



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Πτυχιακή Εργασία

για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

« ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ
ΣΤΑ ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΑ »

ΖΟΥΓΑΝΕΛΗΣ Σ. ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:
Ελένη Θανοπούλου

Χίος, Ιούνιος 2020

Περίληψη

Η συνεχής εξέλιξη στο κλάδο της τεχνολογίας, αποτελεί την κινητήριου δύναμη που έχει ωθήσει τη ναυτιλιακή βιομηχανία στο σχεδιασμό αυτόνομων πλοίων. Οι σχετικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για την υλοποίηση των αυτόνομων πλοίων είναι θετικές, οπότε είναι πολύ πιθανή η εμφάνιση αυτής της αγοράς στο άμεσο μέλλον. Η φιλοσοφία των αυτόνομων πλοίων βασίζεται στην απομάκρυνση του πληρώματος από το πλοίο, όσο αυτό είναι εφικτό. Ο αντίκτυπος της απουσίας του πληρώματος από το εκάστοτε πλοίο, θεωρείται πως θα οδηγήσει στη μείωση των ναυτικών ατυχημάτων, αλλά και του συνολικού λειτουργικού κόστους.

Επομένως, στην παρούσα πτυχιακή εργασία έπειτα από μια θεωρητική προσέγγιση στα αυτόνομα πλοία, παρουσιάζονται και οι υφιστάμενες εφαρμογές που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτά. Επιπλέον, αναλύονται οι πιθανές προκλήσεις και τα ανακύπτοντα θεσμικά προβλήματα ενώ, η εργασία ολοκληρώνεται με στατιστικά στοιχεία από την έρευνα ερωτηματολογίου που πραγματοποιήθηκε.

Λέξεις κλειδιά:

- Αυτόνομα πλοία
- Κέντρο ελέγχου ξηράς
- Απουσία πληρώματος
- Καινοτομία

Abstract

Continuous development in the technology sector has been the driving force behind the shipping industry to design autonomous ships. The relevant research that has been done on the implementation of autonomous ships makes it very likely that this market will appear in the near future. The philosophy of autonomous ships is based on removing the crew from the ship, as much as practically possible. The impact of the crew's absence from each ship is predicted to lead to the reduction of maritime accidents and the reduction of overall operating costs.

Therefore, the present BSc thesis, after a theoretical discussion of autonomous ships, presents the related applications that have been carried out on autonomous ships. In addition, potential challenges and emerging legal issues are analysed, while the thesis concludes with the statistical results from a questionnaire survey that was conducted.

Keywords:

- *Autonomous ships*
- *Shore Control Centre*
- *Absence of crew*
- *Innovation*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ, όλους τους καθηγητές μου, στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Επίσης ευχαριστώ θερμά την κυρία Ελένη Θανοπούλου, Καθηγήτρια στο τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών, για την πολύτιμη καθοδήγηση και τη βοήθειά της, έτσι ώστε να διεκπεραιωθεί η παρούσα πτυχιακή εργασία.

Ευχαριστώ πολύ το φιλόξενο νησί της Χίου και τους ανθρώπους του, που μας δέχτηκαν και μας έκαναν να ζήσουμε σαν στο σπίτι μας, όλα αυτά τα χρόνια.

Επίσης, ευχαριστώ τις ναυτιλιακές εταιρίες με τις οποίες ήρθα σε επαφή, ώστε να προχωρήσω στη συμπλήρωση και ολοκλήρωση του ερωτηματολογίου.

Τέλος ευχαριστώ τους φίλους συμφοιτητές μου, την κοπέλα μου και την οικογένειά μου, που με βοήθησαν να ολοκληρώσω αυτό το «όμορφο ταξίδι».

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
<i>Abstract</i>	3
Ευχαριστίες.....	4
Κατάλογος σχημάτων.....	7
Κατάλογος πινάκων.....	8
Κατάλογος διαγραμμάτων (<i>Graphs</i>).....	9
Κεφάλαιο 1 ^ο Εισαγωγή.....	10
1.A Θέμα.....	10
1.B Δομή και μεθοδολογία.....	11
Κεφάλαιο 2 ^ο Θεωρητική προσέγγιση των αυτόνομων πλοίων.....	12
2.1 Ιστορική αναδρομή στον κλάδο της ναυτιλίας και η προοδευτική εξέλιξη στην καινοτομία.....	12
2.1.1 Τα αρχαία χρόνια της ναυτιλίας.....	12
2.1.2 Πρώιμη νεότερη εποχή της ναυτιλίας.....	14
2.1.3 Σύγχρονη εποχή της ναυτιλίας.....	15
2.1.4 Μελλοντική εξέλιξη της ναυτιλίας.....	16
2.2 Τεχνολογία αυτόνομων πλοίων.....	17
2.2.1 Λειτουργία αυτόνομου πλοίου.....	17
2.2.2 Ουσιαστική παρέμβαση του κέντρου ελέγχου ξηράς.....	18
2.2.3 Επίπεδα αυτονομίας.....	20
2.3 Πλεονεκτήματα των αυτόνομων πλοίων.....	22
Κεφάλαιο 3 ^ο Υφιστάμενες εφαρμογές αυτόνομων πλοίων.....	25
3.1 Η καινοτομία των έξυπνων πλοίων στη ναυτιλία.....	25
3.1.1 Εισαγωγή στη βιομηχανία 4.0.....	25
3.1.2 Βασικές πτυχές που σχετίζονται με τη βιομηχανία 4.0.....	27
3.1.3 Εφαρμογή της τεχνολογίας 4.0 στη ναυτιλία.....	28
3.2 <i>Project</i> αυτόνομων πλοίων.....	30
3.2.1 <i>C-worker 7</i>	30
3.2.2 <i>Roboat</i>	31
3.2.3 <i>ReVolt</i>	32
3.2.4 Ιαπωνική κοινοπραξία.....	35

3.2.5 <i>Yara birkeland</i>	37
3.2.6 AAWA	40
3.2.7 <i>MUNIN</i>	41
3.3 Περιοχές ελέγχου λειτουργικότητας αυτόνομων πλοίων	42
3.3.1 Νορβηγία φιόρντ <i>Trondheim</i> και <i>Storfjorden</i>	42
3.3.2 Νορβηγία <i>Horten</i>	44
3.3.3 Φινλανδία φιόρντ <i>Jaakonmeri</i>	45
Κεφάλαιο 4° Πιθανές προκλήσεις στη ναυσιπλοΐα των αυτόνομων πλοίων και ανακύπτοντα θεσμικά προβλήματα	46
4.1 Ασφάλεια και σχεδιασμός για τη ναυσιπλοΐα των αυτόνομων πλοίων	46
4.1.1 Σχεδιασμός αυτόνομων πλοίων	46
4.1.2 Ναυσιπλοΐα αυτόνομων πλοίων	48
4.2 Μέθοδος πληροφόρησης και επικοινωνίας αυτόνομων πλοίων	50
4.2.1 Η αρχιτεκτονική <i>e-Navigation</i>	50
4.2.2 Η αρχιτεκτονική του <i>MITS</i>	51
4.3 Θεσμικά κενά και πιθανές προκλήσεις των αυτόνομων πλοίων	52
4.3.1 Νομικά και συμβατικά θέματα	52
4.3.2 Κυβερνοχώρος.....	53
4.3.3 Πειρατεία	54
4.3.4 Θαλάσσια αρωγή και διάσωση.....	55
Κεφάλαιο 5° Αποτελέσματα έρευνας ερωτηματολογίου	56
5.1 Μεθοδολογία έρευνας.....	56
5.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων	56
5.2.1 Αυτόνομα πλοία και οι υποδομές του ναυτιλιακού συστήματος	56
5.2.2 Τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα αυτόνομα πλοία	58
5.2.3 Η στροφή της Ελληνικής ναυτιλίας στα αυτόνομα πλοία.....	59
5.2.4 Απόδοση ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος μεταξύ αυτόνομου και συμβατικού πλοίου	60
5.2.5 Το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό στα αυτόνομα πλοία	61
5.2.6 Η αποδοχή των αυτόνομων πλοίων από την κοινωνία.....	63
Κεφάλαιο 6° Συμπεράσματα	65
Παράρτημα	66
Βιβλιογραφικές αναφορές	68

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1 Επικοινωνία κέντρου ελέγχου ξηράς με το αυτόνομο πλοίο	17
Σχήμα 2 Παρέμβαση του κέντρου ελέγχου ξηράς	20
Σχήμα 3 Επίπεδα αυτονομίας των αυτόνομων πλοίων	22
Σχήμα 4 Εξέλιξη της βιομηχανίας από 1.0 σε 4.0	26
Σχήμα 5 Προσομοίωση αυτόνομου πλοίου <i>ReVolt</i>	32
Σχήμα 6 Αυτόνομο πλοίο <i>YARA BIRKELAND</i>	37
Σχήμα 7 Όραμα <i>MUNIN</i>	41
Σχήμα 8 Περιοχή ελέγχου λειτουργικότητας <i>Trondheim</i>	42

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1 Κατηγορίες αυτόνομων πλοίων	18
Πίνακας 2 Παρέμβαση του κέντρου ελέγχου ξηράς	19
Πίνακας 3 Κυριότερα πρόσωπα που φέρουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης για τη λειτουργία του αυτόνομου πλοίου	19
Πίνακας 4 Βασικά χαρακτηριστικά του <i>C-worker 7</i>	30
Πίνακας 5 Βασικά χαρακτηριστικά του <i>ReVolt</i>	33
Πίνακας 6 Βασικά χαρακτηριστικά του <i>Yara birkeland</i>	37

Κατάλογος διαγραμμάτων (*Graphs*)

Διάγραμμα 1 Παρουσίαση 1 ^ο ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός).....	56
Διάγραμμα 2 Παρουσίαση 1 ^ο ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %).....	57
Διάγραμμα 3 Παρουσίαση 2 ^ο ερωτήματος σε μορφή ράβδων.....	58
Διάγραμμα 4 Παρουσίαση 3 ^ο ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός).....	59
Διάγραμμα 5 Παρουσίαση 3 ^ο ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %).....	59
Διάγραμμα 6 Παρουσίαση 4 ^ο ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός).....	60
Διάγραμμα 7 Παρουσίαση 4 ^ο ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %).....	60
Διάγραμμα 8 Παρουσίαση 5 ^ο ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός).....	61
Διάγραμμα 9 Παρουσίαση 5 ^ο ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %).....	62
Διάγραμμα 10 Παρουσίαση 6 ^ο ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός)....	63
Διάγραμμα 11 Παρουσίαση 6 ^ο ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %).....	63

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

1.Α Θέμα

Η ταχύτατη ανάπτυξη των τεχνολογιών, στον τομέα της ναυτιλίας, έχει συμβάλει στο σχεδιασμό των υποδομών ενός πλήρους ναυτιλιακού συστήματος, προκειμένου να υποστηρίξουν τη νέα κατηγορία των αυτόνομων πλοίων. Μελέτες αποδεικνύουν ότι η αγορά που θα αποτελείται από αυτόνομα πλοία θα είναι βιώσιμη, οπότε οι αρμόδιοι φορείς που καταπιάνονται με το εγχείρημα αυτόνομο πλοίο, έχουν σκοπό με τη πάροδο του χρόνου να αυτοματοποιήσουν πλήρως τις σχετικές λειτουργίες.

Πιο αναλυτικά θα δημιουργηθεί ένα κέντρο ελέγχου ξηράς, που θα είναι σε θέση να χειριστεί ένα στόλο αυτόνομων πλοίων και στο οποίο θα πραγματοποιούνται όλες οι διαδικασίες πλοήγησής τους. Το κέντρο ελέγχου ξηράς θα αποτελείται από εξειδικευμένο προσωπικό, έτοιμο να ανταπεξέλθει σε ζητήματα που αφορούν την ασφαλή ναυσιπλοΐα, ενώ θα υφίσταται ένα πλήρωμα έκτακτης ανάγκης, το οποίο και θα είναι συνεχώς stand-by, προκειμένου να επιβιβαστεί στο αυτόνομο πλοίο σε περίπτωση που εμφανιστεί η οποιαδήποτε απειλή. Επιπροσθέτως, το πλοίο θα είναι πλήρως εξοπλισμένο από εκσυγχρονισμένα συστήματα αυτοματισμού, τα οποία θα επιτρέπουν το χειρισμό και τη διαρκή επίβλεψή του, σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον θα εφαρμοστούν τεχνολογίες τελευταίας γενιάς, οι οποίες θα συμβάλουν στην ανάπτυξη του τομέα των τηλεπικοινωνιών, των ηλεκτρονικών αισθητήρων και των τεχνολογιών πληροφορικής, για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου.

Η εμφάνιση της αγοράς των αυτόνομων πλοίων θα συμβάλει στην ανάπτυξη μιας βιώσιμης βιομηχανίας θαλάσσιων μεταφορών. Έτσι θα αποφέρει πολλά οφέλη εκ των οποίων τα κυριότερα είναι τα εξής:

- Με στόχο να καταστήσουν την αγορά οικονομικά βιώσιμη

Μείωση του λειτουργικού κόστους από έξοδα που δεν θα υφίστανται πλέον και επανασχεδιασμός του πλοίου δημιουργώντας μεγαλύτερους χώρους αποθήκευσης φορτίων, με συνέπεια την αύξηση των εσόδων

- Με στόχο την κοινωνική και οικολογική βιωσιμότητα

Μείωση των θαλάσσιων ατυχημάτων και εξάλειψη των κινδύνων απειλής από μια πειρατεία. Επιπρόσθετα, δημιουργία ενός πλοίου, το οποίο θα είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον.

Ωστόσο, η εδραίωση της αγοράς των αυτόνομων πλοίων θα φέρει στην επιφάνεια διάφορα ερωτήματα, στα οποία θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία ώστε να απαντηθούν σωστά και να μην αποτελέσουν εμπόδιο. Βασικά ζητήματα όπου τα ερωτήματα που θα προκύψουν, αφορούν τα κενά στο νομοθετικό πλαίσιο, την απόδοση ευθύνης, τη θαλάσσια αρωγή και διάσωση, τους κινδύνους από επιθέσεις στον κυβερνοχώρο, τον ευάλωτο χαρακτήρα του αυτόνομου πλοίου απέναντι στη πειρατεία.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, έχει ως στόχο την εκτενή ανάλυση της αυτόνομης ναυτιλίας, στη σημερινή κατάσταση. Επιπλέον θα παρουσιαστούν οι λόγοι οι οποίοι ωθούν την επένδυση στην αγορά των αυτόνομων πλοίων, ενώ θα αναφερθούν και οι πιθανές προκλήσεις, καθώς και πιθανοί τρόποι αντιμετώπισής τους.

1.Β Δομή και μεθοδολογία

Το πρώτο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας, αποτελείται από την εισαγωγή στα αυτόνομα πλοία και παράλληλα παρουσιάζεται η δομή και η μεθοδολογία για τη σύνθεσή της.

Ακολουθεί το δεύτερο κεφάλαιο στο οποίο υπάρχει η ιστορική αναδρομή των πλοίων, δηλαδή η ανάλυση από το πρώτο πλοίο που δημιουργήθηκε και η συνεχής εξέλιξη προς την καινοτομία του σήμερα. Επιπλέον, αναλύεται η τεχνολογία των αυτόνομων πλοίων και τα πλεονεκτήματα που θα αποφέρει η λειτουργία τους.

Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια σφαιρική παρουσίαση της Βιομηχανίας 4.0 και η εφαρμογή της στη ναυτιλία, ενώ ολοκληρώνεται με τα υφιστάμενα project αυτόνομων πλοίων και τις επιμέρους περιοχές λειτουργικότητας τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο σχεδιασμό και τη μέθοδο πληροφόρησης και επικοινωνίας των αυτόνομων πλοίων ώστε να επιτυγχάνεται η ασφάλεια στη ναυσιπλοΐα. Παράλληλα παρουσιάζονται τα θεσμικά κενά και οι πιθανές προκλήσεις που θα προκύψουν στα αυτόνομα πλοία.

Το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει διαγραμματικά τα αποτελέσματα από το σύνολο των ερωτηματολογίων που συλλέχθηκαν.

Ολοκληρώνοντας στο έκτο κεφάλαιο, εξάγονται ορισμένα συμπεράσματα και περιγράφονται διάφοροι προβληματισμοί που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Η δομή της παρούσας πτυχιακής διαμορφώθηκε, έπειτα από εκτενή μελέτη από αξιόπιστες πηγές, ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα επιστημονικά περιοδικά και μελέτες που αφορούν τα αυτόνομα πλοία. Επιπροσθέτως, πραγματοποιήθηκε δειγματολογική έρευνα από ερωτηματολόγια τα οποία απάντησαν στελέχη ναυτιλιακών εταιριών.

Κεφάλαιο 2^ο Θεωρητική προσέγγιση των αυτόνομων πλοίων

2.1 Ιστορική αναδρομή στον κλάδο της ναυτιλίας και η προοδευτική

εξέλιξη στην καινοτομία

Οι άνθρωποι έχουν ταξιδέψει δια θαλάσσης, με διάφορα πλωτά μέσα, εδώ και πολλούς αιώνες. Σκάφη και πλοία, έχουν χρησιμοποιηθεί, προκειμένου να ψαρεύουν, να ταξιδεύουν, να εξερευνούν και να εμπορεύονται με άλλους λαούς. Καθ' όλη τη χρονική διάρκεια, στην οποία οι άνθρωποι τα κατασκευάζουν, έχουν κάνει αλλαγές σε αυτά, προκειμένου η ναυσιπλοΐα, να γίνει ευκολότερη, ταχύτερη κι ασφαλέστερη. Οι Αιγύπτιοι, Έλληνες και Φοίνικες, κατασκεύασαν μερικά από τα πρώτα σκάφη. Έπειτα εμφανίστηκαν τα μακρινά πλοία των *Vikings* και τα *carracks* του 14ου αιώνα, μέχρι τα θωρηκτά του 18ου αιώνα. Ο τρόπος κατασκευής των πλοίων εξελίχθηκε σε μεγάλο βαθμό μεταξύ της περιόδου 800 και 1800 μ.Χ. Μέχρι τον 19ο αιώνα, τα πλοία ήταν κατασκευασμένα από ξύλο. Από τον 19ο αιώνα και μετά, άρχισαν να κατασκευάζονται πλοία από σίδηρο και χάλυβα, ενώ τα ιστία αντικαταστάθηκαν από ατμομηχανές με έλικες. Στη συνέχεια οι ατμομηχανές αντικαταστάθηκαν από πετρελαιοκινητήρες ή τουρμπίνες αερίου. Πλέον στη σημερινή εποχή, διανύουμε μια μεταβατική περίοδο κατά την οποία υλοποιείται ένα πλοίο, το οποίο στους προηγούμενους αιώνες ίσως αποτελούσε ένα «όραμα», το επονομαζόμενο αυτόνομο πλοίο, δηλαδή ένα πλοίο χωρίς πλήρωμα.

2.1.1 Τα αρχαία χρόνια της ναυτιλίας

Κανείς δεν γνωρίζει ακριβώς πότε δημιουργήθηκε το πρώτο σκάφος. Πριν από χιλιάδες χρόνια, οι άνθρωποι ανακάλυψαν ότι θα μπορούσαν να επιπλέουν πάνω στη θάλασσα δημιουργώντας μια σχεδία, η οποία αποτελούνταν από ενωμένους πεσμένους κορμούς ή δεσμίδες καλαμιού.¹

¹ *Rmg.co.uk. Shipbuilding: The earliest vessels.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-earliest-vessels?fbclid=IwAR3XJ-xWBLX3XCPDp6Y28RCXt2rnQvqn82sHC7JcdyxZxNFG2MEsLVstpqw>

Οι Αιγύπτιοι ήταν από τους πρώτους κατασκευαστές πλοίων. Οι παλαιότερες εικόνες από βάρκες, που έχουν βρεθεί σε αγγεία και σε τάφους, είναι αιγυπτιακές. Αυτές οι εικόνες, χρονολογούνται τουλάχιστον 6000 έτη πριν, και σε αυτές τα σκάφη απεικονίζονται με μακρύ και στενό σχήμα. Ήταν κατασκευασμένα κυρίως από καλάμια πάπυρου, ενώ για την πρόωση της βάρκας, κωπηλατούσαν με κουπιά. Οι Αιγύπτιοι χρησιμοποίησαν τα πλοία τους για να κάνουν εμπόριο με άλλες χώρες, στη Μεσόγειο θάλασσα.

Μεταξύ του 1200 και του 900 π.Χ., οι Έλληνες και οι Φοίνικες άρχισαν να αναπτύσσουν και αυτοί, το θαλάσσιο εμπόριο στις χώρες τους. Χρησιμοποίησαν γαλέρες, τόσο ως εμπορικά πλοία όσο κι ως πολεμικά πλοία. Οι Φοίνικες έκαναν πολλές και μακρινές θαλάσσιες διαδρομές, αλλά πάντα ταξίδευαν κοντά στις ακτές. Ένα από τα μέρη που έπλευσαν, μεταξύ άλλων, ήταν και η Κορνούαλη ψάχνοντας για κασσίτερο.

Οι γαλέρες συνέχισαν να χρησιμοποιούνται μέχρι και τα νεότερα χρόνια. Το κύριο όπλο της γαλέρας ήταν η πλώρη, η οποία αποτελούταν από ένα στερεωμένο μυτερό κομμάτι ξύλου. Έτσι αναπτύσσοντας μεγάλες ταχύτητες με την πλώρη της, μπορούσε να συγκρουστεί στην πλευρά του εχθρικού πλοίου. Αν και συνήθως προωθούνταν κυρίως με κουπιά, υπήρχαν και κάποιες που είχαν και ένα κατάρτι με ένα μεγάλο τετράγωνο πανί, έτσι ώστε να επωφελούνται και από τον αέρα. Σε περίοδο πολέμου, το πλήρωμα μάζευε τα πανιά. ²

Οι Βίκινγκς θεωρούσαν ότι τα πλοία ήταν πολύ ξεχωριστά, έτσι προσπάθησαν να τα φτιάξουν όμορφα, χαράζοντας διακοσμήσεις πάνω τους. Ξεκινούσαν από τη Σκανδιναβία κάθε καλοκαίρι, είτε για να επιτεθούν και να κατακτήσουν άλλες χώρες είτε για να εμπορευθούν.

Τα πλοία των Βίκινγκς είχαν ένα τετράγωνο ιστίο από μαλλί και μια σειρά από κουπιά σε κάθε πλευρά. Υπήρχε ένα τιμόνι πίσω από τη δεξιά πλευρά. Το κέλυφος του πλοίου χτίστηκε αρχικά με επικαλυπτόμενες σανίδες και στη συνέχεια μέσω της μεθόδου *clinker*, ενισχύθηκε με εσωτερικά κομμάτια ξύλου, τα οποία κάλυπταν το ένα πάνω στο άλλο. Τα κενά μεταξύ των σανίδων ήταν γεμισμένα με μαλλιά ζώων για να κρατήσουν το πλοίο στεγανό.³

² *Rmg.co.uk. Shipbuilding: The earliest vessels.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-earliest-vessels?fbclid=IwAR3XJ-xWBLX3XCPDp6Y28RCXt2rnQvqn82sHC7JcdyxZxNFG2MEsLVstpqw>

³ *Rmg.co.uk. Shipbuilding: 800–1800.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-800%C3%A2%E2%82%AC%E2%80%9C1800>

2.1.2 Πρώιμη νεότερη εποχή της ναυτιλίας

Στους μεσαιωνικούς χρόνους, τα πλοία στο βόρειο τμήμα της Ευρώπης άρχισαν να αλλάζουν. Άρχισαν να ναυπηγούνται πλοία με πρύμνες πιο υδροδυναμικές, ενώ οι ναυτικοί διαπίστωσαν ότι ήταν ευκολότερο να κατευθύνουν τα πλοία, αν το τιμόνι τους ήταν στερεωμένο στο τέλος της υδροδυναμικής πρύμνης. Αυτό το πρυμναίο πηδάλιο έκανε ακόμη και τη βαρύτερη βάρκα, πιο εύκολη στο χειρισμό της.

Τα πλοία χτίστηκαν με τη μέθοδο *clinker*, η οποία επέτρεψε την κατασκευή ισχυρότερων και μεγαλύτερων πλοίων. Οι πλατφόρμες μάχης που ονομάζονταν κάστρα, χτίστηκαν ψηλά στην πλώρη και στην πρύμνη του πλοίου, για τοξότες και λιθοβόλους. Ενώ, για να κινούνται ταχύτερα, τοποθετήθηκαν περισσότερα κατάρτια και πανιά.

Τον 15ο αιώνα αναπτύχθηκε ένα μεγαλύτερο εμπορικό πλοίο που ονομαζόταν *carrack*. Αυτό ήταν χτισμένο με τη μέθοδο *carvel* όπου οι σανίδες τοποθετούνταν η μια δίπλα στην άλλη και δεν επικαλύπτονταν, ενώ πλέον είχαν τρία ή τέσσερα κατάρτια. Υπήρχαν τετράγωνα πανιά σε δύο ή τρία κατάρτια αντίστοιχα κι ένα τριγωνικό πανί στη πρύμνη, το οποίο θα βοηθούσε να πραγματοποιεί μεγαλύτερους ελιγμούς το πλοίο. Τα *carracks* χρησιμοποιήθηκαν κυρίως ως πολεμικά πλοία.

Τον 16ο αιώνα, επινοήθηκαν τα *gunports*, τα οποία ήταν τρύπες στις πλευρές του πλοίου, με στόχο την τοποθέτηση κανονιών, προκειμένου να πυροβολούν τα αντίπαλα πλοία. Εκείνη την εποχή οι ναυτικοί είχαν πυξίδες και άλλα όργανα, προκειμένου να μετρούν το ύψος του Ήλιου ή του Βόρειου Αστέρα. Με τη χρήση αυτών, μπορούσαν να επεξεργαστούν το γεωγραφικό πλάτος τους ή τη θέση βορρά - νότου, έτσι ώστε να προσανατολίζονται ευκολότερα στο εκάστοτε ταξίδι τους.

Μερικά πράγματα στα πλοία του 18ου αιώνα, είχαν παραμείνει τα ίδια για εκατοντάδες χρόνια. Τα πλοία κατασκευάζονταν ακόμα από ξύλο δρυ και ήταν πολύ στιβαρά. Για την κατασκευή ενός πολεμικού πλοίου χρειαζόταν περίπου 2000 δέντρα. Οι σανίδες του πλοίου ήταν σταθερές από άκρη σε άκρη συνδεδεμένες με ξύλινους κυλίνδρους που ονομάζονταν *treenails*.⁴

⁴ *Rmg.co.uk. Shipbuilding: 800–1800*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-1800%C3%A2%E2%82%AC%E2%80%9Cpresent>

Τα πλοία τα οποία ήταν κατασκευασμένα από ξύλο, δεν μπορούσαν να ξεπεράσουν το μέγεθος των 80 μέτρων και τα κουφώματα καταλάμβαναν αρκετό χώρο. Τον 19ο αιώνα, η βιομηχανική επανάσταση οδήγησε τους ναυπηγούς να ξεκινήσουν την κατασκευή πλοίων από σίδηρο. Αυτά τα σιδερένια πλοία θα μπορούσαν να είναι πολύ μεγαλύτερα, με πολύ περισσότερο χώρο για φορτίο. Το πλοίο του *Isambard Kingdom Brunel* “Μεγάλη Βρετάνια”, το οποίο ναυπηγήθηκε το 1843, ήταν το πρώτο πλοίο που κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από σφυρήλατο σίδηρο.

Στη δεκαετία του 1880 άρχισε να χρησιμοποιείται ο χάλυβας αντί του σιδήρου. Τα πλοία άρχισαν επίσης να είναι εξοπλισμένα με ατμομηχανές. Οι ατμομηχανές χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά σε τροχήλατο πλοίο. Αντί για έλικα, που δεν είχε επινοηθεί ακόμα, έφεραν στην αρχή ως μέσον πρόωσης δύο μεγάλους ατμοκίνητους τροχούς ή μόνο ένα μεγάλο, στην πρύμνη.

Το πρώτο ατμοκίνητο σκάφος που εισήχθη, ήταν το *Charlotte Dundas*, το οποίο κατασκευάστηκε το 1801 από τον *William Symington*, το Βρετανό πρωτοπόρο της ατμομηχανής και χρησιμοποιήθηκε στο κανάλι *Forth-Clyde*.

Για να ταξιδέψουν τα ατμοκίνητα πλοία, χρειαζόταν πολλές άνθρακας, ακόμα και για τις μικρές αποστάσεις. Αυτό είχε σαν συνέπεια να μην μπορούν να πραγματοποιηθούν μακρινά ταξίδια. Για το λόγο αυτό, τα πλοία συνέχισαν να είναι εξοπλισμένα και με πανιά.

Από τη δεκαετία του 1840, οι βιδωμένες προπέλες (έλικες) αντικατέστησαν τους μεγάλους ατμοκίνητους τροχούς. Οι έλικες λειτουργούσαν πιο αποτελεσματικά κι εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται στα περισσότερα πλοία σήμερα.⁵

2.1.3 Σύγχρονη εποχή της ναυτιλίας

Σήμερα, οι πετρελαιοκινητήρες κι οι τουρμπίνες αερίου που χρησιμοποιούν καύσιμο, καθιστούν τη θαλάσσια μεταφορά αποτελεσματικότερη. Από το 1940 περίπου, τα πλοία παράγονται σχεδόν αποκλειστικά από συγκολλημένο χάλυβα. Ναυπηγούνται τμηματικά και στη συνέχεια ανυψώνονται και συγκολλούνται, προκειμένου να δημιουργηθεί η τελική τους μορφή. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται *block construction*.

Ο τίτλος του μεγαλύτερου πλοίου, που διέσχισε ποτέ τα νερά των θαλασσών, ανήκει στο *Seawise Giant*. Κατασκευάστηκε το 1981 στην Ιαπωνία για λογαριασμό μιας εταιρείας ελληνικών συμφερόντων, η οποία όμως στη συνέχεια χρεοκόπησε.⁶

⁵ *Rmg.co.uk. Shipbuilding: 1800–Present*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-1800%C3%A2%E2%82%AC%E2%80%9Cpresent>

⁶ *1069.gr,(2017). Seawise Giant: Το μεγαλύτερο πλοίο που κατασκευάστηκε ποτέ!*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.1069.gr/automoto/tecnologia/seawise-giant-megalytero-plio-pou-kataskevastike-pote-foto-vinteo/>

Είχε μήκος 458 μέτρα, εκτόπισμα σχεδόν 647.000 τόνους κι ύψος 25 μέτρα. Μπορούσε να μεταφέρει 560.000 τόνους φορτίου, όταν ήταν φορτωμένο και είχε βύθισμα 24,5 μέτρα.

Επιχειρούσε μεταξύ Μέσης Ανατολής κι Αμερικής στις αρχές της δεκαετίας του 1980, ενώ μετά το 1986 βρέθηκε στον κόλπο του περσικού όπου χρησιμοποιήθηκε ως πλωτή αποθήκη. Εκεί το 1988 βομβαρδίστηκε από ιρακινά αεροσκάφη κατά τη διάρκεια του πολέμου και έκατσε στα ρηγά νερά.

Το 1991 αγοράστηκε από μια νορβηγική εταιρεία και ρυμουλκήθηκε στη Σγκαπούρη όπου επισκευάστηκε και μετονομάστηκε σε *Happy Giant*. Το 2004 πουλήθηκε ξανά και πήρε το όνομα με το οποίο παροπλίστηκε *Knock Nevis*.⁷

2.1.4 Μελλοντική εξέλιξη της ναυτιλίας

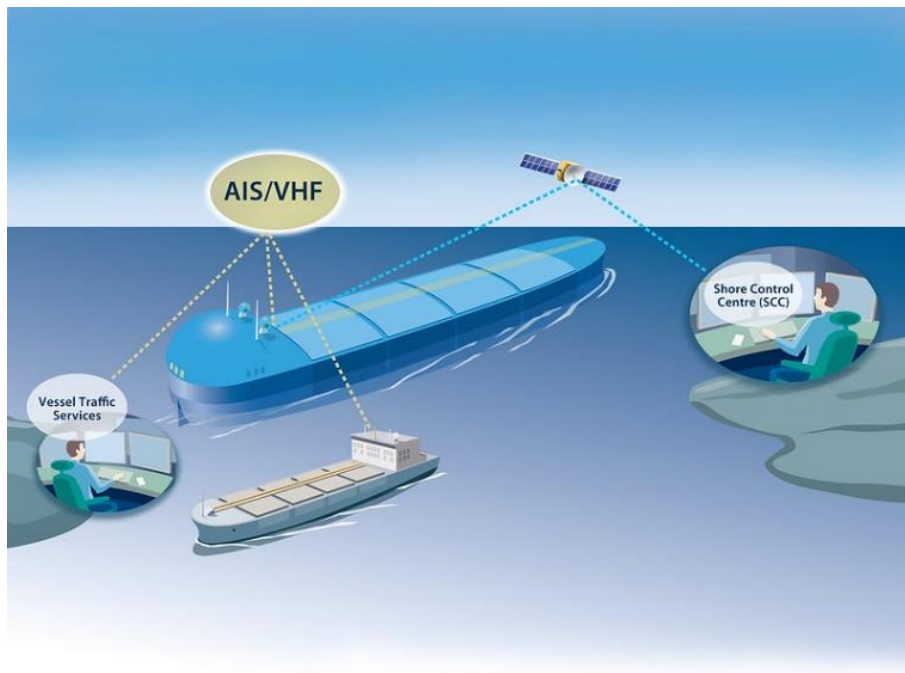
Σύμφωνα με τον Ναυτιλιακό Δικηγόρο, Νίκο Γεράσιμο:

«Τα πλήρως αυτόνομα πλοία λειτουργούν βάσει αριθμητικών αλγορίθμων και προγραμμάτων που ρυθμίζουν και καθορίζουν τον εκάστοτε πλου του σκάφους, δηλαδή πριν καν αυτό αποπλεύσει. Είναι όμως απαραίτητη η ύπαρξη, εγκατάσταση και βοήθεια των σύγχρονων μέσων τηλεπικοινωνίας, όπως τα εξειδικευμένα λογισμικά προγράμματα καθώς και τα υπερσύγχρονα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία τους. Μέρος αυτών είναι οι ειδικοί αισθητήρες, που χρησιμοποιούνται για την αποφυγή συγκρούσεων, ενώ υπάρχουν κι όργανα ακριβούς και συνεχούς εντοπισμού του πλοίου (radio sensors). Έπειτα θα υπάρξουν και πλοία τα οποία θα λειτουργούν υπό τον έλεγχο ενός κέντρου ελέγχου ξηράς, το οποίο θα ελέγχει και θα κατευθύνει το πλοίο που πλέει στη θάλασσα. Ο παράκτιος “σταθμός ελέγχου”, ουσιαστικά αντικαθιστά το ρόλο του πλοιάρχου, καθώς πρόκειται για έναν χώρο, εντός του οποίου εγκαθίστανται και λειτουργούν ακριβείς υπολογιστές κι εξειδικευμένα μηχανήματα, καθώς και το χειριστήριο του πλοίου, το οποίο κατευθύνεται και χειρίζεται από ένα φυσικό πρόσωπο, μέσω δορυφορικής επικοινωνίας με το πλοίο.

Τούτο επιτυγχάνεται με τη βοήθεια συστημάτων κάμερας κι οπτικοακουστικών αισθητήρων που έχουν τοποθετηθεί στο κύτος του πλοίου, που ταξιδεύει στους ωκεανούς. Με τον τρόπο αυτό, ο χειρισμός του πλοίου επιτυγχάνεται από κάποιον έμπειρο πλοίαρχο, ο οποίος καθ’ όλη τη διάρκεια του ταξιδιού δεν επιβαίνει στο πλοίο, αλλά όμως δίνει διαρκώς εντολές, κατευθύνει το πλοίο από απόσταση, μιας και βρίσκεται στην ξηρά, και σε κάθε στιγμή, με απόλυτη γνώση της τοποθεσίας όπου πλέει το πλοίο.»⁸

⁷ 1069.gr,(2017). *Seawise Giant*: Το μεγαλύτερο πλοίο που κατασκευάστηκε ποτέ!. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.1069.gr/auto-moto/tecnologia/seawise-giant-megalutero-plito-pou-kataskevastike-pote-foto-vinteo/>

⁸ Γερασίμου, Ν(2019). Πλοία χωρίς πλήρωμα (*unmanned vessels*). ΕΝΩΣΗ ΕΦΟΠΛΙΣΤΩΝ ΝΑΥΤΙΑΙΑΣ ΜΙΚΡΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.shortsea.gr/plia-choris-plitroma-unmanned-vessels/>



Σχήμα 1 Επικοινωνία κέντρου ελέγχου ξηράς με το αυτόνομο πλοίο ⁹

2.2 Τεχνολογία αυτόνομων πλοίων

2.2.1 Λειτουργία αυτόνομου πλοίου

Εάν το σκάφος ελέγχεται εξ αποστάσεως από μια ακτή ή από άλλο πλοίο, έχουμε την έννοια του “καπετάνιου της ξηράς” που θα ελέγχει το πλοίο μέσω του δορυφόρου. Τα συστήματα ελέγχου θα μεταφερθούν στην ακτή ή στο συνοδευτικό πλοίο, όπου υπάρχει πλήρωμα πλοήγησης παρόμοιο με το πλήρωμα που υπάρχει στα συνήθη πλοία, με την ειδοποιό διαφορά ότι σε αυτό το πλήρωμα έχει ανατεθεί ένας μεγάλος αριθμός πλοίων. Αν το πλοίο είναι πλήρως αυτόνομο, τότε έχουμε την έννοια του “Πλοίαρχος του υπολογιστή” και το πλοίο θα είναι εξοπλισμένο με έναν ισχυρό υπολογιστή και λογισμικό που θα πάρει όλες τις αποφάσεις χρησιμοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη. Σίγουρα ένα τέτοιο πλοίο πρέπει να ελέγχεται από το σταθμό της ξηράς. Ωστόσο, η υπέρβαση των συστημάτων του πλοίου θα μπορούσε να ληφθεί μόνο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.¹⁰

⁹ Rødseth, Ø. (2017) NFAS. Έχει άδεια σύμφωνα [CC BY-NC-ND 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/). Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από <https://www.flickr.com/photos/148162140@N07/33730665840/>

¹⁰ Kobyliński, L (2018). *Smart ships – autonomous or remote controlled?*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Maritime University of Szczecin*, σελίδα 27

Η τεχνολογία που απαιτείται για την κατασκευή και λειτουργία έξυπνων πλοίων είναι ήδη διαθέσιμη ή τουλάχιστον στα τελικά στάδια της ανάπτυξης. Αυτό ισχύει για τη συλλογή, επεξεργασία και μετάδοση των δεδομένων από αισθητήρες και συσκευές που βρίσκονται στο πλοίο και μεταδίδονται στο κέντρο ελέγχου ξηράς, σε μια προσομοιωμένη γέφυρα για τον τηλεχειρισμό αυτόνομων πλοίων.¹¹

Σύμφωνα με τον Σύμφωνα με τον Καπτ. Γεώργιο Γεωργούλη:

Κατηγοριοποίηση αυτόνομων πλοίων σύμφωνα με τον IMO	
Πλοίο με αυτοματοποιημένες διαδικασίες και υποστήριξη αποφάσεων	Οι ναυτικοί βρίσκονται στο πλοίο για να ελέγχουν και να χειριστούν τα συστήματα και τις λειτουργίες του. Ορισμένες λειτουργίες μπορεί να είναι αυτοματοποιημένες και να μην επιτηρούνται, αλλά με τους ναυτικούς να βρίσκονται στους χώρους ελέγχου λειτουργίας, έτοιμοι να πάρουν τον έλεγχο οποιαδήποτε στιγμή πιστεύουν ότι απαιτείται.
Πλοίο που ελέγχεται από απόσταση με ναυτικούς στο πλοίο	Το πλοίο ελέγχεται από άλλη θέση, μακριά από αυτό. Οι ναυτικοί υπάρχουν στο πλοίο για να αναλάβουν τον έλεγχο και τη λειτουργία των συστημάτων του πλοίου.
Πλοίο που ελέγχεται από απόσταση χωρίς ναυτικούς στο πλοίο	Το πλοίο ελέγχεται από την ξηρά και δεν υπάρχουν ναυτικοί πάνω σε αυτό.
Πλήρως αυτόνομο πλοίο	Το λειτουργικό σύστημα του πλοίου είναι σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις και να καθορίζει τις ενέργειες από μόνο του.

Πίνακας 1 Κατηγορίες αυτόνομων πλοίων¹²

2.2.2 Ουσιαστική παρέμβαση του κέντρου ελέγχου ξηράς

Το όραμα είναι να γίνει στόλος αυτόνομων πλοίων, ο οποίος θα παρακολουθείται συνεχώς από ένα κέντρο ελέγχου. Οι *operators* θα ενημερώνονται όταν το πλοίο εγκαταλείψει το προκαθορισμένο ταξίδι και χρονοδιάγραμμα, ή εάν τα συστήματα αισθητήρων αναγνωρίσουν ένα αντικείμενο που μπορεί να βλάψει το πλοίο.¹³

¹¹ Kobyliński, L (2018). *Smart ships – autonomous or remote controlled?*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Maritime University of Szczecin*, σελίδα 27

¹² Γεωργούλη, Γ(2019). Αυτόνομα πλοία: τι αλλάζει στη λειτουργική διαχείριση των πλοίων. Περιοδικό, από το *ΝΑΥΤΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ*, σελίδα 42. Αναπαράγεται με την ευγενική άδεια του Καπτ. Γεωργίου Γεωργούλη και του περιοδικού “Ναυτικά χρονικά”.

¹³ Rødseth, Ø (2017). *Definitions for Autonomous Merchant Ships*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Norwegian Forum for Autonomous Ships*, σελίδες 7-12. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://nfas.autonomous-ship.org/resources/autonom-defs.pdf>

Στην περίπτωση αυτή απαιτείται παρέμβαση και γίνεται σε τρία επίπεδα:

Έμμεσος έλεγχος	Με την ενημέρωση του σχεδίου ταξιδιού κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, για παράδειγμα τακτικές ενημερώσεις λόγω δρομολόγησης για τον καιρό ή για να αποφύγει το πλοίο μια απαγορευμένη ζώνη, όπως μια πετρελαιοκηλίδα, ενώ το αυτόνομο σύστημα έχει ακόμα τον έλεγχο.
Άμεσος έλεγχος	Διατάσσοντας το πλοίο να πραγματοποιήσει έναν ελιγμό, ενώ το αυτόνομο σύστημα έχει ακόμα τον έλεγχο.
Διαχείριση της κατάστασης	Στην περίπτωση αυτή η αυτονομία του συστήματος παρακάμπτεται. Ο καπετάνιος της ξηράς ελέγχει κατευθείαν το τιμόνι και τους κινητήρες. Αυτό θα γίνει από την εκάστοτε προσομοιωμένη γέφυρα.

Πίνακας 2 Παρέμβαση του κέντρου ελέγχου ξηράς

Στο κέντρο ελέγχου ξηράς θα πρέπει να υπάρχει ένα πλήρωμα που ανά πάσα στιγμή θα αντιδράσει σε πιθανές προκλήσεις που μπορούν να παρουσιαστούν κατά τον πλου.

<i>Master</i>	Πρόσωπο με τη μεγαλύτερη ευθύνη του πλοίου, μπορεί να συμπεριλάβει και καθήκοντα <i>security officer</i> του πλοίου.
<i>Chief engineer officer</i>	Υπεύθυνος για τη μηχανική πρόωση, τη λειτουργία και τη συντήρηση των μηχανικών και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων του πλοίου.
<i>Officer of the watch</i>	Πρόσωπο που ανά πάσα στιγμή είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση του πλοίου και την επέμβαση εάν χρειαστεί.

Πίνακας 3 Κυριότερα πρόσωπα που φέρουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης για τη λειτουργία του αυτόνομου πλοίου¹⁴

¹⁴ Rødseth, Ø (2017). *Definitions for Autonomous Merchant Ships*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Norwegian Forum for Autonomous Ships*, σελίδες 7-12. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://nfas.autonomous-ship.org/resources/autonom-defs.pdf>



Σχήμα 2 Παρέμβαση του κέντρου ελέγχου ξηράς¹⁵

2.2.3 Επίπεδα αυτονομίας

- Λειτουργία με πλήρωμα

Το πλοίο δεν προορίζεται για τη λειτουργία χωρίς πλήρωμα κατά τη διάρκεια ολόκληρου του ταξιδιού. Το πλοίο λειτουργεί χωρίς πλήρωμα μόνο κατά τη διάρκεια των υπερωκεάνιων ταξιδιών. Ο έλεγχος πραγματοποιείται από ένα χειριστή κοντά στην ακτή με παραδοσιακό τρόπο, ενώ ένα κανονικό πλήρωμα βρίσκεται επί του σκάφους. Με άλλα λόγια, από το λιμάνι μέχρι ένα σημείο, το πλοίο είναι επανδρωμένο με πλήρωμα και πιλότο. Μόλις φτάσει το πλοίο στο συγκεκριμένο σημείο όπου ξεκινά το πέρασμα των ωκεανών, το πλήρωμα και ο πιλότος αποβιβάζονται. Στο συγκεκριμένο σημείο, το πλοίο μεταβαίνει στον επόμενο τρόπο λειτουργίας, δηλαδή στην αυτόνομη εκτέλεση.

- Αυτόνομη εκτέλεση

Στο αυτόνομο στάδιο εκτέλεσης, το πλοίο έχει ήδη προγραμματιστεί να ακολουθήσει ένα προκαθορισμένο ταξίδι. Η τεχνολογία επί του σκάφους θα παρακολουθεί τις περιφερικές συνθήκες, όπως η κατάσταση του πλοίου και οι περιβαλλοντικές συνθήκες, για να αποφασίσει εάν το προκαθορισμένο ταξίδι μπορεί να εκτελεσθεί με ασφάλεια. Τα σχετικά δεδομένα θα αποστέλλονται στο κέντρο ελέγχου ξηράς, το οποίο είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση και την ασφαλή λειτουργία του σκάφους. Ωστόσο, εάν απαιτούνται μικρές ρυθμίσεις στην πλοήγηση, η αυτόνομη εκτέλεση μεταβαίνει στη λειτουργία αυτόνομου ελέγχου.¹⁶

¹⁵ Rødseth, Ø. (2017) NFAS. Έχει άδεια σύμφωνα [CC BY-NC-ND 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/). Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από <https://www.flickr.com/photos/148162140@N07/33273013714/>

¹⁶ Rødseth, Ø (2017). *Definitions for Autonomous Merchant Ships*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Norwegian Forum for Autonomous Ships*, σελίδες 7-12. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://nfas.autonomous-ship.org/resources/autonom-defs.pdf>

- Αυτόνομος έλεγχος

Είναι ενδιαφέρον ότι υπάρχει ένα περιθώριο λειτουργικής ελευθερίας στο προκαθορισμένο στάδιο του ταξιδιού. Εάν το σύστημα υποδεικνύει ότι απαιτείται προσαρμογή, το πλοίο μπορεί να αποκλίνει αυτόνομα από την προκαθορισμένη διαδρομή εντός των επιτρεπόμενων ορίων. Ο ρόλος του Αυτόματου Συστήματος Πλοήγησης είναι σημαντικός, δεδομένου ότι το κύριο καθήκον του είναι να αξιολογήσει τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες κυκλοφορίας, για να εξασφαλίσει και να διεξάγει την ασφαλή πλοήγηση του σκάφους σε αυτόνομη λειτουργία. Για παράδειγμα, εάν ο αλγόριθμος του συστήματος καθορίσει ότι οι συνθήκες κυκλοφορίας απαιτούν μια μικρή ρύθμιση στη ναυσιπλοΐα, ο αυτόματος έλεγχος θα ενεργοποιηθεί αυτόματα για την εφαρμογή της ρύθμισης. Τα σχετικά δεδομένα θα αποστέλλονται στο κέντρο της ξηράς το οποίο παρακολουθεί συνεχώς τη λειτουργία του πλοίου. Το κέντρο ελέγχου ξηράς μπορεί να παρεμβαίνει σε οποιοδήποτε στάδιο μέσω της τηλεκατευθυνόμενης λειτουργίας.

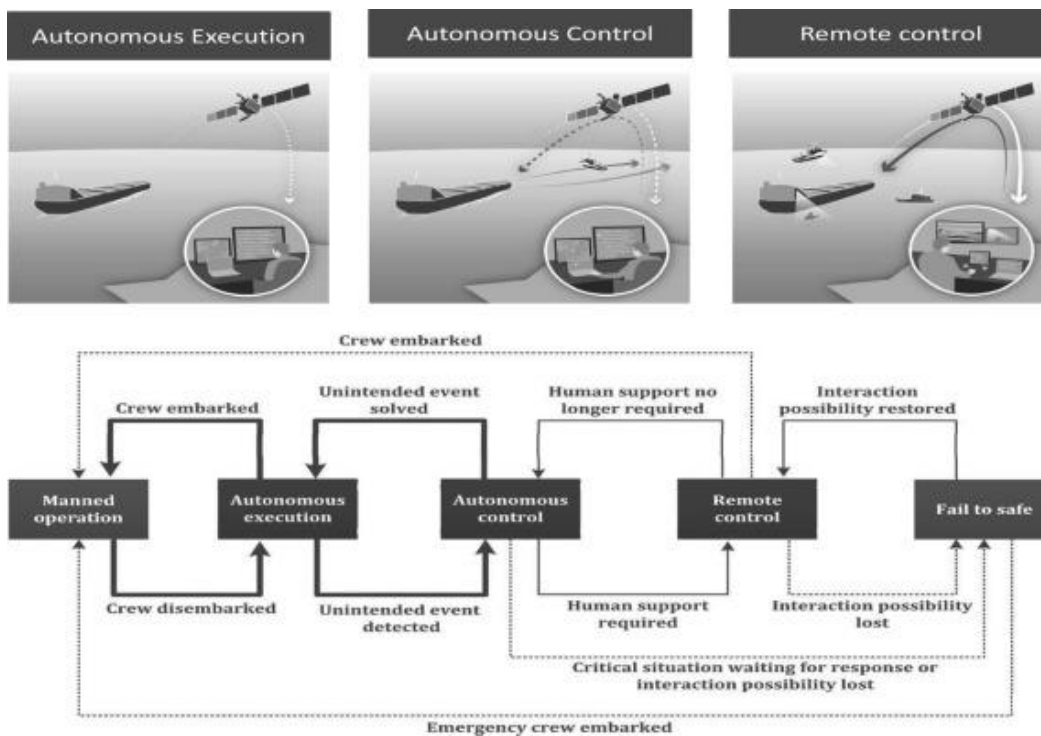
- Τηλεκατευθυνόμενη λειτουργία

Η ιδέα πίσω από την έννοια των σταδίων, είναι να εξαλειφθεί όσο το δυνατόν η ανθρώπινη παρέμβαση και ταυτόχρονα να διασφαλιστεί ότι το πλοίο παρακολουθείται συνεχώς από το ανθρώπινο στοιχείο στην ακτή. Η έννοια του τηλεχειρισμού επιτρέπει σε οποιοδήποτε στάδιο, την απομακρυσμένη λειτουργία του σκάφους από την ξηρά μέσω της προσομοιωμένης γέφυρας. Πιο συγκεκριμένα, αν το κέντρο της ξηράς εκτιμήσει ότι ο αυτόνομος έλεγχος δεν επαρκεί, το εξειδικευμένο πλήρωμα θα αναλάβει τον άμεσο έλεγχο του πλοίου. Αυτός ο μηχανισμός επιτρέπει την ασφαλή και αποδοτική λειτουργία του πλοίου, ελαχιστοποιώντας την ανθρώπινη παρέμβαση.

- *Fail-to-safe*

Είναι προφανές ότι η επικοινωνία μεταξύ του πλοίου και της ακτής, είναι ζωτικής σημασίας. Ωστόσο, σε περίπτωση απώλειας της σύνδεσης, ενεργοποιείται η λειτουργία *Fail-to-safe* και το πλοίο θα εκτελέσει έναν προγραμματισμένο τρόπο λειτουργίας, για την προστασία του πλοίου από ενδεχόμενες απειλές, για την ασφαλή πλοήγηση μέχρι να επιβιβαστεί ένα πλήρωμα έκτακτης ανάγκης.¹⁷

¹⁷ Rødseth, Ø. (2017). *Definitions for Autonomous Merchant Ships*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Norwegian Forum for Autonomous Ships*, σελίδες 7-12. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://nfas.autonomous-ship.org/resources/autonom-defs.pdf>



Σχήμα 3 Επίπεδα αυτονομίας των αυτόνομων πλοίων¹⁸

2.3 Πλεονεκτήματα των αυτόνομων πλοίων

- Οικονομικά πλεονεκτήματα

Το μεγαλύτερο κίνητρο για τα αυτόνομα πλοία, παρά τις οικονομικές επεμβάσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν από τις ναυτιλιακές εταιρείες, είναι η μακροπρόθεσμη ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας τους. Το *bunker* και το *crewing* είναι δύο από τις μεγαλύτερες δαπάνες για τη λειτουργία ενός πλοίου. Έτσι αυτοματοποιώντας πολλά από τα καθήκοντα που κανονικά θα γίνονταν επί του πλοίου, το συνολικό κόστος για το αναγκαίο προσωπικό, θα μπορούσε να ελαχιστοποιηθεί. Παράλληλα η συντήρηση θα γίνεται από εξειδικευμένο συνεργείο στο λιμάνι, με συνέπεια τη βέλτιστη αποτελεσματικότητα του έργου.¹⁹

¹⁸ Burmeister, H., Bruhn, W., Rødseth, Ø., Porathe T. (2014). *Autonomous Unmanned Merchant Vessel and its Contribution towards the e-Navigation Implementation: The MUNIN Perspective*. Έχει άδεια σύμφωνα [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Επιστημονικό περιοδικό, ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405535214000035>

¹⁹ Öhland, S & Stenman, A (2017). *Interaction Between Unmanned Vessels and COLREGS*. Σελίδες 9-10. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125252/Ohland_Sebastian-Stenman_Axel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Επιπλέον εφόσον εξαλειφθεί η ανάγκη να υπάρχουν άνθρωποι στο πλοίο, ολόκληρο το πλοίο μπορεί να ξανασχεδιαστεί ριζικά για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητά του με νέους τρόπους, πραγματοποιώντας καλύτερη οικονομία στα καύσιμα, καθώς ζητήματα όπως η στέγαση, η θέρμανση, η παραγωγή νερού, τα λύματα, θεραπείες και πολλά άλλα, τα οποία αποτελούν λειτουργίες για την άνεση του πληρώματος, δεν θα υφίστανται πλέον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα πλοίο φιλικότερο προς το περιβάλλον, το οποίο καταναλώνει λιγότερα καύσιμα λόγω του μικρότερου βάρους. Έπειτα το κατάστρωμα που βρίσκεται επί του παρόντος πάνω στο πλοίο, το οποίο φιλοξενεί πλήρωμα και βοηθάει στην πλοήγηση του πλοίου δεν θα απαιτείται πλέον. Αυτό θα μπορούσε να ανοίξει περισσότερο χώρο για το φορτίο, ενδεχομένως να καταστήσει ευκολότερη τη φόρτωση - εκφόρτωση και να βοηθήσει στη δημιουργία ενός αεροδυναμικού σχήματος του πλοίου, ώστε να μειωθούν οι τριβές και να αυξηθεί η ταχύτητα. Ένα ελαφρύτερο πλοίο και σε συνδυασμό με τη μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το πλήρωμα, μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητά του, κατά 15%.

Το κόστος ενός νέου αυτόνομου πλοίου πιθανώς να ανέβαινε αρχικά, αλλά με τα περισσότερα τυποποιημένα συστήματα και την εξειδίκευση που θα πραγματοποιηθεί στα αυτόνομα πλοία με την πάροδο του χρόνου, θα μπορούσε να είναι σημαντικά μικρότερο από αυτό ενός συμβατικού πλοίου. Ένα μοντέλο ταμειακών ροών που βασίζεται σε μια νέα βάση ανάπτυξης από το πρόγραμμα *MUNIN*, έδειξε ότι τα αυτόνομα πλοία θα ήταν εμπορικά βιώσιμη αγορά υπό τις περισσότερες περιστάσεις. Η κερδοφορία εξαρτάται από την τιμή των καυσίμων και την τιμή ναυπήγησης των αυτόνομων πλοίων.

- Πλεονεκτήματα όσον αφορά την ασφάλεια

Είναι πιθανό ότι με τα αυτόνομα πλοία θα βελτιωθεί η ασφάλεια και θα μειωθούν οι κίνδυνοι ατυχημάτων στη ναυσιπλοΐα. Περίπου το 75-96% όλων των θαλάσσιων ατυχημάτων προκαλούνται από ένα είδος ανθρώπινου λάθους. Αυτά τα ατυχήματα συμβαίνουν συχνά λόγω κόπωσης, ανεπαρκούς επικοινωνίας, επικίνδυνου περιβάλλοντος, αποφάσεων που βασίζονται σε λανθασμένες πληροφορίες και από την ανεπαρκή γνώση του πλοίου και των συστημάτων του. Επίσης, τα αυτόνομα πλοία μπορούν να μειώσουν τα ανθρώπινα λάθη που προκαλούνται από την κόπωση, προσφέροντας μια πιο επαναπαυόμενη εργασία και μεγαλύτερες περιόδους ανάπαυσης για τους φορείς εκμετάλλευσης.²⁰

²⁰ Öhland, S & Stenman, A (2017). *Interaction Between Unmanned Vessels and COLREGS*. Σελίδες 9-10. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125252/Ohland_Sebastian-Stenman_Axel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Τα μηχανήματα είναι επίσης καλύτερα από τους ανθρώπους, στην παρακολούθηση αυτοματοποιημένων διαδικασιών, επεξεργάζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων ακολουθώντας ένα σύνολο κανόνων από ανθρώπους. Αυτό κάνει τα αυτόνομα πλοία να είναι περισσότερο συνεπή από έναν άνθρωπο και μπορεί να μειώσουν τα λάθη που εμφανίζονται σε έκτακτες καταστάσεις. Οι κάμερες κι οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται συχνά, είναι καλύτεροι από το ανθρώπινο μάτι, π.χ. λόγω της περιορισμένης ορατότητας κατά την ανίχνευση μικρών αντικειμένων σε κακές καιρικές συνθήκες.²¹

- Πλεονεκτήματα όσον αφορά τη μείωση πειρατείας

Επιπλέον χωρίς ανθρώπινα πληρώματα να απειλούνται ή να κρατούνται όμηροι, το ζήτημα της πειρατείας κατά μήκος ορισμένων εμπορικών οδών, θα μπορούσε επίσης να μειωθεί ή να εξαλειφθεί. Η απαγωγή των μελών του πληρώματος για χρήματα είναι η κύρια κινητήρια δύναμη της σύγχρονης πειρατείας. Η απομάκρυνση του πληρώματος όχι μόνο θα καθιστούσε ασφαλέστερο το πλήρωμα, αλλά θα μπορούσε επίσης να κάνει το αυτόνομο πλοίο λιγότερο ελκυστικό στόχο για τους πειρατές. Σε περίπτωση επίθεσης, ο χειριστής στο κέντρο ελέγχου ξηράς θα μπορούσε να απενεργοποιήσει τη λειτουργία του πλοίου και να αφήσει τους πειρατές με ένα μη μετακινούμενο πλοίο στη μέση του ωκεανού.²²

²¹ Öhland, S & Stenman, A (2017). *Interaction Between Unmanned Vessels and COLREGS*. Σελίδες 9-10. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125252/Ohland_Sebastian-Stenman_Axel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

²² Walker, J (2019). *Autonomous Ships Timeline – Comparing Rolls-Royce, Kongsberg, Yara and More*. Emerj. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/autonomous-ships-timeline/>

Κεφάλαιο 3^ο Υφιστάμενες εφαρμογές αυτόνομων πλοίων

3.1 Η καινοτομία των έξυπνων πλοίων στη ναυτιλία

3.1.1 Εισαγωγή στη βιομηχανία 4.0

Η βιομηχανία 4.0 αναφέρεται σε μια νέα φάση της βιομηχανικής επανάστασης, η οποία επικεντρώνεται σε μεγάλο βαθμό στη διασύνδεση, τον αυτοματισμό, την εκμάθηση μηχανών και τα δεδομένα, σε πραγματικό χρόνο. Η βιομηχανία 4.0, η οποία περιλαμβάνει την *Industrial Internet of Things* και τη *smart manufacturing*, συνδυάζει τη φυσική παραγωγή και τις λειτουργίες με έξυπνη ψηφιακή τεχνολογία, μηχανική μάθηση και μεγάλα δεδομένα, προκειμένου να δημιουργήσει ένα καλύτερα συνδεδεμένο οικοσύστημα για εταιρείες που επικεντρώνονται στη διαχείριση της παραγωγής και της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Εξέλιξη της βιομηχανίας από 1.0 σε 4.0

- Η Πρώτη βιομηχανική επανάσταση

Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση συνέβη ανάμεσα στα τέλη του 1700 και στις αρχές του 1800. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η κατασκευή εξελίχθηκε εστιάζοντας στη χειρωνακτική εργασία, η οποία ενώ εκτελούνταν από τους ανθρώπους με τη βοήθεια των ζώων εργασίας, εξελίχθηκε σε μια πιο βελτιστοποιημένη μορφή εργασίας, με τη χρήση υδραυλικών μηχανών, ατμομηχανών και άλλων τύπων εργαλειομηχανών.

- Η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση

Στις αρχές του 20ου αιώνα, ο κόσμος εισήλθε σε μια δεύτερη βιομηχανική επανάσταση, με την εισαγωγή του χάλυβα και τη χρήση ηλεκτρισμού, στα εργοστάσια. Η εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επέτρεψε στους κατασκευαστές να αυξήσουν την αποδοτικότητα και να καταστήσουν τα εργοστασιακά μηχανήματα πιο εύχρηστα. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης οι έννοιες, όπως μαζική παραγωγή, εισήχθησαν ως ένας νέος τρόπος για την αύξηση της παραγωγικότητας.²³

²³ *epicor.com. What is Industry 4.0—the Industrial Internet of Things (IIoT)?*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.epicor.com/en-us/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/#1>

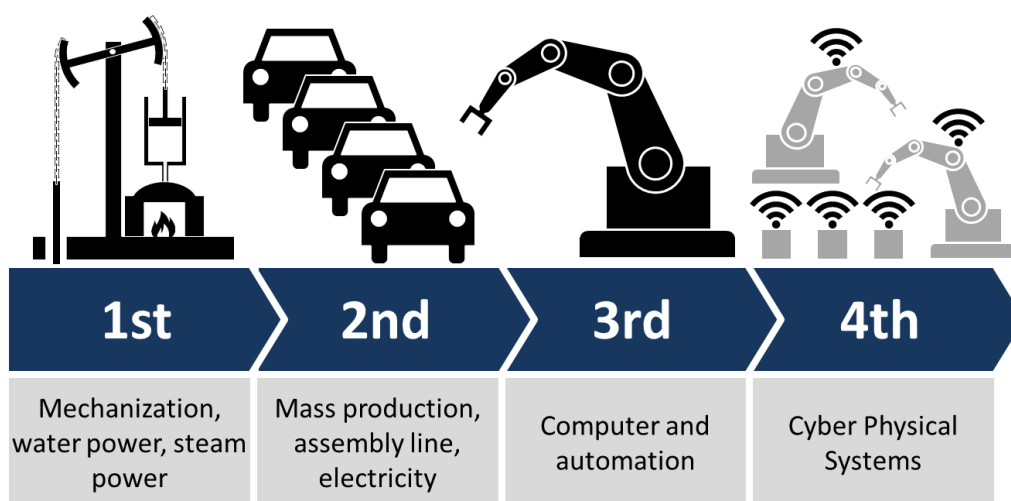
- Η Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση

Εκκινώντας από τα τέλη της δεκαετίας του 1950, άρχισε να εμφανίζεται η τρίτη βιομηχανική επανάσταση, καθώς οι κατασκευαστές άρχισαν να ενσωματώνουν περισσότερες ηλεκτρονικές αλλά και κυρίως τεχνολογίες υπολογιστών, στα εργοστάσιά τους.

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι κατασκευαστές άρχισαν να βιώνουν μια στροφή που δίνει λιγότερη έμφαση στην αναλογική και μηχανική τεχνολογία και εστιάζουν περισσότερο στη ψηφιακή τεχνολογία και το λογισμικό αυτοματισμού.

- Η Τέταρτη βιομηχανική επανάσταση

Τις τελευταίες δεκαετίες, εμφανίστηκε μια τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, γνωστή ως βιομηχανία 4.0. Η βιομηχανία 4.0 δίνει έμφαση στη ψηφιακή τεχνολογία με τη βοήθεια της διασυνδεσιμότητας μέσω του *Internet of Things*, της πρόσβασης σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και της εισαγωγής φυσικών συστημάτων του κυβερνοχώρου. Η βιομηχανία 4.0 προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη, αλληλένδετη και ολιστική προσέγγιση στην κατασκευή. Συνδέει τη φυσική με την ψηφιακή επαφή και επιτρέπει καλύτερη συνεργασία και πρόσβαση σε τμήματα, συνεργάτες, πωλητές, προϊόντα και ανθρώπους. Η βιομηχανία 4.0 εξουσιοδοτεί τους ιδιοκτήτες επιχειρήσεων να ελέγχουν και να κατανοούν καλύτερα κάθε πτυχή της λειτουργίας της επιχείρησής τους και τους επιτρέπει να αξιοποιούν τα στιγμιαία δεδομένα, με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας, τη βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής και εν τέλει την αύξηση της ανάπτυξης.²⁴



Σχήμα 4 Εξέλιξη της βιομηχανίας από 1.0 σε 4.0²⁵

²⁴ *epicor.com. What is Industry 4.0—the Industrial Internet of Things (IIoT)?*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.epicor.com/en-us/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/#1>

²⁵ *Roser, C. (2015). AllAboutLean. Έχει άδεια σύμφωνα CC BY-SA 4.0*. Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Industry_4.0.png

3.1.2 Βασικές πτυχές που σχετίζονται με τη βιομηχανία 4.0

- *Enterprise Resource Planning (ERP)*

Εργαλεία διαχείρισης επιχειρησιακών διαδικασιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση πληροφοριών σε έναν οργανισμό.

- *Internet of Things (IoT)*

Μια έννοια που αναφέρεται στις συνδέσεις μεταξύ φυσικών αντικειμένων, όπως αισθητήρων ή μηχανών του Διαδικτύου.

- *Industrial Internet of Things (IIoT)*

Σημαίνει το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων, μια έννοια που αναφέρεται στις συνδέσεις μεταξύ ανθρώπων, δεδομένων και μηχανών, καθώς σχετίζονται με την κατασκευή.

- *Big data (BD)*

Αναφέρονται σε μεγάλα σύνολα δομημένων ή μη δομημένων δεδομένων, τα οποία μπορούν να συλλεχθούν, να αποθηκευτούν, να οργανωθούν και να αναλυθούν, ώστε να αποκαλύψουν μοτίβα, τάσεις, συσχετίσεις κι ευκαιρίες.

- *Artificial intelligence (AI)*

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια έννοια που αναφέρεται στην ικανότητα ενός υπολογιστή να εκτελεί καθήκοντα και να λαμβάνει αποφάσεις που θα απαιτούσαν κάποιο επίπεδο ανθρώπινης νοημοσύνης.

- *Machine-to-machine (M2M)*

Αναφέρεται στην επικοινωνία που συμβαίνει μεταξύ δύο ξεχωριστών μηχανών μέσω ασύρματων ή ενσύρματων δικτύων.

- *Digitization*

Η ψηφιοποίηση αναφέρεται στη διαδικασία συλλογής και μετατροπής διαφόρων τύπων πληροφοριών, σε ψηφιακή μορφή.

- *Smart factory*

Ένα έξυπνο εργοστάσιο είναι αυτό που επενδύει και αξιοποιεί την τεχνολογία, με λύσεις και προσεγγίσεις της βιομηχανίας 4.0.

- *Machine learning*

Η μηχανική μάθηση αναφέρεται στην ικανότητα στην οποία οι υπολογιστές πρέπει να μάθουν και να βελτιώσουν μόνοι τους, μέσω της τεχνητής νοημοσύνης, χωρίς να υπάρχει κάποια άλλη παρέμβαση.²⁶

²⁶ *epicor.com. What is Industry 4.0—the Industrial Internet of Things (IIoT)?*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.epicor.com/en-us/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/#1>

- *Cloud computing*

Αναφέρεται στην πρακτική της χρήσης διασυνδεδεμένων απομακρυσμένων διακομιστών που υφίστανται στο διαδίκτυο, για την αποθήκευση, διαχείριση κι επεξεργασία πληροφοριών.

- *Real-time data processing*

Η επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, το οποίο αναφέρεται στις δυνατότητες των συστημάτων πληροφορικής και των μηχανημάτων να επεξεργάζονται συνεχώς και αυτόματα τα δεδομένα και να παρέχουν ιδέες σε πραγματικό χρόνο ή κοντά σε αυτόν.

- *Ecosystem*

Ένα οικοσύστημα, από την άποψη της κατασκευής, το οποίο αναφέρεται στη δυναμική συνδεσιμότητα ολόκληρου του εγχειρήματός, όπως την απογραφή και σχεδιασμό, τα οικονομικά, τις σχέσεις με τους πελάτες, τη διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού.

- *Cyber-physical systems (CPS)*

Τα συστήματα *Cyber-Physics*, γνωστά και ως *cyber manufacturing*, αναφέρονται σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον που προσφέρει συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ανάλυση και διαφάνεια σε κάθε πτυχή της παραγωγικής διαδικασίας.²⁷

3.1.3 Εφαρμογή της τεχνολογίας 4.0 στη ναυτιλία

Η καινοτομία στο περιβάλλον ναυτιλίας 4.0 αναφέρεται σε διαμορφώσεις διασυνδεδεμένων φυσικών και ψηφιακών στοιχείων, συστημάτων και υποδομών μεγάλης κλίμακας, οι οποίες επιτρέπουν τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων, για την παροχή νέων ναυτιλιακών υπηρεσιών. Το *IoT*, το *BD* και το *cloud computing*, που περιλαμβάνουν τις σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες αιχμής για την ναυτιλία 4.0, παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Τα έξυπνα πλοία είναι πλέον εξοπλισμένα με ηλεκτρομηχανολογικά εξαρτήματα και συστήματα πλοίων. Οι βίδες, τα εξαρτήματα και τα συστήματα πρόωσης, μπορούν να αναγνωριστούν μεμονωμένα, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες αντίληψης πληροφοριών, δηλαδή ασύρματους αισθητήρες που θα αναγνωρίζουν πιθανές δυσλειτουργίες.
- Οι αυτόνομοι κόμβοι θαλάσσιου συστήματος είναι διασυνδεδεμένοι. Τα φυσικά αντικείμενα-συστήματα του πλοίου και οι υποδομές θαλάσσιας εφοδιαστικής, συνδέονται με τεχνολογίες ένωσης πολλαπλών δικτύων.²⁸

²⁷ *epicor.com. What is Industry 4.0—the Industrial Internet of Things (IIoT)?.*

Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.epicor.com/en-us/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/#1>

²⁸ *Lambrou, M & Ota, M (2017). Shipping 4.0: Technology Stack and Digital Innovation Challenges.* Επιστημονικό περιοδικό, από το *University of the Aegean & Osaka City University*, σελίδες 4-8.

- Οι διασυνδεδεμένες υπηρεσίες θαλάσσιας εφοδιαστικής αλυσίδας, είναι πλέον έξυπνες. Διασυνδεδεμένα, ετερογενή δίκτυα και ναυτιλιακές εφοδιαστικές αλυσίδες συμβάλλουν στις επιχειρησιακές συναλλαγές, καθιστώντας ευφύες το διαδεδωμένο περιβάλλον ναυτιλιακών υπηρεσιών, μέσω εκτεταμένων υπολογιστών.
- Η ναυτιλιακή νοημοσύνη υποστηρίζεται κυρίως από νέες δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων και συμπερασμάτων, που επιτρέπονται από τις τεχνικές επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων, προσφέροντας νέες προηγμένες δυνατότητες αναγνώρισης προτύπων πρόβλεψης καταστάσεων.
- Το *Cloud computing* υποστηρίζει τις απαιτήσεις αποθήκευσης, ανάπτυξης και εφαρμογής της Ναυτιλίας 4.0 ως βοηθητική τεχνολογία.

Ως εκ τούτου, η *Shipping 4.0* είναι μια συλλογή εξελιγμένων και περιεκτικών διεπιστημονικών τεχνολογιών, που περιλαμβάνουν επικοινωνίες, μικροηλεκτρονική τεχνολογία, τεχνολογία αισθητήρων, μηχανές εκμάθησης, τεχνικές ασφάλειας και κρυπτογράφησης.

Στη ναυτιλία η έμφαση στην έρευνα και την ανάπτυξη έχει επικεντρωθεί, κυρίως σε βάσεις *IoT* και *Big Data*. Συγκεκριμένα σε εφαρμογές πρόβλεψης συντήρησης, στην παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης, στις πλατφόρμες παρακολούθησης των εκπομπών και στις πλατφόρμες ασφάλειας και προστασίας για την παρακολούθηση κρίσιμων περιστατικών.

Ένας υποανάπτυκτος τομέας εφαρμογών στρατηγικής διαχείρισης της τεχνολογίας *Big Data*, αναφέρεται στην αξιολόγηση επενδύσεων και τη διαχείριση χαρτοφυλακίου, την παρακολούθηση και την πρόβλεψη των ναυτιλιακών αγορών και τον προσδιορισμό της θέσης της εταιρείας στην αγορά. Επίσης, νέες πλατφόρμες λογισμικού για την πρόβλεψη των ναυτιλιακών αγορών και των στρατηγικών εργαλείων για τη λήψη αποφάσεων των εταιρειών.

Ως εκ τούτου, η τεχνολογία Ναυτιλίας 4.0 θεωρείται ότι διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία και τη λειτουργία νέων δικτύων καινοτομίας πλοίων, καθώς οι πόροι (*cyber-physical, resource intensive resources*) συνδυάζουν και ανταλλάσσουν πληροφορίες και γνώσεις με νέους τρόπους, που δημιουργούν νέες δυνατότητες για τις πρακτικές διαχείρισης των καθιερωμένων ναυτιλιακών εταιρειών, καθώς και για τους νεοεισερχομένους στο ψηφιακό θαλάσσιο οικοσύστημα καινοτομίας.²⁹

²⁹ Lambrou, M & Ota, M (2017). *Shipping 4.0: Technology Stack and Digital Innovation Challenges*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *University of the Aegean & Osaka City University*, σελίδες 4-8.

3.2 Project αυτόνομων πλοίων

3.2.1 C-worker 7

<i>Principal Particulars</i>	
<i>Length</i>	<i>7.2m</i>
<i>Beam</i>	<i>2.3m</i>
<i>Draft</i>	<i>0.9m</i>
<i>Height</i>	<i>4.2m</i>
<i>Weight</i>	<i>5300kg</i>
<i>Propulsion</i>	<i>2 x 20kW</i>
<i>Speed</i>	<i>6.5 knots max</i>
<i>Payload power</i>	<i>Up to 2kW</i>
<i>Control</i>	<i>ASView for direct, semi-autonomous or autonomous control</i>
<i>Communications</i>	<i>Radio/satellite</i>

Πίνακας 4 Βασικά χαρακτηριστικά του C-worker 7

Η ASV Global είναι μια εταιρεία με έδρα το *Portsmouth* του Ηνωμένου Βασιλείου, έχοντας επίσης γραφεία στις ΗΠΑ και τη Βραζιλία. Το μεγαλύτερο μέρος των εργαζομένων της, είναι ειδικοί λογισμικού και ρομποτικής. Η ASV Global σχεδιάζει, κατασκευάζει, εκμεταλλεύεται, πουλάει και εκμισθώνει ναυτικές αυτόνομες τεχνολογίες από το 2008. Έχουν παραδοθεί περισσότερα από 80 αυτόνομα σκάφη, κυρίως για την άμυνα, σε επιστημονικούς κλάδους και για ανάγκες που αφορούν το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Η ASV Global διαθέτει 16 διαφορετικά είδη σκαφών στο χαρτοφυλάκιο της (μικρά αυτόνομα σκάφη μήκους από 3 έως 12 μέτρα). Το Νοέμβριο του 2017, το πρώτο πλοίο χωρίς πλήρωμα, το σκάφος “ASV Global’s C- Worker 7”, ενεγράφη στο αγγλικό νηολόγιο κι απέκτησε αγγλική σημαία. Το C-Worker 7 είναι ένα ευέλικτο αυτόνομο σκάφος που έχει σχεδιαστεί για εργασίες όπως η τοποθέτηση υποθαλάσσιων επιφανειών, η επιτήρηση και η παρακολούθηση του περιβάλλοντος.³⁰

³⁰ [autonomousshipshq.com](https://www.autonomousshipshq.com). C-WORKER 7. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/c-worker-7/>

Το *C-worker 7* είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο, έχει μήκος 7 μέτρα με πετρελαιοκινητήρα, εξοπλισμένο με υποβρύχια ακουστική *USBL* και αισθητήρες για τον εντοπισμό θέσης, ανίχνευση υδρογονανθράκων, για περισυλλογή σκουπιδιών, συλλογή δεδομένων για τη μορφολογία των ωκεανών καθώς και για την επιτήρηση της ασφάλειας της θαλάσσιας περιοχής, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερο σε σχέση με άλλα, όσον αφορά τις δυνατότητές του.

Το σύστημα ελέγχου, αποτελείται από το λογισμικό *ASView* που αναπτύσσεται εσωτερικά στο σκάφος και ένα σύστημα ελέγχου σχεδιασμένο για αυτόνομο και τηλεκατευθυνόμενο έλεγχο των μη επανδρωμένων και επανδρωμένων πλοίων. Ο εγκατεστημένος αυτόνομος υπολογιστής στο σκάφος (*ASView-Core*) συνδέεται μέσω του ραδιοζεύκτη (*UHF, L ή S band*) ή μέσω δορυφορικής σύνδεσης (*V-Sat, Inmarsat ή Iridium*) στο μητρικό πλοίο, όπου εκεί ήδη υπάρχουν ο *server (ASView-Base)*, το *HMI (ASView-Bridge)* και το φορητό τηλεχειριστήριο (*ASView-Helm*).³¹

3.2.2 *Roboat*

Το Άμστερνταμ κατέχει τον πρώτο στόλο αυτόνομων πλοίων στον κόσμο. Το *Roboat* είναι το πρώτο σημαντικό ερευνητικό πρόγραμμα στον κόσμο για αυτόνομα πλωτά πλοία, που πλέουν σε μητροπολιτικές περιοχές. Επιτρέπει τη μεταφορά αγαθών, ανθρώπων, ενώ παράλληλα θα μπορέσει να δώσει λύσεις σε προβλήματα που αφορούν το περιβάλλον, στα κανάλια του Άμστερνταμ. Το *Roboat* είναι το αποτέλεσμα καινοτόμου έρευνας μεγάλης κλίμακας, που διερευνά και δοκιμάζει τις πλούσιες δυνατότητες για αυτόνομα συστήματα στο νερό.

Το *Roboat* είναι ένα κοινό ερευνητικό πρόγραμμα του *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* και του Ινστιτούτου *Advanced Metropolitan Solutions (AMS Institute)* του Άμστερνταμ. Ο Δήμος του Άμστερνταμ, η εταιρεία *Waternet* κι ο Δήμος της Βοστώνης υποστηρίζουν το πενταετές πρόγραμμα.

Το νέο ρομποτικό σκάφος είναι εύκολο στην κατασκευή, είναι εξαιρετικά εξελιγμένο για να πραγματοποιεί ελιγμούς κι είναι ικανό να ανταποκρίνεται με ακρίβεια σε εσωτερικούς και σε εξωτερικούς χώρους.

Το *Roboat* προσφέρει τεράστιες δυνατότητες όσον αφορά την εξερεύνηση του περιβάλλοντος και την ανίχνευση. Για παράδειγμα, με περαιτέρω έρευνα, τα υποβρύχια *Roboat* θα μπορούσαν να ανιχνεύουν ασθένειες σε πρώιμο στάδιο. Επίσης ένας στόλος από *Roboats* θα μπορούσε να καθαρίσει τα απόβλητα των καναλιών.

Το *Roboat* χρησιμοποιεί δεδομένα ανίχνευσης και διαστασιολόγησης εικόνων λέιζερ (*LiDAR*) για τον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση, καθώς τα δεδομένα *LiDAR* είναι πιο άμεσα και σωστά.³²

³¹ *autonomousshipshq.com. C-WORKER 7*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/c-worker-7/>

³² *ams-institute.org. Roboat*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.ams-institute.org/urban-challenges/smart-urban-mobility/roboat/>

Εκτός από το Άμστερνταμ, ο προτεινόμενος στόλος αυτόνομων πλοίων συλλογής αποβλήτων, έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις υποδομές και σε άλλες πόλεις με βάση το νερό, όπου η ανάγκη για ένα εύκαμπτο σύστημα συλλογής απορριμμάτων είναι ακόμη πιο ελκυστική. Το εν λόγω σύστημα μπορεί ακόμη και να χρησιμεύσει ως προσωρινή ανακούφιση για τις πληγείσες περιοχές από φυσικές καταστροφές, όπως πλημμύρες.³³

3.2.3 ReVolt



Σχήμα 5 Προσομοίωση αυτόνομου πλοίου ReVolt³⁴

³³ [ams-institute.org. Roboat](https://www.ams-institute.org/urban-challenges/smart-urban-mobility/robot/). Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.ams-institute.org/urban-challenges/smart-urban-mobility/robot/>

³⁴ Krogstad, E. (2017). NTNU. Έχει άδεια σύμφωνα [CC BY-NC-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/). Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από <https://www.flickr.com/photos/ntnu-trondheim/33888636104/>

Principal Particulars

<i>Length</i>	<i>60 m</i>
<i>Beam</i>	<i>14.5 m</i>
<i>Draft</i>	<i>5 m</i>
<i>Height</i>	<i>13 m</i>
<i>Dead weight (DWT)</i>	<i>1300 tonnes</i>
<i>Cargo capacity</i>	<i>100 TEU</i>
<i>Propulsion</i>	<i>2x two-bladed podded azimuth propulsors, 1x retractable azimuth bow thruster, fully electric, battery powered</i>
<i>Battery capacity</i>	<i>3000 kWh (4 hours to fully charged)</i>
<i>Speed</i>	<i>6 knots</i>
<i>Range</i>	<i>100 nm</i>

Πίνακας 5 Βασικά χαρακτηριστικά του *ReVolt*³⁵

Η καινοτόμος ιδέα του πλοίου *ReVolt*, είναι το αποτέλεσμα ενός διεπιστημονικού ομαδικού έργου ανάπτυξης στο *DNV GL* που υποστηρίζεται από την *Transnova* της Νορβηγίας και βασίζεται σε μια αξιολόγηση των σημερινών απαιτήσεων, όσον αφορά τη ναυτιλία των μικρών αποστάσεων. Ως εκ τούτου, οι ερευνητές του νηογνώμονα *DNV GL* έχουν αναπτύξει το “*ReVolt*”, ένα σκάφος που είναι πιο “πράσινο”, πιο έξυπνο και ασφαλέστερο, από τα συμβατικά πλοία.

Βασίζεται στην αυτόνομη λειτουργία, με πλήρη τροφοδότηση από μια εξαιρετικά αποδοτική μπαταρία. Το “*ReVolt*” είναι μια νέα ιδέα ναυτιλίας που προσφέρει μια πιθανή λύση στην αυξανόμενη ανάγκη μεταφορικής ικανότητας.³⁶

³⁵ *autonomousshipshq.com. REVOLT*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/revolt/>

³⁶ *dnvgl.com. The ReVolt*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.dnvgl.com/technology-innovation/revolt/index.html>

Η προβλεπόμενη διαδρομή εκμετάλλευσης περιορίζεται στη νότια νορβηγική περιοχή μεταξύ Όσλο και Τρόντχαϊμ με την προοπτική να συνδεθούν αργότερα και άλλοι μεγάλοι κόμβοι φορτίου κατά μήκος αυτής της παράκτιας περιοχής. Η χρήση αυτόνομων πλοίων στην περιοχή, θα αποτελέσει μία μη επανδρωμένη αλυσίδα εφοδιασμού, με αυτοματοποιημένες διαδικασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης φορτίου και αυτόματες εγκαταστάσεις πρόσδεσης και απόδεσης των πλοίων.

Το “*ReVolt*” κινείται με δύο υποθαλάσσιους προωθητές αζιμούθιου στην πρύμνη καθώς και ένα προωθητήρα *bow thruster* αζιμούθιου, όταν είναι απαραίτητο. Με αυτή τη διαμόρφωση επιτυγχάνεται υψηλή ευελιξία και πλήρης ανεξαρτησία από τα ρυμουλκά.

Αντί να χρησιμοποιεί καύσιμο ντίζελ, το “*ReVolt*” τροφοδοτείται από μια μπαταρία 3000 kWh. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη μείωση του λειτουργικού του κόστους, ελαχιστοποιώντας τον αριθμό των εξαρτημάτων υψηλής συντήρησης. Το σκάφος έχει μια εμβέλεια από 100 ναυτικά μίλια και μέχρι να τελειώσει η μπαταρία του. Εάν η ενέργεια που απαιτείται για την αξιοποίηση αυτή προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, εξαλείφονται και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον η χωρητικότητα φορτίου προσεγγίζεται στα 100 εμπορευματοκιβώτια.

Το σκάφος έχει μια μέση ταχύτητα 6 κόμβων κι αντιμετωπίζει λιγότερη αντίσταση στο νερό από άλλα πλοία. Η μικρή απώλεια ταχύτητας επέτρεψε στους μηχανικούς να δημιουργήσουν μια κατακόρυφη ευθύγραμμη πλώρη κι αυτό συνέβαλε στη μείωση, όσο είναι πρακτικά δυνατό, της αντίστασης στο νερό. Επιπλέον, η κεκλιμένη καρίνα έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει τη λειτουργία χωρίς έρμα σε κάθε κατάσταση φόρτωσης, μειώνοντας περαιτέρω την αντίσταση του νερού κατά μήκος του συνολικού πλοίου, εξοικονομώντας ενέργεια. Το σύστημα επίγνωσης της κατάστασης αποτελείται από τους παραδοσιακούς συνδυασμούς *GPS*, *RADAR*, *AIS*, *ECDIS* με προσθήκη φωτογραφικών μηχανών και *LIDAR*.³⁷

Το “*ReVolt*” δεν απαιτεί πλήρωμα κι ως εκ τούτου βασίζεται στην αντιμετώπιση ενός από τους ασθενέστερους τομείς των ναυτιλιακών βιομηχανιών, την ασφάλεια. Μελέτες έχουν δείξει ότι η πλειονότητα των ατυχημάτων προκαλείται από ανθρώπινο σφάλμα.³⁸

³⁷ *dnvgl.com. The ReVolt*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.dnvgl.com/technology-innovation/revolt/index.html>

³⁸ *autonomousshipshq.com. REVOLT*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/revolt/>

Με την απουσία πληρώματος, δεν υπάρχει η ανάγκη για τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις, όπως η υπερκατασκευή επί του σκάφους. Η προκύπτουσα αύξηση της χωρητικότητας φόρτωσης, καθώς και το χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, σημαίνει ότι σε σύγκριση με ένα πετρελαιοκίνητο πλοίο, το “*ReVolt*” θα μπορούσε να εξοικονομήσει έως και 34 εκατομμύρια δολάρια κατά τη διάρκεια της εκτιμώμενης διάρκειας ζωής του, των 30 χρόνων.³⁹

Η ενεργειακή απόδοση αυτού του σκάφους θα είναι ένα από τα καλύτερα χαρακτηριστικά του. Η εκτιμώμενη ζήτηση ενέργειας σε ήρεμα νερά θα είναι περίπου 50 kW. Η *DNV GL* πραγματοποίησε μια μελέτη που έδειξε ότι προκειμένου να μεταφερθούν 100 εμπορευματοκιβώτια από το Στάβανγκερ στο Όσλο, σε σύγκριση με τα φορτηγά ντίζελ, η *ReVolt* έχει 200 φορές καλύτερη συνολική ενεργειακή απόδοση. Επίσης σε σύγκριση με τα παραδοσιακά πλοία, έχει 40 φορές καλύτερη συνολική ενεργειακή απόδοση (από πετρελαιοπηγές μέχρι ώθηση από τροχούς ή από πρόωση).

Σύντομα θα υλοποιηθούν χερσαίες εγκαταστάσεις ως ερευνητικό έργο στο πλαίσιο της *DNV GL*. Για τον έλεγχο των αυτόνομων δυνατοτήτων του *ReVolt*, κατασκευάστηκε ένα μοντέλο με κλίμακα 1:20. Μέσω της συνεργασίας με το Νορβηγικό Πανεπιστήμιο Επιστήμης και Τεχνολογίας (*NTNU*), το μοντέλο αυτό θα χρησιμεύσει ως πάγκος δοκιμών στην έρευνα σύντηξης αισθητήρων κι αποφυγής σύγκρουσης για αυτόνομα πλοία.

Το *ReVolt* είναι ένα όραμα για το μέλλον και δεν θα κατασκευαστεί μέχρι να αναπτυχθεί αρκετά η τεχνολογία. Αποτελεί έμπνευση για τους κατασκευαστές εξοπλισμού, τα ναυπηγεία και τους εφοπλιστές, στην προσπάθεια τους να αναπτύξουν νέες λύσεις για ένα ασφαλέστερο και βιώσιμο μέλλον.⁴⁰

3.2.4 Ιαπωνική κοινοπραξία

Το Υπουργείο Χωροταξίας, Υποδομής, Μεταφορών και Τουρισμού της Ιαπωνίας, επέλεξε ένα κοινό έργο με επικεφαλής τους *Mitsui O.S.K. Lines (MOL)*, *Mitsui Engineering*, ναυπηγική βιομηχανία και ναυτιλιακούς φορτωτές, προκειμένου να συνεργαστούν με στόχο να καταστήσουν τα αυτόνομα πλοία πραγματικότητα μέχρι το 2025, ελπίζοντας να οδηγήσουν την παγκόσμια ανάπτυξη σε ένα έργο που θα πρέπει να μειώσει σε μεγάλο βαθμό τα ατυχήματα στη θάλασσα.⁴¹

³⁹ *autonomousshipshq.com. REVOLT*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/revolt/>

⁴⁰ *Simons, A (2014). ReVolt – next generation short sea shipping. DNV GL*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.dnvgl.com/news/revolt-next-generation-short-sea-shipping-7279>

⁴¹ *asia.nikkei.com (2017). Japan aims to launch self-piloting ships by 2025*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Japan-aims-to-launch-self-piloting-ships-by-2025>

Η ερευνητική κοινοπραξία του έργου αποτελείται από τους *MOL*, *Mitsui*, το Εθνικό Ινστιτούτο Θαλάσσιας, Λιμενικής και Αεροπορικής Τεχνολογίας, το Πανεπιστήμιο Θαλάσσιας Επιστήμης και Τεχνολογίας του Τόκιο, την *Nippon Kaiji Kyokai*, την Ιαπωνική Ένωση Τεχνολογιών Έρευνας Πλοίων και την *Akishima Laboratories Zosen Inc.* Οι εταιρείες *Lines* και *Nippon Yusen* σχεδιάζουν να μοιραστούν το κόστος και να ανταλλάξουν εμπειρογνωμοσύνη. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας αναμένεται να κοστίσει τουλάχιστον δέκα δισεκατομμύρια γιέν ή εκατοντάδες εκατομμύρια δολάρια.

Τα μέλη της κοινοπραξίας θα αναπτύξουν την τεχνολογική ιδέα για τα αυτόνομα πλοία, αξιοποιώντας τα δυνατά σημεία κάθε συμμετέχουσας εταιρείας κι οργάνωσης, καθορίζοντας μια πορεία προς την ανάπτυξη της τεχνολογίας που απαιτείται για την υλοποίηση αυτόνομων πλοίων και που θα μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες, ασφαλείς και αποδοτικές θαλάσσιες μεταφορές.

Το σύστημα διεύθυνσης υποστηριζόμενο από τεχνητή νοημοσύνη, θα χρησιμοποιεί τεχνολογίες, όπως το “*Internet of Things*”, τη σύνδεση διάφορων συσκευών με το δίκτυο για την άμεση συλλογή κι ανάλυση δεδομένων σχετικά με τις καιρικές συνθήκες στη θάλασσα και την αναγνώριση επικίνδυνων εμποδίων. Η τεχνητή νοημοσύνη θα χρησιμοποιήσει αυτά τα δεδομένα για να σχεδιάσει την πιο αποδοτική, ασφαλή και συντομότερη διαδρομή.

Τα έξυπνα πλοία θα προβλέπουν επίσης δυσλειτουργίες κι άλλα προβλήματα και θα βοηθήσουν στην αποφυγή θαλάσσιων ατυχημάτων. Ενώ, βασική επιδίωξη είναι να εφαρμοστούν πλήρως αυτόνομα πλοία με τη πάροδο του χρόνου, ώστε να μειώσουν στο ήμισυ, τα περίπου 2.000 θαλάσσια ατυχήματα που συμβαίνουν τώρα ετησίως.

Η συνεργασία μεταξύ των φορτωτών και των ναυπηγείων, έχει ως στόχο να βοηθήσει την Ιαπωνία να αναλάβει ηγετικό ρόλο στην ανάπτυξη μιας τεχνολογίας για την οποία η ζήτηση παγκοσμίως, αναμένεται να αυξηθεί. Οι ναυπηγοί της Ιαπωνίας, των οποίων το παγκόσμιο μερίδιο έχει μειωθεί, επιδιώκουν να επιστρέψουν με την τεχνολογία και πιθανώς να διεκδικήσουν περίπου το 30% της αγοράς.

Η εταιρική σχέση θα αυξήσει επίσης τον όγκο των δεδομένων που θα συγκεντρωθούν και ενδεχομένως να επιταχύνει και την ανάπτυξη. Η *Nippon Yusen* ερευνά ήδη την τεχνολογία που θα επιτρέψει στα πλοία να χρησιμοποιήσουν δεδομένα για την εκτίμηση των κινδύνων σύγκρουσης κι η *Japan Marine* εργάζεται σε ένα σύστημα διάγνωσης των βλαβών προτού αυτές συμβούν, αναλύοντας την κατάσταση του πλοίου, όπως η κατάσταση των κινητήρων και του καυσίμου.⁴²

⁴² *asia.nikkei.com* (2017). *Japan aims to launch self-piloting ships by 2025*.

Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Japan-aims-to-launch-self-piloting-ships-by-2025>

3.2.5 Yara birkeland



Σχήμα 6 Αυτόνομο πλοίο YARA BIRKELAND ⁴³

Principal Particulars

Type	Autonomous container feeder ship
Length	72.4-79,5 m
Beam	14.8 m
Draft	6 m full, 3 m ballast
Height	12 m
Dead weight (DWT):	3200 tonnes
Cargo capacity	120 TEU
Propulsion	fully electric, 2x podded azimuth propulsors, 2x tunnel bow thrusters
Battery capacity	7000 – 9000 kWh
Speed	6 knots service, 12 knots maximum

Πίνακας 6 Βασικά χαρακτηριστικά του Yara birkeland ⁴⁴

⁴³ Rødseth, Ø. (2017) NFAS. Έχει άδεια σύμφωνα [CC BY-ND 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/). Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από <https://www.flickr.com/photos/148162140@N07/34476100120/>

⁴⁴ autonomousshipshq.com (2017). YARA BIRKELAND. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/yara-birkeland/>

Οι εταιρίες YARA και KONGSBERG, εισέρχονται στην εταιρική σχέση για την κατασκευή του *Yara Birkeland*, με μηδενικές εκπομπές αερίων παγκοσμίως κι επιπλέον την πρώτη πλήρως ψηφιοποιημένη και ηλεκτρική αλυσίδα εφοδιασμού, με όλες τις λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένης της φόρτωσης, εκφόρτωσης και της ναυσιπλοΐας. Η YARA σκοπεύει να μειώσει τις μεταφορές φορτηγών με ντίζελ, κατά 40.000 δρομολόγια το χρόνο. Η KONGSBERG είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη και την παράδοση όλων των βασικών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων και της ολοκλήρωσης που απαιτούνται για τις τηλεκατευθυνόμενες και αυτόνομες επιχειρήσεις, εκτός από τα ηλεκτρικά συστήματα κίνησης, μπαταρίας και ελέγχου πρόωσης.

Επίσης η *Kalmar*, μέλος της *Cargotec* και η *Yara*, έχουν συνάψει συμφωνία στην οποία η *Kalmar* θα παραδώσει πλήρως αυτόνομο εξοπλισμό, λογισμικό και υπηρεσίες για μια μοναδική, πλήρως ψηφιοποιημένη λύση χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων στην εγκατάσταση *Porsgrunn* της *Yara*, στη Νορβηγία.

Η *Kalmar* θα παράσχει την αυτόνομη λύση φόρτωσης και εκφόρτωσης για την *Yara Birkeland*, καθώς και τη μεταφορά μεταξύ των εγκαταστάσεων παραγωγής λιπασμάτων και της αποβάθρας. Η λύση της *Kalmar* αποτελείται από έναν αυτόματο γερανό (*AutoRMG*), τρία *Kalmar FastCharge (TM) AutoStrads*, έναν σταθμό φόρτισης *FastCharge* και συναφή συστήματα αυτοματισμού και ασφάλειας. Η λύση θα εφαρμοστεί σε φάσεις, με το επίπεδο αυτοματισμού να αυξάνεται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου.⁴⁵

Η *Yara* έχει συνάψει συμφωνία ύψους 26 εκατ. Ευρώ με τη νορβηγική ναυπηγική εταιρία *VARD*, για την κατασκευή της *Yara Birkeland*. Η γάστρα θα παραδοθεί από το *Vard Braila* στη Ρουμανία. Το διάσημο ηλεκτρικό κι αυτόνομο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είναι ένα βήμα πιο κοντά στην ναυπήγησή του, η οποία αναμένεται το 2020, ενώ η πλήρως αυτόνομη λειτουργία έχει προγραμματιστεί για το 2022.⁴⁶

Το *YARA Birkeland* αποτελεί ένα ανοιχτό εμπορευματοκιβωτιοφόρο πλοίο (*container ship*) άνω των 120 *TEU*. Θα τροφοδοτείται πλήρως από μπαταρίες και θα είναι έτοιμο για την αυτόνομη λειτουργία.⁴⁷

⁴⁵ *kongsberg.com* (2017). *YARA AND KONGSBERG ENTER INTO PARTNERSHIP TO BUILD WORLD'S FIRST AUTONOMOUS AND ZERO EMISSIONS SHIP*.

Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2017/yara-and-kongsberg-enter-into-partnership-to-build-worlds-first-autonomous-and/>

⁴⁶ *autonomousshipshq.com* (2017). *YARA BIRKELAND*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/yara-birkeland/>

⁴⁷ *kongsberg.com*. *AUTONOMOUS SHIP PROJECT, KEY FACTS ABOUT YARA BIRKELAND*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από

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

Επίσης, ο Νορβηγικός κυβερνητικός οργανισμός *ENOVA*, που προωθεί τη μετατροπή της Νορβηγίας σε κοινωνία χαμηλών εκπομπών ρύπων μέσω των πράσινων τεχνολογιών, παρέχει 13,5 εκατομμύρια ευρώ για την ανάπτυξη αυτού του σκάφους. Η συνολική εκτιμώμενη τιμή είναι περίπου 22 εκατ. ευρώ. Μέσω λοιπόν αυτής της κυβερνητικής επιχορήγησης, η Νορβηγία επενδύει σε μελλοντικές τεχνολογίες που θα υποστηρίζουν το εθνικό σχέδιο μεταφορών και τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Επί του παρόντος, απαιτούνται καθημερινά περισσότερες από 100 διαδρομές φορτηγών ντίζελ για τη μεταφορά προϊόντων, από το εργοστάσιο παραγωγής της *Yara* στους λιμένες των *Brevik* και *Larvik*. Εκτιμάται ότι η *Yara Birkeland* θα αντικαταστήσει περίπου 40.000 ταξίδια φορτηγών ντίζελ ετησίως ή περίπου 25.000 εμπορευματοκιβώτια ετησίως.

Αρχικά στο έργο θα εφαρμοστεί μια αποσπώμενη γέφυρα με εξοπλισμό για ελιγμούς και πλοήγηση. Όταν το πλοίο είναι έτοιμο για αυτόνομη λειτουργία, αυτή η μονάδα θα ανυψώνεται ώστε να αφαιρεθεί. Η φόρτωση και η εκφόρτωση θα γίνεται αυτόματα με ηλεκτρικούς γερανούς και εξοπλισμό. Το πλοίο δεν θα έχει δεξαμενές έρματος, αλλά θα χρησιμοποιεί τη μπαταρία ως μόνιμο έρμα. Το πλοίο θα είναι επίσης εξοπλισμένο με ένα αυτόματο σύστημα πρόσδεσης. Η πρόσδεση και η απόδεση του πλοίου θα πραγματοποιείται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.

Ο επιχειρησιακός χώρος θα είναι μεταξύ τριών λιμένων στη νότια Νορβηγία *Herøya-Brevik* (περίπου 7 nm) και *Herøya - Larvik* (περίπου 30 nm), ενώ το αυτόνομο πλοίο θα ταξιδεύει σε απόσταση 12 ναυτικών μιλίων από την ακτή. Το τμήμα της περιοχής που μεταφέρεται το μεγαλύτερο μέρος της κυκλοφορίας πλοίων, καλύπτεται από το σύστημα *VTS* των νορβηγικών παράκτιων διοικήσεων στο *Brevik*.

Για να διασφαλισθεί η ασφάλεια, τρία κέντρα με διαφορετικό επιχειρησιακό προφίλ, σχεδιάζονται για τον χειρισμό όλων των πτυχών της λειτουργίας. Τα κέντρα αυτά θα χειριστούν έκτακτα περιστατικά, την παρακολούθηση της κατάστασης, την επιχειρησιακή παρακολούθηση, την υποστήριξη αποφάσεων, την επιτήρηση του αυτόνομου πλοίου και του περιβάλλοντος χώρου του και όλες τις άλλες πτυχές της ασφάλειας. Ένα περιβάλλον διασύνδεσης με την υλικοτεχνική λειτουργία της *Yara*, θα υλοποιηθεί στο επιχειρησιακό κέντρο της *Herøya*.

Τέλος για σκοπούς ανάπτυξης και δοκιμής, θα χρησιμοποιηθεί η εγκατάσταση από το *Sintef Ocean* στο *Trondheim*. Μια δοκιμαστική δεξαμενή μήκους 80 μέτρων χρησιμοποιείται σήμερα από πολλούς νορβηγικούς και διεθνείς ερευνητικούς οργανισμούς κι επιχειρήσεις. Εκεί το μοντέλο της *Yara Birkeland* που έχει μέγεθος 6 μέτρων και ζυγίζει 2,4 τόνους θα υποβληθεί σε εκτενή σειρά δοκιμών βάσει πρωτοκόλλων, οι οποίες θα αποσκοπούν πρωτίστως στην ανάπτυξη συστημάτων επίγνωσης της κατάστασης και της αποφυγής συγκρούσεων με υψηλά επίπεδα ακεραιότητας ασφαλείας κι ανοχής σφάλματος.⁴⁸

⁴⁸ *kongsberg.com. AUTONOMOUS SHIP PROJECT, KEY FACTS ABOUT YARA BIRKELAND*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>

3.2.6 AAWA

Το *project AAWA (Advanced Autonomous Waterborne Applications)*, αποτέλεσε ένα έργο ύψους 6,6 εκατομμυρίων ευρώ, διήρκησε μέχρι τα τέλη του 2017 και συγχρηματοδοτήθηκε από τη Φινλανδική εταιρία *Teles*. Το συγκεκριμένο *project* αφορά την τεχνολογία και την καινοτομία, κι έχει σκοπό στην παραγωγή προδιαγραφών και προκαταρκτικών σχεδίων, για την υλοποίηση της επόμενης γενιάς αυτόνομων πλοίων. Για την πραγματοποίηση αυτού του *project*, συγκεντρώθηκαν κορυφαίοι ακαδημαϊκοί της Φινλανδίας από το πανεπιστήμιο του τομέα της τεχνολογίας του *Tampere*, πανεπιστημιακές μονάδες όπως *Åbo Akademi*, *Aalto* και *Turku*, ναυπηγοί, κατασκευαστές εξοπλισμού, νηογνώμονες, το τεχνικό κέντρο ερευνών της Φινλανδίας, κορυφαία ναυτιλιακά πρόσωπα που ασχολούνται με την καινοτομία πλοίων, αλλά και κορυφαία μέλη θαλασσιών ομίλων συμπεριλαμβανομένων των *Rolls-Royce*, *DNV GL*, *Inmarsat*, *Deltamarin*, *NAPA*, *BrightHouse Intelligence*, *FinFerries* και *ESL Shipping*, με κύριο σκοπό να εξετάσουν το μέλλον των αυτόνομων πλοίων ως προς τους οικονομικούς, κοινωνικούς, τεχνολογικούς και νομικούς παράγοντες, στους οποίους πρέπει να καταταχθούν τα αυτόνομα πλοία.

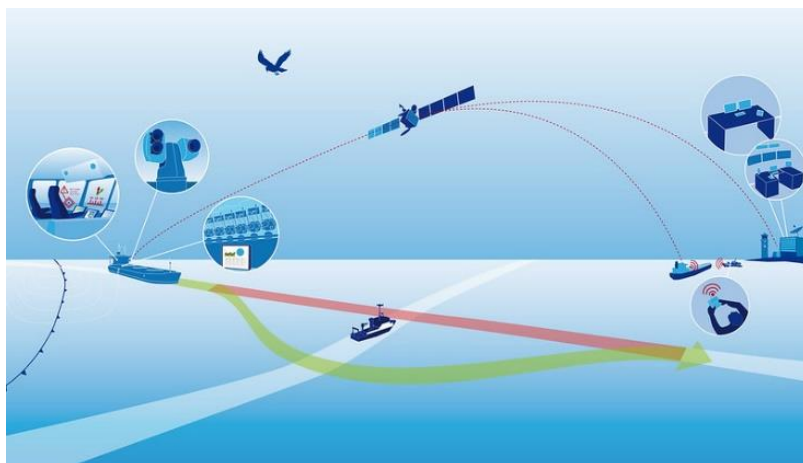
Σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο που δημιούργησε η επικεφαλής εταιρεία *Rolls-Royce* για το *project AAWA*, υποστηρίζει ότι οι απαραίτητες τεχνολογίες για την πραγματοποίηση ενός επιτυχημένου απομακρυσμένου ελέγχου ενός αυτόνομου πλοίου είναι εφικτή, ενώ τονίζει πως υπάρχουν ήδη οι απαραίτητοι αισθητήρες, τα επικοινωνιακά συστήματα και ο προγραμματισμός των συστημάτων. Ωστόσο η κύρια πρόκληση είναι να καταστεί οικονομικά αποδοτική η αξιόπιστη τεχνολογία που υπάρχει.

Τα αυτόνομα πλοία σύμφωνα με την *Rolls - Royce*, αρχικά θα λειτουργήσουν σαν μικρά σκάφη που θα πλέουν σε περιορισμένο χώρο με συγκεκριμένη διαδρομή. Για τεχνικούς και νομικούς λόγους, μία σαφώς καθορισμένη ολοκληρωμένη λειτουργία ενός τέτοιου πλοίου σε μία χώρα, θα αποτελέσει και την εμπορική εφαρμογή της αυτόνομης τεχνολογίας.

Για παράδειγμα, η εταιρεία *Svitzer* μαζί με την *Rolls-Royce*, ανέπτυξαν την πρώτη απομακρυσμένη λειτουργία ενός εμπορικού ρυμουλκού πλοίου στο λιμάνι της Κοπεγχάγης στην Δανία, το οποίο ελέγχεται απομακρυσμένα από έναν καπετάνιο που βρίσκεται στην ακτή, σε κέντρο ελέγχου στην ακτή. Έτσι λοιπόν ενισχύεται η πεποίθηση των στελεχών της εταιρείας *Rolls-Royce*, ότι μακροπρόθεσμα ένα κέντρο ελέγχου με προσωπικό από 7 έως 14 άτομα, θα μπορούσε να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα ολόκληρο στόλο εμπορικών πλοίων σε ολόκληρο τον κόσμο.⁴⁹

⁴⁹ *Jokioinen, E. Remote and Autonomous Ships The next steps*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA)*, σελίδες 3-13. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>

3.2.7 MUNIN



Σχήμα 7 Όραμα MUNIN⁵⁰

Το MUNIN (*Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks*) αποτελεί ένα *project* το οποίο αποσκοπεί στην υλοποίηση και την εξέλιξη της τεχνολογίας αυτόνομων πλοίων. Το *project* τέθηκε σε λειτουργία τη χρονική περίοδο από το 2012 έως το 2015. Ο προϋπολογισμός του υπολογίζεται στα 3,8 εκατομμύρια ευρώ και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Μια κοινοπραξία 8 εταιρών με διαφορετικό βιομηχανικό κι επιστημονικό υπόβαθρο υλοποίησαν μια σφαιρική έρευνα όσον αφορά την οικονομική, τεχνική και νομική σκοπιμότητα των αυτόνομων πλοίων.

Η βασική ιδέα αυτού του *project* είναι η εξίσου ασφαλής και αποδοτική λειτουργία του αυτόνομου πλοίου, με αυτή ενός συμβατικού. Η έρευνα του MUNIN προβλέπει στην αυτόνομη λειτουργία μόνο κατά τη διάρκεια υπερωκεάνιων ταξιδιών των αυτόνομων πλοίων ενώ ένας χειριστής σε μια προσομοιωμένη γέφυρα που ορίζεται ως κέντρο ελέγχου στην ξηρά, θα μπορεί να αποκτήσει τον έλεγχο του ανά πάσα στιγμή εάν είναι απαραίτητο ή όταν το αυτόνομο πλοίο έχει τελειώσει το υπερωκεάνιο ταξίδι του και προσεγγίζει κάποιο λιμάνι. Στην περίπτωση αυτή, μια εξειδικευμένη ομάδα θα μπαίνει στο πλοίο ώστε να πραγματοποιηθεί με ασφάλεια η πρόσδεση του πλοίου.

Επιπλέον ο σχεδιασμός του προαναφερόμενου ταξιδιού, αποφέρει στην πιθανή μείωση του λειτουργικού κόστους ενός αυτόνομου πλοίου. Συγκεκριμένα λόγω της απουσίας πληρώματος στα υπερωκεάνια ταξίδια θα μειώνονται τα έξοδα πληρώματος. Οι ναυτικοί θα μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν τα πλοία από την ξηρά και να βιώνουν μια κανονική ζωή κοντά στις οικογένειες τους.⁵¹

⁵⁰ Rødseth, Ø. (2017) NFAS. Έχει άδεια σύμφωνα [CC BY-NC-ND 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/). Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από <https://www.flickr.com/photos/148162140@N07/34074714416/>

⁵¹ MUNIN Brochure (2013). *MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2013/01/MUNIN-Brochure.pdf>

Τέλος, τα αυτόνομα πλοία θα προσπαθήσουν να μετριάσουν την κατανάλωση καυσίμων μέσω της μείωσης της ταχύτητάς τους (*Slow Steaming*). Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα και τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων.

Συμπερασματικά το εύρος του υπερωκεάνιου ταξιδιού, θα είναι ένας πολύ σημαντικός οικονομικός παράγοντας για τη συνολική λειτουργική αποτελεσματικότητα. Έτσι η *MUNIN* πρότεινε εξ' ολοκλήρου αυτοματοποιημένα πλοία χωρίς καθόλου πλήρωμα, το οποίο θα εξαλείψει τα θαλάσσια ατυχήματα, ενώ οι λειτουργίες παρακολούθησης και ελέγχου θα εκτελούνται από ένα χειριστή στην ξηρά.⁵²

3.3 Περιοχές ελέγχου λειτουργικότητας αυτόνομων πλοίων

3.3.1 Νορβηγία φιόρδ *Trondheim* και *Storfjorden*

Το φιόρδ του *Trondheim* θα είναι η πρώτη καθορισμένη περιοχή δοκιμών στον κόσμο για αυτόνομα πλοία. Για τη Νορβηγική Ναυτιλιακή Αρχή η αυτονομία αποτελεί μείζων ζήτημα στη μελλοντική ναυτιλία. Έτσι σε συνεργασία με τη Νορβηγική Ακτοπλοϊκή Διοίκηση, υπεγράφη συμφωνία που επιτρέπει τη δοκιμή αυτόνομων πλοίων στο φιόρδ του *Trondheim*. Συγκεκριμένα την πρωτοβουλία για την καθορισμένη περιοχή στο φιόρδ του *Trondheim*, ανέλαβαν οι *Kongsberg Seatex*, *Kongsberg Maritime*, *MARINTEK*, *NTNU* και *Maritime Robotics*, σε συνεργασία με το λιμάνι του *Trondheim*, τη νορβηγική ναυτιλιακή αρχή και τη νορβηγική παράκτια διοίκηση.⁵³



Σχήμα 8 Περιοχή ελέγχου λειτουργικότητας *Trondheim*⁵⁴

⁵² *MUNIN Brochure* (2013). *MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2013/01/MUNIN-Brochure.pdf>

⁵³ *sdir.no*(2016). *World's first test area for autonomous ships opened*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.sdir.no/en/news/news-from-the-nma/worlds-first-test-area-for-autonomous-ships-opened/>

⁵⁴ *Haugan I.* (2016). *NTNU*. Έχει άδεια σύμφωνα [CC BY-SA 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/). Ανακτήθηκε 27 Μαρτίου 2020 από <https://www.flickr.com/photos/ntnu-trondheim/29395861063/in/album-72157674484482256/>

Το φιόρδ του *Storfjorden* αποτέλεσε τη δεύτερη περιοχή δοκιμών για αυτόνομα πλοία. Η Νορβηγική Ναυτιλιακή διοίκηση, η Νορβηγική Ναυτιλιακή Διεύθυνση και μια κοινοπραξία υπό την ηγεσία της *GCE Blue Maritime* στη *Møre*, υπέγραψαν συμφωνία η οποία θα επιτρέψει στο *Storfjorden* να χρησιμοποιηθεί ως δοκιμαστικό φιόρδ για τα τηλεκατευθυνόμενα κι αυτόνομα πλοία του μέλλοντος. Το *Storfjorden* αποτελεί ιδανική περιοχή για δοκιμές αυτόνομων πλοίων. Ήδη 14 ναυπηγεία και 20 ναυτιλιακές εταιρείες χρησιμοποιούν αυτήν την περιοχή για να διεξάγουν δοκιμαστικά ταξίδια για αυτόνομα πλοία. Επιπλέον, η περιοχή είναι σημαντική από πλευράς πλήρους κλίμακας δοκιμών, για διεθνείς και εθνικές εταιρείες που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή της ανάπτυξης της ναυτικής και της θαλάσσιας τεχνολογίας.⁵⁵

Στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 υπογράφηκε μια συμφωνία όπου οι εταίροι υπέγραψαν κοινή πρόθεση να διευκολυνθούν οι δοκιμές νέων εννοιών και προγραμμάτων πλήρους κλίμακας που σχετίζονται με τα αυτόνομα πλοία στα φιόρδ *Trondheim* και *Storfjorden*. Οι εταίροι θα μοιραστούν τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους και θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη της περιοχής δοκιμών.⁵⁶

Παρακάτω παρουσιάζονται λόγοι που καθιστούν τα φιόρδ *Trondheim* και *Storfjorden* κατάλληλα για έρευνες στα αυτόνομα πλοία:

- Αποτελούν φιόρδ με σχετικά περιορισμένη κυκλοφορία πλοίων
- Το *Trondheim* επικεντρώνεται στο *Ocean Space Centre* και στη βιομηχανία που βασίζεται στον ωκεανό
- Η *NTNU* κι η *MARINTEK* είναι κεντρικοί ερευνητικοί παράγοντες στο πλαίσιο της ναυτιλιακής έρευνας. Μαζί αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ερευνητικό κέντρο για τις θαλάσσιες τεχνολογίες
- Υπάρχει ήδη έντονη ερευνητική δραστηριότητα στα φιόρδ, που σχετίζεται με την αυτονομία
- Η *NTNU* διαθέτει και έχει σε λειτουργία το ερευνητικό σκάφος *Gunnerus*, το οποίο χρησιμοποιείται όλο το χρόνο για δοκιμές πλήρους κλίμακας
- Η *AMOS (Autonomous Marine Operations and Systems)* είναι ένα Κέντρο Αριστείας με έμφαση στην αυτονομία και με σημαντική δραστηριότητα στην περιοχή⁵⁷

⁵⁵ *sdir.no(2016)*. *World's first test area for autonomous ships opened*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.sdir.no/en/news/news-from-the-nma/worlds-first-test-area-for-autonomous-ships-opened/>

⁵⁶ *blumaritimecluster.no(2017)*. *Testområde for fremtidsskip*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.blumaritimecluster.no/gce/news/news/testomrade-for-fremtidsskip/>

⁵⁷ *navtar.no(2017)*. *Why Trondheimsfjorden*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://navtar.no/>

- Πολλές εταιρείες που βρίσκονται στα φιόρδ, έχουν ασχοληθεί με την ανάπτυξη αυτόνομου συστήματος (*Kongsberg Maritime, Kongsberg Seatex*, θαλάσσια ρομποτική, *FosenYards, Kystrederiene*, λιμάνι του *Trondheim*)
- Η περιοχή δοκιμών στο *Trondheim* θα παράσχει θετικές συνέπειες για τη βιομηχανία και την έρευνα, και θα παρέχει πολύτιμες εμπειρίες που μπορούν να εφαρμοστούν σε νέες εγκαταστάσεις δοκιμαστικών περιοχών στη Νορβηγία
- Η περιοχή δοκιμών στο *Trondheim* και στο *Storfjorden* καταδεικνύει τα νορβηγικά συμφέροντα.⁵⁸

3.3.2 Νορβηγία *Horten*

Το *Test Arena Horten* που λειτουργεί από το Πανεπιστήμιο Νοτιοανατολικής Νορβηγίας (*USN*), τη *Kongsberg Maritime* και το Νορβηγικό Ίδρυμα Έρευνας Άμυνας (*FFI*), αποτελεί μια δοκιμαστική αρένα που προσφέρει ένα πλήρες σύνολο υπηρεσιών όπως δοκιμές αισθητήρων, ραντάρ και διεργασίες πλοήγησης. Η *USN* παρέχει ένα σκάφος (σκάφος 1:12 της *Yara Birkeland*), το οποίο υποστηρίζει ψηφιακή πλατφόρμα, κέντρο ελέγχου και πόρους, για την εκτέλεση δοκιμών και επιπρόσθετων ερευνητικών υπηρεσιών.

Διαθέσιμες υπηρεσίες έρευνας

- Διαχείριση έργου, σχεδιασμός, ανάλυση κινδύνου, εφαρμογές για αποκλίσεις κι εγκρίσεις, επικοινωνία, εκτέλεση, ασφάλεια
- Ενσωμάτωση ειδικού εξοπλισμού, συστήματα πλοήγησης
- Συλλογή, ανάλυση κι αναφορές δεδομένων
- Τεχνολογία του Κέντρου Ελέγχου Ξηράς, αισθητήρες, μηχανική μάθηση
- Διαδικασίες καινοτομίας
- Ανθρώπινοι παράγοντες που προσανατολίζονται στον έλεγχο, τη χρήση και την αλληλεπίδραση με συστήματα και πλοία.⁵⁹

⁵⁸ *navtar.no*(2017). *Why Trondheimsfjorden*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://navtar.no/>

⁵⁹ *autostrip.no*. *Test Arenas*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://autostrip.no/test-arenas/>

3.3.3 Φινλανδία φιόρδ *Jaakonmeri*

Τα αυτόνομα πλοία εξελίσσονται ταχύτατα και θα ενταχθούν στις καθημερινές θαλάσσιες επιχειρήσεις σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Οι διεξοδικές δοκιμές σε αυθεντικές θαλάσσιες συνθήκες, είναι κρίσιμες για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας των συστημάτων και της τεχνολογίας και όπως επίσης για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ασφάλειας και αξιοπιστίας για τα αυτόνομα πλοία του μέλλοντος. Η περιοχή δοκιμής, ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του Δρ. *Jaakko Talvitie*, ο οποίος συνέβαλε στη δημιουργία αυτής της ιστορικής πρώτης ανοιχτής θαλάσσιας περιοχής δοκιμών, στη Φινλανδία. Η περιοχή δοκιμών *Jaakonmeri* που φιλοξενείται από την *DIMECC Ltd.*, είναι ανοικτή σε όλες τις εταιρείες, αλλά και σε ερευνητικά ιδρύματα που επιθυμούν να εκτελέσουν δοκιμές σχετικά με την αυτοματοποιημένη θαλάσσια κυκλοφορία.

Η περιοχή δοκιμών *Jaakonmeri* βρίσκεται στη φινλανδική δυτική ακτή έξω από τον δήμο *Eurajoki*. Η μακρύτερη πλευρά της περιοχής είναι στα βόρεια, περίπου 17,85 χλμ. και η δυτική πλευρά είναι 7,10 χλμ.. Χορηγείται από το Φινλανδικό Κυβερνητικό Γραφείο, Κέντρο Οικονομικής Ανάπτυξης, Μεταφορών και Περιβάλλοντος της Νοτιοδυτικής Φινλανδίας κι αποτελεί μια περιοχή που είναι ανοικτό πέλαγος και να προσφέρει δοκιμές ακόμα και σε συνθήκες πάγου κατά τη διάρκεια του χειμώνα.⁶⁰

Η περιοχή δοκιμής έχει άριστη συνδεσιμότητα δεδομένων. Το *DIMECC* θα προσφέρει τη δυνατότητα σύνδεσης μέσω των συνεργατών τους. Οι υπηρεσίες συνδεσιμότητας θα αναπτυχθούν σταδιακά και το σχέδιο θα προσφέρει επίσης και άλλες υπηρεσίες για την ενίσχυση της δοκιμαστικής υπηρεσίας.

Το οικοσύστημα *One Sea*, που ιδρύθηκε το 2016, αντιπροσωπεύει συνδημιουργία όπου τα μέρη από διαφορετικές βιομηχανίες εργάζονται για να επιτύχουν τον κοινό στόχο τους, για την αυτόνομη κυκλοφορία. Οι ιδρυτικοί εταίροι στο αυτόνομο θαλάσσιο οικοσύστημα της θάλασσας είναι οι *ABB*, *Cargotec (MacGregor και Kalmar)*, *Ericsson*, *Meyer Turku*, *Rolls-Royce*, *Tieto* και *Wärtsilä*. Επιπλέον, η ένωση φινλανδικών ναυτιλιακών βιομηχανιών υποστηρίζει την εργασία και ο φινλανδικός οργανισμός χρηματοδότησης *TEKES* έχει επενδύσει στο οικοσύστημα.⁶¹

⁶⁰ *oneseaecosystem.net*. TEST AREA. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.oneseaecosystem.net/test-area/>

⁶¹ *worldmaritimenews.com*. First Test Area for Autonomous Ships Opened in Finland. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://worldmaritimenews.com/archives/227275/first-test-area-for-autonomous-ships-opened-in-finland/>

Κεφάλαιο 4^ο Πιθανές προκλήσεις στη ναυσιπλοΐα των αυτόνομων πλοίων και ανακύπτοντα θεσμικά προβλήματα

4.1 Ασφάλεια και σχεδιασμός για τη ναυσιπλοΐα των αυτόνομων

πλοίων

4.1.1 Σχεδιασμός αυτόνομων πλοίων

Οι απειλές για τα αυτόνομα πλοία είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοιες, με εκείνες των συμβατικών πλοίων, αλλά επιπλέον μπορεί να προκύψουν νέες απειλές από τη μείωση ή την απουσία του πληρώματος στο πλοίο. Απειλές οι οποίες προέρχονται κυρίως από το περιβάλλον, από άλλα κοντινά πλοία τα οποία θα συναντήσει στο ταξίδι του και από τις λειτουργίες του αυτόνομου πλοίου. Σε σύγκριση με τα συμβατικά πλοία, η διαχείριση των κινδύνων μεταφέρεται από το επιβιβασμένο πλήρωμα, στους αισθητήρες, το λογισμικό και τελικά στο κέντρο ελέγχου ξηράς. Βασική προϋπόθεση για τα αυτόνομα πλοία είναι ότι πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο ασφαλή όσο και τα αντίστοιχα συμβατικά πλοία. Για την ασφαλή λειτουργία, τα αυτόνομα πλοία δεν πρέπει να αποτελούν πηγή κινδύνου για τα ίδια τα πλοία, τα άλλα πλοία που θα συναντήσουν, τις θαλάσσιες υποδομές και το θαλάσσιο περιβάλλον.

Τα αυτόνομα πλοία πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να επιτρέπουν στο πλήρωμα να επιβιβαστεί στο πλοίο για τον έλεγχο του πλοίου, π.χ. όταν εμφανίζεται μια κρίσιμη κατάσταση, κατά τη διάρκεια των θαλάσσιων δοκιμών ή επιθεώρησης των υπηρεσιών ρουτίνας. Επιπλέον, τα αυτόνομα πλοία θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να ελέγχονται είτε από μια φορητή συσκευή, είτε από ένα ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου. Η δυνατότητα για τον άνθρωπο να αναλάβει τον έλεγχο επί του σκάφους πρέπει να χορηγείται μόνο στο εξουσιοδοτημένο προσωπικό, ιδίως όταν τα αυτόνομα πλοία μεταφέρουν επιβάτες. Ένας επιβάτης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει ένα κουμπί επείγουσας ανάγκης σε περίπτωση κρίσιμης κατάστασης.

Σε σύγκριση με τα συμβατικά πλοία, τα αυτόνομα πλοία ενδέχεται να έχουν μικρότερο αριθμό πληρώματος πάνω στο σκάφος, για εργασίες που αφορούν τη συντήρηση και τα καθήκοντα για τη διόρθωση πιθανής βλάβης του συστήματος. Κατά συνέπεια, στα αυτόνομα πλοία τα συστήματα θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να μην υπάρχει δυσλειτουργία και να πραγματοποιείται εκτεταμένη συντήρηση.⁶²

⁶² *bureauveritas.jp* (2017). *Guidelines for Autonomous Shipping*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *BUREAU VERITAS*, σελίδες 6-8 & 15-20. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.bureauveritas.jp/news/pdf/641-NI_2017-12.pdf

Η υψηλότερη αξιοπιστία θα πρέπει να επιτευχθεί με την εισαγωγή αποτελεσματικών διαγνωστικών μεθόδων και αλγορίθμων πρόβλεψης πιθανών δυσλειτουργιών και προσχεδιασμένο προγραμματισμό των εργασιών συντήρησης, οι οποίες θα πρέπει να εκτελούνται στο λιμάνι. Τέλος θα πρέπει να εξετάζεται εντατικά η κατάσταση του εξοπλισμού του αυτόνομου πλοίου προκειμένου να προληφθούν πιθανές βλάβες.

Τα αυτόνομα πλοία πρέπει να είναι ικανά για:

- Τη διαχείριση ενός προκαθορισμένου σχεδίου ταξιδιού και την ανανέωση του σχεδιασμού του σε πραγματικό χρόνο, εάν είναι απαραίτητο
- Πλοήγηση σύμφωνα με το προκαθορισμένο σχέδιο ταξιδιού και την αποφυγή συγκρούσεων με εμπόδια, που προέρχονται από την κυκλοφορία ή από απροσδόκητα αντικείμενα που θα συναντήσουν κατά τη διάρκεια του εκάστοτε ταξιδιού
- Διατήρηση επαρκούς επιπέδου ελιγμών και σταθερότητας σε διάφορες θαλάσσιες καταστάσεις
- Την απόκρουση μη εξουσιοδοτημένης φυσικής ή εικονικής παραβίασης.

Επιπλέον το κέντρο ελέγχου ξηράς θα πρέπει να θεωρείται ως επέκταση του πλοίου. Για να αποφευχθούν τα απρόβλεπτα φυσικά φαινόμενα στο κέντρο ελέγχου ξηράς (π.χ. πυρκαγιά, σεισμός), τα οποία μπορεί να έχουν συνέπειες για το πλοίο, πρέπει να εφαρμοστούν μέτρα όπου θα μειώσουν τις πιθανότητες απρόσδεκτων τέτοιων περιστατικών. Έτσι πρέπει να ενσωματωθεί ένας ιδιαίτερος σχεδιασμός και λειτουργίες που πρέπει να ληφθούν στο κέντρο ελέγχου ξηράς. Το κέντρο ελέγχου ξηράς, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης και της επάνδρωσης, θα πρέπει να διαθέτει τα προσόντα για κάθε πλοίο το οποίο εποπτεύει, ενώ όταν χρησιμοποιείται για επιπλέον πλοία, τότε επιβάλλεται η αύξηση του προσωπικού του. Τέλος όταν το πλοίο λειτουργεί κοντά σε περιορισμένη περιοχή (π.χ. στρατιωτικό στόλο), θα πρέπει να απαιτούνται αυστηρότερα μέτρα για την προστασία του κέντρου ελέγχου ξηράς έτσι ώστε να αποφευχθούν πιθανές τρομοκρατικές επιθέσεις.

Ωστόσο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και ο ανθρώπινος παράγοντας, καθώς οι πολλαπλοί αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση του αυτόνομου πλοίου, αυξάνουν πολύ τον όγκο των πληροφοριών που παρέχονται σε έναν χειριστή. Προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος υπερφόρτωσης των πληροφοριών που παρέχονται, θα πρέπει να προταθεί στο χειριστή η συγχώνευση των δεδομένων που συλλέγονται από τους αισθητήρες, έτσι ώστε να υπάρχει ακρίβεια της πραγματικής κατάστασης του πλοίου. Επιπλέον θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανθρώπινη κόπωση, η οποία θα μπορούσε να εμφανιστεί κατά τη διάρκεια εκτεταμένων περιόδων τηλεχειρισμού ή όταν πολλά πλοία διαχειρίζονται από έναν φορέα εκμετάλλευσης, τότε θα σχεδιάζονται βάρδιες για τη βέλτιστη λειτουργία του αυτόνομου πλοίου.⁶³

⁶³ *bureauveritas.jp* (2017). *Guidelines for Autonomous Shipping*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *BUREAU VERITAS*, σελίδες 6-8 & 15-20. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.bureauveritas.jp/news/pdf/641-NI_2017-12.pdf

Τέλος, ο χειριστής είναι ανάγκη να γνωρίζει για την οποιαδήποτε πιθανή αργοπορία των συστημάτων επικοινωνίας που προκαλεί καθυστέρηση μεταξύ της δράσης του και της πραγματικής αντίδρασης του πλοίου. Η καθυστέρηση θα πρέπει να εμφανίζεται συνεχώς κατά τη διάρκεια των λειτουργιών του πλοίου (π.χ. ελιγμοί). Επίσης, θα πρέπει να εκδίδεται μια προειδοποίηση όταν η καθυστέρηση υπερβεί τα προκαθορισμένα όρια.

Το φορτίο των αυτόνομων πλοίων θα πρέπει να φορτώνεται και να παρακολουθείται προσεκτικά, διότι απλές μετατοπίσεις του φορτίου μπορεί να αποφέρουν μεγάλες συνέπειες για το πλοίο, όπως φωτιές και πλημμύρες. Η σωστή αποθήκευση του φορτίου στο πλοίο, θα πρέπει να βασίζεται σε λιμενικές επιχειρήσεις δεδομένου ότι τα αυτόνομα πλοία διαθέτουν λίγα μέσα φόρτωσης κι εκφόρτωσης, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ασφαλής μεταφορά του φορτίου στη θάλασσα.

Για να εξασφαλιστεί ότι το φορτίο δεν θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια του πλοίου ή την ασφάλεια του περιβάλλοντος, δημιουργήθηκε το αυτόνομο σύστημα διαχείρισης φορτίου. Το αυτόνομο σύστημα διαχείρισης φορτίου συλλέγει και παρακολουθεί τις κύριες παραμέτρους του φορτίου. Οι παράμετροι του φορτίου θα πρέπει να συλλέγονται και να αναλύονται με τη βοήθεια αισθητήρων που είναι εγκατεστημένοι στο φορτίο. Οι κύριες παράμετροι που παρακολουθούνται είναι η θερμοκρασία, η πίεση, η κατάσταση του φορτίου και η πιθανή μετατόπισή του.

4.1.2 Ναυσιπλοΐα αυτόνομων πλοίων

Το σύστημα πλοήγησης του αυτόνομου πλοίου, είναι το Αυτόνομο Σύστημα Πλοήγησης (ANS), ενώ ο στόχος του είναι να πλοηγηθεί το πλοίο με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα κατά μήκος ενός προκαθορισμένου σχεδιασμένου ταξιδιού, λαμβάνοντας υπόψη την κυκλοφορία και τις καιρικές συνθήκες.

Το Αυτόνομο Σύστημα Πλοήγησης πρέπει:

- Να είναι υπεύθυνο για όλα τα ζητήματα που αφορούν τη ναυσιπλοΐα σε σχέση με το νομικό πλαίσιο
- Να περιλαμβάνει δυνατότητα επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου ξηράς για την επίβλεψη και τη πλοήγηση του αυτόνομου πλοίου
- Να γνωρίζει τις καιρικές και κυκλοφοριακές συνθήκες, ώστε να είναι σε θέση να τροποποιήσει τη διαδρομή πλοήγησης ανάλογα με τη διατήρηση του πλοίου στο προκαθορισμένο σχέδιο ταξιδιού
- Να πραγματοποιείται ασφαλής προσέγγιση στο λιμάνι, καθώς και πρόσδεση και απόδεση του πλοίου
- Σε περίπτωση προβλημάτων συνδεσιμότητας, θα πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμόσει τη λειτουργία fail-to-safe⁶⁴

⁶⁴ *bureauveritas.jp* (2017). *Guidelines for Autonomous Shipping*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *BUREAU VERITAS*, σελίδες 6-8 & 15-20. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.bureauveritas.jp/news/pdf/641-NI_2017-12.pdf

Το σχέδιο ταξιδιού που περιγράφει το πλήρες ταξίδι από την αναχώρηση μέχρι την άφιξη του πλοίου, λαμβάνοντας υπόψη τους χάρτες και τις καιρικές προβλέψεις, θα πρέπει να οριστεί και να ενημερώνεται από το κέντρο ελέγχου ξηράς. Το σχέδιο ταξιδιού πρέπει να καθοριστεί βάσει σημείων διαδρομής, μοιρών στροφής και ασφαλούς ταχύτητας για το αυτόνομο πλοίο, κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Επιπλέον το αυτόνομο σύστημα πλοήγησης πρέπει να είναι σε θέση να ειδοποιεί το κέντρο ελέγχου ξηράς, κάθε φορά που το πλοίο αποκλίνει από την προγραμματισμένη πορεία και να στέλνει ένα συναγερμό όταν η απόκλιση είναι εκτός καθορισμένων περιθωρίων.

Σε περίπτωση που η επικοινωνία είναι μη διαθέσιμη για μια χρονική περίοδο, που θα οριστεί ανάλογα με το επίπεδο αυτονομίας, το πλοίο θα θέσει σε λειτουργία το *fail-to-safe*. Ο σκοπός αυτής της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι να αποκαταστήσει μια ασφαλή κατάσταση για το πλοίο και περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια που πρέπει να ληφθούν υπόψη όσον αφορά την εκτίμηση επικινδυνότητας:

1. Ο χειριστής επιχειρεί να χειριστεί χειροκίνητα το πλοίο
2. Το πλοίο επιβραδύνει για να προσεγγίσει το επόμενο σημείο
3. Το πλοίο ακινητοποιείται και παραμένει στην τρέχουσα θέση
4. Το πλοίο επιστρέφει στο προηγούμενο σημείο.

Όσον αφορά την πλοήγηση, τα δεδομένα που συλλέγονται με υψηλό βαθμό ακρίβειας από διάφορους αισθητήρες του πλοίου, θα πρέπει να συγκεντρωθούν και να αξιολογηθούν για να καθοριστεί λεπτομερώς η θέση και η κατεύθυνση του πλοίου. Παράλληλα η τρέχουσα ταχύτητα και το βάθος του νερού θα πρέπει να παρακολουθούνται. Τα δεδομένα για την πρόγνωση της ναυσιπλοΐας και του καιρού πρέπει να ανακτηθούν από συνδυασμένες εξωτερικές πηγές, όπως το κέντρο ελέγχου ξηράς, AIS πομποδέκτες ή παροχείς δεδομένων (*Navigation Telex NAVTEX, SafetyNET*).

Το πλοίο θα πρέπει να συλλέγει ανεξάρτητα δεδομένα καιρού από τους δικούς του αισθητήρες. Τα συσσωρευμένα δεδομένα όπως η ταχύτητα του ανέμου, συχνότητες κυμάτων, θα πρέπει να αποθηκεύονται ώστε να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές δρομολογήσεις. Τα στοιχεία του καιρού που έχουν συγκεντρωθεί από το πλοίο θα πρέπει να αξιολογούνται σε σύγκριση με τις προβλέψεις καιρικών συνθηκών τα οποία έχουν ληφθεί από το κέντρο ελέγχου ξηράς. Έτσι με αυτόν το συνδυασμό δεδομένων πρέπει να πραγματοποιείται έγκυρη εκτίμηση των υφιστάμενων και μελλοντικών καιρικών συνθηκών κατά μήκος του σχεδίου πλοήγησης και ταξιδιού του πλοίου.⁶⁵

⁶⁵ *bureauveritas.jp* (2017). *Guidelines for Autonomous Shipping*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *BUREAU VERITAS*, σελίδες 6-8 & 15-20. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.bureauveritas.jp/news/pdf/641-NI_2017-12.pdf

Για την ασφαλή πλοήγηση του πλοίου και τη συμμόρφωσή του με την *COLREG*, πρέπει να γίνεται συνεχής παρακολούθηση της κυκλοφορίας. Όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με την κυκλοφορία θα πρέπει να συνδυάζονται και να αξιολογούνται, ώστε να είναι εφικτή η πρόβλεψη μελλοντικών σεναρίων.

Σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποιο άλλο πλοίο, θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα:

1. Μείωση της ταχύτητας
2. Πρόβλεψη των κινήσεων του εμποδίου
3. Απόκλιση του αυτόνομου πλοίου από το προκαθορισμένο σχέδιο ταξιδιού.

Τέλος για τη διαχείριση έκτακτης ανάγκης πρέπει να προβλέπεται ένα σύστημα συναγερμού που να εντοπίζει τις πιθανές βλάβες στο αυτόνομο πλοίο, το οποίο θα στέλνει στο κέντρο ελέγχου ξηράς την κατάσταση που επικρατεί. Το σύστημα συναγερμού πρέπει να ενεργοποιείται από αισθητήρες, όπως *IR*-κάμερες, ανιχνευτές διαρροής νερού, ανιχνευτές αερίων και πυρκαγιάς. Σε περίπτωση ανίχνευσης μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης, το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να ενεργοποιεί αυτόματα τα μέσα, ώστε να ανακτηθεί μια ασφαλή κατάσταση ή τουλάχιστον να μετριαστούν οι ζημιές.⁶⁶

4.2 Μέθοδος πληροφόρησης και επικοινωνίας αυτόνομων πλοίων

Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της λειτουργίας, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση με άλλα αυτόνομα ή συμβατικά πλοία. Τα αυτόνομα πλοία δεν θα πρέπει να παρεμβαίνουν στις επικοινωνίες μεταξύ άλλων πλοίων που λειτουργούν στην περιοχή τους. Ωστόσο, τα αυτόνομα πλοία πρέπει να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται σε οποιοδήποτε συνηθισμένο αίτημα (π.χ. ταυτοποίηση, θέση) από άλλα πλοία μέσω ραδιοεπικοινωνιών ή οπτικών μέσων. Οι λιμενικές και παράκτιες αρχές θα πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνούν με το κέντρο ελέγχου ξηράς, προκειμένου να ενημερώνονται για τους σχεδιαζόμενους ελιγμούς του αυτόνομου πλοίου, για να είναι σε θέση να ρυθμίζουν την κυκλοφορία στην παράκτια περιοχή.

4.2.1 Η αρχιτεκτονική *e-Navigation*

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (*IMO*) εργάζεται, για αυτό που μπορεί κανείς να ονομάσει ως επόμενη γενιά συστημάτων υποστήριξης για τους ναυτικούς και το κέντρο ελέγχου ξηράς.⁶⁷

⁶⁶ *bureauveritas.jp* (2017). *Guidelines for Autonomous Shipping*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *BUREAU VERITAS*, σελίδες 6-8 & 15-20. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.bureauveritas.jp/news/pdf/641-NI_2017-12.pdf

⁶⁷ *Rødseth, Ø* (2017). *D4.5:Architecture specification*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*, σελίδες 10-16. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2014/02/d4-5-architecture-v11.pdf>

Αυτό ονομάζεται *e-Navigation* και αποτελεί μια εναρμονισμένη συλλογή, ενοποίηση, ανταλλαγή, παρουσίαση κι ανάλυση θαλάσσιων πληροφοριών επί του σκάφους και του κέντρου ελέγχου ξηράς με τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων για την ενίσχυση της ναυσιπλοΐας και συναφών υπηρεσιών, για προστασία, ασφάλεια στη θάλασσα και τη προστασία του ναυτικού περιβάλλοντος.

Ο τομέας του *e-Navigation* είναι κυρίως η διασύνδεση μεταξύ του περιβάλλοντος επί του πλοίου, των αρχών και των *stakeholders* που βρίσκονται στο κέντρο ελέγχου ξηράς. Αυτό περιλαμβάνει επίσης τις σχέσεις ανθρώπου-μηχανής στο συνεργατικό περιβάλλον πλοίου-ακτής. Οι λειτουργίες και οι απαιτήσεις που ορίζονται στη σύμβαση *SOLAS*, είναι αυτές που αποτελούν την κατευθυντήρια γραμμή για το *e-Navigation*. Αυτό σχετίζεται κυρίως με την ασφάλεια και την προστασία των πλοίων στο διεθνή τομέα των εμπορικών συναλλαγών.

4.2.2 Η αρχιτεκτονική του *MiTS*

Το *MiTS* (*Marine Intelligent Transport System*) αποτελεί ένα σύστημα πληροφοριών τεχνολογίας που εξασφαλίζει την αποτελεσματική και ασφαλή διαλειτουργικότητα των αυτόνομων πλοίων και του κέντρου ελέγχου ξηράς. Επιπλέον το *Intelligence Transport Systems (ITS)* αποτελείται από προηγμένες εφαρμογές, οι οποίες αποσκοπούν στην παροχή καινοτόμων υπηρεσιών που σχετίζονται με τη μεταφορά και τη διαχείριση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, ώστε να επιτρέψουν σε διάφορους χρήστες να είναι καλύτερα ενημερωμένοι, ασφαλείς και πιο συντονισμένοι με τη χρήση των δικτύων μεταφορών.

Το *MiTS* θα βασίζεται στην αρχιτεκτονική *e-Navigation*, αλλά θα επεκταθεί και σε άλλες τεχνικές και επιχειρησιακές διαδικασίες. Ο τρόπος λειτουργίας *MiTS* χωρίζεται σε 6 περιοχές :

- Εξασφάλιση *seaworthiness*, των ασφαλών ελιγμών, της πλοήγησης, της αγκυροβολίας, καθώς και της αξιολόγησης της αντοχής και της σταθερότητας του πλοίου κατά τη διάρκεια της φόρτωσης ή της εκφόρτωσης
- Αποτελεσματική εκτέλεση ενός συγκεκριμένου ταξιδιού που περιορίζεται από τις οδηγίες του ιδιοκτήτη, του ναυλωτή και άλλων. Στόχος το βέλτιστο χρονοδιάγραμμα του ταξιδιού και της άφιξης, διατηρώντας το έρμα
- Αποτελεσματική λειτουργία και συντήρηση των τεχνικών συστημάτων επί του πλοίου
- Υπηρεσίες εφοδιαστικής αλυσίδας, όσον αφορά τον αποτελεσματικό σχεδιασμό προσέγγισης του λιμένα καθώς και της φόρτωσης και εκφόρτωσης
- Διατήρηση ενός υγιούς κι ασφαλούς περιβάλλοντος εργασίας και διαβίωσης στο πλοίο
- Ασφαλής μεταφορά, όσον αφορά το πλοίο.⁶⁸

⁶⁸ Rødseth, Ø (2017). *D4.5:Architecture specification*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*, σελίδες 10-16. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2014/02/d4-5-architecture-v11.pdf>

Τέλος η χρήση των τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνίας, καθιστά δυνατή την εικονική μη εξουσιοδοτημένη ή κακόβουλη ενέργεια σε αυτόνομα πλοία με αποτελέσματα να παραβιάζεται η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Η επικοινωνία μεταξύ του πλοίου και του κέντρου ελέγχου ξηράς ή του σήματος *GPS* που μεταδίδει το πλοίο, θα μπορούσε να διαταραχθεί ή να τροποποιηθεί σκόπιμα, προκειμένου να βυθιστεί το πλοίο ή να προκληθούν σοβαρές ζημιές στο πλοίο. Για τη βέλτιστη χρήση των τεχνολογιών πληροφόρησης κι επικοινωνίας, θα πρέπει να υιοθετηθούν μέτρα που να παρέχουν το υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης για τα δεδομένα (π.χ. κρυπτογράφηση) και περιορισμός πρόσβασης των χρηστών στο λογισμικό.⁶⁹

4.3 Θεσμικά κενά και πιθανές προκλήσεις των αυτόνομων πλοίων

Είναι αμφίβολο αν τα αυτόνομα εμπορικά πλοία θα είναι πραγματικότητα βραχυπρόθεσμα. Αυτή η αμφιβολία δεν προκαλείται κυρίως από τεχνικά εμπόδια, δηλαδή τα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν όσον αφορά την τεχνολογία αισθητήρων κι αποφάσεων και γενικότερα την αυξημένη ανθεκτικότητα του τεχνικού συστήματος που απαιτείται. Το κύριο πρόβλημα είναι αναμφισβήτητη η ενσωμάτωση του αυτόνομου πλοίου στα υπάρχοντα συστήματα θαλάσσιων μεταφορών, καθώς κι η έλλειψη κατάλληλων νομικών και συμβατικών πλαισίων για αυτό το είδος πλοίων. Αυτά τα ζητήματα είναι οργανωτικά και όχι τεχνικά. Ένα παράδειγμα είναι το *COLREGS* που έχει κεντρική σημασία για την ασφαλή ναυτιλία σε διεθνές επίπεδο.

4.3.1 Νομικά και συμβατικά θέματα

Ένα από τα κυριότερα εμπόδια για το πλήρως αυτόνομο πλοίο είναι αναμφισβήτητα οι υπάρχοντες κανονισμοί και συμβόλαια. Συγκεκριμένα μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις με τα αυτόνομα πλοία είναι η έγκριση τους από τους διεθνείς κανονισμούς έτσι ώστε να τεθούν σε λειτουργία. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) είναι μια εξειδικευμένη υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών, η οποία είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία διεθνών συμβάσεων και κανονισμών σχετικά με τη θαλάσσια ασφάλεια και την προστασία του περιβάλλοντος.⁷⁰

⁶⁹ Rødseth, Ø (2017). *D4.5:Architecture specification*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*, σελίδες 10-16. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2014/02/d4-5-architecture-v11.pdf>

⁷⁰ Rødseth, Ø. *Developments toward the unmanned ship*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *MARINTEK Dept. Maritime Transport Systems*, σελίδες 10-13. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://pdfs.semanticscholar.org/6a8a/771d52e210f36d48cd345a13aab294d83780.pdf>

Ορισμένα θέματα με τα οποία θα έρθει αντιμέτωπο το έργο, είναι:

- Οι απαιτούμενες ενημερώσεις στους γενικούς νόμους της θάλασσας. Συγκεκριμένα τους νόμους που θα επιβληθούν από την εκάστοτε σημαία που θα ενταχθεί το αυτόνομο πλοίο και τον προσδιορισμό της ευθύνης για τυχόν ατυχήματα
- Απαιτούμενες επικαιροποιήσεις των τεχνικών και επιχειρησιακών προτύπων, όπως π.χ. Διεθνής σύμβαση SOLAS και COLREGS
- Απαιτούμενες αλλαγές στις εμπορικές συμφωνίες που καλύπτουν τη ναύλωση, τη διαχείριση και την ασφάλιση.⁷¹

Τέλος ζητήματα όπως η απόδοση της ευθύνης, είναι ένα άλλο πρόβλημα που πρέπει να εξεταστεί. Παρακάτω παρουσιάζονται τα κυριότερα ερωτήματα που προκύπτουν:

- Ποιος είναι υπεύθυνος όταν προκληθεί ατύχημα στο αυτόνομο πλοίο;
- Εάν το σκάφος είναι τηλεχειριζόμενο κι ο χειριστής ενεργεί με αμέλεια, θα αντιμετωπιστεί πιθανότατα με τον ίδιο τρόπο όπως θα έπρεπε να αντιμετωπιστεί εάν το πλήρωμα βρισκόταν στο πλοίο;
- Σε περίπτωση που το αυτόνομο σύστημα προκαλέσει ένα ατύχημα το οποίο ο χειριστής δεν μπορεί να αποτρέψει, που αποδίδεται η ευθύνη;
- Ποιος πρέπει να κατηγορηθεί εάν η σύνδεση με το κέντρο ελέγχου ξηράς δεν είναι εφικτή και το πλοίο συγκρουστεί με κάποιο άλλο, ενώ λειτουργεί σε πλήρως αυτόνομη λειτουργία;
- Ποιος είναι υπεύθυνος; Ο ιδιοκτήτης, ο χειριστής, ο ναυπηγός ή οι δημιουργοί του λογισμικού;⁷²

4.3.2 Κυβερνοχώρος

Οι κίνδυνοι στον κυβερνοχώρο αποτελούν ένα αναμενόμενο μειονέκτημα της τεχνολογικής εξέλιξης στο τομέα της ναυτιλίας, ωστόσο θεωρείται ότι οι κίνδυνοι είναι διαχειρίσιμοι. Έτσι πρόκειται να καταβληθεί προσπάθεια και πιθανά έξοδα ώστε να θεσπιστούν κατάλληλα μέτρα για να αντιμετωπιστούν οι πιθανές απειλές στο κυβερνοχώρο, έτσι ώστε να αποδοθούν τα οφέλη της νέας τεχνολογίας.⁷³

⁷¹ Rødseth, Ø. *Developments toward the unmanned ship*. Επιστημονικό περιοδικό, από το MARINTEK Dept. Maritime Transport Systems, σελίδες 10-13. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από

<https://pdfs.semanticscholar.org/6a8a/771d52e210f36d48cd345a13aab294d83780.pdf>

⁷² Öhland, S & Stenman, A (2017). *Interaction Between Unmanned Vessels and COLREGS*. Σελίδες 11-15. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125252/Ohland_Sebastian-Stenman_Axel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁷³ Kretschmann, L (2015). *D9.2: Qualitative assessment*. Επιστημονικό περιοδικό, από το MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS, σελίδες 14-15. Ανάκτηση από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2015/10/MUNIN-D9-2-Qualitative-assessment-CML-final.pdf>

Μείζον πρόβλημα αποτελεί ο προσδιορισμός της ευθύνης σε περίπτωση που ένα αυτόνομο πλοίο προκαλέσει ένα περιστατικό στο θαλάσσιο χώρο, ως θύμα μιας επίθεσης στον κυβερνοχώρο. Βασική απειλή στο κυβερνοχώρο αποτελεί η ανθρωπίνη παρέμβαση είτε πρόκειται για χάκερ είτε για μέλη του πληρώματος. Ωστόσο αυτό το σύνολο οργανωμένων εγκληματιών στο κυβερνοχώρο, πιθανότατα να είναι ένα βήμα μπροστά. Έτσι οι φορείς που ασχολούνται με την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο καλούνται να είναι σε συνεχή επαγρύπνηση για να ανταπεξέλθουν σε πιθανές απειλές, ώστε να επιτευχθεί η επιτυχής εφαρμογή της νέας τεχνολογίας στα πλοία.

Ακόμα και οι ασφαλιστές δεν καλύπτουν ζημιές που προκύπτουν από κυβερνοεπιθέσεις και οι πιέσεις ασκούνται στους αλληλασφαλιστικούς οργανισμούς, που καλύπτουν σήμερα το συγκεκριμένο κίνδυνο. Επομένως, για τα αυτόνομα πλοία πρέπει να διερευνηθεί η πιθανότητα της αντιμετώπισης κυβερνοεπιθέσεων μιας και αποτελεί τη μεγαλύτερη απειλή για τα αυτόνομα πλοία, αφού βασίζονται στην τεχνολογία. Τέλος όλα τα πλοία που χρησιμοποιούν λογισμικό ηλεκτρονικών υπολογιστών θα μπορούσαν ενδεχομένως να αποτελέσουν το αντικείμενο απειλής της ασφάλειας του κυβερνοχώρου.

4.3.3 Πειρατεία

Το αυτόνομο πλοίο είναι πολύ ευάλωτο σχετικά με την πειρατεία. Οι κίνδυνοι αυτού του είδους αναμένεται να εξακολουθήσουν να υφίστανται καθώς τα εν λόγω πλοία θα βρίσκονται φαινομενικώς εκτεθειμένα λόγω της απουσίας πλοιάρχου και πληρώματος.

Οι πιθανοί κίνδυνοι από την πειρατεία είναι η κλοπή του φορτίου, η κλοπή του ίδιου του πλοίου και η κράτηση ενός μεγάλου μέρους του φορτίου για λύτρα. Επιπλέον εξαιτίας της τεχνολογικής εξάρτησης που έχει το αυτόνομο πλοίο θα μπορούσε να προγραμματιστεί για να χρησιμοποιηθεί ως όπλο, ώστε να συγκρουστεί με άλλα πλοία ή παράκτιες θαλάσσιες εγκαταστάσεις.

Παρ' όλα αυτά, η συνεχής επίβλεψη των πλοίων μέσω των ραδιοτηλεοπτικών συστημάτων αλλά και με τη βοήθεια συσκευών πλοήγησης *GPS (Global Positioning System)* θα καθιστά άμεση την επέμβαση στο πλοίο όπου τυχόν λαμβάνει χώρα η επίθεση από πειρατές είτε αεροπορικώς είτε από παραπλέοντα πλοία που θα κληθούν να παράσχουν βοήθεια. Το πρόβλημα δηλαδή της διεθνούς πειρατείας θα εξακολουθεί μεν να υπάρχει, πλην όμως από αυτόν το λόγο δεν ελλοχεύει κίνδυνος περαιτέρω ανάπτυξης του εξαιτίας της αυτονομίας των πλοίων.⁷⁴

⁷⁴ *Kretschmann, L (2015). D9.2: Qualitative assessment. Επιστημονικό περιοδικό, από το MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS, σελίδες 14-15. Ανάκτηση από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2015/10/MUNIN-D9-2-Qualitative-assessment-CML-final.pdf>*

4.3.4 Θαλάσσια αρωγή και διάσωση

Το πεδίο της θαλάσσιας αρωγής και διάσωσης ενδέχεται να επηρεαστεί από την λειτουργία των πλοίων χωρίς πλήρωμα. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν ένα πλοίο βρίσκεται σε κίνδυνο ένα άλλο σπεύδει να βοηθήσει και να διασώσει τόσο το ίδιο το πλοίο όσο και το φορτίο του, όπου η συνεργασία μεταξύ των δύο πλοίων είναι απαραίτητη. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό, ότι θα ανακύψουν δυσκολίες στη συνεργασία ενός πλοίου που στερείται πληρώματος και πλοιάρχου, ώστε να παρέχει ή να του παρασχεθεί βοήθεια κατόπιν εντολών ενός άλλου πλοίου, πόσο μάλλον εάν και το άλλο πλοίο πρόκειται για αυτόνομο πλοίο. Όλα αυτά τα ζητήματα αυτή τη στιγμή ερευνώνται από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (*IMO*), καθώς και από τη Διεθνή Ναυτική Ένωση (*Committee Maritime Internationale – CMI*), που αποτελείται από τις Εθνικές Ενώσεις Ναυτικού Δικαίου πολλών κρατών παγκοσμίως κι είναι επιφορτισμένη με τη θέσπιση κι ολοκλήρωση διεθνών συμβάσεων, τις οποίες θα επικυρώσουν ή θα προσχωρήσουν τα κράτη. Θα πρέπει, λοιπόν, όλα τα παραπάνω να μελετηθούν και να ερευνηθούν ώστε να δημιουργηθεί ένα νέο διεθνές ρυθμιστικό καθεστώς που να συμπεριλαμβάνει και την περίπτωση των αυτόνομων πλοίων διότι η διάσωση της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα είναι το σημαντικότερο καθήκον ενός πλοίου.⁷⁵

⁷⁵ *Kretschmann, L (2015). D9.2: Qualitative assessment. Επιστημονικό περιοδικό, από το MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS, σελίδες 14-15. Ανάκτηση από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2015/10/MUNIN-D9-2-Qualitative-assessment-CML-final.pdf>*

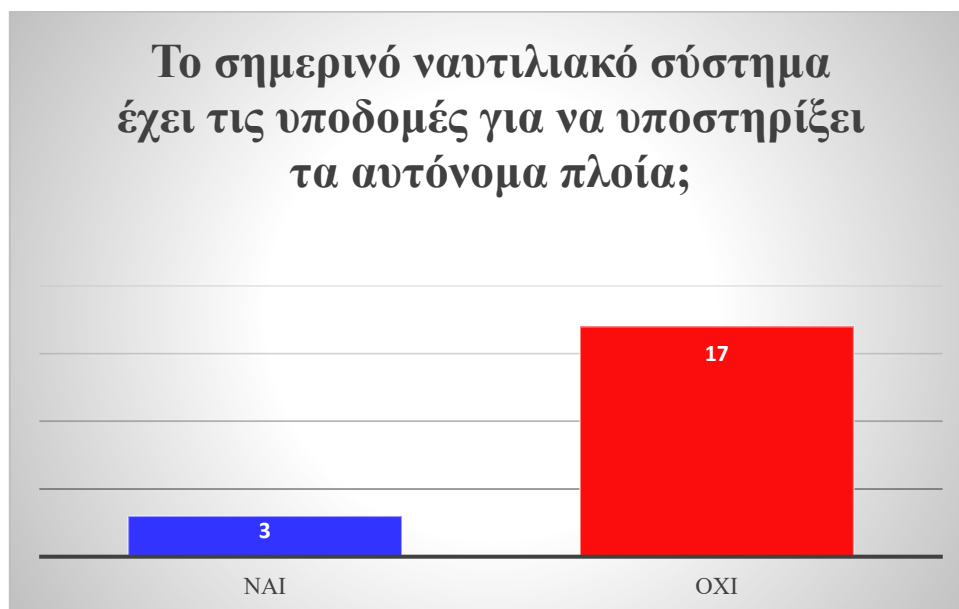
Κεφάλαιο 5^ο Αποτελέσματα έρευνας ερωτηματολογίου

5.1 Μεθοδολογία έρευνας

Προκειμένου να αναλυθεί ερευνητικά ο κοινωνικός αντίκτυπος των αυτόνομων πλοίων, πραγματοποιήθηκε έρευνα με χρήση ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο υλοποιήθηκε και διατέθηκε σε ναυτιλιακές εταιρίες στο διάστημα 28/03/2020 - 07/04/2020. Επειδή δεν υπήρχε η δυνατότητα φυσικής επίσκεψης, μιας και την περίοδο αυτή, επικράτησε η πανδημία του κορονοϊού και υπήρχε πλήρες *lockdown*, οι απαντήσεις παραδοθήκαν σε ηλεκτρονική μορφή. Το δείγμα της έρευνας πραγματοποιήθηκε σε 20 ναυτιλιακές εταιρίες, οι οποίες οικειοθελώς συμμετείχαν ενώ ταυτόχρονα, ανέλυαν την κάθε απάντηση τεκμηριώνοντάς την. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε πέντε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής καθώς και μια ερώτηση βαθμολόγησης σημαντικότητας. Στη συνέχεια με τη μέθοδο της περιγραφικής στατιστικής, παρήχθησαν διαγράμματα τα οποία και θα δούμε αναλυτικά στο επόμενο υποκεφάλαιο.

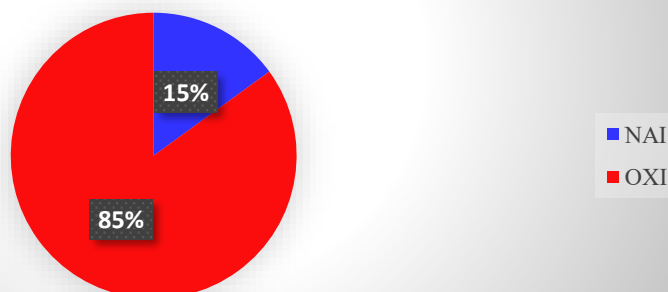
5.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων

5.2.1 Αυτόνομα πλοία και οι υποδομές του ναυτιλιακού συστήματος



Διάγραμμα 1 Παρουσίαση 1^{ου} ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός)

Το σημερινό ναυτιλιακό σύστημα έχει τις υποδομές για να υποστηρίξει τα αυτόνομα πλοία;



Διάγραμμα 2 Παρουσίαση 1^{ου} ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %)

Ναυτιλιακή υποδομή (Shipping infrastructure) χαρακτηρίζεται το σύνολο των θεσμών που λαμβάνουν τα διάφορα κράτη και με τα οποία θέτονται οι βάσεις που βοηθούν τη ναυτιλιακή δράση και ανάπτυξη.

Στα διαγράμματα 1 και 2 παρουσιάζονται οι απαντήσεις που αφορούν το υφιστάμενο ναυτιλιακό σύστημα και τις υποδομές που μπορεί να παρέχει για να υποστηρίξει τα αυτόνομα πλοία. Μόλις 17 απάντησαν κατηγορηματικά, που αποτελεί το 85% από το σύνολο των απαντήσεων. Τα αυτόνομα πλοία είναι ακόμη σε πρώιμη μορφή, ενώ δεν υπάρχουν βασικές υποδομές, που αφορούν τη λειτουργία στη ξηρά όπως:

- Το κέντρο ελέγχου ξηράς
- Η απαιτητική αυτοματοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα
- Η εξελιγμένη αυτοματοποιημένη λιμενική υποδομή
- Η κατάλληλη ναυτική εκπαίδευση
- Η εγχώρια ναυτασφαλιστική αγορά
- Η ναυτιλιακή νομοθεσία
- Η λειτουργία χρηματιστηρίων ναύλου ή Κέντρου ναυλώσεων, προς υποστήριξη της ναυλαγοράς

Ωστόσο 3 απάντησαν θετικά, δηλαδή το 15% από τις συνολικές απαντήσεις. Αποδίδεται κυρίως σε αυτόνομα σκάφη μικρού μεγέθους, που αφορούν την εθνική άμυνα και άλλες απλές λειτουργίες οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν τα αυτόνομα σκάφη.

5.2.2 Τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα αυτόνομα πλοία



Διάγραμμα 3 Παρουσίαση 2^ο ερωτήματος σε μορφή ράβδων

Στο διάγραμμα 3, βαθμολογήθηκαν σε κλίμακα 1 έως 4 τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα αυτόνομα πλοία. Παρατηρείται ότι οι κυβερνοεπιθέσεις αποτελούν το μεγαλύτερο εμπόδιο, οι οποίες συγκέντρωσαν 64 βαθμούς δηλαδή αντιστοιχεί σε 3,2 κατά μέσο όρο βαθμολογία ανά ερωτηματολόγιο. Το αυτόνομο πλοίο βασίζεται πλήρως στη τεχνολογία των υπολογιστών, κάτι που συνεπάγεται ότι θα είναι αρκετά ευάλωτο σε επιθέσεις από επιτήδειους χάκερς.

Έπειτα τα νομικά και συμβατικά θέματα θα αποτελέσουν το επόμενο βασικό εμπόδιο, το οποίο συγκέντρωσε 60 βαθμούς που αντιστοιχεί σε 3 κατά μέσο όρο βαθμολογία ανά ερωτηματολόγιο. Ουσιαστικό ρόλο έχει το γεγονός ότι ακόμη δεν έχουν ακόμη προσαρμοστεί οι νομοθεσίες και οι συμβάσεις, για τη λειτουργία των αυτόνομων πλοίων. Όλοι οι κανόνες και οι ρήτρες των *Charterparties* βασίζονται στην επανδρωμένη λειτουργία πλοίων, ενώ οι λιμένες έχουν κατασκευαστεί για επανδρωμένα πλοία. Επιπλέον πρέπει να κατασκευαστεί νέα νομοθεσία που αφορά το προσδιορισμό της ευθύνης. Τέλος η σύμβαση *SOLAS* πιθανότατα να καταστεί περιττή.

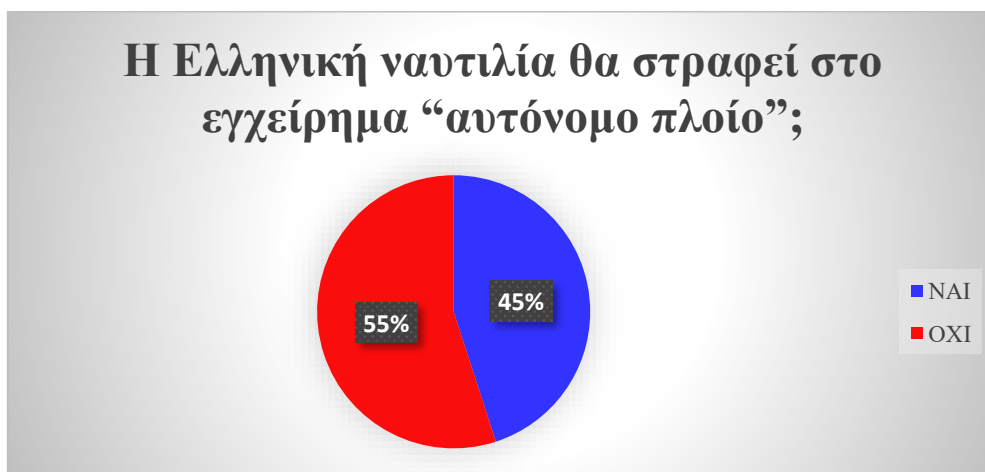
Ένα σημαντικό εμπόδιο θα αποτελέσει η πειρατεία, το οποίο συγκέντρωσε 49 βαθμούς και αντιστοιχεί σε 2,45 κατά μέσο όρο βαθμολογία ανά ερωτηματολόγιο. Τα αυτόνομα πλοία καθορίζονται για λειτουργία κυρίως χωρίς πλήρωμα, με πιθανές παρεμβάσεις μόνο όταν επιβάλλεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι πιθανότατα ελκυστικός στόχος προς τους πειρατές. Ενώ η απουσία πληρώματος θα το καθιστά ευάλωτο από τους πειρατές.

Με λίγο πιο μειωμένους βαθμούς από την πειρατεία, ακολουθεί η θαλάσσια αρωγή και διάσωση έτσι όπως προκύπτει στο ερωτηματολόγιο, όπου συγκέντρωσε 45 βαθμούς και αντιστοιχεί σε 2,25 κατά μέσο όρο βαθμολογία. Η διάσωση της ανθρώπινης ζωής αποτελεί το σημαντικότερο καθήκον στη ναυτιλία. Η απουσία πληρώματος συνεπάγεται και την πιθανή έλλειψη συνεννόησης του αυτόνομου πλοίου με κάποιο άλλο, που ενδεχομένως να χρειαστεί βοήθεια. Για αυτό και ερευνάται ακόμη ο τρόπος που θα παρέχεται επαρκείς βοήθεια στα πλοία.

5.2.3 Η στροφή της Ελληνικής ναυτιλίας στα αυτόνομα πλοία



Διάγραμμα 4 Παρουσίαση 3^{ου} ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός)

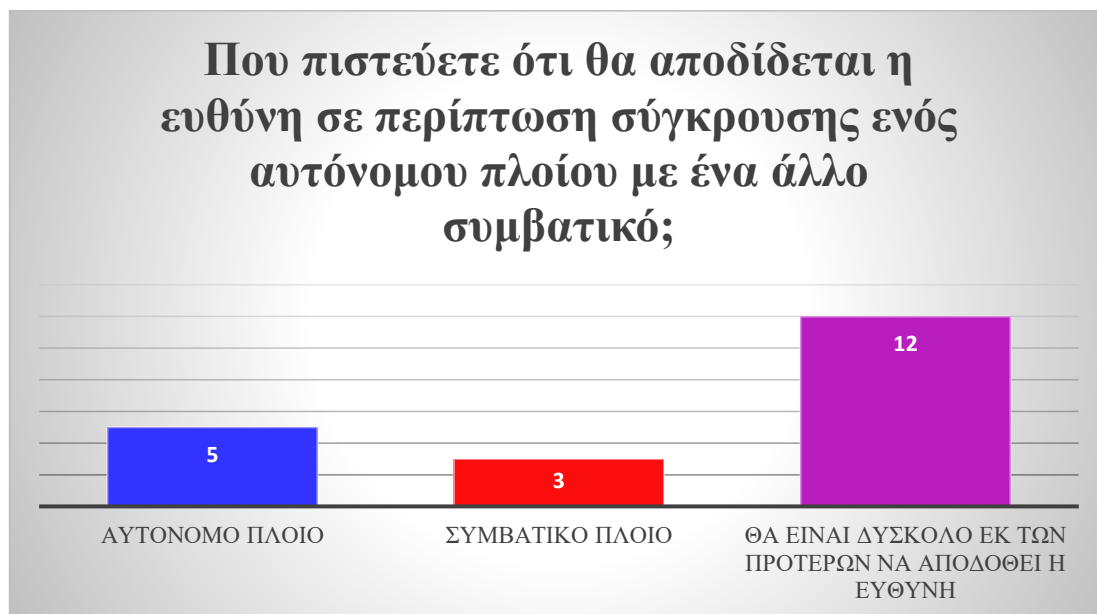


Διάγραμμα 5 Παρουσίαση 3^{ου} ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %)

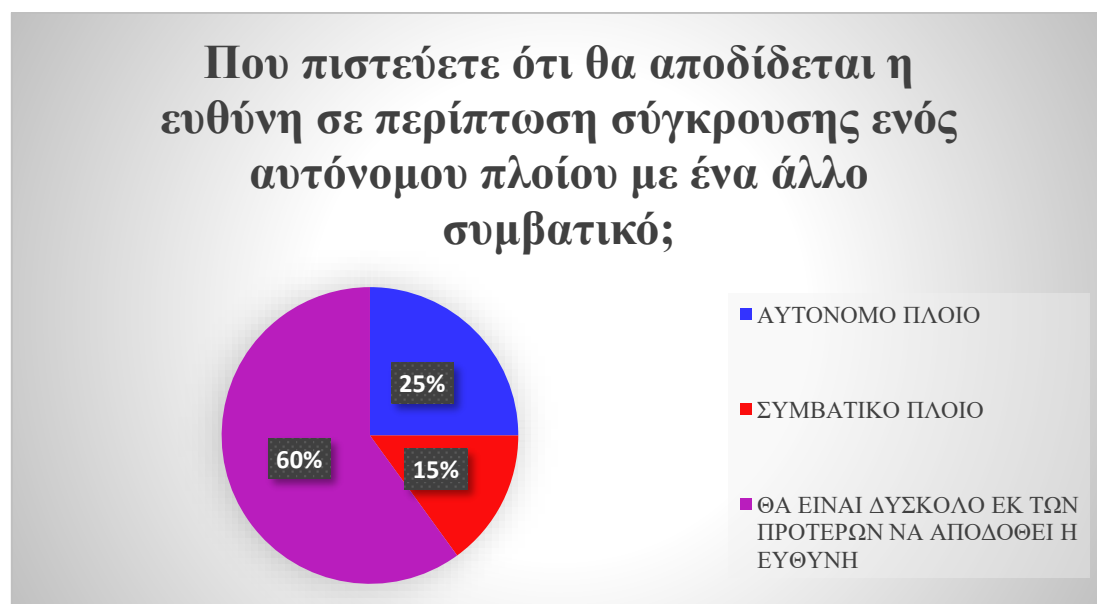
Στα διαγράμματα 4 και 5 παρουσιάζονται σε απόλυτο αριθμό και σε ποσοστά αντίστοιχα, οι απαντήσεις που αφορούν στο αν η αγορά των αυτόνομων πλοίων θα είναι ελκυστική στην Ελληνική ναυτιλία. Το 45% των απαντήσεων που αποτελείται από 9 ερωτηματολόγια απάντησαν θετικά ενώ αντίστοιχα το 55% από τα υπόλοιπα 11, απάντησαν αρνητικά.

Ωστόσο, για να στραφεί η ελληνική ναυτιλία στο εγχείρημα αυτόνομο πλοίο, εξαρτάται από το είδος του εκάστοτε πλοίου, τη χωρητικότητά του, την προτεινόμενη ταχύτητα ανάπτυξης, το φορτίο (ευπαθή φορτία ή απλά κάρβουνο), τις εκάστοτε οικονομικές εξελίξεις και τη ναυλαγορά.

5.2.4 Απόδοση ευθύνης σε περίπτωση ατυχήματος μεταξύ αυτόνομου και συμβατικού πλοίου



Διάγραμμα 6 Παρουσίαση 4^{ου} ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός)



Διάγραμμα 7 Παρουσίαση 4^{ου} ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %)

Στα διαγράμματα 6 και 7 παρουσιάζονται οι απαντήσεις σχετικά με την απόδοση ευθύνης σε περίπτωση σύγκρουσης ενός αυτόνομου πλοίου με ένα άλλο συμβατικό. Το 60% των απαντήσεων που αποτελείται από 12 ερωτηματολόγια απάντησαν ότι θα είναι δύσκολο εκ των προτέρων να αποδοθεί η ευθύνη. Στα υπόλοιπα ερωτηματολόγια το 25% θεώρησαν ότι θα ευθύνεται το αυτόνομο πλοίο ενώ το 15% έκριναν ότι το συμβατικό πλοίο θα είναι υπαίτιο για τη σύγκρουση.

Είναι αναμφισβήτητο, μιας και δεν υφίστανται σχετική νομοθεσία για τα αυτόνομα πλοία, ότι θα είναι δύσκολο να αποδοθεί ευθύνη σε περίπτωση σύγκρουσης και θα εξαρτηθεί από το που θα επιδικαστεί η υπόθεση. Ωστόσο υπάρχουν και οι απόψεις όπου η ευθύνη θα οριζόταν στο συμβατικό πλοίο, διότι πιθανότατα το αυτόνομο πλοίο να μην έχει περιθώρια λάθους. Στον αντίποδα η απουσία πληρώματος και κυβερνήτη πάνω στο πλοίο θα μπορούσαν να καταστήσουν υπαίτιο το αυτόνομο πλοίο σε περίπτωση σύγκρουσης.

5.2.5 Το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό στα αυτόνομα πλοία



Διάγραμμα 8 Παρουσίαση 5^{ου} ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός)

**Πότε πιστεύετε ότι θα υπάρξει
εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό στη
στεριά το οποίο να μπορεί να
ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των
αυτόνομων πλοίων;**

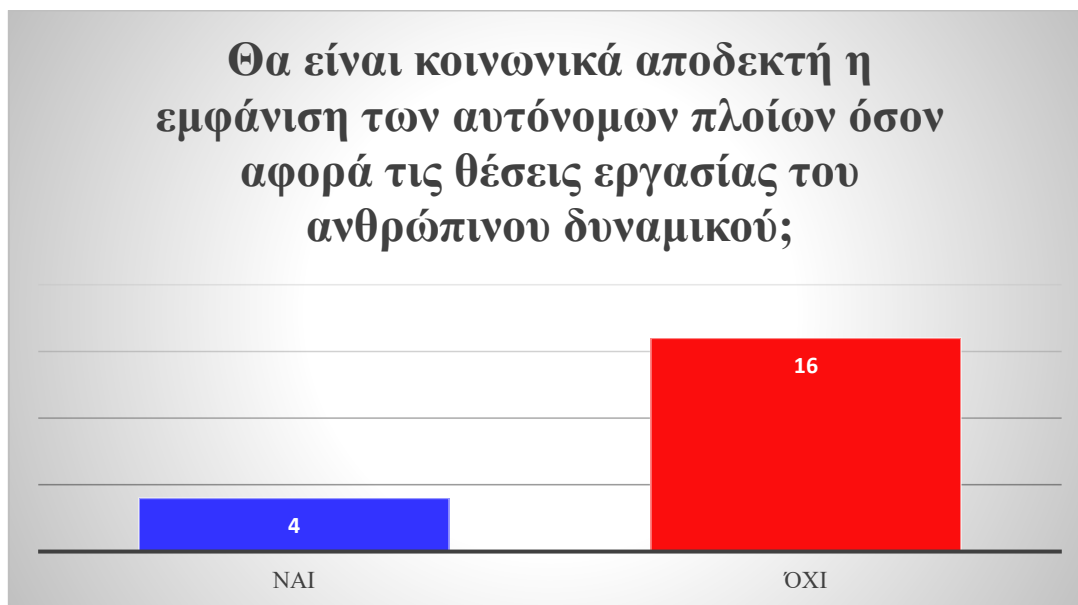


Διάγραμμα 9 Παρουσίαση 5^{ου} ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %)

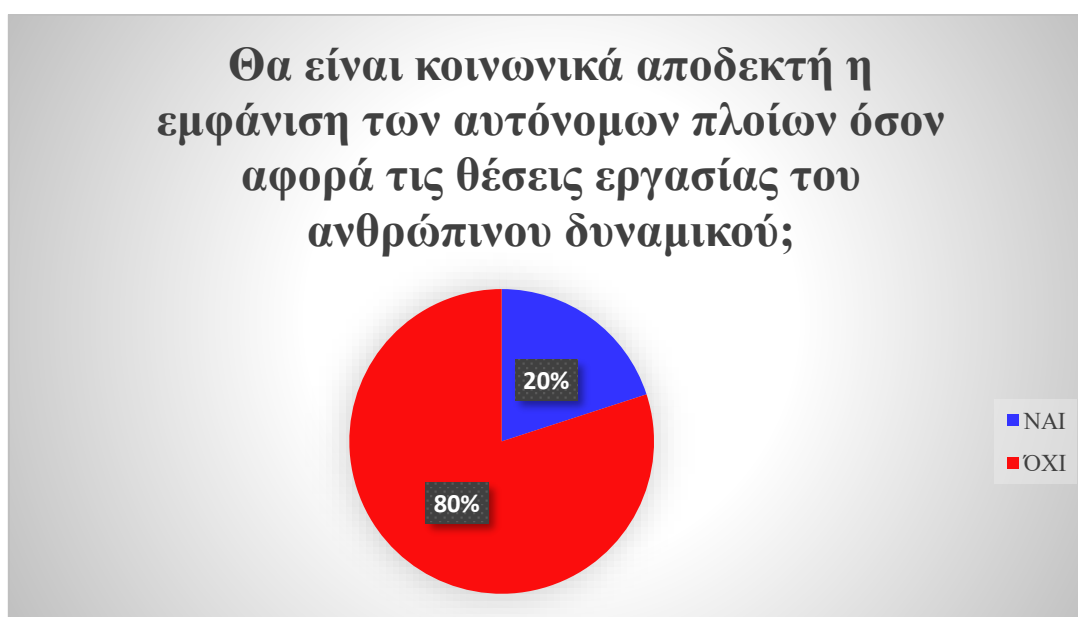
Ακολουθούν τα διαγράμματα 8 και 9, όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία αφορούν το εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό στη στεριά, που καλείται να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των αυτόνομων πλοίων. Το 45% των απαντήσεων δηλαδή 9 από τις συνολικές απαντήσεις, απάντησαν ότι ήδη υφίσταται. Ενώ, με μικρή διαφορά μιας απάντησης, το 40% απάντησε ότι θα υπάρχει στα επόμενα 5 με 10 χρόνια. Τέλος το 15% των ερωτηματολογίων απάντησε πως το εργατικό δυναμικό θα μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των αυτόνομων πλοίων στα επόμενα 10 με 20 χρόνια.

Συμπερασματικά το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό ήδη υφίσταται, αλλά πιθανότατα να χρειάζεται επιπρόσθετη εκπαίδευση “*to the point*”. Επιπλέον σύμφωνα με τα πρότυπα εκπαίδευσης της Διεθνούς Συμβάσεως για τα Πρότυπα Πιστοποιητικών Εκπαίδευσης και Τηρήσεως Φυλακών των Ναυτικών (*Standards of Training, Certification and Watchkeeping of Seafarers – STCW*) του *IMO*, προβλέπεται, ότι απαιτείται ειδική εκπαίδευση η οποία αποτελείται από τη βασική Γενική Εκπαίδευση (*generic training*) στο *ECDIS*. Έτσι, λοιπόν στα επόμενα χρόνια θα μπορούσε να προσαρμοστεί μια αντίστοιχη εκπαίδευση στα αυτόνομα πλοία, για το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό στο κέντρο ελέγχου ξηράς, οπού θα τους αποδίδεται κάποια ανάλογη πιστοποίηση από ένα αρμόδιο *approved training center*.

5.2.6 Η αποδοχή των αυτόνομων πλοίων από την κοινωνία



Διάγραμμα 10 Παρουσίαση 6^{ου} ερωτήματος σε μορφή στηλών (ακέραιος αριθμός)



Διάγραμμα 11 Παρουσίαση 6^{ου} ερωτήματος σε μορφή πίτας (ποσοστά %)

Τέλος το ερωτηματολόγιο ολοκληρώνεται παρουσιάζοντας αν θα είναι κοινωνικά αποδεκτή η εμφάνιση των αυτόνομων πλοίων όσον αφορά τις θέσεις εργασίας του ανθρώπινου δυναμικού. Όπως παρατηρείται στα διαγράμματα 10 και 11, η πλειοψηφία που αποτελείται από 16 ερωτηματολόγια, συνολικά το 80% των ερωτηματολογίων απάντησε ότι δεν θα είναι αποδεκτό ενώ αντίστοιχα το 20% που αποτελείται από 4 ερωτηματολόγια θεώρησε ότι θα είναι κοινωνικά αποδεκτό.

Τα αυτόνομα πλοία θα αφαιρέσουν τις θέσεις εργασίας από ένα μεγάλο μέρος των μελών του πληρώματος. Επιπρόσθετα, θα έρθουν αλλαγές στον τρόπο ζωής πολλών ναυτικών, οι οποίοι θα πρέπει να παραμείνουν στο σπίτι ή να εργάζονται μέσω υπολογιστών για τη ναυσιπλοΐα. Ωστόσο, η απουσία πληρώματος στα πλοία θα μπορούσε να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας στην ξηρά. Συγκεκριμένα, θέσεις εργασίας όπως:

- Εξειδικευμένοι πλοίαρχοι και μηχανικοί παρακολούθησης ναυσιπλοΐας του πλοίου
- Ναυτεργάτες πρόσδεσης και απόδεσης του πλοίου κατά την άφιξη και την αποχώρηση
- Μηχανικοί και τεχνίτες συντήρησης πλοίου και εξοπλισμού
- Συνεργεία ελέγχου και πιστοποίησης καλής λειτουργίας του πλοίου
- Πλήρωμα έκτακτης ανάγκης

Κεφάλαιο 6^ο Συμπεράσματα

Τις τελευταίες δεκαετίες, η επιθυμία για τη δημιουργία μια αγοράς που θα αποτελείται από αυτόνομα πλοία, διαγράφει θετική πορεία. Συγκεκριμένα, η περίοδος που διανύουμε αποτελεί ένα μεταβατικό στάδιο, δηλαδή από τη “σημερινή εποχή” όπου η παρουσία πληρώματος στα συμβατικά πλοία είναι ζωτικής σημασίας, σε αυτή όπου με την αυτόνομη ναυτιλία, δεν θα είναι απαραίτητη.

Βρισκόμαστε σε μία εποχή, στην οποία η εξέλιξη των νέων τεχνολογιών και της ρομποτικής, έχει επηρεάσει και συνεχίζει να ασκεί επιρροή στο παγκόσμιο διεθνές εμπόριο. Η ναυπήγηση και η λειτουργία αυτόνομων πλοίων - με την παντελή απουσία πληρώματος - έχουν πια τον πρώτο λόγο, μιας και η θαλάσσια μεταφορά αγαθών έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό. Το γεγονός αυτό, μας οδηγεί σε μία νέα δυναμική αγορά και μια νέα πραγματική κατάσταση, στην οποία αναμένεται να σημειωθούν σημαντικές επενδύσεις.

Το πλοίο θα μπορούσε να είναι χωρίς ή με πλήρωμα. Φυσικά μπορεί να υπάρχουν πολλές διαφορετικές λύσεις που έχουν υιοθετηθεί, όπως για παράδειγμα τον αριθμό και τα πιθανά πόστα του πληρώματος εάν υπάρχει ή της μεθόδου τηλεχειρισμού, είτε από το κέντρο ελέγχου ξηράς είτε από ένα συνοδευτικό πλοίο (*master-slave*). Αλλά ακόμη και με πλήρως αυτόνομα πλοία οι άνθρωποι θα εμπλέκονται πάντα με κάποιο τρόπο για την ασφαλή λειτουργία τους, ανάλογα με το επίπεδο αυτονομίας.

Οι έρευνες που βασίζονται στη κατασκευή αυτόνομων πλοίων στοχεύουν στη δημιουργία μια βιώσιμης αγοράς, η οποία θα αυξήσει την ανταγωνιστικότητα της διεθνούς ναυτιλίας. Ωστόσο, η κατασκευή ενός αυτόνομου πλοίου θα αποτελέσει μια δαπανηρή επένδυση, η οποία καλείται να αντισταθμιστεί από τη πληθώρα των θετικών αποτελεσμάτων που θα αποφέρει.

Ολοκληρώνοντας, στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε έρευνα με ερωτηματολόγιο, για να αποτυπωθεί η άποψη στελεχών ναυτιλιακών εταιριών για τα αυτόνομα πλοία, καταλήγοντας στα εξής συμπεράσματα :

- Απαιτείται ανάπτυξη των ναυτιλιακών υποδομών για να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις των αυτόνομων πλοίων
- Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στα ανακύπτοντα εμπόδια που θα προκύψουν στην αγορά των αυτόνομων πλοίων
- Είναι απαραίτητη η προσαρμογή ενός ιδιαίτερου νομικού πλαισίου για τα αυτόνομα πλοία
- Το ανθρώπινο δυναμικό καλείται να αναπτύξει τις δεξιότητές του ώστε να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις των αυτόνομων πλοίων
- Η εδραίωση της αγοράς των αυτόνομων πλοίων θα έχει και αρνητικές επιδράσεις στην κοινωνία.

Παράρτημα

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Το σημερινό ναυτιλιακό σύστημα έχει τις υποδομές για να υποστηρίξει τα αυτόνομα πλοία;
Ναι
Όχι
2. Πώς βαθμολογείτε κατά τη γνώμη σας, τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα αυτόνομα πλοία; [Θέστε αριθμό από το 4 (πιο σημαντικό) στο 1 (λιγότερο σημαντικό) για το καθένα αντίστοιχα]
Νομικά και συμβατικά θέματα
Κυβερνοεπιθέσεις
Θαλάσσια αρωγή και διάσωση
Πειρατεία
3. Η Ελληνική ναυτιλία θα στραφεί στο εγχείρημα “αυτόνομο πλοίο”;
Ναι
Όχι
4. Που πιστεύετε ότι θα αποδίδεται η ευθύνη, σε περίπτωση σύγκρουσης ενός αυτόνομου πλοίου με ένα άλλο συμβατικό;
Αυτόνομο πλοίο
Συμβατικό πλοίο
Θα είναι δύσκολο εκ των προτέρων να αποδοθεί η ευθύνη
5. Πότε πιστεύετε ότι θα υπάρχει εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό στη στεριά το οποίο να μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των αυτόνομων πλοίων;
Ήδη υφίστανται
Σε 5-10 χρόνια
Σε 10-20 χρόνια

6. Θα είναι κοινωνικά αποδεκτή η εμφάνιση των αυτόνομων πλοίων όσον αφορά τις θέσεις εργασίας του ανθρώπινου δυναμικού;

Ναι

Όχι

Βιβλιογραφικές αναφορές

Ελληνόγλωσση

- Γεωργούλη, Γ(2019). Αυτόνομα πλοία: τι αλλάζει στη λειτουργική διαχείριση των πλοίων. Περιοδικό, από το ΝΑΥΤΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, σελίδα 42.

Ξενόγλωσση

- *Kobyliński, L (2018). Smart ships – autonomous or remote controlled?*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Maritime University of Szczecin*, σελίδα 27
- *Rødseth, Ø (2017). Definitions for Autonomous Merchant Ships*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Norwegian Forum for Autonomous Ships*, σελίδες 7-12. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://nfas.autonomous-ship.org/resources/autonom-defs.pdf>
- *Öhland, S & Stenman, A (2017). Interaction Between Unmanned Vessels and COLREGS*. Σελίδες 9-10. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125252/Ohland_Sebastian-Stenman_Axel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- *Lambrou, M & Ota, M (2017). Shipping 4.0: Technology Stack and Digital Innovation Challenges*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *University of the Aegean & Osaka City University*, σελίδες 4-8.
- *Jokioinen, E. Remote and Autonomous Ships The next steps*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA)*, σελίδες 3-13. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>
- *MUNIN Brochure (2013). MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2013/01/MUNIN-Brochure.pdf>
- *bureauveritas.jp (2017). Guidelines for Autonomous Shipping*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *BUREAU VERITAS*, σελίδες 6-8 & 15-20. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.bureauveritas.jp/news/pdf/641-NI_2017-12.pdf
- *Rødseth, Ø (2017). D4.5:Architecture specification*. Επιστημονικό περιοδικό, από το *MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*, σελίδες 10-16. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2014/02/d4-5-architecture-v11.pdf>

- *Rødseth, Ø. Developments toward the unmanned ship.* Επιστημονικό περιοδικό, από το *MARINTEK Dept. Maritime Transport Systems*, σελίδες 10-13. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://pdfs.semanticscholar.org/6a8a/771d52e210f36d48cd345a13aab294d83780.pdf>
- *Öhland, S & Stenman, A (2017). Interaction Between Unmanned Vessels and COLREGS.* Σελίδες 11-15. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125252/Ohland_Sebastian-Stenman_Axel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- *Kretschmann, L (2015). D9.2: Qualitative assessment.* Επιστημονικό περιοδικό, από το *MARITIME UNMANNED NAVIGATION THROUGH INTELLIGENCE IN NETWORKS*, σελίδες 14-15. Ανάκτηση από <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2015/10/MUNIN-D9-2-Qualitative-assessment-CML-final.pdf>

Ιστοσελίδες

- *Rmg.co.uk. Shipbuilding: The earliest vessels.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-earliest-vessels?fbclid=IwAR3XJ-xWBLX3XCPDp6Y28RCXt2rnQvqn82sHC7JcdyxZxNFG2MEsLVstpqw>
- *Rmg.co.uk. Shipbuilding: 800–1800.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-1800%C3%A2%E2%82%AC%E2%80%9Cpresent>
- *Rmg.co.uk. Shipbuilding: 1800–Present.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/shipbuilding-1800%C3%A2%E2%82%AC%E2%80%9Cpresent>
- *1069.gr, (2017). Seawise Giant: Το μεγαλύτερο πλοίο που κατασκευάστηκε ποτέ!* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.1069.gr/automoto/technologie/seawise-giant-megalytero-plito-pou-kataskevastike-pote-foto-vinteo/>
- Γερασίου, Ν(2019). Πλοία χωρίς πλήρωμα (*unmanned vessels*). ΕΝΩΣΗ ΕΦΟΠΛΙΣΤΩΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΜΙΚΡΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.shortsea.gr/plia-choris-plitroma-unmanned-vessels/>
- *Walker, J (2019). Autonomous Ships Timeline – Comparing Rolls-Royce, Kongsberg, Yara and More. Emerj.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/autonomous-ships-timeline/>
- *epicor.com. What is Industry 4.0—the Industrial Internet of Things (IIoT)?.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.epicor.com/en-us/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/#1>
- *autonomousshipshq.com. C-WORKER 7.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/c-worker-7/>
- *ams-institute.org. Roboat.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.ams-institute.org/urban-challenges/smart-urban-mobility/roboat/>

- *dnvgl.com. The ReVolt.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.dnvgl.com/technology-innovation/revolt/index.html>
- *autonomousshipshq.com. REVOLT.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/revolt/>
- *Simons, A (2014). ReVolt – next generation short sea shipping. DNV GL.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.dnvgl.com/news/revolt-next-generation-short-sea-shipping-7279>
- *asia.nikkei.com (2017). Japan aims to launch self-piloting ships by 2025.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Japan-aims-to-launch-self-piloting-ships-by-2025>
- *kongsberg.com (2017). YARA AND KONGSBERG ENTER INTO PARTNERSHIP TO BUILD WORLD'S FIRST AUTONOMOUS AND ZERO EMISSIONS SHIP.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2017/yara-and-kongsberg-enter-into-partnership-to-build-worlds-first-autonomous-and/>
- *autonomousshipshq.com (2017). YARA BIRKELAND.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.autonomousshipshq.com/yara-birkeland/>
- *kongsberg.com. AUTONOMOUS SHIP PROJECT, KEY FACTS ABOUT YARA BIRKELAND.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>
- *sdir.no(2016). World's first test area for autonomous ships opened.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.sdir.no/en/news/news-from-the-nma/worlds-first-test-area-for-autonomous-ships-opened/>
- *bluemaritimecluster.no(2017). Testområde for fremtidsskip.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.bluemaritimecluster.no/gce/news/news/testomrade-for-fremtidsskip/>
- *navtar.no(2017). Why Trondheimsfjorden.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <http://navtar.no/>
- *autostrip.no. Test Arenas.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://autostrip.no/test-arenas/>
- *oneseaecosystem.net. TEST AREA.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://www.oneseaecosystem.net/test-area/>
- *worldmaritimenews.com. First Test Area for Autonomous Ships Opened in Finland.* Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2020 από <https://worldmaritimenews.com/archives/227275/first-test-area-for-autonomous-ships-opened-in-finland/>