

# ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ ΑΡΓΥΡΗΣ

**ΘΕΜΑ :** 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.

**ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:** ΑΝΘΗ ΜΑΡΙΟΥ ΜΕ ΑΓΜ: 4095

ΦΕΡΓΑΔΙΩΤΗ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΜΕ ΑΓΜ: 4040

**Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:** 23/05/2019

**Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:**

Α/Α	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

**Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :** ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- 1.1 Εξελίξεις που οδήγησαν στα αυτόνομα πλοία.....σελ.5
- 1.2. Διευκρίνιση όρων.....σελ.5
- 1.3 Εισαγωγή στα αυτόνομα πλοία.....σελ.7

### Κεφάλαιο 2: Τεχνολογία αυτόνομων πλοίων

- 2.1 Υπάρχουσα τεχνολογία αυτόνομων πλοίων.....σελ.8
  - 2.1.1 Γενικό πλαίσιο τεχνολογίας αυτόνομων πλοίων.....σελ.8
  - 2.1.2 Λειτουργία αυτόνομου πλοίου.....σελ.10
  - 2.1.3 Έξυπνη τεχνολογία πληροφοριών αυτόνομων πλοίων.....σελ.12
  - 2.1.4 Κύρια τεχνολογικά συστήματα αυτόνομων πλοίων.....σελ.14
- 2.2 Μελλοντική τεχνολογία αυτόνομων πλοίων.....σελ.17
  - 2.2.1 Τεχνητή νοημοσύνη.....σελ.17
  - 2.2.2 Αισθητήρες και κατανόηση καταστάσεων.....σελ.18
  - 2.2.3 Συνδεσιμότητα.....σελ.19
  - 2.2.4 Ηλεκτρική πρόωση.....σελ.20
  - 2.2.5 Κυβερνοασφάλεια.....σελ.21
  - 2.2.6 Σχεδιασμός πλοίων μέσω νέων προηγμένων υλικών.....σελ.21

### Κεφάλαιο 3: Πιθανά πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα αυτόνομων πλοίων

- 3.1 Πιθανά πλεονεκτήματα αυτόνομων πλοίων.....σελ.22
  - 3.1.1 Εξάλειψη ανθρώπινου λάθους.....σελ.22
  - 3.1.2 Αναβάθμιση επιπέδου βιωσιμότητας ναυτικών.....σελ.23
  - 3.1.3 Οικονομικό όφελος.....σελ.24

3.1.4	Πιθανότητα μείωσης κρουσμάτων πειρατείας.....σελ.25
3.1.5	Οικολογικό όφελος.....σελ.25
3.2	Πιθανά μειονεκτήματα αυτόνομων πλοίων.....σελ.26
3.2.1	Απώλεια Ανθρώπινου Δυναμικού.....σελ.26
3.2.2	Έλεγχος Από Απόσταση.....σελ.26
3.2.3	Εξάλειψη Ναυτικού Επαγγέλματος.....σελ.27
3.2.4	Κόστος Κατασκευής.....σελ.27
3.2.5	Απονομή Ευθυνών.....σελ.27
3.2.6	Ατυχήματα.....σελ.28
3.2.7	Επικοινωνία.....σελ.28
3.2.8	Έρευνα και διάσωση.....σελ.29
<b>Κεφάλαιο 4: Ανθρώπινος παράγοντας, προκλήσεις και συμπεράσματα</b>	
4.1	Ανθρώπινος παράγοντας.....σελ.29
4.1.1	Σχέση ανθρώπου και πλοίου.....σελ.30
4.1.2	Ο ρόλος του ανθρώπου στο μη επανδρωμένο πλοίο.....σελ.32
4.2	Προκλήσεις που προκύπτουν.....σελ.34
4.2.1	Νομικές Προκλήσεις.....σελ.35
4.2.2	Προκλήσεις Ευθύνης.....σελ.37
4.2.3	Προκλήσεις και απειλές για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο...σελ.39
4.2.4	Πολιτικές Και Διαδικασίες Ασφαλείας.....σελ.42
4.2.5	Προκλήσεις Του Ανθρώπινου Παράγοντα.....σελ.44
4.2.6	Προκλήσεις που αφορούν την κατασκευή του Κέντρου Ελέγχου Ξηράς.....σελ.47
<b>Συμπεράσματα</b> .....σελ.53	
<b>Βιβλιογραφία</b> .....σελ.56	

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή γίνεται λόγος για την τελευταία λέξη της τεχνολογίας όσον αφορά την ναυτιλία, που δεν είναι άλλη πέρα από τον ερχομό των μη επανδρωμένων πλοίων. Μπορεί κάποιος να νομίζει ότι μέρα που θα πέσει στο νερό ένα μη επανδρωμένο εμπορικό πλοίο ότι φαντάζει μακρινή και αυτό όχι διότι δεν διαθέτουμε τις γνώσεις και την τεχνολογία αλλά επειδή προκύπτουν αμφιβολίες κατά τον σχεδιασμό του αλλά και για το κομμάτι υλοποίησής του. Έτσι λοιπόν, πέρα από την επεξήγηση των όρων, του γενικού πλαισίου και της τεχνολογίας των αυτόνομων πλοίων, θα αναφερθούμε στην αντιπαράθεση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των πλοίων αυτών όπως και στην απόρρια τους στον άνθρωπο και στην παγκόσμια ναυτιλία.

Με λίγα λόγια, η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας μας έχει οδηγήσει σε ένα σημείο που μπορούμε να πούμε ότι αν συνδυάσουμε όλα τα τεχνολογικά μας επιτεύγματα θα καταφέρουμε, τουλάχιστον κατασκευαστικά, να χτίσουμε ένα μη επανδρωμένο πλοίο αξιοποιώντας όλα τα οφέλη του. Οφέλη οικονομικά, οικολογικά και οφέλη που σχετίζονται με την ασφάλεια μέσω της εξάλειψης του ανθρώπινου λάθους και της πειρατείας. Βέβαια, σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σίγουρα εγκυμονούν κίνδυνοι (π.χ. πυρκαγιά, δομική ή μηχανική βλάβη, απειλές στον κυβερνοχώρο κ.α.) και προκλήσεις (π.χ. απόδοση ευθυνών, κατασκευή και λειτουργία του κέντρου ελέγχου κ.α.) που πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να ξεπεραστούν οι αμφιβολίες που είναι τα μόνα εμπόδια στην υλοποίηση και προώθηση τέτοιου είδους πλοίων. Αξιοσημείωτο είναι το κοντράστ που δημιουργείται στις απόψεις περί του ανθρώπινου ρόλου και συμμετοχής του στην μη επανδρωμένη ναυτιλία μιας και ο κύριος λόγος της ανάγκης ύπαρξης μη επανδρωμένων πλοίων είναι ο εκμηδενισμός του ανθρώπινου σφάλματος. Στην ουσία, δεν αποκλείεται παντελώς η παρουσία του ανθρώπινου παράγοντα στα πλοία, καθώς και αυτά τα σκάφη θα χρειάζονται επιτήρηση, έλεγχο και την επέμβαση μας, μέσω των κέντρων ελέγχου που θα είναι στημένα στην στεριά. Τελικά, θα φτάσουμε σε συμπεράσματα και θα αφήσουμε τον χρόνο και τους ειδικούς να αποφασίσουν πότε και πως είναι εφικτό να περάσουμε στην νέα εποχή της μη επανδρωμένης ναυτιλίας αλλά και τον υπόλοιπο κόσμο αναλογιστεί αν είναι έτοιμος για μια τέτοια τεράστια αλλαγή στον κλάδο της ναυτιλίας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 Εξελίξεις που οδήγησαν στα αυτόνομα πλοία

Στην εποχή μας, οι θαλάσσιες μεταφορές αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις, όπως η σημαντική αύξηση του όγκου μεταφορών, οι αυξανόμενες περιβαλλοντικές απαιτήσεις των θεσμών και η επιδιωκόμενη μείωση του ανθρώπινου δυναμικού, όσον αφορά το επάγγελμα των ναυτικών. Έτσι λοιπόν, η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη για αξιόπιστη και ασφαλής ναυσιπλοΐα με γνώμονα την εξοικονόμηση οικονομικών και ανθρώπινων πόρων, σε συνδυασμό βέβαια με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, οδήγησε στην εξέλιξη των βοηθημάτων αυτόματης πλοήγησης. Εξέλιξη σε τέτοιο βαθμό όπου αναπτύχθηκε και φυσικά ακόμα εξελίσσεται με σταθερά αλλά προοδευτικά βήματα, η τεχνολογία των αυτόνομων σκαφών. Η ευρηματική ιδέα του αυτόνομου πλοίου προσφέρει την δυνατότητα να εξαλειφθούν τέτοιου είδους προκλήσεις, καθώς όχι μόνο προσφέρει την πλέον πιο αποτελεσματική και ανταγωνιστική λειτουργία του πλοίου αλλά ωθεί την ναυτιλία να αποκτήσει ένα πιο βιώσιμο χαρακτήρα μέσω των μειωμένων χρόνων πλεύσης των ναυτικών.

Την αρχική ιδέα καθώς και την εξέταση της εφαρμογής μη επανδρωμένων πλοίων στη ναυτιλία είχε ο οργανισμός MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Network). Στο αρχικό πλano επικρατούσε η ιδέα τα πλοία να επανδρώνονται μόνο κατά την είσοδο και έξοδο τους από τα λιμάνια. Τα πλοία θα βρίσκονται συνεχώς υπό παρακολούθηση ενός κέντρου έλεγχου με σκοπό την πρόληψη και αποφυγή τυχών κινδύνων. Όπως ήταν αναμενόμενο όμως, εμφανιστήκαν αρκετές δυσκολίες και ενδοιασμοί, οι οποίοι παρεμποδίζουν το φαινόμενο των μη επανδρωμένων πλοίων να εφαρμοστεί άμεσα στη ναυτιλία. Η απώλεια έλεγχου εξ αποστάσεως, οι απρόσμενες ζημιές στο πλοίο κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, η αδυναμία επίβλεψης του πλοίου σε επικίνδυνες περιοχές είναι μόνο μερικά από τα θέματα που πρέπει να εξεταστούν και να λυθούν πριν την εφαρμογή του σχεδίου αυτού.

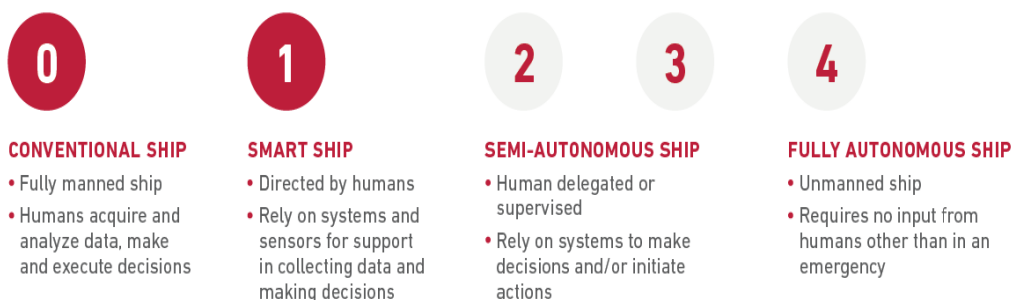
## 1.2 Διευκρίνιση όρων

Ένα αυτόνομο πλοίο είναι ένα πλοίο που ελέγχεται από αυτόματα συστήματα τόσο για πλοήγηση όσο και για έλεγχο κινητήρα. Αυτά τα συστήματα θα είναι προ-προγραμματισμένα, όπως μπορούμε σήμερα να έχουμε έναν πιλότο να ακολουθήσει ένα προ-ηχογραφημένο σχέδιο ταξιδιού. Όμως, το αυτόνομο σύστημα θα περιέχει επίσης ένα ορισμένο επίπεδο τεχνητής νοημοσύνης και θα είναι σε θέση να

ανιχνεύσει και να εντοπίσει άλλα σκάφη και να κάνει ελιγμούς αποφυγής σύγκρουσης σύμφωνα με τους Διεθνείς Κανονισμούς για την Πρόληψη Συγκρούσεων στη Θάλασσα (COLREGS). Ωστόσο, ένα αυτόνομο πλοίο δεν είναι απαραίτητα μη επανδρωμένο. Κατά καιρούς οι ομάδες συντήρησης ενδέχεται να βρίσκονται επί του σκάφους κατά τη διάρκεια τμημάτων του ταξιδιού για την πραγματοποίηση συντηρήσεων ή επισκευών σε συστήματα επί του πλοίου, και όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το πλοίο αναμένεται να επανδρωθεί κατά την προσέγγιση και την αναχώρηση του λιμένα. Ένα μη επανδρωμένο πλοίο είναι, όπως υποδηλώνει το όνομα, ένα πλοίο χωρίς κανένα επί του σκάφους. Αναμένεται ότι τα πλοία θα είναι μη επανδρωμένα για τη δια-ωκεάνια φάση ενός ταξιδιού. Τα πλοία θα παρακολουθούνται εξ αποστάσεως από ένα Shore Control Center (SCC) λαμβάνοντας σημαντικές πληροφορίες μέσω δορυφόρου με σύντομα χρονικά διαστήματα (μια φορά κάθε 4 δευτερόλεπτα οραματίζεται) και το SCC θα έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει τηλεχειριστήριο εάν απαιτείται, ή σε περίπτωση αμφιβολίας του αυτόνομου συστήματος. Τα αξιόπιστα συστήματα επικοινωνίας θα είναι μια πρόκληση για το σύστημα και ως έσχατη λύση εάν το αυτόνομο σύστημα δεν μπορεί να βρει λύση με ταυτόχρονη απώλεια επικοινωνίας.

Τα επίπεδα αυτονομίας πλοίων κατηγοριοποιούνται σε κλίμακα καθώς το επίπεδο αυτονομίας αυξάνεται, έτσι μειώνεται η ανάγκη να υπάρχει πλήρωμα στο σκάφος. Τα σημερινά εμπορικά πλοία που έχουν πρόσβαση στο κυβερνοχώρο είναι συνήθως στο επίπεδο 1 όπως θα στο παρακάτω διάγραμμα κατηγοριοποίησης κατά Bureau Veritas.

## SHIP AUTONOMY LEVELS ARE CATEGORIZED ON A SCALE



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

### 1.3 Εισαγωγή στα αυτόνομα πλοία

Οι όροι «αυτόνομο» και «μη επανδρωμένο» συχνά χρησιμοποιούνται με την ίδια έννοια. Καλό είναι σ' αυτό το σημείο να δοθεί σαφής ορισμός των δύο παραπάνω εννοιών. Με τον όρο «αυτόνομο» εννοούμε ότι το πλοίο μπορεί να εκτελέσει μια σειρά από καθορισμένες λειτουργίες χωρίς ή με μειωμένη προσοχή από το πλήρωμα γέφυρας. Αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι δεν υπάρχει ανθρώπινη παρουσία. Από την άλλη «μη επανδρωμένο» σημαίνει ότι δεν υπάρχει ανθρώπινη παρουσία στη γέφυρα του πλοίου για να εκτελέσει ή να επιβλέπει τις ενέργειες/εργασίες. Το πλήρωμα παρόλα αυτά μπορεί να εξακολουθεί να βρίσκεται στο πλοίο.

Ο όρος “ **Maritime Autonomous Surface Ship**” (MASS) έχει ήδη προταθεί από τον IMO ως γενικός όρος για τα αυτόνομα πλοία. Τα MASS καθιερώθηκαν ως «πλοία τα οποία έχοντας διαφορετικούς βαθμούς αυτονομίας μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα από την ανθρώπινη αλληλεπίδραση». (IMO, MSC 99, 2018) Ο IMO πρότεινε τους εξής τέσσερις βαθμούς αυτονομίας:

- 1) Πλοίο με αυτοματοποιημένες διαδικασίες και προηγμένες λειτουργίες λήψης αποφάσεων. Το πλήρωμα βρίσκεται επί του πλοίου και λειτουργεί και ελέγχει το σύνολο των συστημάτων και των λειτουργιών του. Μερικές λειτουργίες μπορεί να είναι αυτοματοποιημένες.
- 2) Τηλεχειριζόμενο πλοίο με πλήρωμα επί του πλοίου. Το πλοίο ελέγχεται και λειτουργεί από κάποια απομακρυσμένη τοποθεσία, αλλά το πλήρωμα εξακολουθεί να βρίσκεται επί του πλοίου.
- 3) Τηλεχειριζόμενο πλοίο χωρίς πλήρωμα επί του πλοίου. Τα πλοία ελέγχεται και λειτουργεί από κάποια απομακρυσμένη τοποθεσία, χωρίς πλήρωμα επί του πλοίου.
- 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.

Η απουσία του ανθρώπινου παράγοντα, δεν αποτελεί τη μοναδική διαφορά μεταξύ ενός συμβατικού πλοίου και ενός αυτόνομου. Σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο αποτελεί και η επεξεργασία, η διαχείριση και η εφαρμογή των αντίστοιχων αποφάσεων που σε ένα συμβατικό πλοίο τις εφαρμόζει το πλήρωμα και ο πλοίαρχος. Ένα μη επανδρωμένο πλοίο μπορεί να επιτευχθεί με ένα συνδυασμό απομακρυσμένου, αυτόματου και αυτόνομου ελέγχου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Υπάρχουσα τεχνολογία αυτόνομων πλοίων

#### 2.1.1 Γενικό πλαίσιο τεχνολογίας αυτόνομων πλοίων

Τον τελευταίο καιρό, η ενίσχυση των δορυφορικών επικοινωνιών σε συνδυασμό με την συνεχή βελτίωση των άλλων ναυτιλιακών βοηθημάτων/συστημάτων όπως του αυτόματου συστήματος εντοπισμού AIS, του παγκόσμιου ναυτικού συστήματος κινδύνου GMDSS και του συστήματος αναγνώρισης και παρακολούθησης υψηλής εμπέλειας LRIT είναι γεγονός. Όλες αυτές οι τεχνολογίες προκάλεσαν την συλλογική πρόοδο στην ναυτιλιακή βιομηχανία και έθεσαν τις βάσεις για την τεχνολογία που σχετίζεται με τα αυτόνομα ή απομακρυσμένου ελέγχου πλοία. Η πρόοδος που έχει σημειωθεί είναι σημαντική, καθώς ήδη πολλές ναυτιλιακές τεχνολογικές εταιρείες όπως η Rolls Royce και η Kongsberg, υλοποιούν πρότυπα αυτόνομα πλοία στο στάδιο της έρευνας.

Η έννοια των μη επανδρωμένων πλοίων, συνεπώς παρουσιάζει πληθώρα σημαντικών πλεονεκτημάτων, όσον αφορά τον σχεδιασμό και την κατασκευή πλοίου, στην μείωση του λειτουργικού κόστους όπως καύσιμα, εργατικό δυναμικό και τέλος στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με τα συμβατικά επανδρωμένα πλοία.

Οι εφαρμογές τέτοιων συστημάτων αυτόνομης ναυτιλίας, εστιάζουν σε σύντομα ταξίδια μεταφοράς εμπορευμάτων αλλά και μεταφορές μεγάλων αποστάσεων και περιορίζονται σε αρχικό στάδιο σε οχηματαγωγά πλοία. Η μέχρι στιγμής εξέλιξη της τεχνολογίας βέβαια, απαιτεί την ύπαρξη ανθρώπου για τον υπεύθυνο χειρισμό ενός μη επανδρωμένου πλοίου. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην κρίσιμη απαίτηση σύνδεσης επικοινωνίας μεταξύ πλοίου και χερσαίου κέντρου χειριστών, όπου το φαινόμενο της πειρατείας αποτελεί την πρωταρχική ανησυχία, σε συνδυασμό με την ανάγκη για ασφαλής χειρισμούς, την κατανόηση κρίσιμων καταστάσεων και την ανοχή των σφαλμάτων. Η αυτόνομη λειτουργία ενός μη επανδρωμένου πλοίου, απαιτεί όσο η καθοδήγηση και η πλοήγηση όσο και ο έλεγχος να εκτελούνται με υψηλή αξιοπιστία, ανοχή σφάλματος και υψηλά ποσοστά ασφαλείας. Ωστόσο η απαίτηση αυτή, συμπεριλαμβάνει και την αναπόσπαστη ανάγκη για παροχή κρίσιμων πληροφοριών στίγματος του πλοίου σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να αποφευχθεί η σύγκρουση με άλλα πλοία η οποιαδήποτε άλλα εμπόδια που μπορεί να εμφανιστούν. Ωστόσο προκειμένου να είναι σε θέση να ανιχνεύσει το ευρύ φάσμα των πιθανών εμποδίων και να παρέχει ένα αυτοματοποιημένο σύστημα αποφυγής συγκρούσεων και αναγνώρισης κρίσιμων καταστάσεων, απαιτούνται εγκατεστημένοι αισθητήρες,



όπως radar, LIDAR και κάμερες αναγνώρισης και σάρωσης περιβάλλοντος του πλοίου.

Μια παγκόσμια στρατηγική πλοήγησης ωστόσο, η λεγόμενη E-navigation προορίζεται για την κάλυψη των υφιστάμενων και μελλοντικών αναγκών των χρηστών μέσω της εναρμόνισης των συστημάτων θαλάσσιας ναυσιπλοΐας και της υποστήριξης των παράκτιων υπηρεσιών.

Οι μελλοντικές ανάγκες των χρηστών, πρέπει επίσης να επικεντρωθούν σε αυτόνομες λειτουργίες και στο πώς αλληλεπιδρούν τα επανδρωμένα πλοία με τα μη επανδρωμένα, καθώς και στον ρόλο των κέντρων χειρισμού των αυτόνομων πλοίων. Βέβαια οι κανονισμοί και η τυποποίηση των αυτόνομων πλοίων αποτελούν εξίσου ζητήματα ανησυχίας. Ο διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός(ΙΜΟ), ορίζει το E-navigation ως η εναρμονισμένη συλλογή, ακεραιότητα, ανταλλαγή, παρουσίαση και ανάλυση των θαλάσσιων πληροφοριών επί του σκάφους και αντίστοιχα στην ξηρά με ηλεκτρονικά μέσα με σκοπό τόσο την ενίσχυση πλοήγησης αγκυροβόλησης, όσο και την βελτίωση των υπηρεσιών που είναι υπεύθυνες για την ασφάλεια και την προστασία στην θάλασσα, καθώς και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Τον Νοέμβριο του 2014 μάλιστα, η εγκριθείσα στρατηγική SIP (Strategy Implementation Plan) αναφορικά με το E-navigation αποτέλεσε σημαντικό βήμα εξέλιξης στις αποτελεσματικές και ισχυρές μεθόδους επικοινωνίας θαλάσσιων επιχειρήσεων.

Οι κανόνες για την αποφυγή σύγκρουσης πλοίων δίνονται από την διεθνής σύμβαση κανονισμών για την αποφυγή συγκρούσεων στην θάλασσα, την λεγόμενη COLREGS από τον διεθνή ναυτιλιακό οργανισμό ΙΜΟ.

Ενώ η σύμβαση COLREGS αναφέρεται σε επανδρωμένα πλοία, τα βασικά στοιχεία των κανονισμών ωστόσο, είναι εξίσου υλοποιήσιμα και στα αυτοματοποιημένα συστήματα αποφυγής συγκρούσεων είτε σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων του πληρώματος, είτε σε απομακρυσμένο έλεγχο μη επανδρωμένων πλοίων. Σε μια αυτόνομη υλοποίηση του συστήματος, η σύμβαση COLREGS επιβάλλει τις απαιτήσεις σχετικά με τις πληροφορίες που πρέπει να παρέχονται από τα συστήματα αισθητήρων και τις ορθές ενέργειες που πρέπει να λάβουν χώρα σε επικίνδυνες καταστάσεις. Τα αυτόνομα και συμβατικά πλοία επιβάλλεται να φέρουν σύστημα αυτόματης αναγνώρισης AIS, με ραδιοκύματα που περιέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την θέση, την ταχύτητα και το πλοίο γενικότερα π.χ. είδος φορτίου, που μπορούν να ληφθούν από τα άλλα πλοία και τις αρχές. Οι κανόνες της σύμβασης COLREGS απαιτούν επίσης την επικοινωνία με φώτα και ηχητικά σήματα, ενώ θα περίμενε κανείς πως η επικοινωνία θα επεκταθεί μέσω πρωτοκόλλων ραδιοφωνικής μετάδοσης μελλοντικά, για την υποστήριξη αυτόνομων λειτουργιών στο πλοίο.

Πλέον ένα επανδρωμένο πλοίο διαθέτει από 400 έως αρκετές χιλιάδες αισθητήρες, ώστε να συλλέγουν δεδομένα και να χρησιμοποιούνται σε διάφορες λειτουργίες. Ο αριθμός των αισθητήρων που θα χρησιμοποιούνται στο αυτόνομο πλοίο δεν θα

μειωθεί, καθώς η ανάγκη για αναφορά δεδομένων στο κέντρο ελέγχου ξηράς κρίνεται απαραίτητη ώστε η κατάσταση του πλοίου να βρίσκεται υπό ουσιαστικό έλεγχο. Πρόσφατα η εταιρεία Rolls Royce ανακοίνωσε ότι αναπτύσσει ένα κέντρο απομακρυσμένου ελέγχου όσον αφορά την αυτόνομη λειτουργία. Επομένως καταλαβαίνει κανείς, πως ο απομακρυσμένος έλεγχος και η αυτονομία αποτελεί σημαντική προτεραιότητα. Ωστόσο αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή απαίτηση ως προς τις υποδομές επικοινωνίας, καθώς και στην ασφάλεια και ακεραιότητα των δεδομένων που πρέπει να ανταλλάσσονται μεταξύ πλοίου και κέντρου ελέγχου ξηράς.

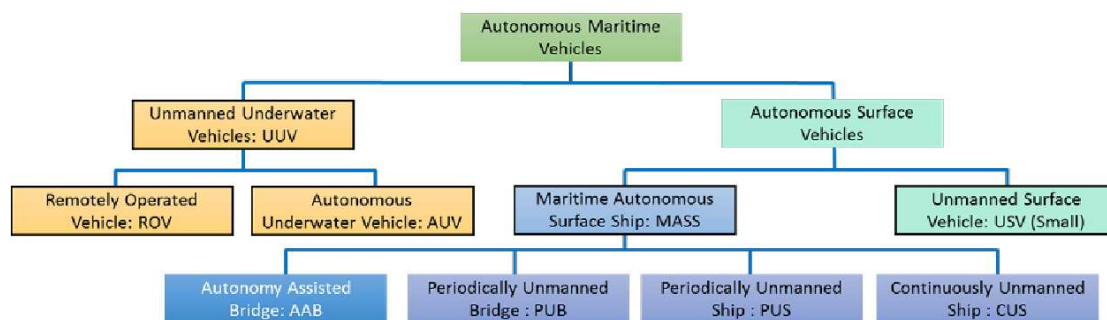
Από το 2015 η Rolls Royce έχει οδηγήσει σε ένα κοινό ερευνητικό πρόγραμμα μεταξύ βιομηχανιών και ακαδημαϊκών, το λεγόμενο και ως πρωτοβουλία προηγμένων αυτόνομων πλωτών εφαρμογών (AAWA), παρουσιάζοντας την ιδέα των αυτόνομων πλοίων ελεγχόμενα από ελάχιστο ανθρώπινο δυναμικό, μέσω ενός κέντρου ελέγχου ξηράς.

Η έννοια του κέντρου ελέγχου ξηράς, περιλαμβάνει την ιδέα ενός κτιρίου-γέφυρας, εξοπλισμένη με σύγχρονες τεχνολογίες αυτοματισμού που θεωρείται ότι θα είναι μέρος των σύγχρονων πλοίων μέχρι το έτος 2025.

Επί του παρόντος, μια σειρά δοκιμών λαμβάνει χώρα στο 65 μέτρων διπλό οχηματογωγό πλοίο Stella στην Φιλανδία, οι οποίες θα απαντήσουν στο ερώτημα πως υλοποιείται ο συνδυασμός των υφιστάμενων τεχνολογιών επικοινωνίας και η χρήση των μη επανδρωμένων πλοίων, με τρόπο που να επιτρέπει τον αυτόνομο έλεγχο του πλοίου. Επιπροσθέτως παρόμοιες πρωτοβουλίες αυτόνομων πλοίων έχουν παρουσιαστεί από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks), όπου το πλοίο πλέον καθοδηγείται από ένα εγκατεστημένο αυτοματοποιημένο σύστημα αποφάσεων, πλήρως ελεγχόμενο από το κέντρο ελέγχου ξηράς.

### **2.1.2 Λειτουργία αυτόνομου πλοίου**

Η λειτουργία του αυτόνομου πλοίου βασίζεται στο λεγόμενο PUS (Periodically Unmanned Ship), όπως αυτό παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Δηλαδή το πλοίο είναι ικανό να λειτουργεί χωρίς πλήρωμα στην γέφυρα για περιορισμένα χρονικά διαστήματα, στην ανοιχτή θάλασσα και με καλές καιρικές συνθήκες. Το πλήρωμα θα βρίσκεται επί του πλοίου και θα δρα μόνο σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης.



<https://www.semanticscholar.org/paper/Definitions-for-Autonomous-Merchant-Ships/3c8f1798210e3e387818c0aa769bd65a60050078#extracted>

Οι μέθοδοι λειτουργίας και ελέγχου των αυτόνομων πλοίων μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες. Σε αρχικό στάδιο το πλοίο εισέρχεται με ασφάλεια στο λιμάνι υπό τους χειρισμούς του πιλότου, από το λιμάνι εισόδου/αναχώρησης μέχρι το σημείο πλήρους διέλευσης (FAOP) και το τέλος της θαλάσσιας διέλευσης (EOSP). Από εκείνη την στιγμή ο έλεγχος της λειτουργίας του πλοίου ανακτάται από το ίδιο τα συστήματα του πλοίου, σε συνεργασία με τον απομακρυσμένο χειριστή του κεντρικού κέντρου ελέγχου. Το ταξίδι πλέον υλοποιείται με πλήρως αυτόνομη λειτουργία, καθώς υφίσταται αυτόνομη κρίση του πλοίου. Όταν παρατηρείται μία μη φυσιολογική κατάσταση εσωτερικά ή εξωτερικά του πλοίου, τότε την λειτουργία αναλαμβάνει το ίδιο το αυτόνομο πλοίο, ενώ ελέγχεται απομακρυσμένα. Είναι δυνατή η παρακολούθηση της κατάστασης του πλοίου σε πραγματικό χρόνο, μέσω της μετάδοσης πληροφοριών πλοήγησης που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της λειτουργίας του πλοίου στο κέντρο ξηράς.

Η ανάλυση των αισθητήρων όπως οι κάμερες ή οι διάφορες πληροφορίες αισθητήρων γενικότερα, στους εξοπλισμούς των συστημάτων και των εγκαταστάσεων του πλοίου προσδιορίζονται, όπως εξίσου και τα απαιτούμενα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά την διαδικασία απομακρυσμένου ελέγχου του πλοίου.



[https://www.researchgate.net/figure/Unmanned-freighter-navigation-area\\_fig4\\_326703030](https://www.researchgate.net/figure/Unmanned-freighter-navigation-area_fig4_326703030)

### 2.1.3 Έξυπνη τεχνολογία πληροφοριών αυτόνομων πλοίων

Η τελευταία εποχή της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης ονομάζεται έξυπνη τεχνολογία πληροφοριών. Οι έξυπνες πληροφορίες αποτελούν μια τεχνολογία όπου υλοποιεί δραστηριότητες υψηλού επιπέδου επεξεργασίας πληροφοριών (γνωστικές, συλλογιστική μάθηση και η λήψη αποφάσεων), όπως όταν η κρίση των κατάλληλων συμπεριφορών και οι πληροφορίες που εντοπίζονται από τις ανθρώπινες αισθήσεις, μεταδίδονται στον εγκέφαλο. Πρόσφατα αυτή η τεχνολογία ονομάστηκε **ICBMS** που προκύπτει από την συνεργασία των **IoT, Cloud, Big data, Mobile, Security**, που επεξηγούνται παρακάτω, σε συνδυασμό με την τεχνητή νοημοσύνη **AI (Artificial Intelligence)**

Επεξήγηση **ICBMS** και **AI**:

- ❖ **IoT**: Το Διαδίκτυο των πραγμάτων IoT (Internet of Things), σημαίνει όλα πλέον τα πράγματα συνδέονται διαδικτυακά, χωρίς αυτό να σημαίνει πως συνδέονται είτε φυσικά είτε εννοιολογικά. Η έννοια των πραγμάτων αναφέρεται στο γεγονός ότι πλέον μπορούν να παρέχουν νέες λειτουργίες και νέες αξίες που υπό άλλες περιπτώσεις δεν θα ήταν δυνατόν, ενώ είναι πολύ σημαντικό η διασύνδεση των πραγμάτων να αποφέρει χρήσιμα δεδομένα και αξίες που θα χρησιμοποιούνται προς όφελος των χρηστών.
- ❖ **Cloud– IT Infra Service**: Η υπηρεσία cloud, η οποία παρέχει στους χρήστες τους πόρους πληροφορικής που χρειάζονται οποιαδήποτε στιγμή μέσω ενσύρματων και ασύρματων κινητών τερματικών και διαδικτύου, προσελκύει την προσοχή στην 4η βιομηχανική επανάσταση. Μια υπηρεσία cloud είναι μια υπηρεσία που παρέχει πόρους με βάση το διαδίκτυο, το λογισμικό και την υποδομή πληροφοριών. Ο πάροχος υπηρεσιών διανέμει ένα μεγάλο μέρος των υπολογιστικών πόρων, για να διαθέσει αναγκαίους πόρους στο διαδίκτυο όπως είναι απαραίτητο.
- ❖ **Big Data Platform– Analysis Service**: Τα χαρακτηριστικά των δεδομένων που καταγράφονται σε συνδυασμό με όλες τις δραστηριότητες μεταξύ των ανθρώπων και των πραγμάτων είναι ότι ο όγκος είναι μεγάλος, η ταχύτητα αλλαγής είναι γρήγορη και η ιδιότητα των δεδομένων είναι η τιμή στα μεταβλητά δεδομένα, όπως στα μεγάλα δεδομένα. Υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων ροής που παράγονται από τους αισθητήρες του πλοίου για την υποστήριξη της σε βάθος ανάλυσης, ονομάζεται πλατφόρμα δεδομένων. Στην έξυπνη αυτόνομη αρχιτεκτονική του πλοίου, η πλατφόρμα μεγάλων δεδομένων χωρίζεται σε δύο τύπους. Αρχικά υπάρχει η μεγάλη πλατφόρμα δεδομένων εντός του πλοίου. Πρόκειται για μία

πλατφόρμα ανάλυσης που βασίζεται στην μνήμη (Edge Analytic Platform), η οποία μπορεί να συλλέγει και να αποθηκεύει τις πληροφορίες που παράγονται η εισάγονται εντός και εκτός πλοίου σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας την επεξεργασία των αναλύσεων σε δευτερόλεπτα, χρησιμοποιώντας διάφορες υπηρεσίες εφαρμογής. Ο επόμενος τύπος είναι μία ολοκληρωμένη πλατφόρμα ανάλυσης που συλλέγει και αποθηκεύει πληροφορίες σχετικά με τις πληροφορίες κατάστασης λειτουργίας ορισμένων πλοίων και άλλων συστημάτων πληροφόρησης στην ξηρά. Η ολοκληρωμένη αναλυτική πλατφόρμα στην ξηρά υποστηρίζει την παρακολούθηση των πλοίων και τις δραστηριότητες βελτίωσης διαφόρων εφαρμογών υπηρεσιών και αλγορίθμων ανάλυσης.

- ❖ **Mobile – IoT & Mobile:** Σε ένα μη επανδρωμένο αυτόνομο πλοίο πλοήγησης, οι πάροχοι κινητής υπηρεσίας ανταλλάσσουν πληροφορίες (μηνύματα, φωνή, βίντεο) με τον επισκευαστή και με το κέντρο χερσαίων δεδομένων, ώστε να λύσουν το ενδεχόμενο πρόβλημα με τον εξοπλισμό του πλοίου. Οι πληροφορίες αυτές διαχειρίζονται σε πραγματικό χρόνο ως το ιστορικό συντήρησης και αυτό χρησιμοποιείται ως δεδομένο ανάλυσης προληπτικής συντήρησης.
- ❖ **Security– IoT & Security:** Στην ναυπηγική βιομηχανία, η εισαγωγή τεχνολογίας πληροφορικής επέτρεψε την αυτοματοποίηση και τις υπηρεσίες πληροφόρησης των πλοίων για την επίτευξη αποτελεσματικότητας, ενώ η επέκταση της τεχνολογίας πληροφορικής εκμεταλλεύεται τις ευπάθειες του εξοπλισμού πληροφορικής π.χ. των κέντρων δεδομένων χερσαίας μεταφοράς τοποθετημένα σε πολλά πλοία, διαρροή πληροφοριών, επιθέσεων σε υποδομές και συστήματα, κακόβουλο κώδικα, επιθέσεις δικτύου, προσωπικές επιθέσεις η παραχάραξη δεδομένων κλπ. Η αρχιτεκτονική μεθόδου επίλυσης προβλημάτων στον κυβερνοχώρο αναλύεται σε τρία μέρη. Πρώτον, η εξακρίβωση της ταυτότητας και προστασίας δεδομένων σε συνδυασμό με πρόληψη της παραβίασης του εξοπλισμού πληροφοριών που είναι εγκατεστημένο στα αυτόνομα πλοία. Δεύτερον, η αποτροπή της κρυπτογράφησης και πλαστογράφησης των δεδομένων στο δίκτυο ασύρματης επικοινωνίας π.χ.(δορυφόρος, LTE) μεταξύ αυτόνομων πλοίων και χερσαίων κέντρων δεδομένων. Τρίτον, η κάλυψη της ασφάλειας αναφορικά με την πιστοποίηση χρήστη, την προστασία πληροφοριών και την πρόληψη εισβολής.
- ❖ **AI:** Ο όρος AI (Artificial Intelligence), αναφέρεται στην νοημοσύνη που δημιουργείται από μηχανές. Από φιλοσοφικής άποψης, η τεχνητή νοημοσύνη διακρίνεται μεταξύ ισχυρής (Strong AI) και αδύναμης (Weak AI). Η ισχυρή

νοημοσύνη έχει να κάνει με την αντίληψη ενός υπολογιστή, όπου πλέον μια μηχανή αυτόνομα σκέφτεται και λύνει συγκεκριμένο πρόβλημα. Στην άλλη περίπτωση ουσιαστικά δεν πρόκειται για νοημοσύνη αλλά για μίμηση της, καθώς χρησιμοποιείται ένα σύνολο προετοιμασμένων κανόνων.

Παραδείγματα αυτής της αντιπροσωπευτική νοημοσύνης, αποτελούν τα αυτόνομα πλοία και οχήματα, ιατρική διάγνωση, απόδειξη μαθηματικών και επίλυση παιχνιδιών. Ουσιαστικά η τεχνική νοημοσύνη που εφαρμόζεται στην περίπτωση των αυτόνομων πλοίων θεωρείται weak AI, καθώς βασίζεται στην ανάπτυξη προγράμματος ηλεκτρονικών υπολογιστών που εκτιμά και κρίνει περιπτώσεις κινδύνου, ενώ η ασφάλεια της μάθησης βασίζεται σε πραγματικά δεδομένα.

- ❖ **Έξυπνη αυτόνομη υπηρεσία πλοίου και ξηράς:** Προκειμένου ένα πλοίο να προηγηθεί αυτόνομα στους ωκεανούς, βασικά πρέπει να περιέχει λειτουργικά στοιχεία. Οι κύριες σύγχρονες τεχνολογίες, παρέχουν την δυνατότητα συλλογής πληροφοριών σχετικά με τις καταστάσεις του περιβάλλοντος εσωτερικά και εξωτερικά του πλοίου, την λειτουργία κρίσεως και ανάλυσης απαιτούμενων πληροφοριών, απαραίτητων για την εύρυθμη λειτουργία του πλοίου. Επιπροσθέτως δίνεται η δυνατότητα ελέγχου του πλοίου, σύμφωνα με το αποτέλεσμα της αυτόνομης κρίσης, ενώ λαμβάνει χώρα μετάδοση υφιστάμενης κατάστασης κινδύνου του πλοίου σε πραγματικό χρόνο, στο κέντρο ελέγχου ξηράς όταν απαιτείται. Ουσιαστικά πρόκειται για μία λειτουργία, που στοχεύει στην πραγματοποίηση απομακρυσμένου ελέγχου επί της ξηράς, μέσω της συλλογής λειτουργικού ελέγχου από το πλοίο στο κέντρο ελέγχου ξηράς, όταν διέρχεται από μια περιοχή λιμένα.

#### 2.1.4 Κύρια τεχνολογικά συστήματα αυτόνομων πλοίων

##### **Αυτόματο σύστημα πλοήγησης:**

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. Η μονάδα ανίχνευσης κατάστασης πλοίου SSD και η μονάδα εικονικού καπετάνιου VC (Virtual Captain), έχουν την υψηλότερη προτεραιότητα, καθώς συλλέγουν πληροφορίες από όλα τα άλλα συστήματα και αποφασίζουν σε

ποια κατάσταση λειτουργεί το πλοίο. Ανάλογα με τα άλλα συστήματα, η μονάδα VC αποφασίζει εάν το πλοίο θα πρέπει να λειτουργεί σε αυτόνομη, απομακρυσμένη η αποτυχημένη σε ασφαλή λειτουργία. Η επίγνωση της κατάστασης αποτελεί σημαντικό μέρος της ασφαλούς πλοήγησης ενός πλοίου. Η συνειδητοποίηση της κατάστασης ενός μη επανδρωμένου πλοίου, πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο και στο συμβατικά επανδρωμένο. Η μονάδα αναγνώρισης καταστάσεων SA, παρέχει στην μονάδα αποφυγής συγκρούσεων CA πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον και τα κοντινά πλοία, τα οποία στην συνέχεια χρησιμοποιούνται από την CA για την εκτίμηση και αποφυγή του κινδύνου σύγκρουσης. Σε αντίθεση με την μονάδα σχεδιασμού διαδρομής RP που χρησιμοποιείται ως εργαλείο προγραμματισμού, η μονάδα CA βρίσκεται πάντα ενεργή και λαμβάνει αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο, ανάλογα με την υφιστάμενη κατάσταση.

### **Σύστημα αισθητήρων:**

Η μονάδα SA χρησιμοποιεί διαφορετικούς τύπους αισθητήρων, για να συλλέξει πληροφορίες από το περιβάλλον και να τις συνενώσει. Η σημερινή ναυτική τεχνολογία όπως το ραντάρ, το GPS, το AIS, το ARPA και το ECDIS έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά με άλλο τύπο εξοπλισμού. Είναι βέβαιο πως κάποιο είδος εξοπλισμού κάμερας είναι απαραίτητο για τον εντοπισμό κοντινών αντικειμένων που θα λειτουργεί σαν πραγματική εικόνα, αντίστοιχη με αυτή που θα είχε ο χειριστής ενός συμβατικού πλοίου. Με την συνδυαστική χρήση προηγμένων συσκευών φωτογραφικών μηχανών, όπως θερμικών μηχανών η καμερών υψηλής ευκρίνειας, δίνεται η δυνατότητα στον χειριστή να αποκτήσει μία ουσιαστική και πλήρως ολοκληρωμένη εικόνα του πλοίου. Ωστόσο ένα σημαντικό πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι οι κάμερες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες, το οποίο σημαίνει ότι σε περιπτώσεις χιονόπτωσης η βροχόπτωσης θα υφίσταται εκτεταμένη δυσλειτουργία. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι κάποιοι τύποι αισθητήρων όπως το ραντάρ ή το LIDAR πρέπει να λειτουργούν σε συνδυασμό με τις κάμερες. Τα ραντάρ που χρησιμοποιούν στη σημερινή εποχή τα πλοία είναι εξαιρετικά στον καθορισμό αποστάσεων και προσφέρουν ικανοποιητικό οπτικό πεδίο στις περισσότερες περιπτώσεις καιρικών συνθηκών. Βέβαια έχουν και μειονεκτήματα, όπως η μη ανίχνευση μικρών αντικειμένων η όταν ανιχνευτούν δεν προσφέρουν επαρκή ανάλυση τους, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την πλοήγηση σε μικρής έκτασης θαλάσσιες περιοχές εντός λιμένων. Τα ναυτικά ραντάρ λειτουργούν συνήθως στη ζώνη S η X, που δίνει μια καλή ακρίβεια και εύρος για μια σχετικά χαμηλή τιμή. Ωστόσο χρησιμοποιώντας ραντάρ που λειτουργούν σε υψηλότερες συχνότητες όπως η ζώνη K η W, είναι δυνατόν να επιτευχθεί καλύτερη ανάλυση και πιο λεπτομερής εικόνα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την πλοήγηση σε μικρότερης έκτασης θαλάσσιες περιοχές. Το μειονέκτημα της χρήσης ραντάρ υψηλής ραδιενέργειας είναι, ότι δεν προσφέρουν επαρκές εύρος για να χρησιμοποιηθούν ως κύριο σύστημα πλοήγησης, το οποίο συνεπάγεται ότι πρέπει να συνδυαστούν με κανονικά ραντάρ ζώνης S η X. Τα ραντάρ υψηλής συχνότητας

χρησιμοποιούνται επί του παρόντος στην αυτοκινητοβιομηχανία, ως βοήθημα στάθμευσης ή ανίχνευσης τυφλών σημείων. Το LIDAR αντιπροσωπεύει την ανίχνευση φωτός και εύρους. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα σύστημα που μετράει το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να φτάσει το φως σε ένα αντικείμενο και να επανέλθει σε μορφή αντανάκλασης στην αρχική του θέση, έτσι δημιουργεί ένα πολύ λεπτομερή τρισδιάστατο χάρτη του περιβάλλοντος. Το σύστημα LIDAR εφαρμόζεται επί του παρόντος σε αυτοκινούμενα οχήματα της Google, σε συνδυασμό με ραντάρ, κάμερες και υπερήχους. Βέβαια η αξιοπιστία του LIDAR σε θαλάσσιο περιβάλλον δεν έχει εξεταστεί πλήρως, καθώς το συγκεκριμένο σύστημα επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες, ενώ αποτελείται από κινούμενα εξαρτήματα, που είναι επιρρεπή σε φαινόμενα δυσλειτουργίας.

Παρακάτω ακολουθεί πίνακας, όπου συγκρίνονται οι διαφορετικοί τύποι αισθητήρων τονίζοντας τα αδύναμα και τα δυνατά τους σημεία. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα, να συνδυαστούν οι διάφοροι τύποι αισθητήρων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα και να αντιμετωπιστούν όλες οι πιθανές αδυναμίες.

	Visual HD cameras	IR cameras	Ship radar	Short-range radar	LIDAR	Sound
<b>Spatial Accuracy</b>	++	+	--	-	++	--
<b>Field of view</b>	+	-	++	-	+	++
<b>Distance measurement</b>	-	-	++	++	++	--
<b>Object identification</b>	++	+	--	--	+	+
<b>24h, all weather operation</b>	--	+	++	++	+(?)	- (?)
<b>Computational load of analysis</b>	--	-	++	++	--	+
<b>Marine robustness</b>	++	++	++	+(?)	(?)	(?)
<b>Price</b>	++	-	+/-	++	--	+

<https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>

### Κέντρο ελέγχου ξηράς:

Η επικοινωνία με το κέντρο ελέγχου ξηράς SCC (Shore Control Centre), πρέπει να είναι διαθέσιμη ανά πάσα ώρα και στιγμή. Εάν το σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή δεν καταφέρει να επιλύσει μια κατάσταση κινδύνου, ο χειριστής οφείλει να είναι σε θέση άμεσα και αποτελεσματικά να αναλάβει τον απομακρυσμένο έλεγχο του σκάφους. Δεν είναι απαραίτητο να μεταδίδονται όλα τα δεδομένα όταν το πλοίο βρίσκεται υπό πλήρη αυτόνομη λειτουργία, ωστόσο όταν αυτό κριθεί απαραίτητο οι πληροφορίες πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμες. Η ποσότητα των δεδομένων που πρέπει να μεταφερθούν, αυξάνεται με την ποσότητα των αισθητήρων που



χρησιμοποιούνται επί του σκάφους. Οι κάμερες HD και οι αισθητήρες LIDAR, παράγουν σημαντικό αριθμό δεδομένων που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη. Είναι δυνατόν να μειωθεί η ποσότητα των δεδομένων που πρέπει να μεταφερθούν συμπιέζοντας το βίντεο και χρησιμοποιώντας μικρότερης ανάλυσης εικόνα. Η μονάδα SA είναι ικανή να λάβει μόνο τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του πλοίου που πρέπει να επεξεργαστούν. Στην ανοιχτή θάλασσα το πλοίο θα χειριστεί τις περισσότερες καταστάσεις αυτόνομα και από το κέντρο ελέγχου θα λαμβάνει ένα ελάχιστο ποσοστό δεδομένων, με σκοπό την αποτελεσματική εποπτεία του πλοίου. Ωστόσο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, οι διαφορετικοί τρόποι μετάδοσης δεδομένων. Ταχύτερες συνδέσεις είναι συνήθως διαθέσιμες κοντά στην ξηρά, όπου το πλοίο μπορεί να χρησιμοποιεί σύνδεση 4G ή κάποιο άλλο αξιόπιστο δίκτυο, όταν πλοηγείται κοντά στην ξηρά. Στις ανοιχτές θάλασσες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλες εναλλακτικές λύσεις, όπως δορυφόροι ή συχνότητες VHF. Η διαθεσιμότητα εύρους ζώνης ίσως αποτελέσει πρόβλημα στις απασχολημένες διαδρομές, εάν πολλά πλοία ταυτόχρονα απαιτούν ροή σε υψηλή ανάλυση. Παρόλα αυτά εάν το κέντρο ελέγχου ξηράς χάσει την επικοινωνία με το πλοίο, τότε το σύστημα εικονικού καπετάνιου VC, αλλάζει την κατάσταση του πλοίου σε αποτυχία σε ασφαλή λειτουργία και πλέον υπάρχει πλευση έως ότου υπάρξει επιτυχής επανασύνδεση της επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου.

## **2.2 Μελλοντική τεχνολογία αυτόνομων πλοίων**

Έως το 2030, η επικοινωνία μεταξύ της ναυτιλιακής εταιρείας, του κέντρου ελέγχου ξηράς και του πλοίου, θα λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει την βελτιστοποίηση τόσο της ταχύτητας διακίνησης του φορτίου όσο και των αναγκών του ιδιοκτήτη του φορτίου. Για την ναυτιλία τα συγκεκριμένα οφέλη αποτελούν ιδιαίτερα καθοριστικό παράγοντα, καθώς ελαχιστοποιούν τον χρόνο αναμονής του πλοίου στον εκάστοτε λιμένα, προσφέρουν υψηλότερα ποσοστά αξιοποίησης και λειτουργικότητας του πλοίου, ενώ συνεισφέρουν καθολικά στην ευρύτερα υψηλότερη αξιοπιστία του αυτόνομου συστήματος. Η μελλοντική τεχνολογική εξέλιξη των τομέων των αυτόνομων συστημάτων έως το 2030, οι οποίοι επρόκειτο να αποτελέσουν αρωγό των παραπάνω πλεονεκτημάτων, παρουσιάζονται αναλυτικά ως έχει :

### **2.2.1 Τεχνητή νοημοσύνη**

Παρατηρώντας κανείς την τεράστια υφιστάμενη βιομηχανική εξέλιξη, θεωρείτο βέβαιο πως η ανθρώπινη φυλή πλέον εισέρχεται σε μία τέταρτη βιομηχανική εποχή, όπου η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence-AI), θα αποτελεί ουσιαστικά και την κινητήρια δύναμή της. Η τρέχουσα δυναμική ανάπτυξης της τεχνητής νοημοσύνης σε τομείς, όπως ο αυτοματισμός πιθανόν θα προκαλέσει έριδες στην

κοινωνία και ειδικότερα στον τομέα της ναυτιλίας, όπου εστιαζόμαστε. Ωστόσο η ιστορία έχει δείξει, ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας σε ευρύτερο φάσμα, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη και αύξηση των ανθρώπινων ικανοτήτων, αντί να μειώσει την ανάγκη για ανθρώπινη συμμετοχή. Ουσιαστικά η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει μία τεράστια ευκαιρία σε όλους τους τομείς της κοινωνίας, μεταξύ άλλων και στον ναυτιλιακό τομέα, ο οποίος πλέον θα επωφεληθεί σε υψηλό βαθμό, καθώς μέσω των αυτοματοποιημένων διαδικασιών εντός και εκτός πλοίου, αυξάνεται η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα των θαλάσσιων μεταφορών σε παγκόσμια κλίμακα.

### **2.2.2 Αισθητήρες και κατανόηση καταστάσεων**

Η δυνατότητα που διαθέτουν τα πλοία να λειτουργούν είτε απομακρυσμένα, είτε να τους επιτρέπεται να πλέουν αυτόνομα, βασίζεται και απορρέει από την ικανότητα των αισθητήρων και στην παρακολούθηση μέσω ασύρματης επικοινωνίας. Πλέον μία νέα τεχνολογική γενιά αισθητήρων, θα συλλέγει αυτόνομα τα δεδομένα και στη συνέχεια, θα μεταδίδει αυτές τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο στο κέντρο ελέγχου ξηράς και στην εκάστοτε ναυτιλιακή εταιρεία. Έτσι λοιπόν η καταγραφή αυτών των σημαντικών δεδομένων, θα επιτρέπει στους πλοιοκτήτες να βελτιώσουν τους συνολικούς κύκλους συντήρησης των πλοίων, συμπεριλαμβανομένης και της παρακολούθησης της κατάστασης των πλοίων. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες θα μπορούν να ειδοποιούν τους πλοιοκτήτες, όταν ένα μέρος του συστήματος εξοπλισμού απαιτεί συντήρηση, η ακόμα και να προβλεφθεί το χρονικό διάστημα συντήρησης. Οι αισθητήρες θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται. Στο κοντινό μέλλον, θα διαθέτουν την εμβέλεια και την επίλυση που απαιτείται σε θέματα αυτοματοποίησης των βασικών ρόλων των εργασιών στα πλοία, όπως η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και η προβλεπτική συντήρηση των συστημάτων. Η αγορά αισθητήρων μικρού μεγέθους, ώστε να εναρμονίζονται πλήρως στα μικρά πλοία, αυξάνεται ραγδαία. Το γεγονός αυτό θα συνεχίσει να οδηγεί στην βελτίωση της οικονομικά αποδοτικής παρακολούθησης, ενώ φυσικά θα αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό και η ποικιλία διαθέσιμων αισθητήρων. Η χρήση των μη επανδρωμένων συστημάτων θα επεκταθεί, επιτρέποντας την συλλογή περισσότερων στοιχείων για το θαλάσσιο περιβάλλον. Ωστόσο ένα αναδυόμενο και εξίσου ενδιαφέρον ζήτημα είναι η μετατροπή της τεχνολογίας των αισθητήρων στην καινοτόμο τεχνολογία «biosensing», όπου το κεντρικό σύστημα του αισθητήρα ενσωματώνει ένα βιολογικό συστατικό, το οποίο έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει εξαιρετικά ευαίσθητους αισθητήρες, ιδιαίτερα ταχείς και εύχρηστους. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται, ήδη στην γεωργία, σε περιβαλλοντικές εφαρμογές και σε εφαρμογές ασφαλείας. Στον ναυτιλιακό τομέα, οι βιοαισθητήρες που τοποθετούνται σε ένα μη επανδρωμένο πλοίο, αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του, καθώς προσφέρουν αξιόπιστη παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο.

Οι νέοι αισθητήρες πλοήγησης, βασίζονται κυρίως στις κβαντικές τεχνολογίες βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο την ακρίβεια πλοήγησης. Η νέα τεχνολογία που αναπτύσσεται, εστιάζει σε έναν νέο υπολογιστή σχεδιασμένο από την τεχνολογία αισθητήρων και εμπνευσμένο από την δομή του ανθρώπινου εγκεφάλου, τον λεγόμενο «neuromorphic computing». Αποτελεί ουσιαστικά ένα πρωτοποριακό όραμα ενός αισθητήρα, όπου θα βασίζεται στο ανθρώπινο οπτικό σύστημα και αναπτύσσεται για να παρέχει τεχνητή όραση σε αυτόνομα συστήματα.

Συνοπτικά, υπάρχουν και αναπτύσσονται εξαιρετικά καινοτόμα τεχνολογικά συστήματα ανίχνευσης, όπου θα προσφέρουν εξαιρετική συλλογή δεδομένων αλλά και μεγαλύτερη ποικιλία δεδομένων, στα αυτόνομα συστήματα. Ωστόσο αυτές οι συναρπαστικές μέθοδοι ανίχνευσης απαιτούν, ευφυής χρήσεις τεχνικών ολοκλήρωσης αισθητήρων, εξαιρετικά ισχυρή ικανότητα επεξεργασίας δεδομένων αλλά και ευφυή συστήματα, όπου θα είναι σε θέση να μετουσιώνουν με επιτυχία έναν τεράστιο αριθμό αισθητήριων δεδομένων, υπό μορφή ενεργών πληροφοριών.

### 2.2.3 Συνδεσιμότητα

Στη συνεχιζόμενη πρόοδο της τεχνολογίας των πληροφοριών και των επικοινωνιών, η Βρετανική νηογνώμονας Lloyd's Register διακρίνει την πραγματική επανάσταση των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Οι ενισχυμένες αναλύσεις δεδομένων, που βασίζονται στις βελτιώσεις των αισθητήριων συστημάτων αλλά και των επικοινωνιών, θεωρείτο βέβαιο ότι θα οδηγήσουν σε νέες προσεγγίσεις αναφορικά με την λήψη αποφάσεων, την διαχείριση του στόλου, την παρακολούθηση και επιθεώρηση της κατάστασης του πλοίου. Συνεπώς η βιομηχανία θα λειτουργεί με περισσότερη αξιοπιστία και λειτουργικότητα, ως αποτέλεσμα όλων αυτών των δεδομένων, ενώ θα απαιτηθούν νέες δεξιότητες ώστε να αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό της ευρύτερης ναυτιλιακής βιομηχανίας.

Αναφορικά με τις δυνατότητες της ρομποτικής τεχνολογίας στην εμπορική ναυτιλία, η μελέτη Global Marine Technology Trends 2030 σημειώνει πως, για το βραχυπρόθεσμο έως μεσοπρόθεσμο μέλλον, τα αυτόνομα ρομπότ θα εφαρμοστούν μόνο σε περιορισμένο φάσμα συγκεκριμένων πεδίων.

Ωστόσο σε πεδία όπου η αυτόνομη ρομποτική δεν αποτελεί μία ρεαλιστική επιλογή στο άμεσο μέλλον, η τηλεχειριζόμενη ρομποτική αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση. Παρόλα αυτά, η αυξημένη χρήση ρομποτικής θα δημιουργήσει μία προκλητική προοπτική, καθώς η επακόλουθη μείωση της ανθρώπινης συμμετοχής, σε συνδυασμό με την ενοποίηση των συστημάτων του πλοίου, αναμένεται να έχει θετικό αντίκτυπο σε όρους αποτελεσματικότητας, κόστους και φυσικά ασφάλειας. Ωστόσο επισημαίνονται ορισμένες σημαντικές ανησυχίες που θα

προκύψουν με την νέα αυτοματοποιημένη εποχή, σε θέματα ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, ακεραιότητας και προστασίας δεδομένων, όπως και περιορισμοί στις υποδομές επικοινωνιών. Επιπροσθέτως υφίστανται εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν, και αφορούν τον τρόπο με τον οποίο η αυτοματοποίηση αντιμετωπίζεται εντός νομικών και κανονιστικών πλαισίων.

Η ανάπτυξη της καινοτομίας και η εισαγωγή νέων τεχνολογιών είναι τόσο ταχύτατη, γεγονός που δηλώνει πως η πρόβλεψη των τεχνολογιών, που θα μετατρέψουν την εμπορική ναυτιλία σε πλήρως αυτοματοποιημένη, αποτελεί πρόκληση για τον ναυτιλιακό κλάδο. Συνεπώς το μέλλον της τεχνολογίας, εδράζεται στις εξελισσόμενες τεχνολογίες, όπου έως το 2030 θεωρείτο πως θα μετασηματίσουν την ναυτιλία, σε ένα πλήρως καινοτόμο αυτοματοποιημένο κλάδο.

Μέσα σε αυτές τις εξελισσόμενες τεχνολογίες βρίσκεται και η νέα τεχνολογία επικοινωνιών, η οποία θα παρουσιαστεί ως ευκαιρία για τα ναυτιλιακά συστήματα, καθώς θα είναι ικανή να υποστηρίξει τα αυτόνομα πλοία μέσω της ενσωματωμένης τεχνολογίας IoT (Internet of Things), εφόσον υφίσταται η απαραίτητη ασύρματη συνδεσιμότητα επί του πλοίου. Υπάρχουν ωστόσο διαφορετικές τεχνολογίες συμπεριλαμβανομένων των 60 GHz και Wi-Fi, όπου θα λειτουργούν συνδυαστικά και συμπληρωματικά στην τεχνολογία αναμετάδοσης σε όλο το πλοίο, με την χρήση τμημάτων ενσύρματης σύνδεσης που καλύπτουν ορισμένα τμήματα.

#### **2.2.4 Ηλεκτρική πρόωση**

Σχετικά με τον τομέα της ισχύς και της πρόωσης, η παραγωγή της ενέργειας θα αλλάξει ταχύτατα σε τεράστιο βαθμό τα επόμενα χρόνια στην ναυτιλία. Θα δημιουργηθούν εναλλακτικά καύσιμα, συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και συστήματα υβριδικής ηλεκτροπαραγωγής, τα οποία θα διαδραματίσουν ένα σπουδαίο ρόλο στην εξέλιξη των αυτόνομων συστημάτων.

Μεταξύ των εξελίξεων που προβλέπονται στην έκθεση GMTT 2030, εμπεριέχονται κινητήρες τύπου διπλού καυσίμου, όπως εκείνοι που λειτουργούν με αποστάγματα και καύσιμα με βάση το αλκοόλ. Τεχνολογίες όπως το common rail, θα επανασχεδιαστούν ώστε να εναρμονιστούν και να προσαρμοστούν σε αυτούς τους νέους τύπους καυσίμων. Ωστόσο η χρήση του αλκοόλ ως καύσιμο, θα απαιτήσει νέες συνθέσεις λιπαντικών ελαίων, με στόχο την αποφυγή σοβαρών βλαβών στα πρωτογενή συστατικά, των μηχανών εσωτερικής καύσεως των αυτόνομων πλοίων.

Βέβαια η έκθεση GMTT, αναφέρει ότι μελλοντικά το κύριο πακέτο πρόωσης θα αφορά ακόμα μεγαλύτερους και ισχυρότερους δίχρονους κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι οποίοι πλέον θα είναι τεχνολογικά ευφυής, καθώς ο ανεπτυγμένος αυτοματισμός θα επιτρέπει την αυτόνομη παρακολούθηση τρέχουσας κατάστασης

βασικών και μη εξαρτημάτων, την παρακολούθηση των ροών θερμότητας των νέων κινητήρων, επαναπροσδιορισμό των παραμέτρων λειτουργίας τους, καθώς και πλήρη έλεγχο της ποιότητας καύσης. Η συνολική απόδοση των μονάδων πρόωσης, θα ενισχυθεί σημαντικά με την χρήση νέων υλικών, όπως το γραφένιο και τα κράματά του στους εναλλάκτες θερμότητας αλλά και στις σωληνώσεις των συμπυκνωτών. Με αυτό τον τρόπο θα βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό, η συνολική θερμική απόδοση των κινητήρων, ενώ παράλληλα θα μειωθούν και τα κόστη συντήρησης.

### **2.2.5 Κυβερνοασφάλεια**

Στο μέλλον οι λύσεις αναφορικά με την προστασία του κυβερνοχώρου, θα απαιτούν προσαρμοστικές αρχιτεκτονικές ασφαλείας, οι οποίες επικεντρώνονται στην ασφάλεια που απαιτείται για την υποστήριξη ευέλικτων ψηφιακών οικοσυστημάτων, την τεχνολογία IoT και λύσεις, βασιζόμενες στην τεχνητή νοημοσύνη. Η ασφάλεια λόγω των υψηλών απαιτήσεων που έχουν τεθεί, απαιτείται να είναι ευέλικτη και προσαρμοσμένη σε κάθε σύστημα. Ωστόσο καθώς τα πλοία και οι υποδομές γίνονται ευφυή και ανεξάρτητα από τον ανθρώπινο παράγοντα, θα υφίστανται περισσότερες διαδικασίες και καθήκοντα, όπου θα εκτίθενται σε πιθανούς κινδύνους. Συνεπώς, δεδομένης της εξαιρετικά συνδεδετικής φύσης των αυτόνομων συστημάτων, αποτελεί καθοριστικής σημασίας η διασφάλιση της πτυχής της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο των ναυτιλιακών πλατφόρμων και υποδομών, μέσω αποτελεσματικών εφαρμόσιμων μέτρων. Αποτελεσματικές πλατφόρμες επικοινωνίας, με ισχυρά επίπεδα κρυπτογράφησης δεδομένων, κατά την μεταφορά και λήψη δεδομένων από το πλοίο στο κέντρο ελέγχου ξηράς, σε συνδυασμό με ένα δυναμικό και αποτελεσματικά αποτρεπτικό έναντι κυβερνοεπιθέσεων, δορυφορικό σύστημα πλοήγησης, θα αποτελέσουν αρωγοί στην αδιάκοπη και πλήρως αποτελεσματική λειτουργία των αυτόνομων πλοίων, δίνοντας με αυτό τον τρόπο πλέον, ισχυρή αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα, στην νέα εποχή της αυτόνομης ναυτιλίας.

### **2.2.6 Σχεδιασμός πλοίων μέσω νέων προηγμένων υλικών**

Αναφορικά με τον σχεδιασμό του πλοίου, η βελτιωμένη σχεδίαση, οι αρθρωτές εγκαταστάσεις των συστημάτων, σε συνδυασμό με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, όπου θα εξαλείψει της ζημίες των κινούμενων μερών, που σχετίζονται με την χρήση πετρελαίου ή μηχανικών ελαίων, θα προσφέρουν μειωμένες ανάγκες συντήρησης. Συγκεκριμένα τα πλοία θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούν πρώτη ύλη κατασκευής τα μέταλλα, ωστόσο θα αναπτυχθούν προηγμένα υλικά, όπως νανοϋλικά. Στην πραγματικότητα η αλλαγή των χημικών συνθέσεων των κατασκευαστικών υλικών των πλοίων, αλλά και η τοποθέτηση νανοσωματιδίων θα αποτελέσει ουσιαστική

καινοτομία με σημαντικά πλεονέκτημα, όπως ισχυρότερες συγκολλήσεις με αντοχή στο φαινόμενο της οξειδωσης, ακόμα και επιδιορθώσεις που θα λαμβάνουν χώρα από τα ίδια τα υλικά αυτοβούλως .

Τα προηγμένα υλικά συμπεριλαμβανομένων, των μελλοντικών σύνθετων υλικών, των νανο- εμποτισμένων μετάλλων, των νέων κραμάτων αλλά και των ουσιών με βιολογική αυτοπροστασία (αυτο-επιδιορθούμενα υλικά), θα αποτελέσουν ένας από τους κυρίαρχους και βασικούς τομείς προόδου ανάπτυξης της αυτόνομης τεχνολογίας. Τα νέα αυτά υλικά θα προσφέρουν υψηλές αναλογίες αντοχής-βάρους, με στόχο την ορθότερη και αποτελεσματική οικοδόμηση οικονομίας καυσίμου και χωρητικότητας φορτίου. Ωστόσο η εισαγωγή τέτοιον προηγμένων νανοϋλικών θα αποτελέσει πρόκληση, σε όρους κόστους αλλά και κυρίως επιπτώσεων στην υγεία, την ασφάλεια και φυσικά στην ανακύκλωση των πλοίων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Πιθανά πλεονεκτήματα αυτόνομων πλοίων

#### 3.1.1 Εξάλειψη ανθρώπινου λάθους

Η αυτόνομη ναυτιλία έχει τη δυνατότητα να προσφέρει πολλά οφέλη στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Ένα πλεονέκτημα είναι η μείωση του ανθρώπινου λάθους που συχνά διαδραματίζει βασικό ρόλο στην αιτία των ατυχημάτων στη θάλασσα. Ορισμένες εκτιμήσεις θεωρούν το ανθρώπινο λάθος ως την κυριότερη αιτία θαλάσσιων ατυχημάτων σε ποσοστό 75 - 96% των περιπτώσεων. Για παράδειγμα, 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. Επιπλέον, μετά από ανασκόπηση της Allianz Global Corporate & Specialty - ασφαλιστικής εταιρείας που παρέχει διαφορετικούς 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:

- **ΣΥΓΚΡΟΥΣΗ:** Η εισαγωγή μη επανδρωμένων πλοίων θα μπορούσε να επιτρέψει την αποφυγή συγκρούσεων. Ωστόσο, δεδομένου ότι πολλές συγκρούσεις συμβαίνουν λόγω της μη συμμόρφωσης της ομάδας γέφυρας με τον Κανόνα 5 του COLREG: "Look-out", πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ικανότητα του μελλοντικού συστήματος να εντοπίσει άλλο πλοίο ή κίνδυνο ναυσιπλοΐας σε εύθετο χρόνο και να αξιολογήσει σωστά την κατάσταση που προκύπτει, μαζί με τον κατάλληλο σχεδιασμό δράσης και εκτέλεση. Σύμφωνα με το COLREG, η ανίχνευση με ραντάρ δεν αρκεί και θα χρησιμοποιούνται περισσότερο μέσα παρατήρησης. Από την άλλη πλευρά, αρκετές από τις συγκρούσεις πλοίων συμβαίνουν σε συνθήκες περιορισμένης ορατότητας όπου το ραντάρ είναι τώρα το μόνο μέσο επιφυλακής. Για τις μελλοντικές λύσεις θα μπορούσαν να αναμένονται κάποια άλλα υποστηρικτικά μέσα ανίχνευσης αντικειμένων, όπως υπέρυθρες κάμερες.
- **ΠΡΟΣΑΡΑΞΗ:** Οι περισσότερες περιπτώσεις προσαράξεων οφείλονται στην απόσπαση των αξιωματικών από τα καθήκοντά τους, στον λάθος σχεδιασμό του passage plan, σε χάρτες που δεν έχουν διορθωθεί ή σε λάθος εκτίμηση των καιρικών συνθηκών. Οι αιτίες αυτές, πρόκλησης προσαράξεως εξαλείφονται με την εισαγωγή των μη επανδρωμένων πλοίων στην ναυτιλία μιας και οι υπολογιστικοί μηχανισμοί αυτών των σκαφών πολύ σπάνια σφάλουν.
- **ΠΥΡΚΑΓΙΑ Ή ΕΚΡΗΞΗ:** Είναι λογικό ότι πυρκαγιές που προκύπτουν από ανθρώπινα σφάλματα θα πάψουν να υπάρχουν με την έλευση των MASS, αλλά θα υπάρχει σίγουρα το πρόβλημα της ολικής αντιμετώπισης τους όπως και τις αποκατάστασης των ζημιών που θα προκληθούν.

### 3.1.2 Αναβάθμιση επιπέδου βιωσιμότητας ναυτικών

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το ανθρώπινο λάθος είναι ένας από τους κύριους αιτιώδεις παράγοντες θαλάσσιων ατυχημάτων. Η αντικατάσταση των καθηκόντων του πληρώματος από αυτοματοποιημένα συστήματα πλοήγησης και επιτήρησης, θα μειώσει σίγουρα το ποσό των ανθρώπινων λαθών. Με τον τρόπο αυτό, η συνολική ασφάλεια της ναυτιλίας θα αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό. Η δημιουργία ενός αυτόνομου πλοίου θα μπορούσε να εξασφαλίσει ένα πιο ενδιαφέρον περιβάλλον εργασίας, καθώς παράγοντες όπως η κόπωση, η απώλεια συγκέντρωσης και οι δυσχέρεια στις κοινωνικές σχέσεις δεν θα επηρεάζουν πλέον στον ίδιο βαθμό τους χειριστές των πλοίων στην ξηρά.

Σε ένα πρόσφατο blog ένας σύμβουλος σε μια μεγάλη ναυτιλιακή εταιρεία αποκάλυψε την καταχώρισή του για τις τρεις, κατά τη γνώμη του, μεγαλύτερες απειλές για την εταιρεία τα επόμενα πέντε έως δεκαπέντε χρόνια. Ως νούμερο ένα

ήρθε «η μη ελκυστική βιομηχανία». Η αμφιβολία του ήταν ότι η ναυτιλιακή βιομηχανία θα μπορούσε να προσελκύσει τη γενιά. Σε μια έκθεση προς τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) το 2010, το Βαλτικό και Διεθνές Ναυτιλιακό Συμβούλιο (BIMCO) και η Διεθνής Ναυτιλιακή Ομοσπονδία (ISF) ανέφεραν ότι «τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι η βιομηχανία πιθανότατα θα αντιμετωπίσει μια αυστηρότερη αγορά εργασίας, με επαναλαμβανόμενη ελλείψεις για αξιωματικούς, ιδίως καθώς οι ναυτιλιακές αγορές ανακάμπτουν». Στο ναυτικό κολέγιο στο τμήμα Ναυτιλιακής και Θαλάσσιας Τεχνολογίας στο Chalmers University of Technology έχουμε ενδείξεις ότι ο χρόνος που εξετάστηκαν πρόσφατα οι πλοίαρχοι που περιμένουν να μείνουν στη θάλασσα μειώνεται. Είναι ότι η ιδέα του περιορισμού σε σχετική απομόνωση σε ένα χαλύβδινο κουτί για μήνες μαζί με έναν μειωμένο αριθμό ίσως πολιτισμικά ετερογενούς πληρώματος δεν είναι τόσο ελκυστική για τις νεότερες γενιές των ναυτικών; Πριν από την ύφεση το 2009, η ναυτιλιακή βιομηχανία αντιμετώπισε προβληματική έλλειψη εκπαιδευμένων αξιωματικών. Λόγω της πρόσφατης οικονομικής ύφεσης, αυτό δεν συμβαίνει τώρα, αλλά τι θα συμβεί καθώς η οικονομία ανακάμπτει; Θα μπορούσε να είναι ότι τα μη επανδρωμένα πλοία (ή λίγα επανδρωμένα πλοία που υποστηρίζονται με αυτόνομη τεχνολογία) μπορεί να είναι απαραίτητα στο μέλλον εάν θέλουμε να συνεχίσουμε τις συναλλαγές.

### 3.1.3 Οικονομικό όφελος

Εκτός από την προστασία της ανθρώπινης ζωής, ένα άλλο δυνητικό όφελος συνεπάγεται την αυξημένη παραγωγικότητα που εισάγεται μέσω της μείωσης, έως σχεδόν και της εξάλειψης, του κόστους των καυσίμων. Επίσης εκτιμάται ότι το κόστος του πληρώματος- που περιλαμβάνει κόστος τροφοδοσίας, εξοπλισμού των χώρων ενδιαίτησης για τα πληρώματα και άλλες παροχές, καθώς και οι μισθοί των ναυτικών μπορούν να φτάσουν το 10 - 44% των λειτουργικών δαπανών ενός πλοιοκτήτη ανάλογα με τη φύση του πλοίου. Από την μία πλευρά, η προφανής εξοικονόμηση κόστους που συνδέεται με την λειτουργία του αυτόνομου πλοίου έγκειται στην εξάλειψη η την μείωση του πληρώματος σε αυτό. Από την άλλη πλευρά τόσο η πρόσθετη λειτουργία που επιτρέπει την αυτόνομη λειτουργία του πλοίου όσο και το πρόσθετο προσωπικό που θα βρίσκεται στο κέντρο ελέγχου ξηράς παρακολουθώντας το αυτόνομο ταξίδι, είναι βέβαιο πως απαιτούν ένα σημαντικό αυξημένο χρηματικό ποσό.

Ακόμη, τα μη επανδρωμένα πλοία υποτίθεται ότι είναι σε θέση να λειτουργούν με πιο αποτελεσματικό τρόπο, χάρη σε πιο αποτελεσματικά συστήματα διαχείρισης της ενέργειας και βελτιωμένα συστήματα πλοήγησης και δρομολόγησης. Πάνω απ 'αυτό, η απουσία υπερκατασκευών, όπως το κατάστρωμα και οι χώροι διαμονής, θα κάνουν το πλοίο πιο αεροδυναμικό. Με τον τρόπο αυτό θα μειωθεί η συνολική αντίσταση



ενός πλοίου και κατά συνέπεια θα αυξηθεί η αποτελεσματικότητα και θα μειωθεί η κατανάλωση καυσίμου και το κόστος λειτουργίας.

### **3.1.4 Πιθανότητα μείωσης κρουσμάτων πειρατείας**

Η πιθανότητα μείωσης των περιστατικών πειρατείας είναι ακόμα ένα πλεονέκτημα των αυτόνομων πλοίων, δεδομένου ότι οι πειρατές σε πολλές περιπτώσεις κρατούν το πλήρωμα για να ζητήσουν λύτρα. Ωστόσο, υπάρχει επίσης πιθανότητα να αυξηθούν οι πειρατικές απειλές καθώς οι ληστές στην ανοικτή θάλασσα ενδέχεται να βρουν νέους τρόπους για να δημιουργήσουν εμπόδια στον κυβερνοχώρο και να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτά τα σκάφη.

### **3.1.5 Οικολογικό όφελος**

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της αυτόνομης ναυτιλίας είναι η μείωση των εκπομπών. Λόγω της αυτοματοποίησης, τα μη επανδρωμένα πλοία θα μπορούν να πλεύσουν περισσότερο αποδοτικά, να καταναλώσουν λιγότερα καύσιμα και να μειώσουν τις εκπομπές καυσίμων. Επιπλέον, τα πλοία θα γίνουν ελαφρύτερα, επειδή δεν χρειάζονται υποδομές στέγασης στο πλοίο, πράγμα που θα έχει επίσης ως αποτέλεσμα μικρότερη κατανάλωση καυσίμων. Εάν οι διάφοροι φορείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας και της βιομηχανίας λιμένων αποφασίσουν να συνεργαστούν, θα μπορούσαν να μειώσουν το κόστος. Οι εφοπλιστές, οι φορείς εκμετάλλευσης τερματικών, οι χειριστές γέφυρας, εμπορευματοκιβωτίων και άλλοι ενδιαφερόμενοι θα μπορούσαν να συντονίσουν τα χρονοδιαγράμματα μεταξύ τους, ανάλογα με το ποια και με ποιο τρόπο το φορτίο ταξιδεύει, ανταλλάσσοντας τις πληροφορίες που κατέχουν. Μια εναλλακτική χρήση καυσίμου είναι η χρήση slow steaming, όπου υιοθετήθηκε ως λύση ανάγκης στη διάρκεια της πτώσης της ζήτησης και της μεγάλης προσφοράς των πλοίων που προέκυψε εξαιτίας της οικονομικής κρίσης. Η χρήση αυτού μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αλλά και του κόστους των καυσίμων μέσω της χαμηλότερης κατανάλωσης. Τα μη επανδρωμένα πλοία αναμένεται, λοιπόν να είναι λιγότερο ρυπογόνα από τα παραδοσιακά πλοία. Τα πλοία αυτά μπορούν να γίνουν πιο πράσινα εξαιτίας της πρακτικής του αργού ατμού. Ο αργός ατμός είναι η πρακτική της εκμετάλλευσης των φορτηγών πλοίων, ιδίως των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, σε σημαντικά μικρότερη από τη μέγιστη

ταχύτητά τους. Με τη μείωση της ταχύτητας του σκάφους κατά 30%, ένα σκάφος μπορεί να εξοικονομήσει έως και 50% στην κατανάλωση καυσίμου.

## **3.2 Πιθανά μειονεκτήματα αυτόνομων πλοίων**

### **3.2.1 Απώλεια Ανθρώπινου Δυναμικού**

Η παρουσία του ανθρωπίνου παράγοντα στα πλοία ήταν μέχρι τώρα απαραίτητη για την πραγματοποίηση των προγραμματισμένων ταξιδιών των πλοίων. Το σχέδιο της MUNIN όμως έχει σκοπό να περιορίσει αυτό τον παράγοντα όσο το δυνατόν περισσότερο, αν όχι τελείως. Ο λόγος που θέλει να θέσει αυτό το σχέδιο σε εφαρμογή είναι η εξάλειψη του ανθρωπίνου σφάλματος, το οποίο αποτελεί αίτια του μεγαλύτερου ποσοστού ατυχημάτων στη θάλασσα. Όμως το ανθρώπινο σφάλμα προκαλείται λόγω διάφορων άλλων παραγόντων που επηρεάζουν τον κάθε αξιωματικό διαφορετικά. Παράδειγμα τέτοιων παραγόντων είναι η ψυχική και σωματική κούραση, ελλιπής επικοινωνία μεταξύ του πληρώματος και των αξιωματικών, περιορισμένο επίπεδο τεχνικών γνώσεων σχετικά με τα συστήματα του πλοίου, αποφάσεις υπό την πίεση χρόνου, κακή συντήρηση του πλοίου, πρόσληψη πληρώματος που δεν ανταποκρίνεται στα στάνταρ της εταιρείας, ελλιπής εκπαίδευση επί πλοίου μέσω γυμνασίων και ενημερώσεων.

### **3.2.2 Έλεγχος Από Απόσταση**

Ο έλεγχος του πλοίου θα βρίσκεται υπό την ευθύνη ενός χειρίστη, ο οποίος θα βρίσκεται σε κέντρο ελέγχου στην ξηρά. Ο ίδιος θα παρακολουθεί το πλοίο καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού του, έως ότου αυτό φτάσει στο λιμάνι, όπου και θα επανδρωθεί προσωρινά μέχρι να τελειώσει η διαδικασία φορτοεκφόρτωσης. Η ιδέα αυτή του χειρίστη δημιουργεί αρκετές αμφιβολίες για την ασφάλεια του πλοίου, καθώς ο έλεγχος από απόσταση μπορεί να χαθεί ανά πάσα στιγμή. Σε αυτή την περίπτωση το πλοίο θα παραμένει ακυβέρνητο μέχρι να ανακτηθεί ο έλεγχος από το κέντρο ελέγχου, κάτι το οποίο είναι αρκετά επικίνδυνο, όχι μόνο για το ίδιο το πλοίο, αλλά και για άλλα πλοία που τυχαίνει να πλέουν σε κοντινή περιοχή. Τα πληρώματα στην ανοικτή θάλασσα συμμετέχουν σε ενεργητικές δραστηριότητες που τους κρατούν εγρήγορση στην επίλυση προβλημάτων σε καθημερινή βάση. Η συμμετοχή του ναυτικού από πολύ ενεργά σε λιγότερο ενεργά καθήκοντα, όπως για παράδειγμα η παρακολούθηση του πλοίου στην ξηρά, μπορεί να έχει το ανεπιθύμητο αποτέλεσμα της διευκόλυνσης του ανθρωπίνου λάθους.

### **3.2.3 Εξάλειψη Ναυτικού Επαγγέλματος**

Με την προϋπόθεση ότι το σχέδιο της MUNIN θα πετύχει, ο κλάδος της ναυτιλίας θα δεχτεί ραγδαίες αλλαγές. Οι ναυτιλιακές εταιρείες, προσπαθώντας να εξασφαλίσουν τη μεταφορά του φορτιού των ναυλωτών με τον πιο ασφαλή και ταυτόχρονα οικονομικό τρόπο, θα επιδιώξουν την αγορά μη επανδρωμένων πλοίων σε όλο και μεγαλύτερο βαθμό. Με αυτό τον τρόπο οι ναυτικοί που αποτελούν το πλήρωμα των πλοίων, σιγά σιγά θα αρχίσουν να μειώνονται. Προβλέπεται μεγάλος αριθμός ναυτικών οι οποίοι θα χάσουν τη δουλειά τους και θα παραμείνουν άνεργοι και με την πάροδο του χρόνου ο αριθμός αυτός θα γίνεται όλο και μεγαλύτερος. Το φαινόμενο αυτό είναι πολύ πιθανό να προκαλέσει τεράστιο κοινωνικό πρόβλημα, καθώς οι ναυτικοί θα κυνηγήσουν την επαναπρόσληψη τους στα πλοία με κάθε δυνατό τρόπο.

### **3.2.4 Κόστος Κατασκευής**

Το κόστος κατασκευής ενός πλοίου με την απαιτούμενη τεχνολογία για να είναι τηλεχειριζόμενο ή αυτόνομο μπορεί να είναι σημαντικά υψηλότερο από αυτό για συμβατικό σκάφος. Τα συστήματα αυτοματισμού που απαιτούνται σε αυτά τα πλοία δεν έχουν καμιά σχέση με αυτά των συμβατικών πλοίων. Επί του παρόντος θέματος, οι σημερινοί εργαζόμενοι στις ναυπηγοεπισκευαστικές μονάδες δεν είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν στη νέα κατάσταση πραγμάτων. Το πιο πιθανό, να χρειάζονται περαιτέρω εκπαίδευση -που σημαίνει κόστος- και πρόσληψη νέων με εξειδικευμένη γνώση στα αυτόνομα πλοία, που σημαίνει αύξηση του εργατικού κόστους λόγω αύξησης των μισθών για τις ναυπηγοεπισκευαστικές μονάδες. Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα ότι το αυξημένο κόστος για τις υπηρεσίες επισκευής και συντήρησης θα το επωμιστούν οι πλοιοκτήτες.

### **3.2.5 Απονομή Ευθυνών**

Παρόλο που τα μη επανδρωμένα πλοία προβλέπεται ότι θα είναι ασφαλέστερα από τα επανδρωμένα, είναι λογικό ότι αργά ή γρήγορα, θα προκαλέσουν κάποιο ατύχημα. Η πλοήγηση ενός αυτόνομου πλοίου, θα είναι το καθήκον ενός χειριστή σε ένα κέντρο ελέγχου στην ξηρά ή εναλλακτικά, των προγραμματιστών του λογισμικού του. Συνεπώς η ευθύνη που θα απορρέει 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. Επομένως, μια σειρά ρυθμιστικών και νομικών ζητημάτων πρέπει να επιλυθούν πριν από την πλήρη πραγματοποίηση της αυτόνομης ναυτιλίας. Η διαδικασία αυτή θα διαρκέσει μεγάλο χρονικό διάστημα, καθώς το ναυτικό δίκαιο και οι συμβάσεις αναθεωρούνται και προσαρμόζονται ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των αυτόνομων πλοίων.

### **3.2.6 Ατυχήματα**

Όπως προαναφέρθηκε, το σχέδιο των μη επανδρωμένων πλοίων έχει σκοπό να εξαλείψει τον παράγοντα του ανθρωπίνου λάθους ως αίτια των περισσότερων ατυχημάτων στη θάλασσα. Τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών δείχνουν ότι το ποσοστό των ατυχημάτων όπως συγκρούσεις και προσaráξεις θα μειωθούν σε μεγάλο βαθμό. Το ερώτημα όμως που παραμένει αναπάντητο είναι τι θα γίνει σε περίπτωση που υπάρξει φωτιά ή δομική βλάβη στο πλοίο. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, ο κίνδυνος απώλειας του πλοίου είναι τεράστιος, καθώς δε θα υπάρχει πλήρωμα στο πλοίο για να την περιορίσει και να τη σβήσει. Από την άλλη όμως, το πλοίο θα είναι εφοδιασμένο, όπως έχει προβλεφτεί, με πολλά περισσότερα συστήματα αυτομάτου εντοπισμού και κατάσβεσης πυρκαγιάς, όχι μόνο στο χώρο του καταστρώματος αλλά σε ολόκληρο το πλοίο. Σε περίπτωση δομικής βλάβης του πλοίου π.χ. διάβρωση της γάστρας, η δημιουργία ρήγματος από το οποίο θα εισέρθει θαλασσινό νερό στο πλοίο θα αποτελέσει αιτία απώλειας του πλοίου. Το νερό που θα εισέρθει στο πλοίο θα είναι ανεξέλεγκτο και δεν θα υπάρχει δυνατότητα περιορισμού του. Έτσι το πλοίο θα αρχίσει να παίρνει κλίση η οποία θα γίνεται όλο και μεγαλύτερη, όπου αυτό θα οδηγήσει στην ολοκληρωτική απώλεια του.

### **3.2.7 Επικοινωνία**

Τα ζητήματα που προκαλούν τη μεγαλύτερη ανησυχία όσον αφορά την μη επανδρωμένη και αυτόνομη ναυτιλία σχετίζονται με την αρχιτεκτονική επικοινωνίας και την αλληλεπίδραση μεταξύ πλοίου και ακτής. Τα ισχυρά κανάλια επικοινωνίας από διάφορα και περιττά συστήματα πρέπει να διασφαλίζουν τη μέγιστη διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα 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. Γι' αυτό είναι ζωτικής σημασίας για το πλοίο να διαβιβάζει πληροφορίες σχετικά με κάθε μέτρο και

δράση που κάνει ο σταθμός της ακτής. Το λεγόμενο σύνδρομο human-out-of-the-loop που προκαλείται από χαμηλό βαθμό ενεργοποίησης θεωρείται τεράστιο ζήτημα στα αυτόματα συστήματα. Για να αποφευχθεί αυτό, μια συνήθης ρύθμιση θα διασφαλίσει ότι ο αερομεταφορέας ξοδεύει ορισμένες χρονικές περιόδους με κάθε πλοίο για να εξοικειωθεί με τον εποπτευόμενο στόλο.

Μια άλλη μεγάλη πρόκληση είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ μη επανδρωμένων και αυτόνομων πλοίων με συμβατικά πλοία. 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.

### **3.2.8 Έρευνα και διάσωση**

Υπάρχει πιθανότητα, κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του, ένα μη επανδρωμένο πλοίο να βρεθεί κοντά σε άλλο πλοίο το οποίο να χρειάζεται άμεση βοήθεια. Σε αυτή την περίπτωση το μη επανδρωμένο πλοίο δε μπορεί να παρέχει την απαραίτητη βοήθεια καθώς δεν υπάρχει πλήρωμα για να τηρήσει τις κατάλληλες διαδικασίες διάσωσης. Η μόνη προσφορά του ως βοήθεια είναι η επανεκπομπή του σήματος κινδύνου, ώστε να εμφανιστεί σε άλλα πλοία της κοντινής περιοχής και να πλησιάσουν εκείνα για βοήθεια αν είναι επανδρωμένα φυσικά.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

## 4.1 Ανθρώπινος παράγοντας

Οι ανθρώπινοι παράγοντες είναι μια επιστημονική πειθαρχία που σχετίζεται με την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του ανθρώπου και των άλλων στοιχείων του συστήματος και του επαγγέλματος που εφαρμόζει τη θεωρία, τις αρχές, τα δεδομένα και τις μεθόδους στο σχεδιασμό προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η ανθρώπινη ευημερία και η συνολική απόδοση του συστήματος. Στο κοινωνικό τεχνικό μοντέλο "The Septigon Model " που αναπτύχθηκε από το "The SHEL Model ", υπάρχουν επτά αλληλένδετα στοιχεία που αποτελούσαν ένα κοινωνικοτεχνικό σύστημα: Ατομικό, Ομάδα, Οργανωτικό Περιβάλλον, Κοινωνία και Πολιτισμός, πρακτική, φυσικό περιβάλλον, τεχνολογία.

### 4.1.1 Σχέση ανθρώπου και πλοίου

Ο στόχος τέτοιων μοντέλων είναι πάντα η επίτευξη της αρμονικής κατάστασης μεταξύ των ανθρώπων και του περιβάλλοντος. Για επανδρωμένα πλοία, η αλληλεπιδραστική αρμονία μεταξύ ανθρώπων και περιβάλλοντος, καθώς και ανθρώπων και του πλοίου (τόσο λογισμικού όσο και υλικού), εξαρτάται από το επίπεδο επίγνωσης της κατάστασης που μπορεί να επιτύχει κάποιος κατά τη διάρκεια των ελιγμών, καθώς αυτά τα αποτελέσματα συνθέτουν το αίσθημα του εντέρου που περιγράφηκε νωρίτερα ως πλοίο έννοια.

Στην ουσία, η αντίληψη και η γνώση είναι τα κλειδιά με την έννοια του πλοίου από την άποψη των ανθρώπινων παραγόντων. Κατά την εκπλήρωση του έργου ελιγμών, οι πληροφορίες συλλέγονται μέσω των αισθήσεων των ναυτικών μέσω διαφορετικών υποδοχέων αντίληψης όπως ο αμφιβληστροειδής, που αντιπροσωπεύει το πρώτο επίπεδο συνειδητοποίησης της κατάστασης. Στη συνέχεια, ο ναυτικός περνά από την εμπειρία και τις γνώσεις του / της για να κατανοήσει την κατάσταση και, τέλος, χρησιμοποιεί ψυχικά μοντέλα για να κρίνει ποιες πληροφορίες είναι πιο σημαντικές από άλλες πληροφορίες.

Αν και είναι αλήθεια ότι το όριο της ανθρώπινης αντίληψης και προσοχής περιορίζει το πόσο καλή επίγνωση της κατάστασης μπορεί να γίνει, είναι σχεδόν αδύνατο να χάσετε κάποιες πληροφορίες όταν οι άνθρωποι και το σκάφος μοιράζονται την ίδια χωρική κίνηση, π.χ. πληροφορίες που προέρχονται από κινητικές αντιλήψεις. Το χτύπημα θα προκαλέσει το υψηλό φορτίο στο πλοίο και ως εκ τούτου αντιμετωπίζεται ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες κατά την αξιολόγηση του κινδύνου. Εκτός αυτού, οι ακουστικοί υποδοχείς που είτε θα λάβει ενεργά είτε παθητικά τον ήχο του ισχυρού ανέμου, ενώ η οπτική εικόνα της οργής και του αφρού της θάλασσας είναι δύσκολο να παραλειφθεί εάν κάποιος κρατά τα μάτια του

ανοιχτά. Ωστόσο, με την εισαγωγή της έννοιας των μη επανδρωμένων πλοίων, η διατήρηση υψηλού επιπέδου συνειδητοποίησης της κατάστασης θα είναι μεγάλη πρόκληση. Οι παράγοντες που προκαλούν την αίσθηση του πλοίου στο πλοίο πρέπει να μεταφερθούν στην ακτή για ένα μη επανδρωμένο σύστημα πλοίων.

Πρώτα απ' όλα, δεν θα υπάρχει φυσική σύνδεση μεταξύ του ανθρώπου και του σκάφους, και δεν θα γίνονται άμεσα αντιληπτές πληροφορίες από το περιβάλλον του πλοίου. Συγκεκριμένα, θα χαθεί η οπτική αντίληψη του περιβάλλοντος, μια ζωτική αίσθηση στο χειρισμό πλοίων για πληρώματα γεφυρών. Αυτή η αλληλεπίδραση που λείπει υπογραμμίζει πολλά ζητήματα ανθρώπινου παράγοντα που αφορούν τόσο την παρακολούθηση όσο και τον έλεγχο, π.χ., θα είναι δύσκολο για τους χειριστές του Shore Control Center να αντιληφθούν πώς συμπεριφέρεται το πλοίο χιλιάδες μίλια μακριά, και τι περιβάλλον περιβάλλει το σκάφος σε αυτό στιγμή. Μια λύση είναι να οικοδομήσουμε τη σύνδεση μεταξύ πλοίου και ακτής συλλέγοντας και παρέχοντας δυναμικές πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια και την πλοήγηση στην ακτή. Ωστόσο, δεν επιλύει απαραίτητα το ζήτημα σχετικά με την επίδραση της απορρόφησης πληροφοριών μέσω διαφορετικών αντιλήψεων ως το αρχικό στάδιο της συνειδητοποίησης της κατάστασης.

Δεύτερον, το διαισθητικό διανοητικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για ελιγμούς επανδρωμένων πλοίων δεν είναι πλέον διαθέσιμο. Τα ψυχικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για να αποφασίσουν την προτεραιότητα της πληροφόρησης για τον άνθρωπο. Στο έργο της απομακρυσμένης παρακολούθησης και ελέγχου, οι χρήστες στην ακτή πρέπει να δημιουργήσουν ένα νέο νοητικό μοντέλο για να τους φέρουν σε υψηλότερο επίπεδο συνειδητοποίησης, διαφορετικά θα τυφλώσουν το περιβάλλον, πόσο μάλλον τις ενέργειες που πρέπει να αναληφθούν. Υπάρχει ανάγκη να κάνουμε τους ανθρώπους στην ακτή να κατανοήσουν τις πληροφορίες πιο διαισθητικά, μειώνοντας το βάρος κατασκευής της πλήρους εικόνας. Είναι απαραίτητο να μετατρέψουμε το συμβατικό «ενσωματωμένο διανοητικό μοντέλο» σε αυτό που ισχύει για τα σενάρια διαχείρισης της ξηράς.

Τρίτον, η επίγνωση της κατάστασης είναι ένα συσσωρευμένο προϊόν της διαδικασίας και συνεπώς αναπτύσσεται συνεχώς. Παρόλο που τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν και να παραδοθούν στην ακτή στιγμιαία, οι πληροφορίες που αποκτήθηκαν σε μια συγκεκριμένη στιγμή δεν χρησιμεύουν απαραίτητα για υψηλό επίπεδο συνειδητοποίησης της κατάστασης, γιατί ο χρήστης πρέπει να ανακαλέσει τις προηγούμενες σχετικές πληροφορίες για να κατανοήσει την κατάσταση. Αλλά η συνεχής παροχή πληροφοριών μπορεί να μην είναι η λύση, διότι θα υπάρχει τεράστιος κίνδυνος υπερφόρτωσης πληροφοριών. Βεβαίως, είναι εύλογο να παρέχουμε τις απαραίτητες πληροφορίες για την επόμενη εργασία μέσω εντοπισμού εργασιών, ο χρήστης μπορεί ακόμα να αποτύχει να συμβαδίσει με το ταχέως μεταβαλλόμενο σύστημα και να εκπληρώσει πολλαπλές εργασίες. Η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας είναι μια κρίσιμη πτυχή κατά τη μετεγκατάσταση ανθρώπινων παραγόντων από το πλοίο στην ακτή. Επιπλέον, δεν είναι μόνο ποιες πληροφορίες είναι απαραίτητες, αλλά και πόσο δυναμική αλλάζει η κατάσταση σε

συνειδητοποίηση της κατάστασης πρέπει να επανεξεταστεί για το Shore Control Center. Η διατήρηση της ευαισθητοποίησης για την κατάσταση είναι πιο δύσκολη από τη δημιουργία συνειδητοποίησης της κατάστασης για μια στιγμή, καθώς απαιτείται τόσο για την παρακολούθηση της δυναμικής κατάστασης όσο και για την παρακολούθηση των χρηστών.

Συνολικά, το μη επανδρωμένο πλοίο δεν σημαίνει εξάλειψη ανθρώπινων παραγόντων, αλλά αντίθετα, πρέπει να δοθεί περισσότερη προσοχή στους ανθρώπινους παράγοντες όσον αφορά την ανάπτυξη και τη διατήρηση υψηλού επιπέδου συνειδητοποίησης καταστάσεων σε δυναμικά συστήματα. Μετεγκατάσταση των ανθρώπινων παραγόντων από το πλοίο στην ακτή και θεωρώντας τους ως βασικούς στόχους, θα βοηθήσει στον εντοπισμό των πληροφοριών καθώς και των διαδραστικών προσεγγίσεων που πραγματικά χρειάζονται για την ανάπτυξη του χρησιμοποιήσιμου συστήματος που βασίζεται στην ακτή.

#### **4.1.2 Ο ρόλος του ανθρώπου στο μη επανδρωμένο πλοίο**

Αν και το αυτόνομο σκάφος μπορεί να είναι μη επανδρωμένο, οι άνθρωποι θα συνεχίσουν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο σύστημα μη επανδρωμένων πλοίων. Και με τους ανθρώπους έρχεται η πιθανότητα λαθών. Τα ζητήματα που εντοπίστηκαν περιλαμβάνουν:

1. Επίγνωση της κατάστασης στο SCC: λάθη λόγω της μη κατανόησης κατάστασης του σκάφους.
2. Παρανοήσεις στην αλληλεπίδραση με επανδρωμένα σκάφη: υστέρηση στην επικοινωνία VHF, κακοί σύνδεσμοι επικοινωνίας, γλωσσικά ζητήματα όπως και για τα επανδρωμένα συστήματα, αλλά επιδεινώθηκαν από την έλλειψη συνειδητοποίησης της κατάστασης. (π.χ. αναφορές σε τοπικές καταστάσεις που δεν είναι γνωστές από τον χειριστή του SCC.)
3. Καθυστερήσεις στη λήψη αποφάσεων λόγω του μεγάλου χρόνου για τον χειριστή να μπει στον βρόχο (σύνδρομο ανθρώπου-εκτός του βρόχου).
4. Άγχος και υπερφόρτωση πληροφοριών επειδή πολλά πλοία ενδέχεται να χρειάζονται την προσοχή των χειριστών ταυτόχρονα.
5. Ανθρώπινο σφάλμα που οφείλεται σε «αποτελέσματα μεταφοράς» μεταξύ δύο σκαφών καθώς ο χειριστής παρακολουθεί πολλά σκάφη κάθε φορά.



6. Οι καιρικές καταστάσεις είναι πολύ δύσκολες για τον αυτοματισμό και το βίντεο δεν είναι αρκετά καλό ώστε να επιτρέπει τη σωστή αίσθηση πλοίου για χειροκίνητο χειρισμό του.

Η θέση των σκαφών και η θέση άλλων σκαφών στην περιοχή μεταδίδονται συνεχώς στον έλεγχο της ακτής και εμφανίζονται σε ένα ηλεκτρονικό σύστημα χαρτών. Σε αυτό το σύστημα εμφανίζονται τα σχέδια ταξιδιού σκαφών (προοριζόμενο κομμάτι και προβλεπόμενη χρονική περίοδος, το «navbox») καθώς και ο φάκελος ελιγμών.

Σύμφωνα με την κανονική λειτουργία, οι πληροφορίες από ραντάρ και δεδομένα AIS υπολογίζονται επί του σκάφους από το σύστημα αναγνώρισης αντικειμένων. Αλλά κατόπιν αιτήματος εικόνες ραντάρ από τα πλοία ραντάρ μπορούν να μεταδοθούν στον έλεγχο της ακτής.

Ένας από τους συνεργάτες του έργου, η Aptomar AS, ανέπτυξε μια πλατφόρμα κάμερας σταθεροποιημένη με γυροσκόπιο εξοπλισμένη με βιντεοκάμερες IR και φως ημέρας και φως αναζήτησης. Αυτό το σύστημα πραγματοποιεί αυτόματη αναγνώριση εικόνας και θα κάνει αυτόνομη παρακολούθηση ρολογιών. Η πλατφόρμα της κάμερας μπορεί επίσης να ελεγχθεί από το κέντρο της ακτής στέλνοντας φωτογραφίες ή βίντεο με ποιότητα ανάλογα με τον διαθέσιμο σύνδεσμο σύνδεσης. Η δοκιμή με τηλεχειριζόμενο ελιγμό του σκάφους χρησιμοποιώντας το σύστημα βίντεο έχει προγραμματιστεί για αργότερα αυτό το έτος. Μία από τις πραγματικές μεγάλες προκλήσεις: το απομακρυσμένο τιμόνι χειρός σε βαρύ καιρό θα ήταν ο βέλτιστος στόχος μιας τέτοιας δοκιμής, αλλά θα εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες στον τόπο δοκιμών.

Ένας κύριος στόχος του έργου είναι να είναι σε θέση να δείξει ότι ένα μη επανδρωμένο πλοίο είναι τουλάχιστον εξίσου σε επαγρύπνηση με το επανδρωμένο πλοίο. Η επαγρύπνηση των επανδρωμένων συστημάτων στα περάσματα των ωκεανών δεν είναι βέλτιστη, καθώς πολλά γραφεία πλοίων ομολογούν πρόσωπο με πρόσωπο συνομιλίες. Αντικατοπτρίζεται επίσης στις αναφορές ατυχημάτων. Το 2004 ένα δεξαμενόπλοιο χημικών συγκρούστηκε με ένα αλιευτικό σκάφος στη Βόρεια Θάλασσα. Η έκθεση διερεύνησης ατυχήματος συνοψίζει: «Ως μηχανοκίνητο σκάφος, ο Ρένο, [το δεξαμενόπλοιο] υποχρεώθηκε να κρατήσει μακριά από το Ocean Rose [το αλιευτικό σκάφος], αλλά δεν το έκανε επειδή η OOW της είχε φύγει από τη γέφυρα και είχε πάει στο καμπίνα. Η επιφυλακή AB είδε την Ocean Rose και, συνειδητοποιώντας ότι ήταν δυνητικά πρόβλημα, προσπάθησε να επικοινωνήσει με το OOW. Ήταν ανεπιτυχής. ". Και αυτό ήταν στη Βόρεια Θάλασσα. Μπορούμε να περιμένουμε την επαγρύπνηση να είναι ακόμη χαμηλότερη στους ωκεανούς.

Οι φύλακες των ρολογιών είναι άνθρωποι και το ανθρώπινο λάθος είναι μέρος της ανθρώπινης κατάστασης και η παρακολούθηση του ρολογιού σε μοναχικά περάσματα του ωκεανού όταν άλλα πλοία μπορεί να μην φαίνονται για συνεχόμενες μέρες θα είναι λιγότερο από το βέλτιστο. Το αυτόματο ρολόι σε μη επανδρωμένο πλοίο

αναμένεται να διατηρεί το ίδιο υψηλό επίπεδο ανά πάσα στιγμή. Θα γίνει δοκιμή για τον προσδιορισμό των ορίων σε ό, τι μπορεί να ανιχνευθεί και να προσδιοριστεί, τι πρέπει να σταλεί στο κέντρο της ακτής για αναγνώριση και τι θα παραμείνει αόρατο. Ένα κρίσιμο σημείο για το έργο θα είναι να δείξουμε ότι δεν αφήνεται καμένος σε ένα κομμάτι συντρίμια στην ανοιχτή θάλασσα. (Και τότε θα προκύψει ένα άλλο πρόβλημα: πώς μπορεί να έρθει ένα μη επανδρωμένο πλοίο για βοήθεια;)

## 4.2 Προκλήσεις

Η αυτόνομη τεχνολογία πλοίων έχει γίνει ένα «καυτό» θέμα στη συζήτηση για πιο αποτελεσματικές, φιλικές προς το περιβάλλον και ασφαλέστερες λύσεις θαλάσσιων μεταφορών. Ο χρόνος είναι κατάλληλος για την εισαγωγή εμπορικά λογικών λύσεων για μη επανδρωμένα και πλήρως αυτόνομα φορτηγά και επιβατηγά πλοία. Η ασφάλεια θα είναι η πιο ενδιαφέρουσα και σημαντική πτυχή αυτής της εξέλιξης. Η αξιοποίηση της αυτόνομης τεχνολογίας πλοίων θα έχει πολλές επιπτώσεις στην ασφάλεια, τόσο θετική όσο και αρνητική. Ανακοινώθηκε ότι ο στόχος είναι να βελτιωθεί η ασφάλεια ενός μη επανδρωμένου πλοίου από την ασφάλεια ενός επανδρωμένου πλοίου. Ωστόσο, πρέπει να γίνει κατανοητό ότι το ανθρώπινο στοιχείο θα εξακολουθεί να υπάρχει όταν χρησιμοποιούνται πλήρως μη επανδρωμένα πλοία. Ο χειρσαίος έλεγχος ενός πλοίου περιέχει νέες πτυχές ασφάλειας και ένα ενδιαφέρον ερώτημα θα είναι η αλληλεπίδραση επανδρωμένων και μη επανδρωμένων πλοίων στην ίδια περιοχή κυκλοφορίας. Κατά συνέπεια, η αυτόνομη τεχνολογία πλοίων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την εκπαίδευση των ναυτικών. Επίσης, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι κάθε αλγόριθμος ελέγχου και κανόνας της εσωτερικής λογικής λήψης αποφάσεων του πλοίου αυτόνομης πλοήγησης έχει σχεδιαστεί και κωδικοποιηθεί από έναν μηχανικό ανθρώπινου λογισμικού. Έτσι, το ανθρώπινο στοιχείο υπάρχει επίσης σε αυτό το σημείο του συστήματος πλοήγησης διάρκειας ζωής του αυτόνομου πλοίου.

Η πλατφόρμα αυτής της μελέτης είναι ένα γενικό πλοίο. Έτσι, για λόγους σαφήνειας, γίνεται επίσης μια ανασκόπηση σε ορισμένες κοινές κατηγορίες τύπων πλοίων, με φορτηγά πλοία, επιβατηγά πλοία και πλοία εξυπηρέτησης. Σύμφωνα με την πρώτη, αν και αδιάλειπτη υπόθεση, κάποια υποκατηγορία των τύπων πλοίων που αναφέρονται παραπάνω μπορεί, υπό ορισμένες συνθήκες, να έχει κάποια πιθανότητα ανάπτυξης προς δοκιμές και εφαρμογές επίδειξης τεχνολογίας στο μέλλον. Ωστόσο, είναι επίσης πιθανό, ότι μόνο μερικές υποκατηγορίες των τύπων πλοίων, ή κάποιος πρόσθετος νεοεισερχόμενος, μπορεί να είναι η πιο ελπιδοφόρα πλατφόρμα για τις πρώτες εφαρμογές της αυτονομίας και της τηλε-λειτουργίας πλοίου, σε περίπτωση που θεωρούνται εφικτές και ασφαλές για αυτό υπό ορισμένες καθορισμένες συνθήκες.

Η έρευνα βασίστηκε κυρίως σε μια ανασκόπηση της ερευνητικής βιβλιογραφίας που σχετίζεται με αυτόνομες ή απομακρυσμένες λειτουργίες πλοίων και συζητήσεις μεταξύ των συγγραφέων σχετικά με τις επιπτώσεις της περαιτέρω εφαρμογής της νέας τεχνολογίας σε επιλεγμένους τύπους πλοίων. Οι συζητήσεις υποστηρίχθηκαν από την προκαταρκτική εκτίμηση επικινδυνότητας που διενήργησαν οι συγγραφείς που διερευνούν τις πιθανές επιπτώσεις στην ασφάλεια της αυξημένης αυτονομίας σε ορισμένους τύπους πλοίων που θεωρούνται υποψήφιοι για επιδείξεις απόδειξης. Τέλος, παρέχονται ορισμένες συστάσεις υψηλού επιπέδου για την αρχική φάση της προόδου και της ανάπτυξης των πλοίων με αυξημένο επιπολασμό ή μερίδιο αυτόνομων ή τηλεχειριστηρίων.

Οι πιο θεμελιώδεις περιορισμοί πιστεύεται ότι σχετίζονται με παραλείψεις των περισσότερων οικονομικών, ηθικών, νομικών, ψυχολογικών και κοινωνιολογικών πτυχών και απόψεων από το πεδίο της μελέτης, ειδικά με τους συνδέσμους και τις διασυνδέσεις τους με την ασφάλεια και μεταξύ τους. Ακόμη και ορισμένα θέματα που σχετίζονται με την τεχνολογία μπορεί να μην έχουν συζητηθεί αρκετά ευρέως και βαθιά, π.χ. από επιχειρησιακή άποψη. Πιστεύεται ότι τέτοια χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης και μηχανικοί μπορεί να έχουν σημαντικούς δεσμούς και επιπτώσεις στην ασφάλεια σε σχέση με το θέμα που μελετήθηκε. Έτσι, θεωρείται ότι αξίζουν στενότερου ελέγχου στο μέλλον.

#### 4.2.1 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 ζημίες, 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 (IMO). 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 πρώιμος 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 σημασία αυτού του ζητήματος έχει σχέση με το γεγονός ότι αν ένα μη επανδρωμένο σκάφος θεωρείται ως πλοίο, 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, του περιορισμού της ευθύνης 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.

## 4.2.2 Προκλήσεις Ευθύνης

### ι) Ευθύνη Πλοιάρχου

Ο κυβερνήτης ανέκαθεν θεωρείτο παντοδύναμη αρχή επί του πλοίου. Είχε την ευθύνη για όσα συνέβαιναν στο πλοίο κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, την αρμοδιότητα να εκπροσωπεί τον πλοιοκτήτη στα απομακρυσμένα λιμάνια αλλά και την εξουσία να εκτελεί διάφορα δημόσια καθήκοντα ως διοικητής, πειθαρχικός δικαστής, συμβολαιογράφος, γραμματέας κλπ. Ωστόσο, λόγω των νέων τεχνολογιών, που οδήγησαν σε καλύτερα μέσα επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων, η αυτονομία του πλοιάρχου μειώθηκε.

Σήμερα, ο πλοίαρχος δεσμεύεται από την σύμβαση εργασίας του και εργάζεται με εμπορικούς κανόνες. Παρ' όλα αυτά, παραμένει ένα είδος μονάρχη στην ανοικτή θάλασσα σε σχέση με το πλοίο και το πλήρωμα. Ορισμένοι εθνικοί νόμοι, ορίζουν τον πλοίαρχο ως οποιοδήποτε πρόσωπο στο οποίο μεταβιβάζεται η αρχή του πλοίου ή ως πρόσωπο που ασκεί πραγματικά την εν λόγω αρχή, ή κάποιος που έχει αναλάβει με εντολή τη διοίκηση του σκάφους ή οποιοδήποτε πρόσωπο που τον αντικαθιστά. Αυτοί οι ευρύτεροι ορισμοί προορίζονται για καταστάσεις που ένας προσωρινά ανίκανος, απών ή αποθανών πλοίαρχος αντικαθίσταται από άλλο αξιωματικό. Δεν σχεδιάστηκαν σε καμία περίπτωση για τη νέα κατάσταση που θα δημιουργηθεί από την εισαγωγή μη επανδρωμένων πλοίων, αλλά κατ' αρχήν θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε αυτή.

Συνεπώς τίθεται το ερώτημα ποιος θα νοείται ως πλοίαρχος, αν δεν υπάρχει κανένας στο πλοίο, και αυτός που το ελέγχει βρίσκεται στην ξηρά, σε ένα κέντρο ελέγχου. Ο πλοίαρχος ενός πλοίου δεν μπορεί σε καμία περίπτωση, να εξομοιωθεί πλήρως με τον χειριστή ενός κέντρου ελέγχου, λόγω των σοβαρών διαφορών στις συνθήκες εργασίας και έτσι δεν υπάρχει κανένας λόγος να έχει για παράδειγμα τις ίδιες εξουσίες δημόσιας αρχής. Παρόλα αυτά, λαμβάνοντας υπόψη ότι η μεγάλη ευθύνη της εργασίας και των δύο (η πλοήγηση ενός ακριβούς μέσου με πολύτιμο φορτίο), θα παραμείνει η ίδια, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο χειριστής του πλοίου στην ξηρά

θα συνεχίσει να θεωρείται υπεύθυνος σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως η βαριά αμέλεια και το εσκεμμένο παράπτωμα. Θα πρέπει δηλαδή, να θεσπιστεί νέος κανονισμός που θα καθιστά τον χειριστή στο κέντρο ελέγχου αστικά ή ποινικά υπεύθυνο σε αυτές τις περιπτώσεις.

## ii) Ευθύνη Έναντι Τρίτων

Τα μη επανδρωμένα πλοία θα είναι σε θέση να συρρικνώσουν την κύρια αιτία των θαλάσσιων ατυχημάτων, το ανθρώπινο λάθος. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι δεν θα υπάρχουν πλέον ναυτικά ατυχήματα. Μπορούν πάντοτε να προκύψουν απρόβλεπτα ζητήματα, όπως μια σύγκρουση λόγω ελαττωματικού εξοπλισμού πλοήγησης ή λόγω απώλειας σύνδεσης, οδηγώντας σε σωματικές βλάβες και υλικές ζημιές. Εάν ο πλοιοκτήτης είναι υπεύθυνος, κάθε φορά που το μη επανδρωμένο πλοίο του θα προκαλεί ζημιές, λόγω προβλημάτων του εξοπλισμού πλοήγησης, θα είναι πρόθυμος να επενδύσει στην αγορά και τη λειτουργία του.

Η διάκριση μεταξύ πλήρως αυτόνομων πλοίων και απομακρυσμένα ελεγχόμενων, έχει μεγάλη σημασία για την εγκαθίδρυση ευθύνης. Τα πλήρως αυτόνομα πλοία δεν απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση στην πλοήγηση. Αν ένα τέτοιο πλοίο συγκρούεται για παράδειγμα, θα ήταν σχεδόν αδύνατο να προσδιοριστεί το πρόσωπο που έχει διαπράξει άμεσα κάποιο σφάλμα. Βλάβη συστήματος ή ελαττωματικό λογισμικό θα μπορούσαν να αναγκάσουν το αυτόνομο πλοίο να αποκλίνει από την ασφαλή διαδρομή του και να συντριβεί σε άλλο.

Στο πλαίσιο αυτού του καθεστώτος, όταν τα πλοία προκαλούν ζημιές ή τραυματισμούς λόγω ελαττώματος των αισθητήρων, των ραντάρ, των IT συστημάτων κλπ., οι κατασκευαστές είναι πιθανό να αντιμετωπίζουν ευθύνη για τη ζημία που προκαλούν τα προϊόντα τους, εάν αυτά δεν βρίσκονται πάνω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο ασφάλειας που θα μπορούσε ευλόγως να αναμενόταν από αυτούς. Η ευθύνη του κατασκευαστή υφίσταται το δικό της νομικό καθεστώς, το οποίο ερμηνεύεται στις ευρωπαϊκές ρυθμίσεις. Ο παραγωγός, ευθύνεται για τη ζημία που προκαλείται από ένα ελάττωμα του τελικού προϊόντος ή συστατικού μέρους αυτού. Ως εκ τούτου, ο αιτών δεν υποχρεούται να αποδείξει σφάλμα ή αμέλεια του παραγωγού, παρά μόνο ότι ανάμεσα στη ζημία και το ελάττωμα υπάρχει αιτιώδης σχέση.

Από την άλλη πλευρά, στην περίπτωση των ελεγχόμενων από την ξηρά μη επανδρωμένων πλοίων, ο εφοπλιστής πιθανόν να θεωρείται υπεύθυνος για τις πράξεις και τις παραλείψεις των ατόμων που τα χειρίζονται. Αν οι χειριστές για παράδειγμα, παραβιάσουν τους κανόνες COLREGs, με αποτέλεσμα το πλοίο να προκαλέσει ζημιές και εξισώνονται με τον καπετάνιο και το πλήρωμα, η αποζημίωση για ζημιές ή τραυματισμούς, που προκλήθηκαν από υπαιτιότητα δικιά τους, θα μπορούσε να ζητηθεί από τον εφοπλιστή. Επίσης, αν οι χειριστές δεν διαπράξουν σφάλμα, αλλά το

αυτόνομο πλοίο προκαλέσει ατύχημα, ο εφοπλιστής και πάλι θα θεωρηθεί υπεύθυνος, καθώς αυτός είναι ο κάτοχος του ελαττωματικού αυτόνομου πλοίου. Αυτό πιθανότατα θα οδηγήσει στη δημιουργία περαιτέρω προτύπων δέουσας επιμέλειας εκ μέρους του εφοπλιστή, επιπλέον απαιτήσεις πιστοποίησης για προγραμματιστές εξαρτημάτων, λογισμικού και νέα πρότυπα κατάρτισης και προσόντων για τους χειριστές στο κέντρο ελέγχου.

#### **4.2.3 Προκλήσεις και απειλές για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο**

Η ραγδαία ανάπτυξη της Τεχνολογίας των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών (ICT), οδήγησε στη δυνατότητα κατασκευής ενός μη επανδρωμένου πλοίου, η πλοήγηση του οποίου θα γίνεται εξ αποστάσεως, με καινοτόμα συστήματα επικοινωνίας και διασύνδεσης. Τα εν λόγω συστήματα, τα οποία είναι ευρέως γνωστά ως Cyber-Enabled Systems, είναι συστήματα πλοίων τα οποία ελέγχονται παραδοσιακά από το πλήρωμα του πλοίου αλλά τα οποία, χάρη στις πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία της πληροφορικής και της επιχειρησιακής τεχνολογίας, απέκτησαν την ικανότητα παρακολούθησης και ελέγχου από απόσταση με ή χωρίς την ύπαρξη πληρώματος στο πλοίο. Δυστυχώς όμως, όπως κάθε είδους τεχνολογική ανακάλυψη, έτσι και τα συστήματα αυτά, ενέχουν τον κίνδυνο να χρησιμοποιηθούν για κακόβουλους σκοπούς.

Οι δυνατότητες δικτύωσης, συμπληρώνουν αυτά τα συστήματα καθώς επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχό τους, παράλληλα όμως τα εκθέτουν στο διαδίκτυο και στις εγγενείς ευπάθειές του. Τα ευάλωτα σημεία των συστημάτων αυτών που θα χρησιμοποιηθούν εκτενώς στην κατασκευή των μη επανδρωμένων πλοίων, πρέπει να εντοπιστούν για να διασφαλιστεί ότι οι τεχνολογίες θα ενσωματωθούν με ασφάλεια στο σχεδιασμό και τις λειτουργίες των πλοίων. Ταυτόχρονα, οι ναυτιλιακές εταιρείες θα πρέπει να αξιολογήσουν τις ευπάθειές τους και να εφαρμόσουν ισχυρά σχέδια έκτακτης ανάγκης στον κυβερνοχώρο για την προστασία από απειλές. Η άμυνα και η κατάρτιση κατά των επιθέσεων στον κυβερνοχώρο θα είναι ένα ακόμη κόστος των μη επανδρωμένων πλοίων, ειδικά επειδή ένας οργανισμός μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνος εάν δεν λάβει εύλογα βήματα για την προστασία των αυτόνομων πλοίων από μη εξουσιοδοτημένους χειριστές.

Συνεπώς, οι γνώσεις που αποκτήθηκαν στο παρελθόν από παρεμφερή 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. 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.

## Απειλές Στον Κυβερνοχώρο

Το ISO/IEC 27032 ορίζει το " Cyber Security " ή αλλιώς την "Ασφάλεια στον κυβερνοχώρο", ως την "συντήρηση της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας των πληροφοριών στον Κυβερνοχώρο". Ως Κυβερνοχώρος ορίζεται "το πολύπλοκο περιβάλλον που προκύπτει από την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το λογισμικό και τις υπηρεσίες στο Διαδίκτυο μέσω συσκευών τεχνολογίας και δικτύων που συνδέονται με αυτό, το οποίο δεν υπάρχει σε καμία φυσική μορφή".

Οι απειλές κατά της ασφάλειας στα κυβερνο-συστήματα των μη επανδρωμένων πλοίων, είναι μείζονος 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. Όταν αναφερόμαστε σε απειλές κατά της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, αναφερόμαστε στις εκάστοτε 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.

Για παράδειγμα, ένα ξέσπασμα κακόβουλου λογισμικού τον Ιούνιο του 2017 παρέλυσε πλήθος δικτύων πληροφορικής σχεδόν σε ολόκληρο τον κόσμο προκαλώντας σημαντικές διαταραχές σε επιχειρηματικές δραστηριότητες καθώς και απώλεια εσόδων. Η δανική ναυτιλιακή εταιρεία Moller-Maersk ήταν ένας από τους οργανισμούς που πλήχθηκε περισσότερο και δήλωσε απώλεια τριακοσίων εκατ. δολαρίων λόγω της διακοπής λειτουργίας του συστήματος της καθώς και των προσπαθειών αποκατάστασης του.

Παρακάτω, περιγράφονται τα εν λόγω κρίσιμα σημεία ευπάθειας στα κοινά συστήματα πληροφορικής που θα περιλαμβάνουν τα μη επανδρωμένα πλοία και επεξηγούνται οι κίνδυνοι που συνδέονται με τη μεγάλη εξάρτηση της ναυτιλίας από τα συστήματα αυτά. Πρέπει να τονιστεί ότι ο ρόλος των κοινών συστημάτων πλοήγησης και επικοινωνίας όπως το ECDIS, το AIS και τα VSAT κλπ. θα αποκτήσει ακόμα μεγαλύτερη αξία στα μη επανδρωμένα πλοία.



## **i) Παρεμβολές Στο GPS**

Το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα και η συνδεσιμότητα των δεδομένων, είναι από τις σημαντικότερες εξελίξεις στον τομέα της ναυτιλίας. Πολλά κρίσιμα συστήματα του μη επανδρωμένου πλοίου θα βασίζονται στο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (Global Navigation Satellite System-GNSS) για την ασφαλή πλοήγηση, την επικοινωνία, την αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης και τον έλεγχο της κυκλοφορίας στη θάλασσα. Ωστόσο, ενδεχόμενες διαταραχές ή χειραγώγηση στα σήματα του συστήματος GPS (Global Positioning System) μπορούν να βγάλουν τα πλοία από την πορεία τους προκαλώντας συγκρούσεις, προσαράξεις και περιβαλλοντικές καταστροφές.

Το GPS αποτελεί τη βασική συσκευή για τα συμβατικά αλλά και τα αυτόνομα πλοία, δεδομένου ότι δίνει χρονισμό και στοιχεία αναφοράς σε σειρά συστημάτων όπως είναι οι ηλεκτρονικοί χάρτες, το ραντάρ, η γυροπυξίδα κλπ. Μια παρεμβολή στο σύστημα αυτό, είναι σίγουρο ότι θα δημιουργήσει σημαντικά προβλήματα στη λειτουργία του πλοίου και θα κάνει δύσκολη τη πλοήγησή του, ειδικά σε περιοχές με υψηλή ναυτιλιακή κυκλοφορία.

Το 2017, προέκυψε από έρευνες ότι περισσότερα από είκοσι συμβατικά εμπορικά πλοία παρατήρησαν ψευδή σήματα GPS που τα έβγαλαν περίπου 25 ναυτικά μίλια εκτός πορείας. Επιπρόσθετα, τον Ιούλιο του 2013 μια ερευνητική ομάδα από το πανεπιστήμιο του Texas απέκτησε απομακρυσμένο έλεγχο του συστήματος πλοήγησης ενός yacht αξίας ογδόντα εκατ. δολαρίων το οποίο βρισκόταν στην Μεσόγειο, χρησιμοποιώντας μια συσκευή αξίας μόλις 3.000 δολαρίων. Η επίθεση έγινε με την εκπομπή ράδιο-σημάτων που το πλοίο έλαβε μέσω της κεραίας GPS. Είναι λοιπόν πολύ ανησυχητικό, ότι τέτοιου είδους επιθέσεις ενδέχεται να επηρεάσουν στο άμεσο μέλλον, πλοία τα οποία θα είναι μη επανδρωμένα.

## **ii) Ψευδή Στοιχεία Στο AIS**

Το σύστημα αυτόματης αναγνώρισης (Automatic Identification System-AIS) αποτελεί το βασικό σύστημα εντοπισμού των πλοίων και της έγκαιρης ειδοποίησης της ξηράς για επιχειρήσεις έρευνας, διάσωσης και πρόγνωσης καιρού. Το σύστημα στέλνει σε τακτά χρονικά διαστήματα μια σειρά πληροφοριών στην ξηρά και σε άλλα πλοία. Η αξιοποίηση των μεταδιδόμενων πληροφοριών είναι τεράστιας σημασίας για την επίγνωση της κατάστασης και την αποφυγή συγκρούσεων στη θάλασσα.

Το βασικό μειονέκτημα του AIS είναι ότι δεν έχει ενσωματωμένο σύστημα ασφάλειας, και οι αναμεταδότες επικοινωνούν χωρίς έλεγχο ταυτότητας. Κάποιος ο οποίος θα επιθυμούσε να εκμεταλλευτεί κακόβουλα την αδυναμία του συστήματος, θα μπορούσε να εισάγει σήματα μέσω ενός λογισμικού που έχει οριστεί ως αναμεταδότης (SDR) και να τοποθετήσει ψευδή στοιχεία. Η εμπιστοσύνη στις

δυναμικά εσφαλμένες πληροφορίες θα μπορούσε να οδηγήσει σε λανθασμένες αποφάσεις και καταστροφικά αποτελέσματα.

Τον Οκτώβριο του 2013, η εταιρεία Trend Micro έκανε επίδειξη πώς ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να παρεμβληθεί με μια συσκευή που κόστισε μόλις 200 δολάρια. Πιο συγκεκριμένα, μέσω της συσκευής αυτής, μπορούσε να επιτευχθεί, τροποποίηση της θέσης, του φορτίου, της ταχύτητας, του ονόματος του πλοίου, η δημιουργία ενός ανυπάρχοντος «πλοίου φαντάσματος», η αποστολή ψευδών μετεωρολογικών δεδομένων, η προειδοποίηση για πιθανό ναυτικό ατύχημα κ.α.

Τα δεδομένα AIS είναι διαθέσιμα στο κοινό μέσω ιστοτόπων όπως " Vessel Finder " και " Marine Traffic ". Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) έχει καταδικάσει τη δημοσίευση τέτοιων στοιχείων στον παγκόσμιο ιστό καθώς αποκαλύπτει πληθώρα πληροφοριών σχετικά με τα πλοία και τη διαδρομή τους και μπορεί να αποτελέσει πηγή πληροφοριών για στοχευμένη επίθεση. Σε παγκόσμιο επίπεδο, γίνεται προσπάθεια θωράκισης του συστήματος ώστε να αποφευχθούν τέτοιου είδους επιθέσεις οι οποίες είναι και από τις πλέον συνηθισμένες.

### **iii) Τροποποίηση Δεδομένων Ηλεκτρονικών Χαρτών**

Σε ένα συμβατικό πλοίο, τα Ηλεκτρονικά Συστήματα Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών ( Electronic Chart Display and Information System – ECDIS ) βρίσκονται στη γέφυρα του πλοίου και χρησιμοποιούνται για την πλοήγηση του, παράλληλα με τους παραδοσιακούς ναυτικούς χάρτες. Σε ένα μη επανδρωμένο πλοίο, τα ECDIS θα χρησιμοποιούνται για τον ίδιο λόγο, δίνοντας όμως παράλληλα, πληροφορίες σε σειρά υποσυστημάτων του πλοίου, όπως το Ραντάρ, το Navtex, το ICS και τα δορυφορικά τερματικά. Οι ενημερώσεις των ναυτιλιακών χαρτών γίνεται συνήθως είτε μέσω διαδικτύου είτε από το πλήρωμα με φορητά μέσα αποθήκευσης. Από τη στιγμή που κάποιος αποκτήσει κακόβουλη πρόσβαση στο σύστημα, είναι προφανές ότι υπάρχει δυνατότητα να επηρεάσει όλη την ομάδα συσκευών που διασυνδέονται με τους ηλεκτρονικούς χάρτες. Στα μη επανδρωμένα πλοία τα οποία θα στηρίζονται αποκλειστικά στους ηλεκτρονικούς χάρτες, το συγκεκριμένο γεγονός θα ήταν καταστροφικό.

### **iv) Παρεμβολή Στα Τερματικά VSAT**

Τα τερματικά (VSAT) είναι σταθμοί επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται ανάμεσα στο πλοίο και στην ναυτιλιακή εταιρεία στην ξηρά για την αποστολή και τη λήψη δεδομένων μέσω ενός δορυφορικού δικτύου. Τα VSAT εκτελούν μια σειρά υπηρεσιών επικοινωνίας και ασφάλειας συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης του φορτίου, της δρομολόγησης των πλοίων, της πρόγνωσης του καιρού και στα μη επανδρωμένα πλοία ενδέχεται να χρησιμοποιούνται και για την διαδικασία της πρόσδεσης στο λιμάνι. Το Santamarta το 2014, εξέτασε μια σειρά VSAT από πολλούς κατασκευαστές και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι όλες οι ελεγχόμενες

συσκευές είναι ευάλωτες. Μεταδίδουν σε απλό κείμενο χωρίς έλεγχο ταυτότητας και κρυπτογράφηση. Αυτό μπορεί να επιτρέψει σε κάποιο κακόβουλο λογισμικό να προκαλέσει διακοπή ή καταστροφή του συστήματος και συνεπώς ανικανότητα του κέντρου ελέγχου να στείλει και να λάβει δεδομένα από το πλοίο.

#### 4.2.4 Πολιτικές Και Διαδικασίες Ασφαλείας

Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, δεν είναι ένα σχέδιο που κάθε ναυτιλιακή εταιρεία μπορεί να εφαρμόσει με τον ίδιο τρόπο. Η διασφάλιση των συστημάτων πληροφορικής της, πρέπει να δημιουργεί μια συνολική κάλυψη και να ενισχύει την ανθεκτικότητα της στις εξωτερικές και τις εσωτερικές απειλές. Αυτή η πολυεπίπεδη προσέγγιση, περιλαμβάνει διαδικαστικά και τεχνικά αντίμετρα σε κάθε επίπεδο.

Αρχικά, η διασφάλιση ενός αυτόνομου πλοίου σε βάθος προϋποθέτει τον εντοπισμό όλων των κινδύνων από και προς το πλοίο, που πηγάζουν από τα συστήματά του και τους ανθρώπους του. Είναι σημαντικό να εντοπιστούν τα συστήματα που είναι κρίσιμα για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου και να εξασφαλισθεί η δυνατότητα λειτουργίας τους, ακόμα και εάν συμβεί κάποια αποτυχία.

Ταυτόχρονα, τα συστήματα πληροφορικής της ναυτιλιακής εταιρείας και μελλοντικά του κέντρου ελέγχου, θα πρέπει να εξετάζονται διεξοδικά, δεδομένου ότι είναι ευάλωτα σε εξωτερικές απειλές. Πιο συγκεκριμένα, τα δίκτυα κρίσιμων ελέγχων θα πρέπει να βρίσκονται σε ασφαλή ζώνη, απομονωμένα από το εταιρικό δίκτυο πληροφορικής και το Διαδίκτυο. Η IACS έχει εντοπίσει, ότι τα περισσότερα προβλήματα που σχετίζονται με διασυνδεδεμένα συστήματα είναι πιθανό να οφείλονται σε ανεπιθύμητες ενημερώσεις λογισμικού ή αναβαθμίσεις του συστήματος και απρόσεκτες συνήθειες των εργαζομένων, και όχι στην άμεση κακόβουλη επίθεση.

Επίσης, οι χειριστές και οι μηχανικοί στο κέντρο ελέγχου της ξηράς δεν θα πρέπει να παρακάμπτουν τις διαδικασίες ασφαλείας με σκοπό την εύκολη πρόσβαση για την παρακολούθηση και την αντιμετώπιση των προβλημάτων του αυτόνομου πλοίου. Συνεπώς θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην εκπαίδευση τους και τη συναφή οργανωτική νοοτροπία του συνόλου του σχετικού προσωπικού.

Πολλές επιχειρήσεις σήμερα, στερούνται συνεκτικής προσέγγισης όσον αφορά τη διαχείριση της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο. Τα περισσότερα από τα υπάρχοντα συστήματά τους, σχεδιάστηκαν και προγραμματίστηκαν χωρίς να έχει σημασία η ασφάλεια και τα δεδομένα μεταφέρονται σε απλό κείμενο. Το λογισμικό το οποίο είναι ζωτικής σημασίας για την επιχείρηση, ενδέχεται να μην ενημερώνεται ή να μην αντικαθίσταται επειδή είναι συμβατό μόνο με συστήματα ή πρωτόκολλα παλαιού τύπου. Μια σειρά συσκευών και πρωτοκόλλων από διαφορετικούς προμηθευτές και τεχνολογικές εποχές συχνά καλούνται να λειτουργήσουν συνδυαστικά.

Η παραγωγή και η συντήρηση του λογισμικού θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις του αναγνωρισμένου εθνικού ή διεθνές προτύπου, όπως το πρότυπο IEC 61508. Αυτό γίνεται όλο και πιο σημαντικό όταν υπάρχει υψηλό επίπεδο ολοκλήρωσης λογισμικού και όταν υπάρχει σημαντική εξάρτηση από το σωστό λειτουργικό λογισμικό, όπως συμβαίνει με τα μη επανδρωμένα πλοία.

Τέλος, ο σχεδιασμός και η διαμόρφωση των δικτύων πληροφορικής θα πρέπει να χρησιμοποιεί ελέγχους ταυτότητας και κρυπτογράφησης καθώς τα συστήματα στα αυτόνομα πλοία που θα συνδέονται με τις εγκαταστάσεις στη ξηρά θα αυξήσουν ακόμη περισσότερο την έκθεση σε εξωτερικές απειλές.

#### **4.2.5 Προκλήσεις Του Ανθρώπινου Παράγοντα**

Τα πρωτότυπα των μη επανδρωμένων εμπορικών πλοίων, αναμένεται να τεθούν σε λειτουργία μέσα στα επόμενα χρόνια. Η κύρια επιχειρηματολογία που υποστηρίζει την εισαγωγή τους, αφορά την αύξηση της ασφάλειας στην ναυσιπλοΐα. Η εν λόγω αύξηση της ασφάλειας, αναμένεται να επιτευχθεί με τη μείωση της συχνότητας των ατυχημάτων που σχετίζονται με τον άνθρωπο, κυρίως μέσω της αφαίρεσης 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. Παρόλα αυτά, η βελτίωση της ασφάλειας των θαλάσσιων μεταφορών συνολικά, δεν είναι ένα τόσο απλό ζήτημα. Πρακτικά, ο άνθρωπος θα συνεχίσει να ασχολείται με την κατασκευή, την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη συντήρηση των συστημάτων ενός μη επανδρωμένου 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. Πράγματι, όσο αφορά τον κλάδο των θαλάσσιων μεταφορών, τα ποσοστά των ατυχημάτων συνεχώς βελτιώνονται χάρη στη συνεχή βελτίωση των τεχνολογικών μέσων. 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.

Όπως έγινε κατανοητό από την ανάλυση του τρόπου λειτουργίας των αυτόνομων πλοίων, ο ανθρώπινος παράγοντας θα εξακολουθήσει να είναι παρών. Η ύπαρξή του, θα μετατοπιστεί κυρίως πριν από την στιγμή της χρήσης του πλοίου, σε μια προηγούμενη φάση, κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, της κατασκευής και των

δοκιμών του. Ωστόσο, αυτό μπορεί να δημιουργήσει ταυτόχρονα νέους κινδύνους που δεν έχουν ακόμη αναγνωριστεί. Είναι αμφίβολο εάν ο σχεδιαστής του αυτόνομου πλοίου θα μπορέσει να προβλέψει εξ αρχής όλες τις διαφορετικές επιχειρησιακές καταστάσεις και να κάνει το πλοίο να ενεργεί πάντα με ασφαλή τρόπο.

Αρχικά, το λογισμικό των πληροφοριακών συστημάτων του αυτόνομου πλοίου, δηλαδή η τελική συμπεριφορά του συστήματος σε διαφορετικές λειτουργικές καταστάσεις, θα σχεδιαστεί από έναν άνθρωπο. Στην περίπτωση ενός αυτόνομου πλοίου, το μέγεθος του συνολικού λογισμικού και η δομή του είναι περίπλοκα. Διαιρείται σε υποσυστήματα και μικρότερες οντότητες, μέσα σε ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών συσκευών που επικοινωνούν μεταξύ τους. Ενδεχομένως η ύπαρξη ενός ή περισσότερων μικρών ανθρώπινων σφαλμάτων στο λογισμικό να προκαλέσουν λανθασμένη λειτουργία του ευρύτερου συστήματος.

Υπάρχουν απλά ανθρώπινα λάθη που μπορούν να συμβούν κατά τη διάρκεια των εργασιών ανάπτυξης του λογισμικού, όπως τα τυπογραφικά λάθη και η κοινή ανθρώπινη απροσεξία στη διάρκεια της κωδικοποίησης, η οποία θα μπορούσε να προκαλέσει σφάλματα με μεγάλη ποικιλία συμπτωμάτων. Στην διαδικασία ανάπτυξης του λογισμικού του αυτόνομου πλοίου, είναι εξαιρετικά σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι οι αλγόριθμοι και οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων θα καθοριστούν προσεκτικά, σωστά κωδικοποιημένα και διεξοδικά δοκιμασμένα, όχι μόνο για τις φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας του πλοίου, αλλά και για τις εξαιρετικές περιστάσεις. Το θετικό με τα σφάλματα λογισμικού είναι ότι δεν πολλαπλασιάζονται κατά τη διάρκεια ζωής του συστήματος. Αντ' αυτού, με τη δοκιμή και τη χρήση του, τα σφάλματα θα αποκαλυφθούν και το λογισμικό θα μπορεί να διορθωθεί και να ενημερωθεί.

Η ευθύνη όμως για ένα ατύχημα που οφείλεται σε σφάλμα του λογισμικού, δεν μπορεί να αποδοθεί στο σύστημα του υπολογιστή. Συνεπώς, ο άνθρωπος θα εξακολουθήσει να υπάρχει, ακόμη και όταν έχει γίνει κάθε δυνατή προσπάθεια δοκιμής και διόρθωσης του λογισμικού πριν από την κυκλοφορία του αυτόνομου πλοίου στην αγορά. Ως εκ τούτου, η διαδικασία της ανάπτυξης και των δοκιμών του λογισμικού για το αυτόνομο πλοίο είναι εξαιρετικά κρίσιμη. Παράλληλα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το αυτόνομο πλοίο σε ορισμένες καταστάσεις θα είναι τηλεχειριζόμενο από τους χειριστές του κέντρου ελέγχου. Επομένως, σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας, ο ανθρώπινος παράγοντας θα είναι παρών με τον ίδιο τρόπο που είναι και στην γέφυρα ενός επανδρωμένου πλοίου. Η συνειδητοποίηση της κατάστασης θα είναι απαραίτητη για τον ασφαλή και αποτελεσματικό έλεγχο του πλοίου και ως εκ τούτου, η ποιότητα των πληροφοριών που θα παρουσιάζονται στον χειριστή του πλοίου στο κέντρο ελέγχου θα είναι ζωτικής σημασίας.

Ο χειριστής, πρέπει να έχει συνεχή ροή πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση του ίδιου του πλοίου αλλά και την κυκλοφοριακή κατάσταση γύρω από αυτό. Εάν ο χειριστής στο κέντρο ελέγχου της ξηράς λαμβάνει ακριβώς τις ίδιες πληροφορίες που θα ήταν διαθέσιμες στον πλοίαρχο στη γέφυρα ενός συμβατικού πλοίου, δεν υπάρχει ουσιαστικά καμία διαφορά μεταξύ του απομακρυσμένου ελέγχου και του ελέγχου

που πραγματοποιείται επί του παρόντος στα επανδρωμένα πλοία. Για παράδειγμα, οι καιρικές συνθήκες δεν θα πρέπει να επηρεάζουν το αυτόνομο σύστημα των αισθητήρων του πλοίου. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το αυτόνομο πλοίο θα αλληλοεπιδρά με άλλα πλοία, επανδρωμένα και μη που θα συνεχίσουν να τα χειρίζονται άνθρωποι. Αυτή η αλληλεπίδραση θα δημιουργεί προβλήματα στο συνολικό σύστημα που θα μπορούσαν επίσης να οδηγήσουν σε ατυχήματα. Για παράδειγμα, οι προκλήσεις της επικοινωνίας λόγω περιορισμένης γνώσης των τοπικών συνθηκών που δεν είναι γνωστές από τον χειριστή του κέντρου ελέγχου και τα γλωσσικά ζητήματα, θα παραμείνουν τα ίδια.

Ταυτόχρονα, η περιορισμένη συνειδητοποίηση της κατάστασης λόγω της μειωμένης αίσθησης του πλοίου μπορεί να δημιουργήσει νέα προβλήματα. Το σύστημα διεύθυνσης του πλοίου δεν θα μπορεί εύκολα να ρυθμιστεί ώστε να ακολουθήσει την κατεύθυνση των επερχόμενων κυμάτων. Σε δύσκολες καιρικές συνθήκες, η απουσία πραγματικής επαφής των μελλοντικών ναυτικών με το πλοίο, εκτός από την δυσκολία στην συνειδητοποίηση της κατάστασης, είναι πιθανό να δημιουργήσει έλλειψη και υποβάθμιση των δεξιοτήτων που απαιτούνται για τον χειρισμό ενός πλοίου. Το άγχος και η υπερφόρτωση πληροφοριών, λόγω της πληθώρας των υπό έλεγχο πλοίων, των αισθητήρων τους καθώς και η συνεχής εναλλαγή στην παρακολούθηση μεταξύ δύο πλοίων είναι επίσης πολύ πιθανό να επιδεινώσουν μια κατάσταση. Τέλος, η ανία των χειριστών θα πρέπει να συνεκτιμηθεί στις προκλήσεις που σχετίζονται με τους ανθρώπινους παράγοντες.

Είναι προφανές, ότι το ανθρώπινο στοιχείο θα συνεχίσει να κατέχει τον κυριότερο ρόλο σε ένα αυτόνομο πλοίο, ακόμα κι αν αυτό μελλοντικά θα είναι μη επανδρωμένο. Σε αντίθεση με την πρόβλεψη ότι τα μη επανδρωμένα πλοία θα είναι ασφαλέστερα χάρη στην απουσία των ανθρώπινων παραγόντων, ο κίνδυνος του ανθρώπινου λάθους θα μεταφερθεί στο κέντρο ελέγχου της ξηράς, καθώς η παρακολούθηση του πλοίου από τον εκάστοτε χειριστή θα εξαρτάται εξ ολοκλήρου από την ερμηνεία των μεταδιδόμενων δεδομένων και δεν θα αφαιρέσει ολοκληρωτικά τον κίνδυνο του ανθρώπινου σφάλματος. Αν και ορισμένοι τύποι σφαλμάτων θα εξαλειφθούν, είναι πολύ πιθανό ο αυτοματισμός στα πλοία να δημιουργήσει νέες ανθρώπινες αδυναμίες και να διογκώσει τις υπάρχουσες, εάν το τελικό σύστημα δεν σχεδιαστεί σωστά.

Η θετική πλευρά του ανθρώπινου στοιχείου είναι η δημιουργικότητα και η ικανότητα προσαρμογής σε απρόβλεπτες και δύσκολες καταστάσεις. Αυτή η δύναμη, μερικές φορές μπορεί να μετατραπεί σε έλλειψη παρόμοιας ικανότητας προσαρμογής σε απρόβλεπτες καταστάσεις και να γίνει ένα δυνητικά αδύναμο σημείο του αυτόνομου πλοίου. Πρέπει λοιπόν, να υπάρχει μεγάλη ανθεκτικότητα στο σύστημα ελέγχου του αυτόνομου πλοίου για να το καταστήσει ασφαλής εναλλακτική λύση για τις θαλάσσιες μεταφορές στο μέλλον.

Ο στόχος του έργου MUNIN δεν ήταν μόνο να αποδείξει την τεχνική σκοπιμότητα των μη επανδρωμένων πλοίων, αλλά και να δείξει ότι ένα μη επανδρωμένο σύστημα είναι τουλάχιστον εξίσου ασφαλές με ένα επανδρωμένο. Η αναφορά του έργου στο

γεγονός ότι, ένα αυτόνομο σύστημα θα αφαιρέσει το ανθρώπινο λάθος ως αιτία ατυχημάτων, παρερμηνεύει σε μεγάλο βαθμό την πολυπλοκότητα και την ανθρώπινη συμμετοχή στα αυτόνομα συστήματα. Οι τεχνικές αναλύσεις πιθανότατα θα παίξουν σημαντικό ρόλο στην αρχή, όπως συμβαίνει με τα περισσότερα νέα συστήματα, αλλά αναμένεται να ξεπεραστούν καθώς αποκτάται εμπειρία. Παρόλα αυτά το ανθρώπινο λάθος θα συνεχίσει να είναι η μεγαλύτερη πρόκληση.

#### **4.2.6 Προκλήσεις που αφορούν την κατασκευή του Κέντρου Ελέγχου Ξηράς**

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 αλληλεπιδρούν 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.

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.

## ι) Λειτουργία Κέντρου Ελέγχου Ξηράς

Το κέντρο ελέγχου της ξηράς, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα υπάρχει για όλα τα αυτόνομα πλοία. Θα χρησιμοποιηθεί ως εφεδρικό μέσο, αφενός για να μειωθεί η απαιτούμενη πολυπλοκότητα των συστημάτων ανίχνευσης και ελέγχου επί του πλοίου, αφετέρου για να ικανοποιήσει τις νομικές απαιτήσεις που προκύπτουν από οποιοδήποτε ατύχημα στο οποίο εμπλέκεται το πλοίο. Οι κανονισμοί ‘επάνδρωσης’ που θα πρέπει να πληροί ένα κέντρο ελέγχου στην ξηρά θα συμφωνηθούν από τις αρμόδιες αρχές σε μεταγενέστερο χρόνο, όταν θα θεσπιστεί ένα νομικό πλαίσιο σχετικά με τα μη επανδρωμένα πλοία. Προς το παρόν, ορισμένοι απαραίτητοι ρόλοι, θα είναι πιθανότατα τουλάχιστον οι εξής:

- Ο χειριστής του κέντρου ελέγχου, που θα παρακολουθεί τη λειτουργία των αυτόνομων πλοίων και θα τα ελέγχει, ενημερώνοντας το σχέδιο ταξιδιού ή την κατάσταση λειτουργίας του αυτόνομου συστήματος.
- Ο μηχανικός του κέντρου ελέγχου, ο οποίος θα βοηθά τον χειριστή σε περίπτωση τεχνικών ερωτήσεων και ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για το σχέδιο συντήρησης των πλοίων με βάση την κατάσταση του συστήματος συντήρησης εξασφαλίζοντας επαρκή αξιοπιστία του τεχνικού συστήματος για το επόμενο αυτόνομο ταξίδι.
- Η ομάδα χειρισμού καταστάσεων του κέντρου ελέγχου, που μπορεί να αναλάβει τον άμεσο απομακρυσμένο έλεγχο ενός αυτόνομου πλοίου. Ο έλεγχος θα πραγματοποιείται μέσω ενός προσομοιωτή της γέφυρας που θα υπάρχει στο κέντρο ελέγχου, συμπεριλαμβανομένου ενός συστήματος υποστήριξης απομακρυσμένων ελιγμών, που εξασφαλίζει την κατάλληλη κατάσταση ευαισθητοποίησης παρά τη φυσική απόσταση του πληρώματος και του πλοίου.

Παράλληλα, γίνεται λόγος για την ύπαρξη ενός συντονιστή στο κέντρο ελέγχου, ο οποίος πιθανότατα θα κατέχει τον τίτλο του καπετάνιου και θα έχει ως αρμοδιότητα τον συντονισμό των παραπάνω ρόλων και διαδικασιών.

Σύμφωνα με το έργο MUNIN, κάθε χειριστής του κέντρου ελέγχου, υπολογίζεται ότι θα παρακολουθεί έξι μη επανδρωμένα πλοία. Ωστόσο, ο ακριβής αριθμός των πλοίων που θα παρακολουθούνται από κάθε χειριστή, είναι ένα από τα σημεία που δεν μπορούν να καθοριστούν εκ των προτέρων, αφού πολλοί παράγοντες εξαρτώνται από τις διεπαφές που θα έχουν οι χειριστές με τα συστήματα. Οι χειριστές θα ενημερώνονται συνεχώς για κάποια υπέρβαση των ορίων, όπως για παράδειγμα, εάν το πλοίο εγκαταλείψει το προκαθορισμένο μονοπάτι και το χρονοδιάγραμμά του ή εάν τα συστήματα των αισθητήρων του πλοίου εντοπίσουν ένα αντικείμενο που δεν μπορεί να αναγνωριστεί.

Ο απομακρυσμένος έλεγχος των αυτόνομων πλοίων θα εξαρτάται από μεγάλους όγκους κρίσιμων δεδομένων που θα διαβιβάζονται από πολλαπλές πηγές του πλοίου,



στο κέντρο ελέγχου, καθιστώντας την επικοινωνία ένα από τα υψηλότερα λειτουργικά έξοδα. Εκτιμάται ότι το κόστος μπορεί να φτάσει έως και 150.000 δολάρια το μήνα με τις σημερινές τιμές, εάν εφαρμοστεί σε πραγματικό χρόνο η επικοινωνία όλων των παραμέτρων. Για τον λόγο αυτό, στα πρώτα στάδια εφαρμογής των μη επανδρωμένων πλοίων, οι πληροφορίες που θα αποστέλλονται θα είναι οι πλήρως απαραίτητες.

Οι ενημερώσεις κατάστασης από το πλοίο στην ξηρά, που αφορούν το ραντάρ, τον κινητήρα, το πηδάλιο, την ταχύτητα, τα ηχητικά δεδομένα, απαιτούν συνδέσεις σχετικά χαμηλών ταχυτήτων. Ωστόσο, όταν το κέντρο ελέγχου θα πρέπει να αναλάβει τον άμεσο τηλεχειρισμό του πλοίου ή να έχει πρόσβαση σε βίντεο και εικόνες υψηλής ευκρίνειας, απαιτείται σύνδεση ευρείας ζώνης και υψηλής ποιότητας.

Οι συνδέσεις αυτές τις μέρες, δεν έχουν αναπτυχθεί σε συνδέσεις υψηλής ταχύτητας σε όλες τις περιοχές π.χ. περιοχές ανοιχτής θάλασσας. Σε παράκτιες περιοχές, ταχύτερες συνδέσεις είναι συνήθως διαθέσιμες και το πλοίο θα μπορεί να χρησιμοποιεί 4G ή κάποιο άλλο δίκτυο, ώστε ο χειριστής να λαμβάνει πλήθος πληροφοριών από τους αισθητήρες, π.χ. HD βίντεο. Σε ανοιχτές θάλασσες, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη άλλες εναλλακτικές λύσεις, όπως οι δορυφορικές ή VHF συνδέσεις, καθώς η δυνατότητα μεταφοράς των δεδομένων περιορίζεται. Επίσης, η διαθεσιμότητα ευρείας ζώνης μπορεί να είναι ένα πρόβλημα στις κυριότερες θαλάσσιες διαδρομές, αν πολλά γειτονικά πλοία απαιτούν ταυτόχρονα ροή HD βίντεο.

Ένα υπάρχον δορυφορικό σύστημα για τα μη επανδρωμένα πλοία είναι το σύστημα Inmarsat Global Xpress. Το σύστημα έχει υψηλή κάλυψη και υψηλό εύρος ζώνης, καθώς χρησιμοποιεί όλες τις ζώνες KA, S και X και μπορεί να αλλάζει μεταξύ αυτών των ζωνών χωρίς να αναλάβει δράση ο χειριστής. Στο μέλλον, λόγω της αυξημένης ζήτησης των πελατών για τέτοιου είδους υπηρεσίες, οι δορυφορικές συνδέσεις θα γίνουν πολύ γρηγορότερες και οικονομικότερες και τα προβλήματα με το εύρος ζώνης θα είναι παρελθόν, έχοντας ως αποτέλεσμα ο χειριστής του κέντρου ελέγχου να μπορεί να λαμβάνει δεδομένα σε υψηλές ταχύτητες, από οπουδήποτε.

Καθώς δημιουργούνται μεγαλύτερες απαιτήσεις ευρείας ζώνης και σύνδεσης, επιβάλλεται να υπάρχουν πολλαπλά αντίγραφα έκτακτης ανάγκης σε τέτοιες καταστάσεις. Το έργο MUNIN, με την βοήθεια της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής έχει αναπτύξει πρότυπα για τα δίκτυα και τις διασυνδέσεις πλοίων προς την ξηρά για τα μελλοντικά αυτόνομα πλοία. Το πρότυπο IEC 61162-460 καθορίζει τον τρόπο κατασκευής ενός εξαιρετικά ανθεκτικού δικτύου δεδομένων γέφυρας με ασφαλείς συνδέσεις με εξωτερικά δίκτυα. Παρά το γεγονός ότι το συγκεκριμένο πρότυπο δεν έχει ακόμη εφαρμοστεί, θα είναι το διεθνές πρότυπο για τα ολοκληρωμένα συστήματα επικοινωνιών με πολλαπλά κανάλια, συμπεριλαμβανομένων των πρωτοκόλλων για τη δρομολόγηση επικοινωνίας πλοίου προς ακτή.

## ii) Επίγνωση Της Κατάστασης

Οι αξιωματικοί γέφυρας στα επανδρωμένα πλοία εργάζονται διαρκώς για την οικοδόμηση αυτού που ονομάζεται 'επίγνωση της κατάστασης'. Στη γέφυρα ενός συμβατικού πλοίου, αυτό επιτυγχάνεται με όργανα παρακολούθησης όπως το ραντάρ και το ηλεκτρονικό σύστημα ναυτικών χαρτών και πληροφοριών, αλλά και κοιτάζοντας έξω από τα παράθυρα, λαμβάνοντας υπόψη την κίνηση των κυμάτων και τους κραδασμούς του πλοίου.

Σε κοντινές αποστάσεις από άλλα αντικείμενα, όπως κατά την πλοήγηση σε ένα αρχιπέλαγος ή κατά τη διάρκεια ελιγμών στο λιμάνι, η εργασία του πληρώματος είναι κυρίως οπτική καθώς συλλέγονται πληροφορίες από το εξωτερικό περιβάλλον. Κατά την διάρκεια που το πλοίο διασχίζει τον ωκεανό, το έργο του πληρώματος μετατρέπεται σε μια πιο εποπτική κατάσταση. Λόγω της έλλειψης αντικειμένων οπτικής αναφοράς, χρησιμοποιούνται κυρίως πληροφορίες που προέρχονται από τα ναυτικά όργανα πλοήγησης όπως το ραντάρ και ο ηλεκτρονικός ναυτικός χάρτης.

Όμως, όταν ο καιρός στον ωκεανό χειροτερεύει, η κατάσταση στη γέφυρα μετατρέπεται από μια εργασία παρακολούθησης σε ένα πιο ενεργό έργο. Ο αυτόματος πιλότος είναι συχνά αποσυνδεδεμένος και το πλοίο κατευθύνεται χειροκίνητα με στόχο να διασχίσει ομαλότερα τις θάλασσες. Ο καπετάνιος στηριζόμενος στην εμπειρία και τις δεξιότητές του αντιλαμβάνεται τότε πρέπει να επιβραδύνει ή να μεταβάλλει ελαφρώς την πορεία του πλοίου σε σχέση με την κατεύθυνση και τη μορφή των επερχόμενων κυμάτων, για την καλύτερη φροντίδα και την ασφάλεια του ίδιου του πλοίου, του φορτίου και του πληρώματός του.

Επομένως, η έννοια της επίγνωσης της κατάστασης εμπεριέχει πολύ περισσότερα από την απλή συλλογή και τη χρήση των πληροφοριών που παρουσιάζονται από τα όργανα πλοήγησης. Η έλλειψη της άμεσης επαφής των ανθρώπων με το πλοίο, δημιουργεί πολλά ζητήματα που αφορούν την παρακολούθηση και τον έλεγχο, καθώς θα είναι δύσκολο για τους χειριστές του κέντρου ελέγχου ξηράς να αντιληφθούν πώς συμπεριφέρεται το πλοίο χιλιάδες μίλια μακριά και τι συμβαίνει στο περιβάλλον του κάθε στιγμή.

Το σύνολο αυτών των παραγόντων που προκαλούν την αίσθηση του πλοίου θα πρέπει να μεταφερθούν στην ξηρά, στο κέντρο ελέγχου. Κατά τη διάρκεια της πλοήγησης, η έννοια της «αίσθησης του πλοίου» από τους ναυτικούς που βρίσκονται σε αυτό, παίζει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία και τη διατήρηση της «αρμονίας» μέσω της οποίας μπορεί να εξασφαλιστεί η γενικότερη ασφάλεια του πλοίου και των ανθρώπων. Η έννοια της «αρμονίας» αφορά την επίτευξη του συντονισμού του πλοίου με το δυναμικό περιβάλλον.

Ενώ οι έννοιες της αίσθησης και της αρμονίας του πλοίου δημιουργήθηκαν αρχικά για τους ελιγμούς του πλοίου, η εφαρμογή τους εκτείνεται πλέον και στο πεδίο των κέντρων ελέγχου που βρίσκονται στην ξηρά καθώς με την απώλεια της άμεσης πλοήγησης, η αρμονία χάνεται επίσης.

### iii) Σχεδιασμός Του Κέντρου Ελέγχου Με Επίκεντρο Τον Χειριστή

Προκειμένου να εντοπιστούν οι πληροφορίες που θα χρειαστεί το κέντρο ελέγχου της ξηράς, για να έχει επαρκή ενημέρωση με σκοπό την διατήρηση ενός υψηλού επιπέδου επίγνωσης της κατάστασης, πραγματοποιήθηκε μια έρευνα από το Πανεπιστήμιο Chalmers, στα πλαίσια της τεχνολογικής σκοπιμότητας του έργου MUNIN. Η έρευνα ήταν μια δοκιμή, βασισμένη σε υποθετικά σενάρια ελέγχου αυτόνομων πλοίων, όπου πλοίαρχοι και μηχανικοί ανέλαβαν τον ρόλο του χειριστή και του μηχανικού, ενώ παρακολουθούσαν έξι αυτόνομα πλοία.

Τα ευρήματα της μελέτης οδήγησαν σε ορισμένα από τα παρακάτω συμπεράσματα. Η δομή της ιεραρχίας του κέντρου ελέγχου, με έναν καπετάνιο ως τελικό υπεύθυνο λήψης αποφάσεων, είναι αμφισβητήσιμη. Ο καπετάνιος αποδείχθηκε ο πιο αδύναμος κρίκος καθώς ήταν τελείως εκτός του βρόχου και αντιμετώπισε δυσκολίες στην ανάπτυξη της επίγνωσης της κατάστασης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Επίσης, οι οπτικές και οι ακουστικές πληροφορίες που μεταδίδονταν στο κέντρο ελέγχου διαπιστώθηκε ότι είναι ελλιπείς και θα πρέπει να αυξηθούν, ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος και λήψη αποφάσεων. Ταυτόχρονα, φάνηκε ότι το κέντρο ελέγχου θα πρέπει να είναι σχεδιασμένο ειδικά για τις ανάγκες του ανθρώπου και να μην είναι αντίγραφο μιας συμβατικής γέφυρας πλοίου προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η απομακρυσμένη επίγνωση της κατάστασης. Τέλος, εντοπίστηκε ότι το σύστημα συναγερμού θα πρέπει να έχει δυναμικό σχεδιασμό, δίνοντας έτσι στους ανθρώπους που βρίσκονται στο κέντρο ελέγχου, περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν και να εισέλθουν στον βρόχο για περαιτέρω αποφάσεις και ενέργειες.

Προφανώς, ο τρόπος με τον οποίο θα είναι διαμορφωμένο το σύστημα διαχείρισης συναγερμών, είναι το πιο σημαντικό στοιχείο στον σχεδιασμό του κέντρου ελέγχου αφού θα πρέπει να διατηρεί τους χειριστές εντός βρόχου. Το τρέχον πρωτότυπο του, είναι δομημένο ως σύστημα αναφοράς της κατάστασης έξι πλοίων για κάθε χειριστή. Κάθε πλοίο με τη σειρά του, χωρίζεται σε εννέα επιπλέον υποκατηγορίες, οι οποίες εμπεριέχουν τις πληροφορίες που αποστέλλονται από τους αισθητήρες του πλοίου.

Το σύστημα, βασίζεται σε τρία χρώματα σημαίων (κόκκινο, κίτρινο, πράσινο) και ενσωματώνει και άλλα συμβατικά όργανα πλοήγησης, όπως οι θαλάσσιοι χάρτες. Η προσέγγιση αυτή, επιτρέπει στους χειριστές να ελέγχουν την κατάσταση όλων των υπό έλεγχο πλοίων, εκτελώντας μια γρήγορη σάρωση μέσω του ελέγχου των σημαίων. Η φυσιολογική κατάσταση κάθε υποκατηγορίας παρουσιάζεται με πράσινο χρώμα. Εάν κάποια από τις παραμέτρους εμφανίσει κίτρινο ή κόκκινο χρώμα, το πλαίσιο της εκάστοτε κατηγορίας θα αλλάξει χρώμα, το ίδιο και η σημαία στη μέση του μεγάλου κύκλου, προειδοποιώντας τον χειριστή ότι κάτι στο πλοίο αυτό απαιτεί την προσοχή του. Όλες οι πληροφορίες που αποστέλλονται από το κάθε πλοίο προς το κέντρο ελέγχου της ξηράς συγκροτούνται με τυποποιημένο τρόπο όπως φαίνεται και στην εικόνα κάτω από τις εξής εννέα κατηγορίες:

1. Ταξίδι: Στην κατηγορία αυτή, εμπεριέχονται πληροφορίες σχετικά με το σχέδιο ταξιδιού, με τον καθορισμό παραμέτρων για συναγεμμούς που θα αλλάξουν κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού (π.χ. ελάχιστο επιτρεπόμενο βάθος, ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση από άλλα σκάφη κ.λπ.), ενημερώσεις που σχετίζονται με τα μηνύματα AIS του πλοίου, την κατάσταση καυσίμων καθώς και καθημερινές ενημερώσεις από τις υπηρεσίες μετεωρολογικού ελέγχου.
2. Ναυσιπλοΐα: Σε αυτή την κατηγορία, εμπεριέχονται όλες οι πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση του πλοίου όπως η θέση, η κατεύθυνση, η γωνία του πηδαλιού, η ταχύτητα στροφής, η ταχύτητα πλεύσης κλπ. Κάθε πλοίο παρουσιάζεται με ένα ορθογώνιο κουτί που κινείται κατά μήκος της προγραμματισμένης διαδρομής. Το κουτί αντιπροσωπεύει την αναμενόμενη θέση και το χρονικό διάκενο στο οποίο πρέπει να βρίσκεται το πλοίο αν το ταξίδι προχωράει σύμφωνα με το σχέδιο. Εάν το πλοίο για κάποιο λόγο αποκλίνει από τα παραπάνω, ο χειριστής ειδοποιείται.
3. Παρατηρήσεις: Σε αυτή την ομάδα αναφέρονται οι σημαντικές πληροφορίες που λαμβάνονται από το σύστημα εντοπισμού αντικειμένων. Το σύστημα αισθητήρων συνδυάζει πληροφορίες από το ραντάρ, το AIS, τις βιντεοκάμερες και τις υπέρυθρες κάμερες, σε ένα σύστημα αναγνώρισης αντικειμένων το οποίο προσδιορίζει την πορεία και την ταχύτητα των άλλων πλοίων και τα μεταδίδει στον αυτόνομο ελεγκτή πλοίου (ASC). Τα δεδομένα αυτά, εμφανίζονται επίσης και στο σύστημα γραφημάτων του κέντρου ελέγχου στην ξηρά. Σε αυτή την ομάδα αναφέρονται επίσης πληροφορίες σχετικά με τις κινήσεις του πλοίου, την ανύψωση και το χτύπημα των κυμάτων ώστε να δίνουν κάποια αίσθηση πλοίου στον χειριστή.
4. Ασφάλεια Και Καταστάσεις Έκτακτης Ανάγκης: Σε αυτή την ομάδα παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με την πυρόσβεση, την εισροή νερού, τις αντλίες, τις υδατοστεγείς πόρτες, τον χειρισμό των αγκυρών κλπ.
5. Ασφάλεια Στον Κυβερνοχώρο: Αυτή η ομάδα περιέχει πληροφορίες σχετικά με την κυβερνοασφάλεια στο πλοίο. Ο χειριστής θα μπορεί να ελέγχει την εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στο πλοίο (π.χ. ομάδα συντήρησης), αλλά και πιθανών εισβολέων ή λαθρεπιβατών επί του πλοίου που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο την ακεραιότητα του. Οι εικόνες κάμερας CCTV από το πλοίο θα μπορούν επίσης να ελέγχονται από τον χειριστή και να δίνουν σαφή εικόνα της κατάστασης στο μηχανοστάσιο, τη σκάλα πιλότου, το φορτίο καθώς και τους κοινόχρηστους εσωτερικούς χώρους και τους χώρους του καταστρώματος.
6. Φορτίο, Σταθερότητα Και Αντοχή: Σε αυτή την ομάδα παρουσιάζονται πληροφορίες για το αυτόνομο σύστημα σταθερότητας του φορτίου. Αυτή η ομάδα περιέχει επίσης πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες του φορτίου, την παρακολούθηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του εξαερισμού.
7. Τεχνική: Σε αυτή την ομάδα εντάσσονται οι παράμετροι του κινητήρα. Ο κινητήρας ελέγχεται από το αυτόνομο σύστημα ελέγχου του κινητήρα και όταν όλα λειτουργούν σωστά, μόνο μια πολύ περιορισμένη ποσότητα πληροφοριών αποστέλλεται στην ακτή. Ωστόσο, το κέντρο ελέγχου μπορεί να

παρακολουθήσει όλες τις διαθέσιμες παραμέτρους του κινητήρα και να ελέγξει το σχέδιο συντήρησης και επισκευής.

8. Κέντρο Ελέγχου: Το μη επανδρωμένο πλοίο θα είναι υποχρεωμένο να ακούει και να ανταποκρίνεται σε όλα τα σήματα κινδύνου όπως ένα επανδρωμένο πλοίο. Οι εισερχόμενες κλήσεις θα πρέπει να συνδέονται με τον χειριστή της ακτής. Navtex, προειδοποιήσεις πλοήγησης, μηνύματα κειμένου AIS κλπ. θα υπάρχουν επίσης μέσα σε αυτήν την ομάδα πληροφοριών.
9. Διοικητικό: Τέλος, θα υπάρχει μια ομάδα που θα περιέχει τις πληροφορίες που σχετίζονται με τις καταγραφές ενός πλοίου, όπως τα διάφορα ημερολόγια συμβάντων. Το VDR (Voyage Data Recorder) είναι ένας τέτοιος τύπος πληροφοριών. Τέλος, όσο αφορά το έργο AAWA, στις περιπτώσεις που το αυτόνομο πλοίο δεν θα μπορεί να επιλύσει ένα πρόβλημα που προκύπτει από μόνο του, θα στέλνει ένα μήνυμα «raprap» στον χειριστή στο κέντρο ελέγχου στην ξηρά, δείχνοντας ότι είναι επείγουσα ανάγκη να αναληφθεί ο έλεγχός του.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με έμφαση στην βιωσιμότητα και την ανταγωνιστικότητα των θαλάσσιων μεταφορών, η έρευνα για τον σχεδιασμό των μη επανδρωμένων εμπορικών πλοίων είναι ευρεία, αποκαλύπτοντας συνεχώς θετικά αποτελέσματα που υποστηρίζουν την πιθανή λειτουργία τους στην ανοικτή θάλασσα, στο άμεσο μέλλον.

Παρόλο που ο ακριβής τρόπος κατασκευής των επιμέρους συστημάτων του αυτόνομου πλοίου εξακολουθεί να συνδέεται με ένα υψηλό επίπεδο αβεβαιότητας, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα αυτόνομα πλοία φέρουν τη δυνατότητα αύξησης της κερδοφορίας των ναυτιλιακών εταιρειών. Με την πλήρη αφαίρεση του πληρώματος από το πλοίο, οι ναυτιλιακές εταιρείες μπορούν να επιτύχουν καλύτερα κέρδη χάρη στο μειωμένο κόστος επάνδρωσης και την ταυτόχρονη αύξηση της μεταφορικής τους ικανότητας.

Με βάση το μοντέλο των ταμειακών ροών στη ναυτιλία και χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση πέντε σεναρίων, η Fraunhofer CML προσδιόρισε και εκτίμησε ποσοτικά την ενδεχόμενη εξοικονόμηση κόστους καθώς και το πρόσθετο κόστος ενός αυτόνομου εμπορικού πλοίου στα πλαίσια του έργου MUNIN. Η οικονομική ανάλυση αποκάλυψε ότι το αυτόνομο πλοίο θα ήταν οικονομικά βιώσιμο υπό ορισμένες συνθήκες. Σε ένα βασικό σενάριο, το πλοίο MUNIN βρέθηκε ότι βελτιώνει την αναμενόμενη παρούσα αξία κατά 7 εκατ. USD σε μια περίοδο 25 ετών σε σύγκριση με ένα συμβατικό πλοίο.

Παράλληλα, τα αποτελέσματα μιας ακόμα μελέτης που διεξάχθηκε από την Marintek στα πλαίσια του έργου MUNIN σχετικά με την ασφάλεια των αυτόνομων πλοίων,

έδειξαν ότι η εισαγωγή της αυτονομίας στα πλοία θα μπορούσε να καταστήσει την ναυτιλιακή βιομηχανία ασφαλέστερη, αφαιρώντας απλώς ορισμένες ευθύνες από τους ανθρώπους. Ο κίνδυνος του μη επανδρωμένου πλοίου για ατυχήματα σύγκρουσης και προσάραξης διαπιστώθηκε ότι είναι περίπου 10 φορές χαμηλότερος από ότι για ένα συμβατικό πλοίο. Η προσάραξη και οι συγκρούσεις βέβαια θα εξαρτηθούν από το πόσο καλά μπορεί να ελεγχθεί το πλοίο από το κέντρο ελέγχου της ξηράς και να αποφευχθούν τέτοια περιστατικά. Μπορεί κανείς να υποστηρίξει όμως, βάσει των αποτελεσμάτων της μελέτης, ότι οι κίνδυνοι για τα μη επανδρωμένα πλοία θα είναι χαμηλότεροι από ό, τι για τα επανδρωμένα, αλλά αυτό δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί αυτή τη στιγμή.

Ακόμη, όπως φάνηκε από τα πρώιμα στάδια των ερευνών, τα νέα σχέδια κατασκευής των αυτόνομων πλοίων θα μειώσουν την κατανάλωση καυσίμου και κατ' επέκταση τις εκπομπές αέριων ρύπων και αναμένεται να είναι λιγότερο ευάλωτα στις πειρατικές επιθέσεις. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν ορισμένα θέματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν για να λειτουργήσουν τα αυτόνομα πλοία ως ασφαλή και αποδοτικά μέσα μεταφοράς. Οι κίνδυνοι από ενδεχόμενες επιθέσεις στα κυβερνο-συστήματα του αυτόνομου πλοίου, είναι ένα από τα ζητήματα που προκαλούν μεγάλη ανησυχία στους πλοιοκτήτες και το ευρύ κοινό. Τα αυτόνομα πλοία που θα παρακολουθούνται από ένα κέντρο ελέγχου στην ξηρά θα απαιτούν αξιόπιστα συστήματα επικοινωνίας υψηλής ποιότητας μεταξύ του πλοίου και της ακτής. Ωστόσο, όπως ήδη φαίνεται από τις ενέργειες που καταβάλλουν σχετικά ερευνητικά κέντρα, θα είναι δυνατή η σχεδίαση συστημάτων που έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα έναντι τέτοιων επιθέσεων.

Επιπρόσθετα, τα νομικά ζητήματα που ενδέχεται να επηρεάσουν το μη επανδρωμένο πλοίο είναι ακόμα ένα ζήτημα που προκαλεί ανησυχία. Τομείς που αφορούν την ναυσιπλοΐα, την επάνδρωση, τα κατασκευαστικά πρότυπα, τον σχεδιασμό και τον εξοπλισμό των πλοίων, χρήζουν άμεσης ρύθμισης. Ταυτόχρονα, όσον αφορά την ευθύνη, το μεγαλύτερο ζήτημα σχετίζεται με την κατανομή των αρμοδιοτήτων και των ευθυνών στα πρόσωπα που εμπλέκονται στη λειτουργία ενός μη επανδρωμένου πλοίου. Δεν είναι σαφές εάν ο νομικός αυτός ρόλος θα πρέπει να διαιρεθεί μεταξύ των εφοπλιστών, των χειριστών του κέντρου ελέγχου και των κατασκευαστών του εξοπλισμού, ή να απονεμηθεί νομικά σε μια ενιαία οντότητα. Πρόκειται για ένα ζήτημα το οποίο θα πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω. Εφόσον όμως, υπάρχει εύλογη πιθανότητα ότι το μη επανδρωμένο πλοίο μπορεί να είναι τουλάχιστον εξίσου ασφαλές με το επανδρωμένο πλοίο σε όλες τις λειτουργίες του, δεν υπάρχει λόγος να πιστεύουμε ότι το νομικό πλαίσιο δεν μπορεί να προσαρμοστεί.

Τέλος, παρόλο που οι ειδικευμένοι ναυτικοί θα παραμείνουν απαραίτητοι για τον χειρισμό και τον έλεγχο των μη επανδρωμένων πλοίων, θα απαιτηθούν από αυτούς νέες δεξιότητες και ορισμένοι παραδοσιακοί ρόλοι θα καταστούν άνευ αντικειμένου λόγω της εισαγωγής του αυτοματισμού. Το γεγονός αυτό ενώ ενδέχεται να προκαλέσει την εξάλειψη ορισμένων θέσεων εργασίας, θα δημιουργήσει ταυτόχρονα νέες, οι οποίες θα χαρακτηρίζονται από βελτιωμένες συνθήκες εργασίας.

Εν κατακλείδι, ενώ γνωρίζουμε ότι ο αυτοματισμός θα δημιουργήσει ένα νέο είδος απειλών και σφαλμάτων, αν αυτά είναι τουλάχιστον μειωμένα σε σχέση με τα σημερινά, θα έχουμε αποτελεσματικότερα πλοία χωρίς κινδύνους για την ανθρώπινη ζωή.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω ευρήματα, καταλήγουμε ότι το αυτόνομο πλοίο αποτελεί ένα θετικό εγχείρημα για την ναυτιλιακή βιομηχανία του μέλλοντος. Προκειμένου όμως η άποψη αυτή να μπορεί να υποστηριχθεί καλύτερα, θα πρέπει να γίνουν επιπλέον έρευνες καθώς η παρούσα εργασία αναφέρθηκε σε ένα συγκεκριμένο τύπο πλοίου, όπως αυτός αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου MUNIN.

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 και να λάβουν υπόψη και άλλους τύπους πλοίων (ρυμουλκά, σκάφη εξυπηρέτησης, island ferries ) 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 που θα ανοίξουν το δρόμο για την επαναστατική εποχή του έξυπνου πλοίου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>
- <https://marine-offshore.bureauveritas.com/autonomous-ships>
- <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx>
- <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/autonomous-ships-timeline/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570870516302050>
- <https://www.ijcaonline.org/archives/volume178/number25/koikas-2019-ijca-919043.pdf>
- <https://sea-machines.com/steering-the-future-with-autonomous-control-and-intelligent-perception-systems>
- <https://www.lr.org/en/insights/global-marine-trends-2030/global-marine-technology-trends-2030/>
- <https://www.motorship.com/news101/industry-news/fifteen-years-to-technomax-ships>
- <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2016/02/MUNIN-final-brochure.pdf>
- <http://unmannedcargo.org/next-generation-unmanned-short-sea-cargo-ship/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832016303337#s0050>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210539516301328>
- <https://safety4sea.com/key-advantages-and-disadvantages-of-ship-autonomy/>
- [https://www.kalmarglobal.com/news--insights/press\\_releases/2018/kalmar-and-yara-to-develop-worlds-first-fully-digitalized-and-zero-emission-cargo-solution-for-yara-birkeland--/](https://www.kalmarglobal.com/news--insights/press_releases/2018/kalmar-and-yara-to-develop-worlds-first-fully-digitalized-and-zero-emission-cargo-solution-for-yara-birkeland--/)
- <https://www.youtube.com/watch?v=Zh9XNHCfCsk&feature=youtu.be>
- <https://www.cmre.nato.int/msaw-2019-home/msaw2019-papers/1363-msaw2019-jacq-maritimecybersituationalawarenesselaborationforunmannedvehicles/file>
- <https://marine-offshore.bureauveritas.com/autonomous-ships>
- <https://www.semanticscholar.org/paper/Definitions-for-Autonomous-Merchant-Ships/3c8f1798210e3e387818c0aa769bd65a60050078#extracted>
- [https://www.researchgate.net/figure/Unmanned-freighter-navigation-area\\_fig4\\_326703030](https://www.researchgate.net/figure/Unmanned-freighter-navigation-area_fig4_326703030)
- <https://marine-offshore.bureauveritas.com/autonomous-ships>
- <https://www.semanticscholar.org/paper/Definitions-for-Autonomous-Merchant-Ships/3c8f1798210e3e387818c0aa769bd65a60050078#extracted>
- [https://www.researchgate.net/figure/Unmanned-freighter-navigation-area\\_fig4\\_326703030](https://www.researchgate.net/figure/Unmanned-freighter-navigation-area_fig4_326703030)
- <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>
- <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2016/pr-12-04-2016-rr-unveils-a-vision-of-future-of-remote-and-autonomous-shipping.aspx>
- <https://www.tu.no/artikler/rolls-royce-bygger-fjernstyringscenter-i-alesund/377772>
- <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/COLREG.aspx>
- <https://eapad.dk/article/the-industrial-internet-of-things-iiot-an-analysis-framework/>
- <https://dSPACE.stir.ac.uk/bitstream/1893/21310/1/Neural%20Networks%202014.pdf>
- <https://www.mdpi.com/2504-2289/2/1/3/htm>
- [https://pdfs.semanticscholar.org/6882/88c588f6149bc9e4b5f595bdbc53b4f6780f.pdf?\\_ga=2.204137495.668925417.1592389375-1890722207.1592221206](https://pdfs.semanticscholar.org/6882/88c588f6149bc9e4b5f595bdbc53b4f6780f.pdf?_ga=2.204137495.668925417.1592389375-1890722207.1592221206)



