπορούν να φθάσουν το 10 – 44% των δαπανών ενός πλοιοκτήτη και επομένως μιας ναυτιλιακής εταιρίας ανάλογα με τον τύπο του πλοίου. Αναλυτικότερα λιγότερη απαίτηση ανθρώπινης δύναμης, κάτι το οποίο σημαίνει εξοικονόμηση του κόστους στο ανθρώπινο δυναμικό. Σύμφωνα με μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από το Τεχνικό Πανεπιστήμιο της Δανίας, εκτιμάται ότι ένα μέλος του πληρώματος στο πλοίο κοστίζει με τη μορφή μισθών, ασφαλίσεων και παροχών επάνω στο πλοίο περίπου 150.000 \$ ετησίως, με το κόστος του πληρώματος να αντιστοιχεί συνήθως σε περίπου 20 –30% του συνολικού κόστους για το ταξίδι ενός φορτηγού πλοίου. Η εξοικονόμηση κόστους λοιπόν του αυτόνομου πλοίου είναι προφανής με την μείωση του πληρώματος που επανδρώνουν τα πλοία. Ακόμη τα αυτόνομα πλοία είναι σε θέση να λειτουργούν με πιο αποδοτικό τρόπο χάρη στα πιο αποτελεσματικά συστήματα διαχείρισης της ενέργειας και τα εξελιγμένα συστήματα πλοήγησης. Με αποτέλεσμα να υπάρχει η απουσία υπερκατασκευών, όπως το κατάστρωμα και το ακομοδέσιο τα οποία θα κάνουν το πλοίο πιο αεροδυναμικό και με αυτόν τον τρόπο θα μειωθεί η αντίσταση ενός πλοίου και κατά συνέπεια θα αυξηθεί η αποτελεσματικότητα και θα υπάρξει μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και το κόστος λειτουργίας. Η μείωση του βάρους λόγω της εξάλειψης πολλών από αυτά τα αντικείμενα από το πλοίο μπορεί να ισοδυναμεί με μικρότερο κόστος καυσίμου και περισσότερο χώρο για φορτίο.

3.1.2 Μηδενισμός πιθανότητας ανθρώπινου λάθους.

Η αυτόνομη ναυτιλία έχει την βλέψη να προσφέρει πολλά οφέλη στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι η μείωση του ανθρώπινου λάθους που συχνά είναι μια από τις βασικότερες αιτίες των ατυχημάτων στη θάλασσα. Ορισμένες έρευνες θεωρούν το ανθρώπινο λάθος ως την κυριότερη αιτία θαλάσσιων ατυχημάτων σε ποσοστό 75-96% των περιπτώσεων. Παραδείγματος χάριν, τα μέλη του πληρώματος του μηχανοστασίου ενός πλοίου διαφέρουν ως προς την εκπαίδευση και την εμπειρία και σε συνδυασμό με τις γλωσσολογικές διαφορές είναι εύκολο να υπάρξουν δυσκολίες στην κατανόηση που μπορεί να οδηγήσουν σε μοιραία λάθη. Επιπροσθέτως, μετά από ανασκόπηση της Allianz Global Corporate & Specialty - ασφαλιστικής εταιρείας που παρέχει εναλλακτικούς τύπους βιομηχανικής ασφάλισης παγκοσμίως – από τις 15.000 αξιώσεις ασφάλισης αστικής ευθύνης, διαπιστώθηκε ότι το 75% όλων των απαιτήσεων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος. Η λογική υπόθεση είναι ότι τα αυτόνομα, μη επανδρωμένα σκάφη θα είναι ασφαλέστερα για την ανθρώπινη ζωή, εξαλείφοντας τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν τα πληρώματα στην ανοικτή θάλασσα, τα οποία ενδέχεται να οδηγήσουν σε τραυματισμό ή θάνατο. Παρακάτω ακολουθεί μια ανάλυση του αντίκτυπου των μη επανδρωμένων πλοίων σε συγκεκριμένους τύπους ατυχημάτων:

Προσάραξη: Η εισαγωγή των μη επανδρωμένων πλοίων μπορεί να αποτελέσει σημαντική μείωση του αριθμού των συμβάντων προσάραξης. Στις διάφορες αναφορές ατυχημάτων που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι στις είκοσι τέσσερις από τις τριάντα τρεις περιπτώσεις προσάραξης, οι ναυτικοί είχαν αποσπαστεί από τα καθήκοντά τους και ακολουθούσαν ακατάλληλο σχέδιο πλεύσης ή υπήρχαν άλλοι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να εξαλειφθούν με την αυτοματοποίηση των συστημάτων. Οι δύο περιπτώσεις που τα αυτόνομα πλοία παρουσίασαν μεγαλύτερη πιθανότητα προσάραξης, ήταν αποτέλεσμα ακατάλληλης εκτίμησης του καιρού και των συνθηκών αγκυροβόλησης. Οι υπόλοιπες επτά περιπτώσεις οφείλονται στη χρήση ακατάλληλων ή μη ανανεωμένων διαγραμμάτων και θα μπορούσαν να συμβούν και για τους δύο τύπους πλοίων. Παρόλο που επτά προσαράξεις υπήρξαν σε ένταση ανέμου μεγαλύτερη των 5 Beaufort και δύο άλλες κατά τη διάρκεια περιορισμένης ορατότητας, διαπιστώθηκε ότι μόνο σε μια περίπτωση οι καιρικές συνθήκες θα διαδραμάτιζαν πιθανότητα ατυχήματος του μη επανδρωμένου πλοίου. Ακόμη, σε δεκατέσσερις από τις τριάντα τρεις περιπτώσεις προσάραξης, τα συμβατικά πλοία κατάφεραν να απομακρυνθούν επιτυχώς, με αυτό να δίνει την ιδέα ότι αυτή η ενέργεια θα ήταν δυνατό να εκτελεστεί και εξ αποστάσεως, υπό την προϋπόθεση ότι είναι σωστή η αξιολόγηση του βάρους γύρω από το πλοίο. Εν κατακλείδι, σε άλλες δεκαοκτώ περιπτώσεις, τα πλοία χρειάστηκαν βοήθεια από την ακτή, πράγμα που σημαίνει ότι μια πλήρης επιχείρηση παρέμβασης ήταν αναγκαία. Οι περιπτώσεις αυτές θα ίσχυαν ομοίως και για τα μη επανδρωμένα πλοία.

Σύγκρουση: Αποδείχτηκε ότι τα αυτοματοποιημένα συστήματα των αυτόνομων πλοίων θα μπορούσαν να συμβάλουν στην αποτροπή δεκαέξι από τις δεκαεννέα περιπτώσεις που αναλύθηκαν σύγκρουσης. Από την μία πλευρά ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στα αυτόνομα συστήματα πλοήγησης, στα συστήματα αισθητήρων και στην εκτέλεση ενεργειών

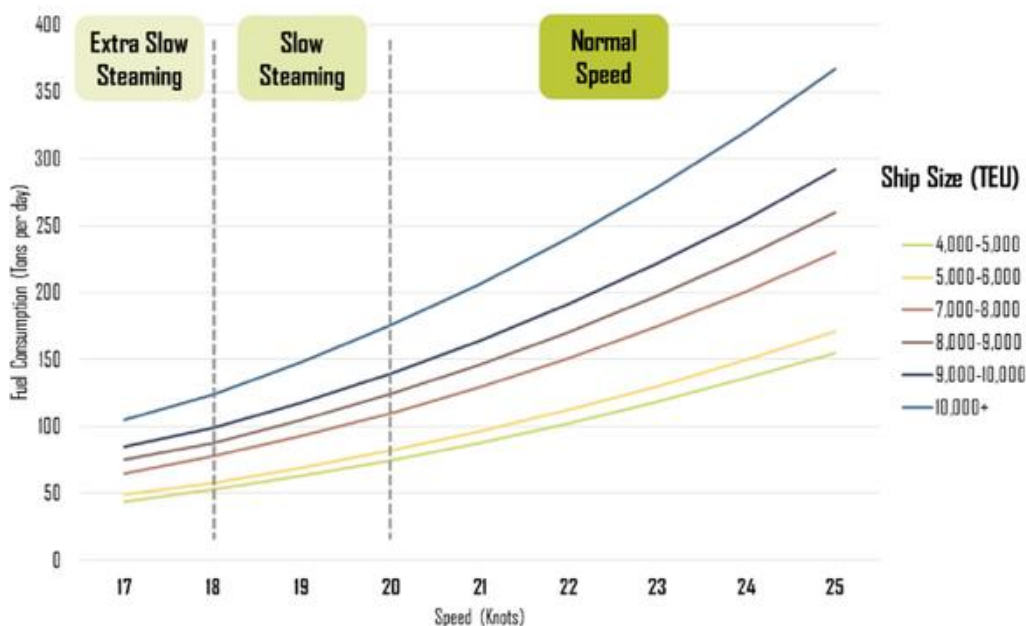
αποφυγής σύγκρουσης των αυτόνομων πλοίων, αφού είναι ξεκάθαρο ότι οι περισσότερες συγκρούσεις οφείλονται στη μη συμμόρφωση της ομάδας γέφυρας με τους COLREGs. Από την άλλη πλευρά η ανάλυση εννέα συγκρούσεων έδειξε ότι συνέβησαν κατά την χρονική περίοδο όπου η ορατότητα ήταν περιορισμένη λόγω καιρικών συνθηκών και με μόνο μέσο αποφυγής σύγκρουσης και εντοπισμού των άλλων πλοίων την συσκευή του ραντάρ. Δεδομένου όμως ότι στο μέλλον θα χρησιμοποιείται συνδυασμός συστημάτων ανίχνευσης, τα αυτόνομα πλοία θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τέτοιου είδους καταστάσεις ευκολότερα και πιο αποτελεσματικά. Οι έντεκα από τις δεκαεννέα περιπτώσεις αποδεικνύουν ότι η ύπαρξη ή όχι πληρώματος στα πλοία δεν είχε σημασία καθώς δεν υπήρξε σημαντική ζημιά για να γίνει διακοπή της πορείας τους με αποτέλεσμα το πλοίο να συνεχίσει κανονικά την πορεία του μετά την εφαρμογή του σχεδίου έκτακτης ανάγκης. Σε οκτώ όμως περιπτώσεις η ζημιά ήταν τόσο μεγάλη που ζητήθηκε άμεση παρέμβαση από την ακτή και τουλάχιστον ένα από τα δύο πλοία εκκενώθηκε και οι επιζώντες διασώθηκαν από παραπλέοντα πλοία. Θα πρέπει να τονιστεί ότι περιπτώσεις σαν και αυτήν είναι μεγάλης ζωτικής σημασίας για τα αυτόνομα πλοία καθώς πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα παραλαβής επιζώντων.

Πυρκαγιά: Οι περισσότερες περιπτώσεις πυρκαγιάς που υπάρχουν για τα μη επανδρωμένα πλοία οφείλεται στα λάθη αμέλειας πυρασφάλειας που γίνονται από τα πληρώματα. Τρεις από τις δέκα περιπτώσεις ήταν αποτέλεσμα αυτανάφλεξης του φορτίου ενώ οι υπόλοιπες επτά περιπτώσεις ήταν αποτέλεσμα τεχνικών βλαβών εξαιτίας της κακής συντήρησης που είχε γίνει πράγμα το οποίο στα μη επανδρωμένα πλοία είναι αρκετά ευάλωτο. Οι περισσότερες περιπτώσεις πυρκαγιάς που έχουν αναλυθεί θα είχαν οδηγήσει σε σοβαρότερη καταστροφή στο πλοίο και στο φορτίο εάν το πλοίο ήταν μη επανδρωμένο. Στον αντίποδα περιπτώσεις στις οποίες η έλλειψη πληρώματος θα ήταν θετική είναι εκείνες που τα μέλη του πληρώματος απεβίωσαν. Εν κατακλείδι σε λιγότερες περιπτώσεις η φωτιά ήταν εκτός ελέγχου που το πλοίο θα καταστρεφόταν ολοκληρωτικά ανεξάρτητα από τον τρόπο λειτουργίας του.

Πλημμύρα: Περιπτώσεις στις οποίες υπήρχε η πιθανότητα ατυχήματος για τα μη επανδρωμένα πλοία είναι οι περιπτώσεις που το πλοίο δεν ήταν προετοιμασμένο για πλοήγηση στον πάγο ή η συντήρηση των σωλήνων θαλασσινού νερού ήταν ανεπαρκής. Επιπροσθέτως, μια ακόμα περίπτωση πλημμύρας αφορά το πλήρωμα το οποίο δεν ήταν εξοικειωμένο με τον εξοπλισμό και αρκετές περιπτώσεις σχετίζονται με την ύπαρξη διαβρωμένων σωληνώσεων ή ακατάλληλου σχεδιασμού των συστημάτων του πλοίου. Με λίγα λόγια, θα προκαλούσαν μεγαλύτερες ζημιές απ' αυτές που προκάλεσαν τα συμβατικά πλοία. Αυτές θα αφορούσαν την περίπτωση όπου το πλήρωμα θα μπορούσε να ανακαλύψει κάποια σημαντική ζημιά την οποία δεν θα κατάφερναν να εντοπίσουν οι αισθητήρες. Αντιθέτως, περιπτώσεις με μικρότερες συνέπειες για τα μη επανδρωμένα πλοία αφορούν ενέργειες του πληρώματος σε ατύχημα λόγω π.χ. στρες. Η τελευταία περίπτωση, καθώς ήταν αποτέλεσμα μιας ανεπανόρθωτης δυσλειτουργίας δεν θα μπορούσε να έχει αποφευχθεί για κανέναν από τους δύο τύπους πλοίου.

3.1.3 Περιβαλλοντικό όφελος.

Ένα από τα βασικότερα ωφέλη της αυτόνομης ναυτιλίας είναι η μείωση των εκπομπών ρύπων. Εξαιτίας της αυτοματοποίησης τα μη επανδρωμένα πλοία έχουν την δυνατότητα να πλεύσουν πιο αποδοτικά με αποτέλεσμα να καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα και να μειώνουν ολοένα και περισσότερο τις εκπομπές ρύπων των καυσίμων. Επιπροσθέτως, τα πλοία θα μειώσουν το βάρος τους εξαιτίας της απώλειας των υπερκατασκευών με αποτέλεσμα να έχουν μικρότερη κατανάλωση καυσίμου. Οι διάφοροι φορείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας και των λιμένων αν συμφωνήσουν να συνεργαστούν θα μπορούσαν να μειώσουν το κόστος. Οι εφοπλιστριες εταιρείες μαζί με όλους του εμπλεκόμενους φορείς θα μπορούσαν να ανταλλάσουν πληροφορίες για τα πλοία και τα φορτία που ταξιδεύουν. Ένα εναλλακτικό καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η χρήση slow steaming, όπου χρησιμοποιήθηκε σαν λύση ανάγκης στην χρονική περίοδο κρίσης της ζήτησης και της προσφοράς των πλοίων που προέκυψε ως αποτέλεσμα της οικονομικής κρίσης. Η χρήση αυτού του καυσίμου έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα αλλά και της τιμής των καυσίμων μέσω της χαμηλότερης κατανάλωσης. Τα αυτόνομα πλοία λοιπόν, αναμένεται να είναι λιγότερο ρυπογόνα και απειλή προς το περιβάλλον από τα συμβατικά πλοία. Τα πλοία αυτά έχουν την δυνατότητα να γίνουν πιο πράσινα εξαιτίας του slow steaming. Ο αργός ατμός είναι η πρακτική της εκμετάλλευσης των φορτηγών πλοίων και ειδικότερα των container σε σημαντικά μικρότερη ταχύτητα από τη μέγιστη που μπορούν να φθάσουν. Η μείωση της ταχύτητας του πλοίου κατα 30% έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση έως και 50% στην κατανάλωση καυσίμου.



3.1.4 Βελτίωση της βιωσιμότητας του ναυτικού επαγγέλματος.

Η δημιουργία ενός αυτόνομου πλοίου θα μπορούσε να διασφαλίσει ένα πιο ενδιαφέρον και ξεκούραστο περιβάλλον εργασίας, καθώς παράγοντες όπως η κόπωση, η απώλεια συγκέντρωσης και η δυσχέρεια στις κοινωνικές σχέσεις δεν θα αποτελούν παράγοντες επηρεασμού πλέον στον ίδιο βαθμό για τους χειριστές των πλοίων στην ξηρά. Αρχικά, η αυτοματοποίηση θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας. Ο συντάκτης της MITE, Kevin Tester δήλωσε: "Τα αυτόνομα πλοία είναι πιο πιθανό να αλλάξουν τις θέσεις εργασίας παρά να τις εξαλείψουν και [...] αυτό, συνδυαστικά με τη δημιουργία νέων τύπων θέσεων εργασίας, θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη ευημερία μακροπρόθεσμα" (Rodseth and Burmeister, 2012). Το αυτόνομο πλοίο θα μπορούσε να συνεισφέρει θετικά, ώστε οι ναυτικοί να απαλλαγθούν από τα καθήκοντα ρουτίνας στη θάλασσα και να έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν τις γνώσεις τους σε πιο απαιτητικά καθήκοντα στο κέντρο ελέγχου της ξηράς. Καθώς ο σχεδιασμός του πλοίου γίνεται πιο εξελιγμένος μια νέα γενιά ναυπηγών και μηχανικών θα δημιουργηθεί και νέοι ρόλοι στην ασφάλεια και τη διαχείριση των συστημάτων θα αναδυθούν στον κλάδο. Οι χειριστές και οι μηχανικοί που θα στελεχώσουν το κέντρο ελέγχου θα πρέπει να κατέχουν εκτός από τις γνώσεις που απαιτούνται στα συμβατικά πλοία την διαχείριση και ανάλυση δεδομένων καθώς και πλήθος άλλων δεξιοτήτων μια ελκυστική ευκαιρία για μερικούς προκαλώντας ταυτόχρονα ανησυχίες σχετικά με την εκπαίδευση και την πιστοποίηση για άλλους. Τα στοιχεία εκθέσεων δείχνουν ότι οι ναυτικοί με υψηλότερα προσόντα θα μεταφερθούν σε μια πολύ άνετη κατάσταση αγοράς εργασίας όπου η ζήτηση θα υπερβαίνει σημαντικά την προσφορά (Johns, 2018).

3.1.5 Εξάλειψη του φαινομένου της πειρατείας.

Η εξάλειψη του φαινομένου της πειρατείας με την δημιουργία αυτόνομων πλοίων είναι γεγονός καθώς οι πειρατες έχουν ως βασικό κίνητρο για την απόσπαση χρημάτων την κράτηση του πληρώματος. Παρόλα αυτά υπάρχει ακόμη η πιθανότητα να αυξηθεί η πειρατική απειλή καθώς οι πειρατές στην ανοικτή θάλασσα ενδέχεται να ανακαλύψουν νέους τρόπους για να δημιουργήσουν και πάλι προβλήματα και να αποκτήσουν πρόσβαση στα πλοία.

3.2 Μειονεκτήματα Αυτόνομων Πλοίων.

3.2.1 Ατυχήματα

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, βασικός στόχος των αυτόνομων πλοίων είναι να εξαλειφθεί η πιθανότητα ανθρώπινου λάθους που έχει ως αποτέλεσμα πολλά ατυχήματα στην θάλασσα. Μετά από έρευνες αυτός ο στόχος φαντάζει εφικτός καθώς έδειξαν ότι το ποσοστό των ατυχημάτων όπως προσαράξεις και συγκρούσεις θα μειωθούν σε μεγάλο βαθμό. Ο προβληματισμός όμως με το τί θα γίνει σε περίπτωση πυρκαγιάς και δομικής βλάβης στο μή επανδρωμένο πλοίο παραμένει ένα αναπάντητο ερώτημα. Ειδικά σε περίπτωση πυρκαγιάς οι πιθανότητες απώλειας του πλοίου είναι αυξημένες καθώς δεν θα υπάρχει πλήρωμα για να την περιορίσει ή να την σβήσει. Από την άλλη μεριά όμως το πλοίο θα είναι εφοδιασμένο με περισσότερα συστήματα εντοπισμού και κατάσβεσης πυρκαγιάς και όχι μόνο στο μηχανοστάσιο και στο κατάστρωμα αλλά σε όλο το πλοίο σε σχέση με ένα συμβατικό πλοίο. Στην περίπτωση όμως δομικής βλάβης, η απώλεια του πλοίου είναι αναπόφευκτη αφού τα συστήματα δεν θα μπορούν να συμβάλλουν όπως π.χ ρήγμα στο πλοίο. Το νερό που θα εισέρχεται με ορμή στο πλοίο θα είναι ανεξέλεγκτο και δεν θα υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και περιορισμού του, με αποτέλεσμα το πλοίο να πάρει κλίση η οποία θα μεγαλώνει μέχρι να βυθιστεί.

3.2.2 Κόστος παραγωγής και συντήρησης των Αυτόνομων πλοίων.

Το κόστος παραγωγής και συντήρησης ενός αυτόνομου πλοίου με την τεχνολογία που θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο είναι σημαντικά υψηλό σε σχέση με ένα συμβατικό πλοίο. Τα συστήματα αυτοματισμού που υπάρχουν σε αυτά τα πλοία είναι τελείως διαφορετικά σε σχέση με τα συμβατικά πλοία και απαιτούν περισσότερη προσοχή στην συντήρησή τους. Με τα σημερινά δεδομένα οι εργαζόμενοι στα ναυπηγεία δεν είναι σε θέση και δεν διαθέτουν τις κατάλληλες γνώσεις για να εγκαταστήσουν τέτοια συστήματα και να μπορέσουν αργότερα να κάνουν την απαραίτητη συντήρηση. Αυτό όμως μπορεί να λυθεί με την εκπαίδευση του προσωπικού πράγμα όμως που σημαίνει κόστος και πρόσληψη νέου προσωπικού με εξειδικευμένη γνώση στα αυτόνομα πλοία που σημαίνει αύξηση του εργατικού κόστους εξαιτίας της αύξησης των μισθών στα ναυπηγεία. Συμπερασματικά η αύξηση του κόστους για τις υπηρεσίες συντήρησης και επισκευής θα επιβαρύνουν του πλοιοκτήτες.

3.2.3 Αφανισμός του Ναυτικού Επαγγέλματος.

Με δεδομένο ότι το πλάνο της MUNIN θα είναι λειτουργικά σωστό, ο κλάδος της ναυτιλίας θα υποστεί ραγδαίες και σημαντικές αλλαγές. Οι εφοπλιστριες ναυτιλιακές εταιρείες με στόχο να εξασφαλίσουν την μεταφορά του φορτίου με τον πιο ασφαλή τρόπο και ταυτόχρονα με τον πιο οικονομικό τρόπο θα καταφύγουν ολοένα και περισσότερο στην αύξηση του στόλου τους με αυτόνομα πλοία. Με αποτέλεσμα οι ναυτικοί που επανδρώνουν τα πλοία να αρχίσουν σιγά σιγά να μειώνονται. Οι έρευνες πρόβλεψαν ότι μεγάλος αριθμός ναυτικών θα χάσουν την δουλειά τους και θα μείνουν άνεργοι και με την πάροδο του χρόνου ο αριθμός των άνεργων ναυτικών θα μεγαλώνει δραματικά. Αυτό το γεγονός είναι πολύ πιθανό να δημιουργήσει εντάσεις και κοινωνική διαταραχή, και με τους ναυτικούς να κυνηγάνε την επαναπροσληψή τους στα πλοία με κάθε δυνατό τρόπο.

3.2.4 Επικοινωνία πλοίου και ακτής.

Η επικοινωνία μεταξύ πλοίου και ακτής είναι το ζήτημα που προκαλεί την μεγαλύτερη σύγχυση σχετικά με την αυτόνομη ναυτιλία και τα μη επανδρωμένα πλοία. Η επικοινωνία του πλοίου και της ακτής μέσα από ισχυρά κανάλια που χρησιμοποιούν τα συστήματα πρέπει να διασφαλίζει την μέγιστη προσβασιμότητα και διαθεσιμότητα του πλοίου. Η καθιέρωση μιας ισχυρής αρχιτεκτονικής ανταλλαγής πληροφοριών οδηγεί στο ζήτημα της διαχείρισης πληροφοριών από την ακτή. Καθώς η ιδέα προβλέπει ότι ένας χειριστής θα εξυπηρετεί ορισμένα πλοία, θα είναι απαραίτητο να διευκολυνθεί η διατήρηση του ανθρώπου σε βρόχο. Διαφορετικά, θα είναι δύσκολο για τον χειριστή της SCC να αντιληφθεί μια κατάσταση που απαιτεί άμεση αντίδραση. Έτσι είναι σημαντικό το πλοίο να διαβιβάζει πληροφορίες που αφορούν κάθε ενέργεια που κάνει το κέντρο ελέγχου ξηράς. Το λεγόμενο γεγονός human-out-of-the-loop που προκαλείται από χαμηλό βαθμό ενεργοποίησης αποτελεί μεγάλο ζήτημα στα αυτόματα συστήματα. Για την αποφυγή αυτού του γεγονότος μία συνηθισμένη ρύθμιση θα διασφαλίζει ότι ο αερομεταφορέας ξοδεύει ορισμένες χρονικές περιόδους με κάθε πλοίο για να εξοικειωθεί με τον εποπτευόμενο στόλο.

Μια ακόμη μεγάλη πρόκληση είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ αυτόνομων πλοίων και αυτόνομων πλοίων. Επομένως, όλες οι κλήσεις επικοινωνίας θα μεταδίδονται στο SCC από όπου θα απαντήσει ο ανθρώπινος χειριστής. Επίσης, όπως και κάθε άλλο εμπορικό πλοίο, θα είναι υποχρεωμένο να συμμετέχει στις εκπομπές AIS. Μία από τις προτάσεις της τρέχουσας ιδέας της ηλεκτρονικής πλοήγησης του IMO είναι ένα είδος εκτεταμένου AIS στο οποίο τα πλοία θα εμφανίζουν επιπλέον τις προβλεπόμενες διαδρομές τους. Αυτή η υπηρεσία θα είναι προς όφελος

της αλληλεπίδρασης πλοίου προς πλοίο, ειδικά εάν εμπλέκεται μη επανδρωμένο και αυτόνομο πλοίο.

3.2.5 Απονομή Ευθυνών σε κατασταση ατυχήματος

Παρόλο που τα αυτόνομα πλοία προβλέπεται να είναι ασφαλέστερα σε σχέση με τα συμβατικά πλοία είναι αναμενόμενο αργά η γρήγορα θα προκαλέσουν κάποιο ατύχημα. Η πλοήγηση ενός μη επανδρωμένου πλοίου θα είναι αρμοδιότητα ενός χειριστή στο κέντρο ελέγχου στην ξηρά ή των ανθρώπων που θα προγραμματίσουν το λογισμικό του. Επομένως η ευθύνη ενός ατυχήματος που θα προκληθεί από ένα αυτόνομο πλοίο θα αλλάξει. Την ευθύνη θα μπορούσε να την χρεωθεί ή ο χειριστής στο κέντρο ελέγχου στην ξηρά ή ο προγραμματιστής του λογισμικού του ή ο κατασκευαστής ενός εξαρτήματος ή ενός συστήματος του αυτόνομου πλοίου ή ακόμα και ο ίδιος ο πλοιοκτήτης όπως φαίνεται η απόδοση της ευθύνης δεν θα είναι πάντα εύκολη. Με άλλα λόγια νέοι φορείς ευθύνης εμφανίζονται και ακόμη και αυτοί που διατηρούνται αναλαμβάνουν πολύ διαφορετικές ευθύνες. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η επίλυση μια σειράς ρυθμιστικών και νομικών ζητημάτων πριν γίνει πλήρη εφαρμογή της αυτόνομης ναυτιλίας. Αυτό είναι λογικό να διαρκέσει μεγάλο χρονικό διάστημα καθώς το ναυτικό δίκαιο και οι συμβάσεις εξετάζονται και προσαρμόζονται ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των αυτόνομων πλοίων.

3.2.6 Ηλεκτρονική ασφάλεια.

Καθώς τα αυτόνομα πλοία είναι εξοπλισμένα με ηλεκτρονικά και πληροφοριακά συστήματα, τα οποία είναι διαρκώς συνδεδεμένα στο διαδίκτυο, υπάρχει ο κίνδυνος, μη-εξουσιοδοτημένο προσωπικό να εισέλθει σε αυτά με σκοπό να πάρει δεδομένα, να προκαλέσει βλάβη στο σύστημα ή γενικά να δημιουργήσει φθορά. Οι τεχνολογίες επικοινωνίας φέρουν αυτόν τον κίνδυνο. Οι ηλεκτρονικές επιθέσεις αναμένεται να είναι από τους μεγαλύτερους κινδύνους στα αυτόνομα πλοία. Ο κίνδυνος να χαθεί ο έλεγχος και η επικοινωνία με ένα πλοίο υπαγορεύει την εγκατάσταση ηλεκτρονικών συστημάτων ασφάλειας σε όλα τα πληροφοριακά συστήματα. Ο βασικός στόχος της ηλεκτρονικής ασφάλειας είναι η προστασία όλων των συστημάτων από περιπτώσεις κλοπής και φθοράς, καθώς επίσης και βλάβης στο υλικό. Επίσης, μέσω κυβερνώ επιθέσεων μπορεί να αλλάξει ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν τα συστήματα, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη βλάβη. Η φθορά σε ένα αυτόνομο πλοίο μπορεί να είναι ελιγμοί,

που δε χρειάζεται να γίνουν κι έχουν επίπτωση στην πορεία του πλοίου, καθώς επίσης και πιο σοβαρές καταστάσεις, όπως η σκόπιμη πλοήγηση του πλοίου στη στεριά με σκοπό την καταστροφή του. Ζημιά μπορεί να γίνει και χωρίς κάποιος να εισέλθει στο ηλεκτρονικό σύστημα, αλλά με παρεμβολή στο σύστημα εντοπισμού της γεωγραφικής θέσης ή στο σύστημα αυτόματου εντοπισμού, και να διακόψει τα δεδομένα που αποστέλλονται από το πλοίο στις επίγειες εγκαταστάσεις. Η διασφάλιση της ηλεκτρονικής ασφάλειας παραμένει από τις σημαντικότερες προκλήσεις κατά το σχεδιασμό αυτόνομων πλοίων. Οι αρχές καταβάλλουν κάθε προσπάθεια για να δημιουργήσουν πρωτόκολλα λειτουργίας, μέσω των οποίων θα ελαχιστοποιείται η πιθανότητα ηλεκτρονικών επιθέσεων στο σύστημα του πλοίου.

3.2.7 Έρευνα και διάσωση (Search and Rescue).

Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα στην διάρκεια του ταξιδιού του το αυτόνομο πλοίο να βρεθεί κοντά σε κάποιο άλλο πλοίο που έχει εκπέμψει σήμα κινδύνου και χρειάζεται άμεσα βοήθεια. Σε αυτήν την περίπτωση το αυτόνομο πλοίο δεν είναι ικανό να παρέχει βοήθεια αφού δεν υπάρχει πλήρωμα για να κάνει όλες τις απαραίτητες διαδικασίες προσέγγισης και διάσωσης. Η μόνη βοήθεια που μπορεί να παρέχει είναι η αναμετάδοση του σήματος κινδύνου σε άλλα πλοία και στο κέντρο ελέγχου στην ξηρά ώστε αν τα άλλα πλοία είναι κοντά να προσεγγίσουν εκείνα το κινδυνεύον πλοίο για βοήθεια και ο χειριστής στο κέντρο ελέγχου να ενημερώσει τους κοντινούς παράκτιους σταθμούς για να κινηθούν άμεσα για βοήθεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Οι Προκλήσεις που δημιουργούνται με την ύπαρξη των Αυτόνομων Πλοίων.

4.1 Νομικές Προκλήσεις.

Ο ναυτικός νόμος, έχει τη φήμη ότι είναι ένας από τους πιο σταθερούς τομείς του νόμου. Πολλές από τις έννοιες και τους κανόνες που θεσπίστηκαν την εποχή των πανιών, έχουν προσαρμοστεί επιτυχώς στην εισαγωγή του ατμού, του πετρελαίου και της πυρηνικής προώθησης, των όλο και μεγαλύτερου μεγέθους πλοίων.

Ο ναυτικός νόμος, είναι ένας λειτουργικός όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας ολόκληρης σειράς νόμων που σχετίζονται με τα πλοία και τη λειτουργία τους. Περιλαμβάνει μια ποικιλία διαφορετικών νομικών συστημάτων, που κυμαίνονται από νόμους διεθνούς δικαίου, σε περιφερειακούς και εθνικούς νόμους, αλλά και τοπικούς κανόνες. Καλύπτει θέματα δημόσιου ενδιαφέροντος, όπως η ασφάλεια και η προστασία του περιβάλλοντος καθώς και θέματα αστικού δικαίου, όπως οι συμβάσεις μεταφοράς, η ευθύνη και η αποζημίωση για ζημιές, η διάσωση αλλά και πλήθος νόμων σχετικά με τους θαλάσσιους κινδύνους.

Στο επίκεντρο της παρούσας ενότητας βρίσκονται οι διεθνείς κανονισμοί. Αρχικά, οι διεθνείς κανονισμοί συμπεριλαμβάνουν ορισμένους κανόνες δικαιοδοσίας, οι οποίοι καθορίζουν τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις των κρατών στην «ανοικτή θάλασσα», σχετικά με τα πλοία που φέρουν τη σημαία τους. Αυτά αναλύονται κυρίως στη σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών του 1982 για το δίκαιο της θάλασσας (UNCLOS). Το «Σύνταγμα για τους Ωκεανούς», η UNCLOS, έχει ευρύτατη επίσημη μορφή (168 συμβαλλόμενα μέρη) και οι διατάξεις που αφορούν τα δικαιώματα και τα καθήκοντα πλοήγησης είναι ευρέως αποδεκτά και ως εκ τούτου ισχύουν και για τα μη συμβαλλόμενα μέρη. Η σύμβαση, καθορίζει μεταξύ άλλων την οριοθέτηση των θαλάσσιων ζωνών και περιλαμβάνει λεπτομερείς κανόνες για κάθε ζώνη σε σχέση με τη ναυσιπλοΐα εντός των ζωνών αυτών, την οικονομική εκμετάλλευση των θαλάσσιων πόρων τους και την προστασία του περιβάλλοντος. Στη συνέχεια, υπάρχουν και άλλες συμβάσεις που σχετίζονται με τεχνικές λεπτομέρειες που θα πρέπει να πληρούν τα πλοία, καλύπτουν την ασφάλεια, το περιβάλλον αλλά και τα πρότυπα εκπαίδευσης των ναυτικών. Συνήθως υιοθετούνται από εξειδικευμένους οργανισμούς του ΟΗΕ, και συγκεκριμένα τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (ΙΜΟ). Τέλος, υπάρχει μια σειρά από διεθνείς κανόνες ιδιωτικού δικαίου, όπως η αστική ευθύνη των πλοιοκτητών για ρύπανση, συγκρούσεις ή ζημιές του φορτίου, και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επιβληθούν τέτοιου είδους αξιώσεις. Αυτοί οι

κανόνες δεν είναι τόσο πλήρεις ούτε κυρώθηκαν ευρέως ως συμβάσεις δημοσίου δικαίου και μπορεί να υπόκεινται σε μεγαλύτερη εθνική διαφοροποίηση. Παρόλο που ο ναυτικός νόμος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι αρκετά σταθερός, ενδέχεται στο άμεσο μέλλον, διατάξεις της σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών, αλλά και πολλές ναυτιλιακές συμβάσεις να επανεξεταστούν και κατά περίπτωση να τροποποιηθούν, για να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να ενσωματωθεί σε αυτές η λειτουργία των μη επανδρωμένων εμπορικών πλοίων.

Πρόσφατα, η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (MSC) του IMO, λαμβάνοντας υπόψη την πρόκληση για την εισαγωγή μη επανδρωμένων πλοίων, αποφάσισε να εξετάσει ενδελεχώς τις αναμενόμενες ρυθμιστικές επιπτώσεις, προετοιμάζοντας ταυτόχρονα μια ατζέντα για την προσωρινή ρύθμιση της λειτουργίας των MASS. Ενώ ο όρος MASS, εμφανίζεται στον αρχικό λόγο του IMO, οι κύκλοι της βιομηχανίας και η επιστημονική βιβλιογραφία έχουν χρησιμοποιήσει και ορισμένους άλλους παρεμφερείς όρους, συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω: «μη επανδρωμένα επιφανειακά πλοία», «αυτόνομα εμπορικά πλοία», «πλοία ρομπότ», «έξυπνα πλοία», «ψηφιακά πλοία», «μη επανδρωμένα πλοία», και «αυτοματοποιημένα πλοία», μεταξύ άλλων.

Κατά την εξέταση των MASS, η αρχική αποστολή του IMO θα είναι η ορολογική σαφήνεια. Ο πρώτος νομικός λόγος σχετικά με το MASS έθεσε το ερώτημα εάν το αυτόνομο σκάφος είναι στην πραγματικότητα ένα «πλοίο», όπως γίνεται γενικά αντιληπτό στο διεθνές ναυτικό δίκαιο, προκειμένου να εξακριβωθεί το νομικό καθεστώς και η εφαρμογή των διαφόρων δημόσιων και ιδιωτικών συμβάσεων του θαλάσσιου δικαίου. Η βαρύτητα αυτού του ζητήματος έχει σχέση με το γεγονός ότι αν ένα αυτόνομο σκάφος θεωρείται ως πλοίο οπότε πρέπει να συμμορφώνεται με τα υπάρχοντα καθήκοντα και μπορεί να επωφεληθεί από τα καθιερωμένα δικαιώματα σε διεθνείς συμβάσεις, όπως, το δικαίωμα της αβλαβούς διέλευσης, της ελευθερίας της ανοικτής θάλασσας κλπ. Για να μπορέσει να καθοριστεί εάν τα μη επανδρωμένα πλοία εμπίπτουν στο καθεστώς του διεθνούς ναυτικού δικαίου, χρειάζεται να εξεταστούν τα πεδία εφαρμογής των διαφόρων θαλάσσιων συμβάσεων. Ειδικότερα, πρέπει να μελετηθεί ο ορισμός του όρου «πλοίο», για να διαπιστωθεί εάν ένα πλοίο χωρίς πλήρωμα, μπορεί να θεωρηθεί ως πλοίο. Αλλά, παρά το γεγονός ότι ένα «πλοίο» είναι το κύριο αντικείμενο διαφόρων συμβάσεων και νόμων, δεν υπάρχει ενιαίος διεθνής ορισμός του πλοίου.

4.2 Προκλήσεις του Ανθρώπινου Παράγοντα.

Τα πρωτότυπα των αυτόνομων πλοίων, αναμένεται να τεθούν σε λειτουργία μέσα στα επόμενα χρόνια. Η αύξηση της ασφάλειας, πρόκειται να επιτευχθεί με τη μείωση της συχνότητας των ατυχημάτων που περιλαμβάνουν τον άνθρωπο και κυριότερα μέσω της μείωσης και της αφαίρεση των πληρωμάτων. Ωστόσο στην πραγματικότητα, το πλήρωμα δεν θα καταργηθεί,

αλλά θα μεταφερθεί στο κέντρο ελέγχου της ξηράς, απ' όπου θα πραγματοποιείται ο απομακρυσμένος έλεγχος και η διοίκηση του αυτόνομου πλοίου.

Το μεγάλο πλεονέκτημα της ύπαρξης ενός συστήματος χωρίς χειριστές είναι η ασφάλεια. Το στοιχείο του ανθρώπινου λάθους πάβει να υπάρχει, δήλωσε ο Piero Marotta σε συνέντευξη του, το 2009 (Porathe et al., 2014). Παρ' όλα αυτά, η αύξηση της ασφάλειας των θαλάσσιων μεταφορών, δεν είναι ένα τόσο απλό ζήτημα. Ο άνθρωπος θα συνεχίσει να δραστηριοποιείται με την κατασκευή την παρακολούθηση τον έλεγχο και την συντήρηση των συστημάτων ενός αυτόνομου πλοίου.

Όλοι γνωρίζουμε από την εμπειρία μας ότι οι άνθρωποι κάνουν λάθη. Τα λάθη αυτά, πολύ συχνά μπορεί να προκαλέσουν ατυχήματα. Σε μια σύνθετη κοινωνία όπως η σημερινή, οι άνθρωποι χρειάζονται βοήθεια για να αντιμετωπίσουν ενδεχόμενα λάθη. Αυτός είναι και ο λόγος, για τον οποίο η κοινωνία εργάζεται συνεχώς σε αυτόματα τεχνικά συστήματα που υποστηρίζουν την ανθρώπινη λήψη αποφάσεων.

Όσο για τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών τα ποσοστά των ατυχημάτων συνεχώς μειώνονται εξαιτίας της συνεχής βελτίωσης και εξέλιξης της τεχνολογίας καθώς και των συστημάτων. Η αυτόνομη τεχνολογία πλοίων, έχει γίνει θέμα συζήτησης για ακόμα πιο αποτελεσματικές και ασφαλείς θαλάσσιες μεταφορές. Πρόσφατες έρευνες υπογραμμίζουν ότι, εάν μεταφερθεί η διαδικασία της λήψης αποφάσεων που εκτελεί το πλήρωμα, όπου το άγχος και η κόπωση διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο, σε λιγότερο αγχωτικές εργασίες προγραμματισμού και συντήρησης, μπορεί να επιτευχθεί κάποιο όφελος από την ασφάλεια (Porathe et al., 2014).

4.3 Προκλήσεις για την ηλεκτρονική ασφάλεια (Cybersecurity).

Η σημαντική ανάπτυξη της Τεχνολογίας των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών (ICT), οδήγησε στη δυνατότητα παραγωγής ενός αυτόνομου πλοίου, η πλοήγηση του οποίου θα γίνεται εξ αποστάσεως, με εξελιγμένα συστήματα επικοινωνίας και διασύνδεσης. Αυτά τα συστήματα, τα οποία είναι γνωστά ως Cyber-Enabled Systems, είναι συστήματα πλοίων τα οποία ελέγχονται κλασικά από το πλήρωμα του πλοίου αλλά τα οποία, χάρη στις σύγχρονες εξελίξεις στην τεχνολογία της πληροφορικής και της επιχειρησιακής τεχνολογίας, διεκδίκησαν την ικανότητα παρακολούθησης και ελέγχου εξ αποστάσεως με ή χωρίς την ύπαρξη πληρώματος στο πλοίο (Reilly and Jorgensen, 2016). Παρ' όλα αυτά όπως κάθε τεχνολογική ανακάλυψη, έτσι και τα συστήματα αυτά, περιέχουν τον κίνδυνο χρησιμοποίησης για κακόβουλους σκοπούς.

Οι δυνατότητες δικτύωσης, επιτρέπουν σε αυτά τα συστήματα τον απομακρυσμένο έλεγχό τους, παράλληλα όμως τα εκθέτουν στο διαδίκτυο και στους κινδύνους που κρύβει. Τα ευάλωτα σημεία των συστημάτων αυτών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των αυτόνομων

πλοίων, πρέπει να εντοπιστούν για να εξασφαλιστεί ότι οι τεχνολογίες θα ενσωματωθούν με ασφάλεια στο σχεδιασμό και τις λειτουργίες των πλοίων. Παράλληλα, οι ναυτιλιακές εταιρείες θα πρέπει να αξιολογήσουν τις αδυναμίες τους και να εφαρμόσουν σχέδια έκτακτης ανάγκης στον κυβερνοχώρο για την προστασία από απειλές ηλεκτρονικής επίθεσης. Η άμυνα κατά των επιθέσεων στον κυβερνοχώρο θα είναι ένα ακόμη κόστος των αυτόνομων πλοίων καθώς ένας οργανισμός μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνος εάν δεν λάβει μέτρα για την προστασία των αυτόνομων πλοίων από μη εξουσιοδοτημένους χειριστές.

Επομένως, οι γνώσεις που αποκτήθηκαν στο παρελθόν από όμοια συστήματα, δεν αρκούν και απαιτείται μια συνολική προσέγγιση, που αφορά όλα τα συστήματα του πλοίου και της ξηράς, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αυτά σχεδιάζονται, συνδέονται και διαχειρίζονται (Bothur et al., 2017). Οι νέες πρωτοβουλίες στη ναυτιλία, θα πρέπει σε μεγάλο βαθμό να λάβουν υπόψη τα δεδομένα κυβερνοασφάλειας και αναλόγως να προσαρμοστούν. Ο δρόμος βέβαια για την πλήρη προσαρμογή είναι ακόμη μακρύς και δύσκολος.

Οι απειλές κατά της ασφάλειας στα κυβερνο-συστήματα των αυτόνομων πλοίων, είναι ζήτημα μεγάλης σημασίας, καθώς μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα τόσο στην ασφάλεια του ίδιου του πλοίου όσο και στην επιχειρηματική δραστηριότητα της πλοιοκτήτριας εταιρείας με σημαντικές οικονομικές απώλειες και πλήγμα στην αξιοπιστία της. Με την αναφορά μας σε απειλές κατά της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, γίνεται αναφορά στις λειτουργικές αδυναμίες ενός συστήματος, τις οποίες μπορούν να εκμεταλλευτούν κακόβουλα λογισμικά φτιαγμένα για αυτό το σκοπό. Σε περίπτωση διείσδυσης κακόβουλων λογισμικών σε κρίσιμα συστήματά του ίδιου του πλοίου ή του κέντρου ελέγχου στην ακτή, μπορεί να χαθεί η δυνατότητα πλοήγησης και ευστάθειας του, με αποτέλεσμα να προκληθεί σύγκρουση με θύματα ή ρύπανση στο περιβάλλον. Παράλληλα, η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στην πνευματική ιδιοκτησία της ναυτιλιακής επιχείρησης, μπορεί να επιφέρει κλοπή δεδομένων με σκοπό την χειραγώγηση της.

Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο πρέπει να βρίσκεται στο βασικό μέρος του σχεδιασμού των μη επανδρωμένων πλοίων. Στα μη επανδρωμένα πλοία θα υπάρχουν πολλά περισσότερα συστήματα τα οποία θα συνδέονται με το διαδίκτυο, σε αντίθεση με τα συμβατικά πλοία. Έτσι, όταν ο αριθμός των συστημάτων αυτών στα πλοία θα αυξηθεί, γνωρίζουμε ότι το ποσό των επιθέσεων στον κυβερνοχώρο θα αυξηθεί επίσης. Η ευαισθητοποίηση των ναυτιλιακών εταιρειών σχετικά με την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο αποτελεί καινούργιο ζήτημα στην ατζέντα της ναυτιλιακής κοινότητας και πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη για να αποφευχθούν μελλοντικές καταστροφικές συνέπειες.

4.4 Προκλήσεις για την κατασκευή του κέντρου ελέγχου στην ξηρά.

Η έλευση του αυτόνομου πλοίου, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, δεν εγγυάται την επίλυση όλων των κινδύνων που οφείλονται στο ανθρώπινο λάθος. Αντίθετα, δημιουργεί περισσότερα ερωτήματα σχετικά με αυτό. Για παράδειγμα, πώς οι χειριστές στο κέντρο ελέγχου της ξηράς θα αντιλαμβάνονται τις κινήσεις του πλοίου εφόσον δεν θα υπάρχει φυσική σύνδεση μεταξύ των δύο;

Ο αυτοματισμός, εισάγεται συχνά ως μέτρο αντιμετώπισης για τη μείωση του ανθρώπινου σφάλματος και του φόρτου εργασίας των ανθρώπων, αλλά δεν μπορεί εύκολα να αντικαταστήσει την ανθρώπινη εργασία αυτή καθ' αυτή. Οι ναυτικοί συνεχώς αλληλοεπιδρούν με το πλοίο και το περιβάλλον του ενώ έχουν τη δυνατότητα να διακρίνουν την προτεραιότητα των πληροφοριών και να δρουν διαισθητικά. Ωστόσο, η ικανότητα αυτή ενδέχεται να γίνει αδυναμία όταν οι άνθρωποι θα βρίσκονται μακριά από το πλοίο σε ένα κέντρο ελέγχου στην ξηρά, όπου δεν θα υπάρχει η φυσική σύνδεση μεταξύ του ανθρώπου και του πλοίου και η άμεση αντίληψη των πληροφοριών από το περιβάλλον του (Porathe, 2014).

Ως εκ τούτου, η πιθανότητα ατυχήματος μπορεί εύκολα να μεγεθύνεται από την έλλειψη κατανόησης της κατάστασης, την αδυναμία του χειριστή να αξιολογήσει σωστά τα δεδομένα που του παρέχονται ταυτόχρονα από πολλούς αισθητήρες, την ανεπαρκή αντίληψη των πραγματικών υδρομετεωρολογικών συνθηκών και την επιρροή τους στη συμπεριφορά του πλοίου.

Συνεπώς, μία μεγάλη πρόκληση για το εγχείρημα της κατασκευής ενός αυτόνομου πλοίου, θα είναι να καθοριστούν με ακρίβεια οι πληροφορίες που απαιτούνται στο κέντρο ελέγχου της ξηράς, και το πώς αυτές θα απεικονιστούν ώστε να δίνεται στους χειριστές μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης στην οποία βρίσκεται το πλοίο κάθε στιγμή (Burmeister et al., 2014).

Συνολικά, το μη επανδρωμένο πλοίο δεν σημαίνει την εξάλειψη των ανθρώπινων παραγόντων. Μετατοπίζοντας τους ανθρώπους από το πλοίο στην ακτή θα πρέπει να τους θεωρήσουμε ως τους βασικούς συντελεστές για την δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος πληροφοριών και διαδραστικών προσεγγίσεων.

Η Rolls-Royce συνεργάστηκε με το Κέντρο Τεχνικών Ερευνών VTT της Φινλανδίας και τη Μονάδα Ανθρώπινης Αλληλεπίδρασης-Υπολογιστή του Tampere, για να παρουσιάσει μια ιδέα για το μελλοντικό κέντρο ελέγχου, με σκοπό τον καλύτερη παρουσίαση των δεδομένων που συλλέγονται από τους αυτόνομους αισθητήρες (Hogg and Ghosh, 2016). Η έρευνα αξιοποίησε γνώσεις που αντλήθηκαν από απομακρυσμένο έλεγχο αυτόνομων συστημάτων σε άλλες βιομηχανίες, δημιουργώντας έτσι ένα προσχέδιο που χρησιμοποιεί διαδραστικές έξυπνες οθόνες, συστήματα αναγνώρισης φωνής, ολογράμματα και αεροσκάφη επιτήρησης (drones) για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση επί του πλοίου. Παρά τις υπάρχουσες μελέτες για την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον τηλεχειρισμό που έχουν ήδη εφαρμοστεί σε διάφορους άλλους τομείς, ο έλεγχος και η παρακολούθηση μη επανδρωμένων πλοίων είναι ένας νέος

τομέας έρευνας. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να εξεταστούν εκτενώς οι πιθανές προκλήσεις και δυνατότητες.

4.5 Προκλήσεις ευθύνης.

Η πλοήγηση ενός πλοίου, είχε ανατεθεί παραδοσιακά σε εκπαιδευμένους ναυτικούς των οποίων οι αρμοδιότητες και συνεπώς οι ευθύνες, μπορούσαν να εξασφαλιστούν βάσει καθορισμένων προτύπων. Παρόλο που τα μη επανδρωμένα πλοία προβλέπεται ότι θα είναι ασφαλέστερα από τα επανδρωμένα, είναι λογικό ότι αργά ή γρήγορα, θα προκαλέσουν κάποιο ατύχημα. Ο χειρισμός ενός αυτόνομου πλοίου, θα είναι υποχρέωση ενός χειριστή σε ένα κέντρο ελέγχου στην ξηρά ή των προγραμματιστών του λογισμικού συστήματός του. Επομένως η ευθύνη που θα υπάρχει από ένα ατύχημα που προκαλείται από ένα αυτόνομο πλοίο θα μεταβληθεί. Η ευθύνη θα μπορούσε να κατανεμηθεί μεταξύ του χειριστή στο κέντρο ελέγχου, του κατασκευαστή ενός μεμονωμένου εξαρτήματος του, των προγραμματιστών του λογισμικού του, του πλοιοκτήτη και όπως είναι ήδη αντιληπτό, δεν θα είναι πάντα εύκολη. Με άλλα λόγια, εισάγονται πλέον νέοι φορείς ευθύνης και ακόμη και αυτοί που διατηρούνται αναλαμβάνουν αναμφίβολα πολύ διαφορετικές ευθύνες.

Στο εγγύς μέλλον, οι κατασκευαστές συστημάτων πληροφορικής και οι σχεδιαστές λογισμικού αυτόνομων πλοίων, θα μπορούσαν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για τις ζημιές που προκλήθηκαν από ελαττώματα στα εξαρτήματά τους. Ταυτόχρονα, το ίδιο θα μπορούσε να συμβεί και εάν οι χειριστές στο κέντρο ελέγχου αναλάμβαναν πρακτικά και νόμιμα, το ρόλο του πλοίαρχου και οι υποχρεώσεις του μεταβιβαζόταν σε αυτούς.

Ωστόσο, η ευθύνη δεν είναι γενική και απεριόριστη. Σε κάθε διαδικασία, τα καθήκοντα και οι ευθύνες είναι διαφορετικά. Το βασικό σημείο είναι η τήρηση των υποχρεώσεων συμμόρφωσης με τους εκάστοτε διεθνείς κανονισμούς. Για τον λόγο αυτό, οι διεθνείς κανονισμοί και οι επιμέρους διαφορετικές συμβάσεις θα πρέπει να αναθεωρηθούν προκειμένου να διαχωριστούν οι διάφορες ευθύνες και τα καθήκοντα και να καθοριστεί ποιος θα είναι υπεύθυνος για κάθε είδος σφαλμάτων και ζημιών.

Τα μη επανδρωμένα πλοία και η αυτόνομη πλοήγηση εν γένει, έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται η ευθύνη για ατυχήματα ή περιστατικά στη θάλασσα. Ωστόσο, η διαδικασία τροποποίησης των κανονισμών είναι πολύπλοκη και χρονοβόρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

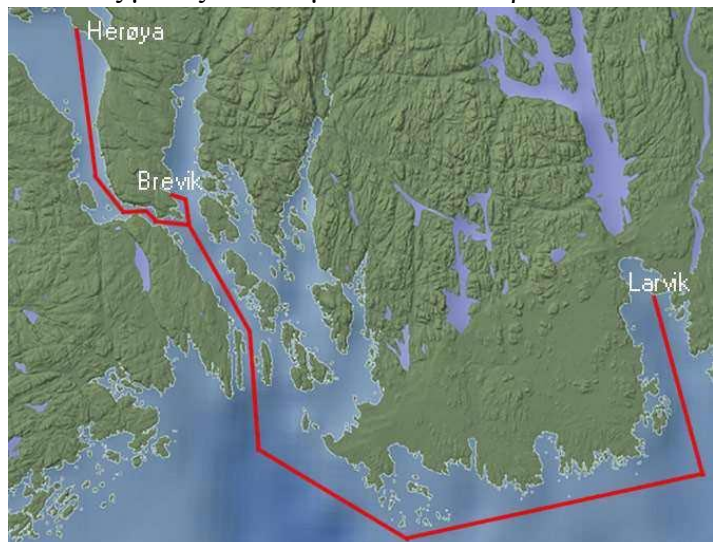
Το πρώτο Αυτόνομο Πλοίο

Η Νορβηγική εταιρεία παραγωγής λιπασμάτων Yara παρουσίασε το πολυαναμενόμενο Yara Birkeland, το πρώτο ηλεκτρικό και αυτόνομο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο για ναυτιλία χωρίς εκπομπές ρύπων. Το πλοίο αναχώρησε για το παρθενικό του ταξίδι την Παρασκευή στο φιόρντ του Όσλο. Ο πρωθυπουργός της Νορβηγίας Jonas Gahr Støre, μαζί με τον Υπουργό Αλιείας και Ωκεάνιας Πολιτικής Bjørnar Skjæran, ήταν έτοιμοι να περιηγηθούν στο πλοίο μετά την άφιξή του στο Όσλο. «Είμαστε περήφανοι που μπορούμε να παρουσιάσουμε το πρώτο πλήρως ηλεκτρικό και αυτοκινούμενο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο. Θα μειώσει 1.000 τόνους CO2 και θα αντικαταστήσει 40.000 ταξίδια από πετρελαιοκίνητα φορτηγά ετησίως, λέει ο Svein Tore Holsether, Διευθύνων Σύμβουλος της Yara.

Η Yara συνεργάζεται με την εταιρεία ναυτιλιακής τεχνολογίας Kongsberg για την ανάπτυξη του σκάφους από το 2017 ένα πρωτοποριακό έργο που οδηγεί το ταξίδι της ναυτιλιακής βιομηχανίας προς τις αυτόνομες λειτουργίες και τη ναυτιλία μηδενικών εκπομπών. Το έργο παραλίγο να εκτροχιαστεί από την πανδημία COVID-19, η οποία καθυστέρησε την προγραμματισμένη παράδοση του πλοίου κατά περισσότερο από ένα χρόνο.

Το πλοίο των 120 TEU θα μειώσει τις εκπομπές και θα μειώσει τις οδικές μεταφορές έως και 40.000 φορτηγά ετησίως, ενώ θα μεταφέρει προϊόντα λιπασμάτων από το εργοστάσιο Porsgrunn της Yara στα λιμάνια Brevik και Larvik της Νορβηγίας. Η διαδρομή θα το κάνει να πλεύσει εντός 12 ναυτικών μιλίων από την ακτή μεταξύ των λιμανιών Herøya, Brevik και Larvik στη νότια Νορβηγία. Η διαχείριση της περιοχής γίνεται από το σύστημα VTS της νορβηγικής παράκτιας διοίκησης στο Brevik και οι αποστάσεις μεταξύ των λιμανιών είναι περίπου 7 ναυτικά μίλια για Herøya – Brevik και 30 ναυτικά μίλια Herøya – Larvik.

Το πλοίο κατασκευάστηκε από τη VARD και θα ξεκινήσει επανδρωμένες εμπορικές δραστηριότητες από το 2022, ξεκινώντας μια διετή περίοδο δοκιμών της τεχνολογίας που θα κάνει το πλοίο αυτοκινούμενο και τελικά θα πιστοποιηθεί ως αυτόνομο, πλήρως ηλεκτρικό πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Το πλοίο θα λειτουργεί από το κέντρο παρακολούθησης και επιχειρήσεων της



Massterlys στο Horten. Η Masterly είναι μια κοινοπραξία μεταξύ της KONGSBERG και της Wilhelmsen.

«Η Νορβηγία είναι ένα μεγάλο έθνος στον ωκεανό και στη θάλασσα και άλλα έθνη προσβλέπουν στη Νορβηγία για πράσινες λύσεις στη θάλασσα. Το Yara Birkeland είναι το αποτέλεσμα της ισχυρής γνώσης και εμπειρίας που έχουμε στη νορβηγική ναυτιλιακή ομάδα και βιομηχανία. Το έργο καταδεικνύει πώς έχουμε αναπτύξει μια κορυφαία παγκοσμίως καινοτομία που συμβάλλει στην πράσινη μετάβαση και παρέχει εξαιρετικές ευκαιρίες εξαγωγής για τη νορβηγική τεχνολογία και βιομηχανία, λέει ο Geir Håøy, Διευθύνων Σύμβουλος του Ομίλου Kongsberg.

Η Epona, μια κυβερνητική επιχείρηση που είναι υπεύθυνη για την προώθηση έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει διαθέσει έως και 133,5 εκατομμύρια NOK για το έργο. «Στο δρόμο προς μια κοινωνία χαμηλών εκπομπών, οι εκπομπές από τις μεταφορές πρέπει να μειωθούν σχεδόν στο μηδέν. Για να το πετύχουμε αυτό, χρειαζόμαστε έργα που μπορούν να μεταμορφώσουν την αγορά, έργα που έχουν τη δυνατότητα να ανοίξουν το δρόμο για άλλους και να αυξήσουν τον ρυθμό των αλλαγών στον τομέα τους. Αυτό ακριβώς πιστεύουμε ότι θα κάνει το πρώτο αυτόνομο και πλήρως ηλεκτρικό πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο, λέει ο Nils Kristian Nakstad, Διευθύνων Σύμβουλος της Epona.

Παράλληλα με την κατασκευή του Yara Birkeland, η Yara έχει επίσης ξεκινήσει την ανάπτυξη της πράσινης αμμωνίας ως καυσίμου χωρίς εκπομπές για τη ναυτιλία, μέσω της νέας μονάδας Yara Clean Ammonia της εταιρείας. «Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ήταν το σημείο εκκίνησης μας το 1905. Τώρα, η αμμωνία μπορεί να μας φέρει πίσω στις ρίζες μας. Το μεγάλο μας ναυτιλιακό δίκτυο και η υπάρχουσα υποδομή σημαίνει ότι η αμμωνία έχει τη δυνατότητα να γίνει το κορυφαίο καύσιμο για τις υπεραστικές ναυτιλιακές μεταφορές παγκοσμίως», λέει ο Magnus Krogh Ankarstrand, Διευθύνων Σύμβουλος της Yara Clean Ammonia.

Ως ο μεγαλύτερος παραγωγός λιπασμάτων στον κόσμο, η Yara βασίζεται στην αμμωνία για την παραγωγή λιπασμάτων. Ταυτόχρονα, η τρέχουσα παραγωγή αμμωνίας αντιπροσωπεύει το 2 τοις εκατό της παγκόσμιας κατανάλωσης ορυκτών ενέργειας, που αντιστοιχεί σε περίπου 1,2 τοις εκατό των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στον κόσμο. «Ως ο μεγαλύτερος παραγωγός αμμωνίας στον κόσμο, η Yara έχει ξεκινήσει ένα επιθετικό σχέδιο διεθνούς κλίμακας, τόσο για την εξάλειψη των τρεχουσών εκπομπών όσο και για την εγκαθίδρυση της παραγωγής νέας, καθαρής αμμωνίας», λέει ο Ankarstrand.

Yara Birkeland Main Particulars, provided by Kongsberg:

- Length o.a.: 79,5 m
- Length p.p.: 72,4 m
- Width mld.: 14,8 m
- Depth shelter deck: 10,8 m

- Draught (full): 6 m
- Draught (ballast): 3 m
- Service speed: 6 knots
- Max speed: 13 knots

Capacity

- Cargo capacity: 120 TEU
- Deadweight: 3 200 mt

Propulsion

- Propulsion system: Electric
- Propellers: 2 Azimuth pods
- Thrusters: 2 Tunnel thruster
- Battery pack: 7 – 9 MWh



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα για το σχεδιασμό και την κατασκευή πλήρως αυτόνομων και μη επανδρωμένων εμπορικών πλοίων μπορεί όντως να μειώσει τα ανθρώπινα λάθη και να εξοικονομήσει χρήματα όσον αφορά το πλήρωμα. Αυτά τα πλοία όμως, ελεγχόμενα από τη στεριά, θα απαιτούν αξιόπιστα και υψηλής ποιότητας συστήματα επικοινωνίας, τα οποία θα είναι κρίσιμα για την ασφάλειά τους κάτι που θα έχει μεγάλο οικονομικό κόστος. Επιπροσθέτως, το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου πλοίου θα είναι πολύ μεγαλύτερο από ένα συμβατικό. Εν τέλει, η επένδυση αυτή αντισταθμίζει την εξοικονόμηση με τα έξοδα πληρώματος; Αξίζει; Λέγεται ότι τα ανθρώπινα λάθη θα μειωθούν σημαντικά με τα μη επανδρωμένα εμπορικά πλοία. Παρόλα αυτά, ο τεχνολογικός εξοπλισμός των πλοίων χρειάζεται ανθρώπινη εποπτεία και συντήρηση, ενώ το πλοίο θα χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση από την στεριά, όπου οι άνθρωποι θα ερμηνεύουν τις πληροφορίες που στέλνονται απ' το πλοίο και θα δρουν αναλόγως. Ο κίνδυνος του ανθρώπινου λάθους δεν εξαλείφεται, καθώς τα μη επανδρωμένα πλοία θα αντιμετωπίσουν νέες προκλήσεις όσον αφορά την ασφάλεια. Ο Samrat Ghosh, Captain of Australian Maritime College, υποστηρίζει ότι αν και οι τεχνικές προϋποθέσεις για τη λειτουργία αυτών των πλοίων είναι ανεπτυγμένες όλα αυτά τα χρόνια, δεν ισχύει το ίδιο και για την ανθρώπινη αλληλεπίδραση με αυτά τα συστήματα. Ο ναυτιλιακός κλάδος χρειάζεται περαιτέρω αποδείξεις για την λειτουργικότητα αυτής της τεχνολογίας πριν να είναι σε θέση να καθορίσει τις μακροπρόθεσμες συνέπειες των πλήρως αυτόνομων πλοίων. Η αυτοματοποίηση μειώνει την επεξεργασία πληροφοριών που απαιτείται από τον χειριστή. Ωστόσο, η συνεχής παρακολούθηση των αυτοματοποιημένων συστημάτων για βλάβες ή απρόβλεπτες καταστάσεις συχνά επηρεάζεται από την αδράνεια του χειριστή και την υπερ εξάρτηση από την αυτοματοποίηση. Η αξιοπιστία των αυτοματοποιημένων συστημάτων θα καθορίσει την εμπιστοσύνη του χειριστή προς το σύστημα, κι αυτό μπορεί να γίνει σε 36 επικίνδυνα υπερβολικό βαθμό όσο περισσότερο λειτουργεί σωστά το μη επανδρωμένο πλοίο. Ποια θα είναι η ευθύνη των εμπλεκόμενων μερών; Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι παραμένει αβέβαιο το πώς θα αποδίδεται ευθύνη στους αντίστοιχους ανθρώπους που εμπλέκονται στον χειρισμό ενός τέτοιου πλοίου κι αν το υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο θα τροποποιηθεί ώστε να καλύψει αυτές τις νέες συνθήκες. Θα χρειαστεί ανάπτυξη καινούριων ικανοτήτων, ενώ οι παλιότερες ικανότητες μπορεί να χαθούν με τον καιρό. Το πλήρωμα στην στεριά που θα χειρίζεται το μη επανδρωμένο πλοίο θα χρειαστεί ένα ανώτερο επίπεδο ικανότητας χειρισμού και ανάλυσης δεδομένων, κάτι που θα αποτελέσει σημαντική επαγγελματική ευκαιρία για κάποιους, αλλά που δημιουργεί ταυτόχρονα προβληματισμούς για την εκπαίδευση και πιστοποίηση κάποιων άλλων, συμπληρώνει ο Ghosh. Ένας έμπειρος καπετάνιος συνεχίζει να είναι απαραίτητος για τον χειρισμό ενός πλοίου απ' την στεριά, αλλά καθώς το ειδικευμένο εργατικό δυναμικό γερνάει, πώς θα αντικατασταθούν αυτοί οι έμπειροι ναυτικοί όταν θα υπάρχουν όλο και λιγότεροι επαγγελματίες που θα αποκτούν εμπειρία από πρώτο χέρι για το πώς είναι να εργάζεσαι στη θάλασσα; Αν οι μελλοντικοί χειριστές των πλοίων

πρόκειται να εκπαιδευτούν αποκλειστικά πάνω σε αυτοματοποιημένα συστήματα, θα είναι αυτό αρκετό για την απόκτηση της ικανότητας χειρισμού ενός πλοίου από μια αίθουσα ελέγχου στην στεριά μακριά από το πραγματικό περιβάλλον του πλοίου; Η τεχνική, λειτουργική και νομική ορολογία βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της έρευνας, αλλά χρειάζεται ακόμα πολλή δουλειά για να αποδειχθεί ότι το μη επανδρωμένο πλοίο δεν αποτελεί κίνδυνο για τον εαυτό του, το φορτίο του, το περιβάλλον ή τα άλλα πλοία, αναπτύσσοντας αξιόπιστα συστήματα εντοπισμού αντικειμένων και αποφυγής σύγκρουσης. Χρειάζονται αποδείξεις ότι οι χειριστές στην στεριά θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τέτοιες δύσκολες καταστάσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2016/02/MUNIN-final-brochure.pdf>

<https://www.isalos.net/2019/04/aftonoma-ploia-ti-allazei-sti-leitourgiki-diacheirisi-ton-ploion/>

<http://el.marinelink.com/news/%CE%B1%CF%85%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B1-%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%B1-%CE%B5%CF%85%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%B5%CF%82-amp-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-287238>

<http://www.politischios.gr/nautilia/pos-tha-epireastei-naytiko-epaggelma-apo-ta-aytonoma-ploia>

<https://e-nautilia.gr/pws-ta-autonoma-ploia-tha-ephreasoun-tous-nautikous-poie-oi-proklhseis-kai-ta-pleonekthmata/>

<https://www.ot.gr/2021/11/22/naytilia/to-proto-aytonomo-ploio-ekane-to-partheniko-tou-taksidi/>

<https://gcaptain.com/yara-birkeland-worlds-first-autonomous-zero-emission-ship/#:~:text=Norwegian%20fertilizer%20producer%20Yara%20has,Friday%20in%20the%20O slo%20fjord.>

<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>

<https://marine-offshore.bureauveritas.com/insight/autonomous-ships>

<https://www.unmanned-ship.org/munin/>

<https://cordis.europa.eu/project/id/314286>

https://www.bluebird-electric.net/artificial_intelligence_autonomous_robotics/MUNIN_unmanned_maritime_navigation_project_european_commission_seventh_framework_programme_autonomous_ships.htm

<https://sea-machines.com/steering-the-future-with-autonomous-control-and-intelligent-perception-systems>

<https://e-nautilia.gr/einai-mi-realistika-ta-pliros-autonoma-ploia/>

<https://sea-machines.com/steering-the-future-with-autonomous-control-and-intelligent-perception-systems>

<https://e-nautilia.gr/einai-mi-realistika-ta-pliros-autonoma-ploia/>

<https://e-nautilia.gr/einai-mi-realistika-ta-pliros-autonoma-ploia/>

Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA) Position Paper. Remote and autonomous ships: the next steps. London: Rolls-Royce; 2016.

Kretschmann L, Rødseth Ø, Sage-Fuller B, Noble H, Horahan J, McDowell H. MUNIN Deliverable D9.3 Quantitative assessment 2015.

Rødseth Ø, Burmeister H.-C. Developments towards the unmanned ship. Proceedings of the International Symposium Information on Ships - ISIS 2012, Hamburg, Germany; 2012.

Πεταρούδη, Μ., (2019), Αυτόνομα Εμπορικά Πλοία: Εξέταση των κυριότερων πλεονεκτημάτων και των μεγαλύτερων προκλήσεων για την ναυτιλιακή βιομηχανία. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών. Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Ανθης Μ. , Φεργαδιώτης Ε. (2021), Unmanned Ships- Μη επανδρωμένα πλοία. Τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Προβλέψεις κινδύνων για την απώλεια θέσεων εργασίας μελλοντικών αξιωματικών και κατώτερων πληρωμάτων Ε.Ν. Α.Ε.Ν Μακεδονίας Σχολή Πλοιάρχων.