

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ

ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

ΜΕΓΑΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Ειρήνη Βαλαωρίτου

Διπλωματική Εργασία

**που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου
Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού
Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ναυτιλία**

Πειραιάς

Δεκέμβριος 2023

Δήλωση Αυθεντικότητας / ζητήματα Copyright

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη κερδοσκοπικός, εκπαιδευτικός, ερευνητικός), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του 5 ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Τριμελής Επιτροπή

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίσθηκε από τη ΓΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής: Παπαδημητρίου Στράτος (Επιβλέπων) – Τζαννάτος Ερνέστος – Αρτίκης Αλέξανδρος.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διατριβή αναλύονται κάποιες από τις βασικές εφαρμογές των Μεγάλων Δεδομένων και των νέων τεχνολογιών, καθώς και οι προκλήσεις που αυτές φέρουν. Ο κλάδος της ναυτιλίας δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστος μπροστά στις νέες τεχνολογίες και καινοτομίες που φέρει η εποχή της ψηφιοποίησης, των Μεγάλων Δεδομένων και της τεχνητής νοημοσύνης. Ήδη πολλές ναυτιλιακές εταιρείες επενδύουν σε τέτοιες εφαρμογές, τόσο για την ενίσχυση της ασφάλειας στη θάλασσα και όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των πλοίων. Προκειμένου να προωθηθεί αυτή η τάση, και να δοθεί μία εικόνα των σημερινών εφαρμογών, η διατριβή προσπαθεί να εντοπίσει τις κυριότερες εφαρμογές όπως επίσης και τις σημαντικές προκλήσεις για το ναυτιλιακό κλάδο ως προς την αξιοποίηση των μεγάλων δεδομένων. Η ανάγκη λήψης αποφάσεων μέσα από δεδομένα σε πραγματικό χρόνο είναι μεγάλη. Τα οφέλη της βελτιστοποίησης και του αυτοματισμού γίνονται ολοένα και πιο ξεκάθαρα. Αρχικά, δίνονται οι βασικοί ορισμοί όσον αφορά τα Μεγάλα Δεδομένα και των χαρακτηριστικών τους. Στη συνέχεια γίνεται μία επισκόπηση βασικών εφαρμογών στη ναυτιλία. Ξεκινώντας από τους τύπους και τις πηγές δεδομένων στη ναυτιλία, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις δύο από τις βασικότερες πηγές δεδομένων που είναι το Σύστημα Καταγραφής των Δεδομένων Ταξιδιού (Voyage Data Recorder – VDR) και το Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισεως (Automatic Identification System - AIS). Σε αυτή την ενότητα εξετάζονται επίσης εφαρμογές των Μεγάλων Δεδομένων που έχουν να κάνουν με την πράσινη ναυτιλία και την απόδοση του πλοίου, τα αυτόνομα πλοία και τα έξυπνα λιμάνια. Στην επόμενη ενότητα γίνεται ανάλυση των προκλήσεων που φέρει η είσοδος των εφαρμογών των Μεγάλων Δεδομένων στη ναυτιλία. Στην παρούσα διατριβή, οι προκλήσεις χωρίζονται στις εξής τέσσερις κατηγορίες: τεχνολογικές προκλήσεις, προκλήσεις σχετικές με την ασφάλεια, προκλήσεις σχετικές με τους ανθρώπινους πόρους και τέλος προκλήσεις σχετικές με τη διακυβέρνηση των δεδομένων.

Συνολικά, τα Μεγάλα Δεδομένα προκύπτουν από πολλές και διαφορετικές πηγές, που περιλαμβάνουν από αισθητήρες εντός του πλοίου έως και μετεωρολογικά δεδομένα. Με την ανάλυσή τους και τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη απόδοση του πλοίου, με χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων. Αυτές οι δύο παράμετροι οδηγούν κατ' επέκταση σε χαμηλότερα κόστη και μείωση των εκπομπών

του διοξειδίου του άνθρακα και των αερίων του θερμοκηπίου. Παράλληλα, η ανάγκη για μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος αφορά και στα λιμάνια. Εφαρμογές τεχνολογιών που αξιοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, αλλά και ιστορικά δεδομένα, συντελούν στη δημιουργία πράσινων λιμανιών.

ABSTRACT

This dissertation analyzes some of the main applications of Big Data and new technologies, as well as the challenges they bring. The shipping industry could not remain unaffected in the face of new technologies and innovations brought by the era of digitization, Big Data and artificial intelligence. Many shipping companies are already investing in such applications, both to enhance safety at sea, and to protect the environment and optimize ship performance. In order to advance this trend, and to give an insight into today's applications, the dissertation tries to identify the main applications as well as the major challenges for the shipping industry in terms of exploiting big data. The need to make decisions through real-time data is great. The benefits of optimization and automation are becoming increasingly clear. First, the basic definitions regarding Big Data and its characteristics are given. This is followed by an overview of key applications in shipping. Starting from the types and sources of data in shipping, special reference is made to two of the most basic data sources which are the Voyage Data Recorder (VDR) and the Automatic Identification System (AIS). Applications of Big Data related to green shipping and ship performance, autonomous ships and smart ports are also discussed in this section. The next section analyzes the challenges brought by the entry of Big Data applications into shipping. In this dissertation, the challenges are divided into the following four categories: technological challenges, security-related challenges, human resources-related challenges, and finally data governance-related challenges.

Overall, Big Data emerges from many and varied sources, ranging from on-board sensors to meteorological data. By analyzing them and using advanced technologies, better ship performance can be achieved, with lower fuel consumption. These two parameters lead by extension to lower costs and a reduction in carbon dioxide and greenhouse gas emissions. At the same time, the need to reduce the environmental footprint also applies to ports. Applications of technologies that utilize real-time data, as well as historical data, contribute to the creation of green ports.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	13
2.1 Ορισμός.....	13
2.2 Χαρακτηριστικά.....	14
2.2.1 Το μοντέλο των 3 V's.....	14
2.2.2 Τα μοντέλα των 4 V's και 5 V's.....	16
3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	18
3.1 Μεγάλα Δεδομένα στη ναυτιλία.....	18
3.1.1 Τύποι και πηγές δεδομένων στη ναυτιλία.....	18
3.2 Σύστημα E-navigation.....	20
3.2.1 Εισαγωγή.....	21
3.2.2 ECDIS.....	22
3.3 Πράσινη ναυτιλία και απόδοση πλοίου.....	23
3.3.1 Εισαγωγή.....	23
3.3.2 Δρομολόγηση καιρού – Weather routing.....	25
3.3.3 Νευρωνικά δίκτυα.....	26
3.3.4 Εφαρμογές.....	28
3.4 Έξυπνα πλοία - Αυτόνομα πλοία – Έξυπνη ναυτιλία.....	29
3.4.1 Εισαγωγή.....	29
3.4.2 Παράγοντες που οδηγούν την έξυπνη ναυτιλία.....	31
3.4.3 IMO – Επιχείρηση MASS.....	33
3.4.4 Πώς τα έξυπνα καράβια και η αυτοματοποίηση έχουν αντίκτυπο στη ναυτιλία.....	35

3.5 Έξυπνα λιμάνια (Smart Ports).....	37
3.5.1 Εισαγωγή	37
3.5.2 Πρόβλεψη συμφόρησης στα λιμάνια.....	40
3.5.3 Πρόγνωση Συντήρησης Εξοπλισμού Λιμένων	41
3.5.4 Κατανομή των πόρων και του ανθρώπινου δυναμικού και παρακολούθηση φορτίου	42
3.5.5 Έξυπνα Πράσινα Λιμάνια.....	45
3.6 Ασφάλεια και προστασία της θάλασσας	49
4. ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ	53
4.1 Εισαγωγή.....	53
4.2 Τεχνολογικές προκλήσεις	53
4.2.1 Ποιότητα και ενοποίηση δεδομένων	53
4.2.2. Ενοποίηση δεδομένων	54
4.2.3 Διαθέσιμος εξοπλισμός.....	55
4.3 Προκλήσεις σχετικές με την ασφάλεια	56
4.3.1 Εισαγωγή	56
4.3.2 Απειλές.....	57
4.3.3 Επιπτώσεις.....	57
4.3.4 Κανονιστικά πλαίσια για τις κυβερνοεπιθέσεις.....	58
4.4 Προκλήσεις σχετικές με τους ανθρώπινους πόρους	61
4.5 Διακυβέρνηση δεδομένων	62
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	64
Βιβλιογραφία-Πηγές	67

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Όγκος δεδομένων/πληροφοριών που δημιουργήθηκαν, καταγράφηκαν, αντιγράφηκαν και καταναλώθηκαν παγκοσμίως από το 2010 έως το 2020, με προβλέψεις από το 2021 έως το 2025. Πηγή: https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/	13
Εικόνα 3: 3V's of Big Data, https://techblogmu.blogspot.com/2017/03/define-3-vs-of-big-data.html	15
Εικόνα 4: The five V's of Big Data (Adapted from (“IBM big data platform - Bringing big data to the Enterprise,” 2014)	16
Εικόνα 5: A general elementary feedforward network, Neural Network Approach for Predicting Ship Speed and Fuel Consumption, Lúcia Moreira , Roberto Vettor and C. Guedes Soares, January 2021	27
Εικόνα 6. Key Figures 2021, ANNUAL OVERVIEW OF MARINE CASUALTIES AND INCIDENTS 2022, EMSA.....	32
Εικόνα 7: Percentage of accident events for the period 2014-2021, organized by accident event types, EMSA.....	32
Εικόνα 8: Percentage of contributing factors related to human element, organized by ship type, EMSA.....	33
Εικόνα 9: Digital twin, DNV GL	39
Εικόνα 10: Σχέδιο λειτουργίας λιμένα εμπορευματοκιβωτίων, Real-Time Monitoring and Optimal Resource Allocation for Automated Container Terminals: A Digital Twin Application at the Yangshan Port, 2023	45
Εικόνα 11: Οι δέκα προτεραιότητες των ευρωπαϊκών λιμένων το 2023, EMSO	46

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγχρονη εποχή συχνά ονομάζεται και εποχή της πληροφορίας (ή εποχή των υπολογιστών) και όχι τυχαία. Αναμφισβήτητα σήμερα ζούμε στην εποχή της ψηφιοποίησης και των δεδομένων που αυτή γεννά. Πλέον οι άνθρωποι έχουν την δυνατότητα να ανταλλάσσουν και να μεταφέρουν πληροφορίες ελεύθερα και να έχουν άμεση πρόσβαση σε γνώσεις και πληροφορίες που θα ήταν δύσκολο να βρεθούν στο παρελθόν. Υπολογίζεται ότι το 2021 τα ψηφιακά δεδομένα έφτασαν τα 64 τρισεκατομμύρια gigabytes (EMC). Αναρίθμητα συστήματα, συσκευές και αισθητήρες παράγουν έναν τεράστιο όγκο δεδομένων. Οι αναζητήσεις στο Google αγγίζουν τις 107,000 το δευτερόλεπτο κατά μέσο όρο, κάτι που μεταφράζεται σε πάνω από 4.2 δισεκατομμύρια αναζητήσεις την ημέρα και 2.7 τρισεκατομμύρια το χρόνο (Internet Live Stats, 2022). Κάθε δευτερόλεπτο κατά μέσο όρο γίνονται 10,000 tweets στο twitter το οποίο αντιστοιχεί σε παραπάνω από 400 εκατομμύρια tweets τη μέρα και περίπου 250 δισεκατομμύρια tweets το χρόνο. Κάθε άτομο θα δημιουργεί 1.7 megabytes δεδομένων κάθε δευτερόλεπτο (Domo). Ταυτόχρονα πολλές εταιρείες έχουν ήδη εισάγει την Ανάλυση Δεδομένων και πρακτικές Big Data (Μεγάλων Δεδομένων). Κάνοντας χρήση των δεδομένων που οι χρήστες παράγουν όταν χρησιμοποιούν για παράδειγμα τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και/ή τις μηχανές αναζήτησης μπορούν να αναλύσουν και να προβλέψουν τη συμπεριφορά τους και τις προτιμήσεις τους. Είναι χαρακτηριστικό ότι η συνδρομητική πλατφόρμα προβολής ταινιών και σειρών Netflix κάνοντας χρήση Μεγάλων Δεδομένων εξοικονομεί ένα δισεκατομμύριο δολάρια το χρόνο στη διατήρηση πελατών (Statista, Inside Big Data).

Όπως γίνεται αντιληπτό, τα Μεγάλα Δεδομένα γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλή. Ένας από τους ορισμούς που έχει δοθεί είναι ότι είναι ένα σύνολο δεδομένων τόσο μεγάλο και περίπλοκο που είναι ακατόρθωτη η επεξεργασία τους με χρήση τυπικού στατιστικού λογισμικού (1). Οι επιστήμονες της Εθνικής Υπηρεσίας Αεροναυπηγικής και Διαστήματος (NASA) Michael Cox και David Center το 1997 στο άρθρο τους “Application-controlled demand paging for out-of-core visualization” αναφέρουν τον όρο Big Data και αυτό είναι το πρώτο άρθρο που περιέχει αυτόν τον όρο στην ACM ψηφιακή βιβλιοθήκη. Συγκεκριμένα αναφέρουν ότι η γραφική απεικόνιση παρέχει μία πολύ ενδιαφέρουσα πρόκληση για τα συστήματα υπολογιστών: τα σύνολα δεδομένων

είναι τόσο μεγάλα που είναι αδύνατο να αποθηκευτούν στην κύρια μνήμη, στον τοπικό δίσκο και σε εξωτερικό σκληρό δίσκο. Έτσι δήλωσαν ότι αντιμετωπίζουν πρόβλημα Μεγάλων Δεδομένων (2),(3). Τα δεδομένα και η πληροφορία είναι ακρογωνιαίοι λίθοι των παρελθόντων, παρουσών και μελλοντικών αποστολών και ανακαλύψεων της NASA. Το Goddard Space Flight Center είναι ένας κόμβος μεγάλων δεδομένων για την γεωφυσική, τη φυσική των πλανητών και του ήλιου, την αστροφυσική και μηχανολογικά δεδομένα. Το πρόγραμμα Observing System Data and Information System (EOSDIS) διαχειρίζεται δεδομένα της γεωφυσικής της NASA από απομακρυσμένα αισθητήρια όργανα και μάλιστα επιμελείται ένα αρχείο πολλαπλών petabyte (1 petabyte = 10^{15} bytes = 1,000 terabytes) που διανέμεται σε πολλά κέντρα δεδομένων που παρέχουν αναζήτηση, διανομή δεδομένων και υπηρεσίες ανάλυσης. Στο κέντρο για την προσομοίωση του κλίματος οι επιστήμονες αυξάνουν την κατανόησή μας για τις διαδικασίες που διέπουν το περιβάλλον της γης για να σχεδιάσουν δορυφόρους επόμενης γενιάς. Ξεκινώντας από δεδομένα παρατήρησης, μοντέλα σε υπολογιστές προσομοιώνουν πολύπλοκες διαδικασίες στο σύστημα της γης και χρησιμοποιούνται για ερευνητικές προβλέψεις καιρού, κλιματικές μελέτες (4).

Σύμφωνα με τα παραπάνω τα Μεγάλα Δεδομένα είναι βασικό στοιχείο σε πολλές βιομηχανίες. Στη ναυτιλιακή βιομηχανία έχει στραφεί το ενδιαφέρον προς αυτή την κατεύθυνση και την τεχνητή νοημοσύνη τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με τη νέα έρευνα των Global Maritime Forum, International Union of Marine Insurance (IUMI) και της εταιρείας Marsh με τίτλο «Global Maritime Issues Monitor 2020» για το τι απασχολεί τη ναυτιλία σήμερα, τα Μεγάλα Δεδομένα και η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI) κατακτούν την 6η θέση:

RANK	2019	ISSUE	SCORE
1	1	Global economic crisis	3.84
2	2	Decarbonization of shipping	3.73
3	N/A	Pandemics	3.72
4	3	New environmental regulation	3.69
5	4	Geopolitical tension	3.57
6	6	Big data and artificial intelligence	3.52
7	8	Societal demands for sustainability	3.48
8	9	Failure of climate change mitigation and adaptation	3.45
9	5	Cyber-attacks and data theft	3.43
10	7	Changing trading patterns	3.42
11	10	Workforce and skill shortages	3.10
12	14	Insufficient access to finance	3.08
13	13	Autonomy technology	3.08
14	15	Governance failure	3.01
15	11	Fuel price increases	2.96
16	12	Major safety incident	2.94
17	16	Failure or shortfall in infrastructure	2.81
18	17	Terrorism	2.62
19	18	Increased piracy	2.36

Πίνακας 1. Πηγή: Ναυτικά Χρονικά <https://www.naftikachronika.gr/2020/10/16/oi-prokliseis-tis-naftilias-tou-avrio/>

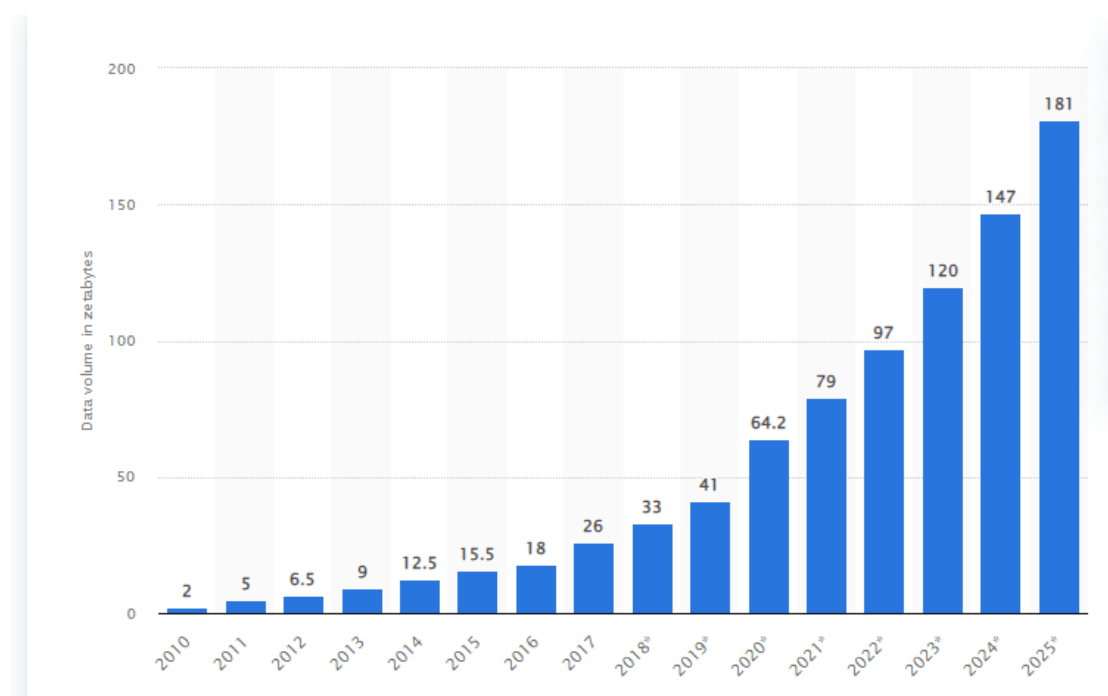
Περισσότερα από τα τέσσερα πέμπτα του παγκόσμιου εμπορίου κατ'όγκον γίνονται μέσω θαλάσσης. Παρά το γεγονός ότι η ανάπτυξη του διεθνούς θαλάσσιου εμπορίου μειώθηκε ελαφρά και οι όγκοι αυξήθηκαν κατά 2.7%, οι συνολικοί όγκοι πέτυχαν ένα υψηλό όλων των εποχών της τάξης των 11 δισεκατομμυρίων τόνων (5). Δεδομένα για την απόδοση των πλοίων, όπως και τα συστήματα πλοήγησης μπορούν να βοηθήσουν τις ναυτιλιακές εταιρείες στην παρακολούθηση της απόδοσης και τη λήψη μέτρων για την καλύτερη αποδοτικότητά τους. Αν και αυτό είναι μόνο παράδειγμα από τον απέραντο χώρο της ναυτιλίας, γίνεται σαφές ότι η ναυτιλιακή βιομηχανία αντιμετωπίζει μεγάλες προκλήσεις ακριβώς λόγω της έκτασης των δραστηριοτήτων της, και των συνεχώς εξελισσόμενων κανονισμών της.

Η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων εξετάζει μεγάλο όγκο δεδομένων με στόχο την εξαγωγή συσχετισμών και μοτίβων, καθώς την καλύτερη και βαθύτερη κατανόηση του πώς συγκεκριμένα πράγματα μπορούν να εξελιχθούν ή και να αλλάξουν. Ταυτόχρονα μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να πάρουν αποφάσεις οι οποίες θα οδηγούνται από αυτά τα συμπεράσματα. Η χρήση των μεγάλων δεδομένων μπορεί να έχει πολύ μεγάλο και θετικό αντίκτυπο, προσφέροντας ευκαιρίες στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της ναυτιλίας. Η νέα εποχή για τη ναυτιλία, η έξυπνη ναυτιλία, έχει ήδη ξεκινήσει.

2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

2.1 Ορισμός

Στην εποχή των υπολογιστών, δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι πολλές οικονομικές δραστηριότητες βασίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε δεδομένα. Αυτό έχει οδηγήσει σε εκθετική αύξηση του όγκου των δεδομένων, όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα.



Εικόνα 1: Όγκος δεδομένων/πληροφοριών που δημιουργήθηκαν, καταγράφηκαν, αντιγράφηκαν και καταναλώθηκαν παγκοσμίως από το 2010 έως το 2020, με προβλέψεις από το 2021 έως το 2025. Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η πρώτη αναφορά στον όρο Μεγάλα Δεδομένα έγινε το 1997, από επιστήμονες της NASA στο άρθρο τους “Application-controlled demand paging for out-of-core visualization”.

Σύμφωνα με την έκθεση του 2011 του Mc Kinsey Global Institute, ο όρος Μεγάλα Δεδομένα αναφέρεται σε ένα σύνολο δεδομένων, που το μέγεθός τους είναι τέτοιο που δεν επιτρέπει σε συμβατικά/παραδοσιακά εργαλεία λογισμικού τη συλλογή, αποθήκευση και ανάλυση των δεδομένων αυτών. -“Big data refers to datasets whose size is beyond the ability of typical database software tools to capture, store, manage, and analyze” (6).

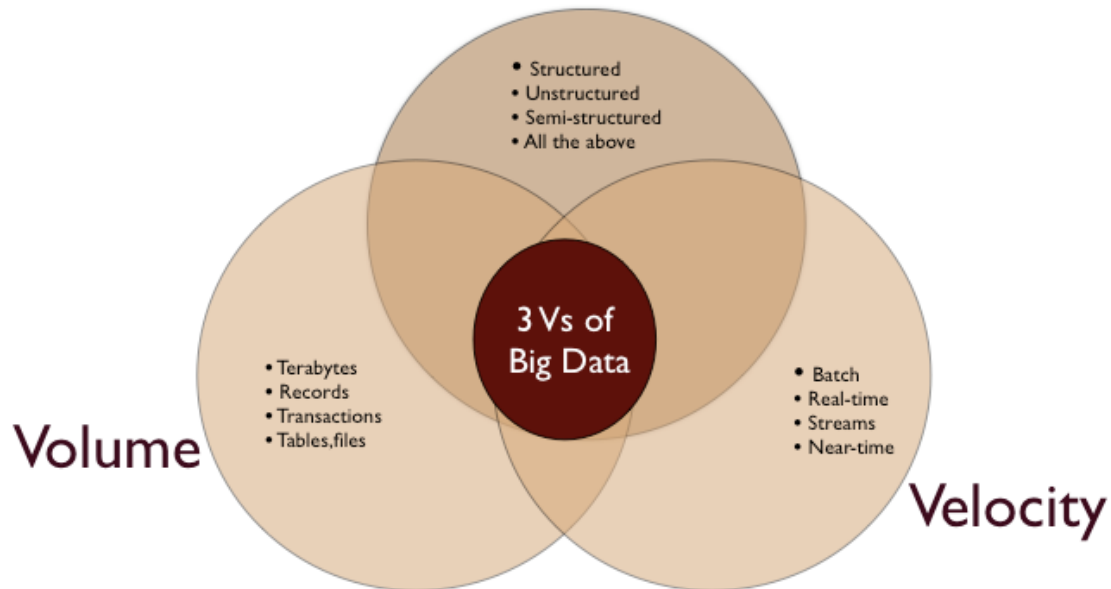
Το 2013 η Gartner πρότεινε έναν ορισμό που περιελάμβανε τα τρία V's (Volume, Velocity, Variety), και πιο συγκεκριμένα τα Μεγάλα Δεδομένα είναι στοιχεία πληροφοριών μεγάλου όγκου, υψηλής ταχύτητας ή/και μεγάλης ποικιλίας που απαιτούν οικονομικά αποδοτικές, καινοτόμες μορφές επεξεργασίας πληροφοριών που επιτρέπουν βελτιωμένη διορατικότητα, λήψη αποφάσεων και αυτοματοποίηση διαδικασιών. -“Big data is high-volume, high-velocity and/or high-variety information assets that demand cost-effective, innovative forms of information processing that enable enhanced insight, decision making, and process automation” (7).

Το 2014, η IBM πρόσθεσε ότι αυτά τα δεδομένα προέρχονται από παντού: Αισθητήρες χρησιμοποιούνται για τη συλλογή πληροφοριών για το κλίμα, αναρτήσεις σε ιστότοπους μέσω κοινωνικής δικτύωσης, ψηφιακές φωτογραφίες και βίντεο, καταγραφή εμπορικών συναλλαγών, ιατρικές συσκευές και σήματα GPS κινητών τηλεφώνων, για να αναφέρουμε μερικά. -“ This data comes from everywhere: Sensors used to gather climate information, posts to social media sites, digital pictures and videos, purchase transaction records, medical devices, and cell phone GPS signals, to name a few” (8).

2.2 Χαρακτηριστικά

2.2.1 Το μοντέλο των 3 V's

Σύμφωνα με την έκθεση της Gartner και το πρότυπο των 3 Vs (volume, velocity, variety), τρία είναι τα κύρια χαρακτηριστικά των μεγάλων δεδομένων: ο όγκος, η ταχύτητα και η ποικιλία.



Εικόνα 2: 3V's of Big Data, <https://techblogmu.blogspot.com/2017/03/define-3-vs-of-big-data.html>

Με τον όρο όγκο (volume) εννοούμε την ποσότητα των διαθέσιμων δεδομένων. Τα τελευταία χρόνια ο όγκος των δεδομένων που καλούμαστε να αποθηκεύσουμε αυξάνεται συνεχώς και ολοένα και περισσότερο. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η έντυπη πληροφορία έχει αντικατασταθεί με την ψηφιακή. Και σε αυτή την ψηφιακή εποχή, έχουμε επιπλέον δεδομένα σε μορφή βίντεο, ήχου και εικόνας. Η αποθήκευση των Μεγάλων Δεδομένων επιβάλλει αποθηκευτικούς χώρους της τάξης των Terrabyte ή ακόμα και Petabyte.

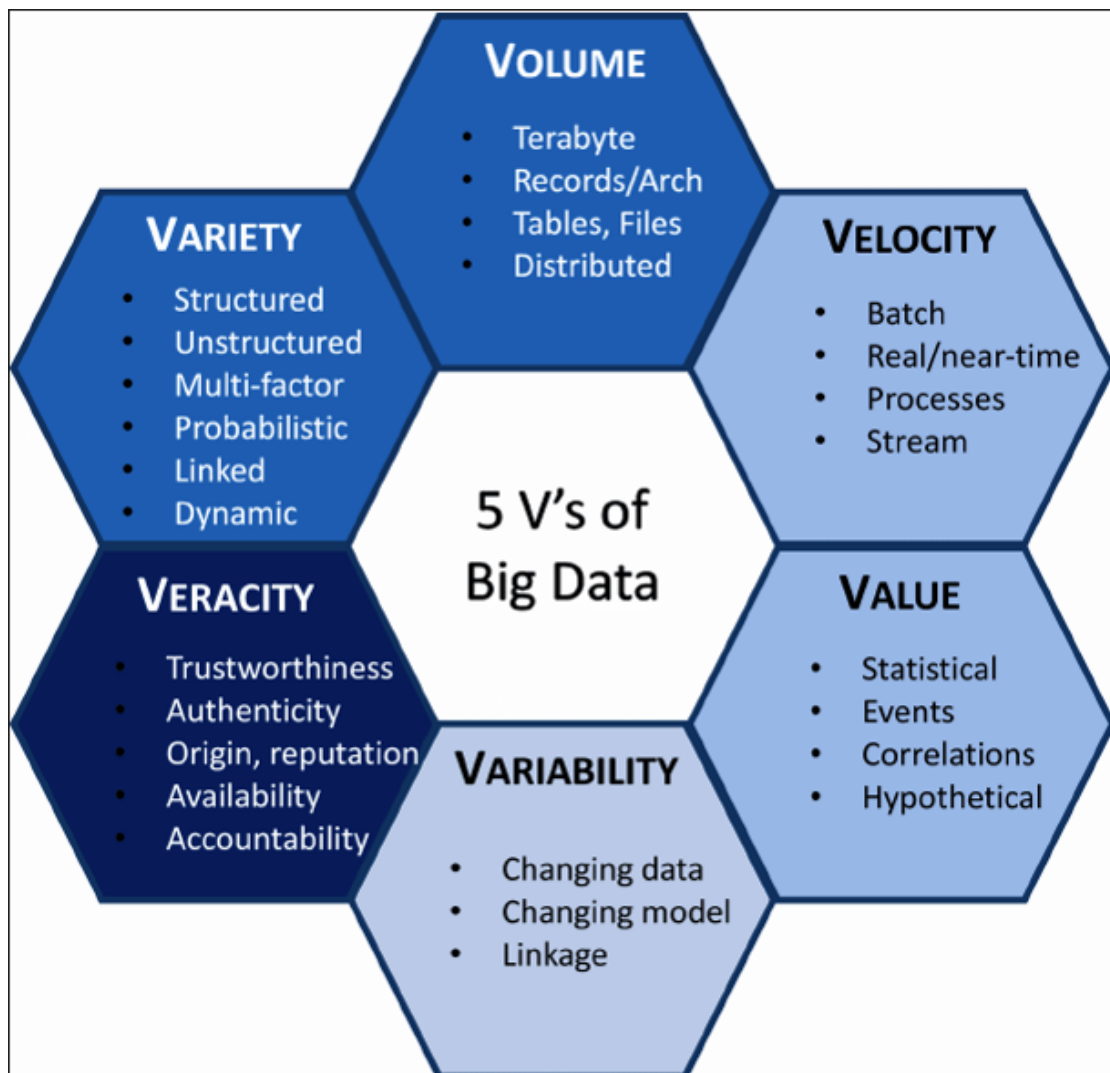
Με τον όρο ταχύτητα (velocity) εννοούμε το ρυθμό με τον οποίο δημιουργούνται νέα δεδομένα, ή/και ανανεώνονται αυτά που ήδη υπάρχουν. Επίσης, σχετίζεται και με το χρόνο που χρειάζεται για την είσοδο, την επεξεργασία, την ανάλυση, τον εντοπισμό σχέσεων μεταξύ δεδομένων και την εξαγωγή πληροφοριών.

Με τον όρο ποικιλία (variety) εννοούμε όλους τους διαφορετικούς τύπους δεδομένων προς επεξεργασία. Αυτό περιλαμβάνει από βάσεις δεδομένων, και excel (ή csv) αρχεία, μέχρι και δεδομένα που δεν έχουν αυτή την οργανωμένη δομή, όπως είναι για παράδειγμα τα δεδομένα που προέρχονται από ένα βίντεο. Τα δεδομένα κατατάσσονται σε δομημένα (structured), ημι-δομημένα (semi-structured) και αδόμητα (unstructured).

Για τη ναυτιλία, η διαχείριση των αδόμητων και ημι-δομημένων δεδομένων και η μετατροπή τους σε δομημένη μορφή είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις.

2.2.2 Τα μοντέλα των 4 V's και 5 V's

Το μοντέλο των 3 V's επεκτάθηκε στο μοντέλο των 4 V's, προσθέτοντας την ακρίβεια (veracity), και στη συνέχεια και αυτό το μοντέλο επεκτάθηκε στα 5 V's προσθέτοντας την αξία (value).



Εικόνα 3: The five V's of Big Data (Adapted from ("IBM big data platform - Bringing big data to the Enterprise," 2014)

Με τον όρο ακρίβεια (veracity) εννοούμε την αξιοπιστία των δεδομένων. Είναι αναμενόμενο ότι σε έναν τόσο μεγάλο όγκο δεδομένων, η ακρίβεια δεν μπορεί να θεωρηθεί δεδομένη. Η ποιότητα των δεδομένων είναι εξαιρετικά σημαντική, μιας και η ανάλυση ανακριβών και εσφαλμένων δεδομένων θα οδηγήσει σε λανθασμένα, άκυρα και αναξιόπιστα αποτελέσματα.

Η δυνητική αξία (value) της χρήσης των Μεγάλων Δεδομένων προστέθηκε αργότερα στα χαρακτηριστικά, αλλά είναι πολύ σημαντική. Σχετίζεται με το γεγονός ότι μπορεί να βοηθήσει εταιρείες/οργανισμούς στην ταυτοποίηση νέων ευκαιριών. Αν η πρόσβαση σε όλα αυτά τα δεδομένα δεν μπορεί να μετατραπεί σε αξία, τότε είναι πραγματικά ανούσια.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

3.1 Μεγάλα Δεδομένα στη ναυτιλία

Στην προηγούμενη ενότητα δόθηκαν αρκετοί ορισμοί για το τι σημαίνει Μεγάλα Δεδομένα. Στη ναυτιλία ωστόσο, ένας ξεκάθαρος ορισμός δεν υπάρχει. Αυτό συμβαίνει για δύο λόγους: αφενός υπάρχουν πολλά ενδιαφερόμενα μέρη, όπως οι χειριστές λιμανιών, οι κατασκευαστές πλοίων, οι μεσίτες ναυλώσεων, οι ασφαλιστικές εταιρείες, και πολλοί άλλοι, αφετέρου τα συστήματα συλλογής δεδομένων και ψηφιακών αισθητήρων συνεχώς αυξάνονται.

Λαμβάνοντας πάντα υπόψη τα ενδιαφερόμενα μέρη, τα Μεγάλα Δεδομένα στη ναυτιλία περιλαμβάνουν δεδομένα της απόδοσης του πλοίου, του κόστους των ναύλων, του καιρού, του εργατικού κόστους, του κόστους του πετρελαίου, των συστημάτων πλοήγησης, δεδομένα φορτίου. (9)

3.1.1 Τύποι και πηγές δεδομένων στη ναυτιλία

Υπάρχουν διάφοροι τύποι δεδομένων στη ναυτιλία:

- Δεδομένα πλοήγησης: Περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τη θέση του πλοίου, την ταχύτητα, την πορεία του. Συνήθως συλλέγονται χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως το GPS, AIS, Radar, ECDIS.
- Δεδομένα απόδοσης πλοίου: Περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση καυσίμων, την απόδοση της μηχανής, την ταχύτητα, και άλλα δεδομένα σχετικά με τη λειτουργία του πλοίου.
- Δεδομένα καιρού: Περιλαμβάνουν μετρήσεις όπως η ταχύτητα και η κατεύθυνση των ανέμων, το ύψος των κυμάτων, η θερμοκρασία, το ύψος βροχής, και άλλα δεδομένα που μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία του πλοίου. Κύριες πηγές συλλογής καιρικών δεδομένων είναι οι μετεωρολογικοί σταθμοί και οι δορυφόροι.

- Δεδομένα φορτίου: Περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τον τύπο, το βάρος και τον όγκο του φορτίου που μεταφέρεται, όπως επίσης και πληροφορίες σχετικά με την κατάστασή του και τις απαιτήσεις χειρισμού του.
- Δεδομένα λιμένος: Περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τους χειρισμούς στα λιμάνια, όπως είναι η κίνηση των πλοίων στο λιμάνι και οι χειρισμοί των φορτίων. Συνήθως αυτά τα δεδομένα συλλέγονται από τις λιμενικές αρχές.
- Ρυθμιστικά δεδομένα: Περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τη συμμόρφωση σε κανονισμούς σχετικούς με τη ναυτιλία, όπως είναι οι εκπομπές καυσαερίων.

Δύο από τις σημαντικότερες πηγές δεδομένων στη ναυτιλία είναι το Σύστημα Καταγραφής των Δεδομένων Ταξιδιού (Voyage Data Recorder – VDR) και το Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης (Automatic Identification System - AIS).

Το AIS είναι ένα σύστημα το οποίο αρχικά δημιουργήθηκε για την αποφυγή σύγκρουσης πλοίων και το οποίο επιτρέπει την ανταλλαγή ψηφιακών σημάτων μεταξύ πλοίων στη συχνότητα VHF. Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται αμοιβαία με τα υπόλοιπα πλοία είναι:

- Η ταυτότητα του πλοίου (IMO number)
- Το είδος του φορτίου
- Ο λιμένας απόπλου και κατάπλου
- Η ταχύτητα
- Η θέση
- Δεδομένα από τους σταθμούς Ελέγχου της Ναυτιλιακής Κυκλοφορίας (Vehicle Traffic System – VTS) (10)

Ο κύριος σκοπός του VDR είναι να παρέχει δεδομένα για ανάλυση σε περίπτωση ατυχήματος. Για τον λόγο αυτό, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organisation – IMO) έκανε υποχρεωτικό τον εξοπλισμό VDR σε όλα τα επιβατηγά πλοία, και άλλα πλοία άνω των 3000 gross tonnage. Το σύστημα αυτό μοιάζει με τους καταγραφείς που χρησιμοποιούνται στα αεροπλάνα για τη συλλογή των στοιχείων της πτήσης. Το VDR συνδέεται με άλλες συσκευές όπου αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες από κάθε ταξίδι σε ψηφιακή μορφή.

Τα δεδομένα που καταγράφονται μέσω του VDR είναι:

- Το στίγμα του πλοίου
- Οι ψηφιακές πληροφορίες πορείας, ταχύτητας και βυθίσματος
- Οι εικόνες των Radar και ECDIS
- Διάφοροι άλλοι αισθητήρες που εξοπλίζουν το πλοίο
- Η κατάσταση των μηχανών-πηδαλίου και η ανταπόκρισή τους στις εντολές του πλοιάρχου
- Οι συνομιλίες εσωτερικά της γέφυρας
- Η επικοινωνία της γέφυρας με τις συσκευές του πλοίου που λειτουργούν στη συχνότητα VHF
- Διάφοροι συναγερμοί/προειδοποιήσεις που σχετίζονται με την κατάσταση του σκάφους. (10)

Είναι προφανές ότι με τόσες πολλές πηγές δεδομένων, υπάρχουν μεγάλες ευκαιρίες αξιοποίησής τους προς όφελος της ναυτιλίας. Είναι επίσης προφανές ότι αυτή η αξιοποίηση είναι πολυδιάστατη, με εφαρμογές που αφορούν στο πλοίο και την καλύτερη απόδοσή του, που με τη σειρά της οδηγεί σε μία πιο φιλική προς το περιβάλλον λειτουργία του πλοίου. Η ασφάλεια και τα αυτόνομα πλοία είναι δύο ακόμα παραδείγματα. Τέλος, τα έξυπνα λιμάνια, όπως για παράδειγμα το λιμάνι του Αμβούργου στη Γερμανία χρησιμοποιεί ένα cloud-based analytics tool, με το όνομα SmartPort Logistics. Το σύστημα αυτό καταγράφει διαφορετικά είδη δεδομένων, όπως οι θέσεις των πλοίων, το ύψος και το πλάτος των γεφυρών, και τα προγραμματισμένα δρομολόγια. Μέσω του συστήματος αυτού, οι εργαζόμενοι στο λιμάνι γνωρίζουν πότε τα πλοία αναμένεται να δέσουν στο λιμάνι, και αντίστοιχα οι μεταφορείς των φορτίων γνωρίζουν πότε αναμένεται να ξεφορτωθεί το φορτίο (10).

Τα παραπάνω παραδείγματα εφαρμογών θα αναλυθούν στην παρούσα διπλωματική εργασία. Σε αυτά θα προστεθούν και οι προκλήσεις που φέρνουν η ψηφιοποίηση στη ναυτιλία, τα Μεγάλα Δεδομένα και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.

3.2 Σύστημα E-navigation

3.2.1 Εισαγωγή

Το 2006 ο IMO υιοθέτησε ένα σχέδιο ανάπτυξης της σύγχρονης ηλεκτρονικής ναυτιλίας, γνωστό και ως e-navigation. Ο ορισμός του e-navigation είναι ‘η αρμονική συλλογή, ενσωμάτωση, ανταλλαγή, παρουσίαση και ανάλυση όλων των πληροφοριών που σχετίζονται με την ναυτιλία πάνω στο πλοίο αλλά και επί ξηράς. Όλη αυτή η διαδικασία γίνεται αποκλειστικά με ηλεκτρονικά μέσα για να βελτιώσει την ναυσιπλοΐα αλλά και όλες τις συσχετιζόμενες ναυτιλιακές υπηρεσίες που έχουν σχέση με την ασφάλεια, των διαδικασιών πρόληψης ασφαλούς θαλάσσιας λειτουργίας αλλά και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος’ (IMO).

Σκοπός αυτού του σχεδίου είναι να καλυτερεύσει την πλοήγηση και να μειώσει τα λάθη, συμβάλλοντας στην βελτίωση της ασφαλούς ναυσιπλοΐας λαμβάνοντας υπόψη τις υδρογραφικές, μετεωρολογικές και γεωγραφικές πληροφορίες και κινδύνους. Ταυτόχρονα, να διευκολύνει τη συμφόρηση πλοίων, όταν αυτό είναι αναγκαίο, να επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ πλοίων, πλοίου-στεριάς, να επιτρέπει την άμεση ανταπόκριση σε ατύχημα αλλά και της αναζήτησης και διάσωσης θυμάτων. Όλα αυτά βέβαια παρέχοντας παγκόσμια κάλυψη, με συνέπεια στα πρότυπα και τους κανονισμούς και παγκόσμια συμβατότητα σε εξοπλισμό.

Όλα τα παραπάνω αναφέρθηκαν για να δείξουν ότι υπάρχουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ του e-navigation και των Μεγάλων Δεδομένων. Η βασική διαφορά είναι ότι τα δεδομένα που προκύπτουν από το e-navigation δεν χρησιμοποιούνται με σκοπό την έρευνα για την ανάπτυξη νέων μεθόδων που μπορεί να ωφελήσουν τη ναυτιλία. Το e-navigation εστιάζει κυρίως στην ασφάλεια, και χρησιμοποιεί δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον όμως έχει το πώς το e-navigation μπορεί να συνεισφέρει στην αξιοποίηση των Μεγάλων Δεδομένων. Σύμφωνα με τη Στρατηγική Διαδικασία Εφαρμογής (Strategic Implementation Plan), υπάρχουν τέσσερα στάδια (από τα δεκαοκτώ που αναφέρονται) που μπορούν να συσχετιστούν με την αξιοποίηση των Μεγάλων Δεδομένων (20, IMO 2014). Αυτά είναι:

- Διερεύνηση του καλύτερου τρόπου αυτοματοποίησης της συλλογής δεδομένων εσωτερικά στο πλοίο για καλύτερη δημιουργία αναφορών συμπεριλαμβανομένων στατικών και δυναμικών πληροφοριών.
- Ανάπτυξη οδηγιών για τη διασφάλιση της ποιότητας του λογισμικού.
- Ανάπτυξη οδηγιών για το πώς μπορεί να επιτευχθεί βελτίωση της αξιοπιστίας και της ανθεκτικότητας των συστημάτων PNT (Position, Navigation, Timing) επί του πλοίου με την ενσωμάτωση με εξωτερικά συστήματα.
- Ανάπτυξη μια κοινής δομής ναυτιλιακών δεδομένων.

Η αυτοματοποίηση της συλλογής δεδομένων θα επιτρέψει να συλλέγονται και να αποθηκεύονται αποτελεσματικά δεδομένα των ταξιδιών του πλοίου. Η διασφάλιση της ποιότητας του λογισμικού καταδεικνύει την ανάγκη για αξιοπιστία των λογισμικών που συλλέγουν δεδομένα. Η αξιοπιστία των συστημάτων PNT έχει να κάνει με ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των Μεγάλων Δεδομένων, την ακρίβεια (veracity). Τέλος, η ύπαρξη μίας κοινής δομής των δεδομένων είναι πολύ σημαντική, αφού θα επιτρέψει την εύκολη διακίνησή τους. Όλα αυτά είναι αλληλένδετα με τα Μεγάλα Δεδομένα και τις εφαρμογές τους.

Μέχρι σήμερα υπάρχουν έργα που έχουν χρησιμοποιήσει το σύστημα e- Navigation, όπως το EfficienSea, το MONALISA, το ACCSEAS, το SESAME και το STM. Το MONALISA για παράδειγμα θέλει να συμβάλλει στις αποτελεσματικές, ασφαλείς και φιλικές προς το περιβάλλον θαλάσσιες μεταφορές. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ανάπτυξης, της επίδειξης και της διάδοσης καινοτόμων υπηρεσιών ηλεκτρονικής πλοήγησης στη ναυτιλιακή βιομηχανία, η οποία μπορεί να θέσει τις βάσεις για μια μελλοντική διεθνή ανάπτυξη. Η διασφάλιση ποιότητας των υδρογραφικών δεδομένων για τις κύριες περιοχές ναυσιπλοΐας στα σουηδικά και φινλανδικά ύδατα στη Βαλτική Θάλασσα συμβάλλει στη βελτίωση της ασφάλειας και στη βελτιστοποίηση των διαδρομών των πλοίων (21).

3.2.2 ECDIS

Σε αυτό το σημείο, ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στο Σύστημα Απεικόνισης Ηλεκτρονικού Χάρτη και Πληροφοριών (Electronic Chart Display and Information

System – ECDIS). Το ECDIS είναι ένα σύστημα πληροφοριών για την ναυσιπλοΐα , το οποίο, με επαρκείς εναλλακτικές ρυθμίσεις ασφαλείας είναι δυνατό να θεωρηθεί ότι καλύπτει τις απαιτήσεις χρήσεως ενημερωμένων εντύπων ναυτικών χαρτών που εκδίδονται από τις επίσημες κρατικές Υδρογραφικές Υπηρεσίες, παρέχοντας την δυνατότητα επιλεκτικής απεικόνισης πληροφοριών από τη βάση δεδομένων του Συστήματος Ηλεκτρονικών Ναυτιλιακών Χαρτών (System Electronic Navigation – al Chart – SENC), σε συνδυασμό με την απεικόνιση της θέσεως του σκάφους από πληροφορίες που παρέχονται από διάφορους αισθητήρες για υποβοήθηση του ναυτιλλόμενου στη σχεδίαση και υποτύπωση του πλου και, εφόσον απαιτείται, με την απεικόνιση επιπροσθέτων ναυτιλιακών πληροφοριών (22,23). Η βάση δεδομένων SENC προκύπτει από τον μετασχηματισμό των ENC (Ηλεκτρονικών Ναυτιλιακών Χαρτών – Electronic Navigational Chart) για εγκατάσταση και χρήση στο ECDIS, με την προσθήκη των επισήμων διορθώσεων στους ENC με τα κατάλληλα μέσα και την προσθήκη άλλων στοιχείων από τον ναυτιλλόμενο. Αποτελεί τη βάση δεδομένων στην οποία το ECDIS έχει πρόσβαση για την παρουσίαση στον ενδείκτη και για άλλες ναυτιλιακές λειτουργίες. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι ισοδύναμο προς έναν ενημερωμένο χάρτη (22,23).

Το ECDIS αποτελεί σταθμό στο σύστημα της ηλεκτρονικής πλοήγησης και η ηλεκτρονική πλοήγηση είναι άμεσα συνδεδεμένη με την έξυπνη ναυτιλία. Το σύστημα e-Navigation έχει να κάνει ασφαλώς με δεδομένα, και όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, έχει να κάνει με την κοινή χρήση τους μεταξύ πλοίων, πλοίων και στεριάς, και όλο αυτό είναι συνδεδεμένο με το ECDIS και το ENC. Με την ηλεκτρονική πλοήγηση αναμφίβολα η ναυτιλία θα οδηγηθεί σε μεγαλύτερη ασφάλεια, βελτιωμένα περιβαλλοντικά πρότυπα, και επιδόσεις.

3.3 Πράσινη ναυτιλία και απόδοση πλοίου

3.3.1 Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία μεγάλη πρόκληση για τη ναυτιλία. Πλέον υπάρχει πίεση για μείωση στην κατανάλωση καυσίμων και στις εκπομπές αερίων του

θερμοκηπίου, η οποία μετατρέπεται σε επιτακτική ανάγκη για αλλαγή. Με τον όρο πράσινη ναυτιλία, εννοούμε τη χρήση βιώσιμων πρακτικών, που στόχο έχουν τη μείωση του αντίκτυπού της στο περιβάλλον. Στη ναυτιλία καταλογίζεται περίπου 3% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (12).

Ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (International Maritime Organisation – IMO), το 2018 εισήγαγε μία πρώτη στρατηγική για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, με στόχο να μειωθούν κατά 50% μέχρι το 2050 συγκριτικά με το 2008, καθώς και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 40% μέχρι το 2030, καταβάλλοντας προσπάθειες προς το 70% έως το 2050 (13). Επίσης, από 1^η Ιανουαρίου 2023, όλα τα πλοία θα πρέπει υποχρεωτικά να υπολογίζουν τον Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης Υφιστάμενων Πλοίων (EEXI) προκειμένου να μετρήσουν την ενεργειακή τους απόδοση όπως επίσης και να ξεκινήσουν τη συλλογή δεδομένων για την αναφορά του Δείκτη Έντασης Άνθρακα (CII – Carbon Intensity Indicator). Ο Δείκτης Έντασης Άνθρακα, επί της ουσίας αφορά στο συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κάθε πλοίου. Οι πλοιοκτήτες καλούνται να υπολογίσουν την επιβάρυνση του άνθρακα, η οποία με τη σειρά της θα επιτρέψει την ταξινόμηση του πλοίου σε μία από τις πέντε κατηγορίες βαθμολόγησης. Σε ποια κατηγορία ανήκει κάθε πλοίο είναι κάτι που θα υπολογίζεται κάθε χρόνο, με στόχο να βρεθεί τουλάχιστον στην κατηγορία Γ σε βάθος χρόνου. Σε περίπτωση που το πλοίο βρεθεί σε μία από τις κατηγορίες Δ (για 3 συνεχόμενα έτη) ή Ε, τότε θα πρέπει να υπάρξει ένα σχέδιο για βελτίωση αυτής της θέσης. Σύμφωνα με έκθεση της φινλανδικής επιχείρησης τεχνολογίας Wärtsilä, περισσότερο από το 80% των πλοίων χύδην φορτίου και των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων θα βρίσκονται στη χαμηλότερη κατηγορία Δείκτη Έντασης Άνθρακα αν δεν παρθεί κάποια δράση (14).

Οι δύο κύριοι τρόποι μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τη ναυτιλία είναι αφενός η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, που θα οδηγήσει και σε καλύτερη κατανάλωση των καυσίμων, και αφετέρου η εισαγωγή νέων, εναλλακτικών καυσίμων, που θα έχουν πολύ χαμηλότερο, ή και μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Στην παρούσα φάση ωστόσο, μόνο το 15% του παγκοσμίου στόλου έχει δυνατότητα για μετατροπή σε αυτά τα καύσιμα. Η χρήση των Μεγάλων Δεδομένων και κατ' επέκταση της τεχνητής νοημοσύνης (AI), δίνουν μία ευκαιρία για μία ψηφιακά οδηγούμενη μείωση των ρύπων.

Σύμφωνα με το Ricardo Energy and Environment, στρατηγικές που περιλαμβάνουν βελτιστοποίηση με ψηφιακά μέσα, μπορούν να αποφέρουν μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 38% (15). Μία άλλη μελέτη, η οποία εκπονήθηκε από την KPMG, αναφέρει ότι ο σχεδιασμός του ταξιδιού του πλοίου με βάση ψηφιακά δεδομένα μπορεί να οδηγήσει σε μείωση καυσίμων και ενέργειας κατά 15% (16).

3.3.2 Δρομολόγηση καιρού – Weather routing

Όπως γίνεται σαφές από τα παραπάνω, ένας από τους τρόπους που μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και αερίων θερμοκηπίου είναι η βελτιστοποίηση της διαδρομής του πλοίου (πορεία δρομολόγησης πλοίου – weather routing). Αυτή η βελτιστοποίηση μπορεί να επιτευχθεί αναλύοντας δεδομένα από διαφορετικές πηγές, όπως για παράδειγμα δεδομένα καιρού, θαλάσσιων ρευμάτων, κατανάλωσης καυσίμων. Όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν από μετεωρολογικούς σταθμούς, δορυφόρους, μετρητές και αισθητήρες στα πλοία.

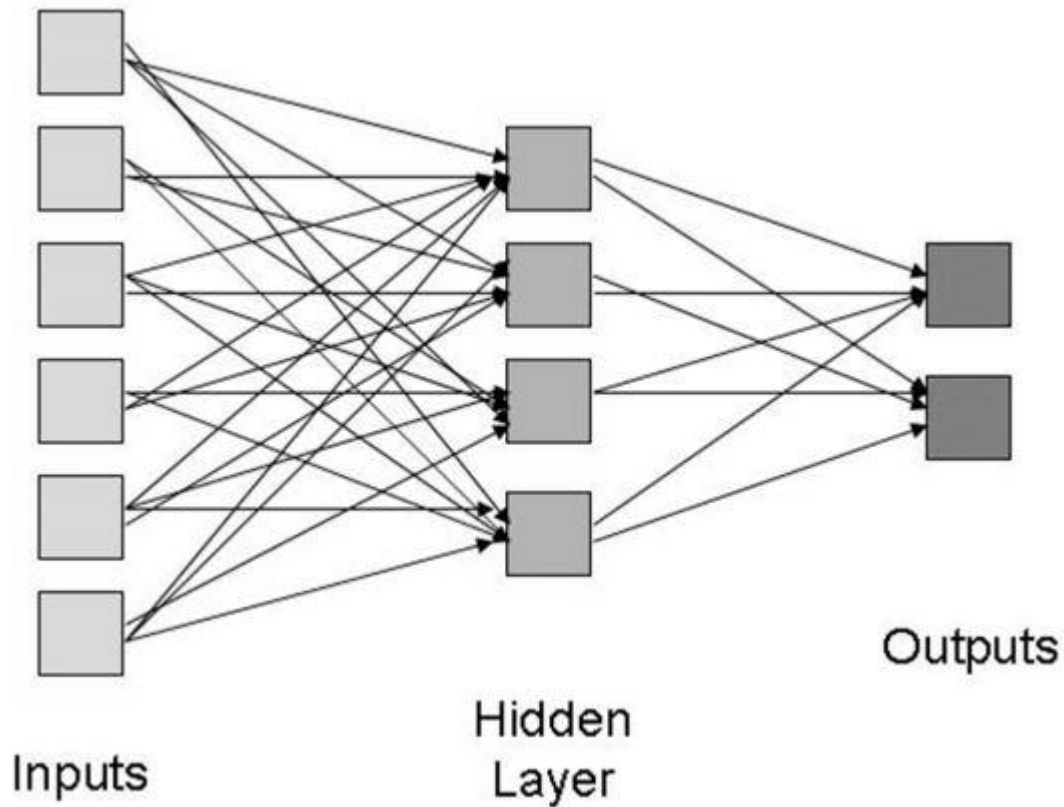
Φυσικά, όλο αυτό δεν είναι μία εύκολη διαδικασία. Με δεδομένο ότι το κάθε πλοίο είναι μοναδικό ως προς τη συμπεριφορά του, κανένα προηγμένο σύστημα για την πορεία δρομολόγησης πλοίων δεν μπορεί να κάνει τόσο ακριβή ανάλυση ώστε να πετύχει τη βέλτιστη διαδρομή χωρίς την παράπλευρη συνέπεια της σπατάλης καυσίμων. Οι άνεμοι, τα κύματα και τα ρεύματα, σε συνδυασμό με την ταχύτητα και την ρύπανση του κύτους του πλοίου και άλλων παραγόντων κάνουν την εξίσωση πολύ δύσκολη. Ωστόσο, αν μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε με οποιονδήποτε τρόπο αυτή την εξίσωση, θα έδινε μία άλλη οπτική στο πώς μπορούμε να πετύχουμε το στόχο μας.

Το ερώτημα λοιπόν που γεννάται είναι πώς λύνεται η παραπάνω εξίσωση. Στο παρελθόν έχουν γίνει πολλές προσπάθειες, που περιλαμβάνουν από θαλάσσιες δοκιμές με την εξαγωγή πολύπλοκων στατιστικών, μέχρι τρισδιάστατη μοντελοποίηση - 3D modelling, με κάποιες από αυτές λανθασμένες εξαρχής, πολύ ακριβές ή και περιορισμένου εύρους. Έχει επίσης μεγάλη σημασία η ακρίβεια του μοντέλου βελτιστοποίησης που θέλουμε να επιτευχθεί. Για παράδειγμα, ένα μοντέλο με 80% ακρίβεια, ενώ στο παρελθόν θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα καλό μοντέλο, σήμερα δεν θα είχε τον αντίκτυπο που θα θέλαμε να έχουμε, γιατί πολύ απλά δεν αποτυπώνει

την πραγματική απόδοση του πλοίου με αρκετή λεπτομέρεια, ώστε να επιτευχθεί λιγότερη κατανάλωση καυσίμων και επομένως μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και αερίων θερμοκηπίου.

3.3.3 Νευρωνικά δίκτυα

Μία τεχνολογία η οποία αναπτύσσεται ραγδαία και μπορεί να αποφέρει μοντέλα με ακρίβεια 99% είναι τα νευρωνικά δίκτυα. Σύμφωνα με τη Wikipedia “Νευρωνικό δίκτυο ονομάζεται ένα κύκλωμα διασυνδεδεμένων νευρώνων. Στην περίπτωση βιολογικών νευρώνων, πρόκειται για ένα τμήμα νευρικού ιστού. Στην περίπτωση τεχνητών νευρώνων, πρόκειται για ένα αφηρημένο αλγοριθμικό κατασκεύασμα το οποίο εμπίπτει στον τομέα της υπολογιστικής νοημοσύνης, όταν στόχος του νευρωνικού δικτύου είναι η επίλυση κάποιου υπολογιστικού προβλήματος, ή της υπολογιστικής νευροεπιστήμης, όταν στόχος είναι η υπολογιστική προσομοίωση της λειτουργίας των βιολογικών νευρωνικών δικτύων με βάση κάποιο μαθηματικό μοντέλο τους.” Με απλά λόγια, ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (Artificial Neural Network – ANN) είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο, το οποίο είναι φτιαγμένο από τεχνητούς κόμβους, συνδεδεμένους μεταξύ τους. Υπάρχουν τρία είδη κόμβων: οι νευρώνες εισόδου, οι νευρώνες εξόδου και οι υπολογιστικοί νευρώνες. Οι νευρώνες εισόδου δεν επιτελούν κανέναν υπολογισμό, μεσολαβούν απλώς ανάμεσα στις περιβαλλοντικές εισόδους του δικτύου και στους υπολογιστικούς νευρώνες. Οι νευρώνες εξόδου διοχετεύουν στο περιβάλλον τις τελικές αριθμητικές εξόδους του δικτύου. Οι υπολογιστικοί νευρώνες πολλαπλασιάζουν κάθε είσοδό τους με το αντίστοιχο συναπτικό βάρος και υπολογίζουν το ολικό άθροισμα των γινομένων. Το άθροισμα αυτό τροφοδοτείται ως όρισμα στη συνάρτηση ενεργοποίησης, την οποία υλοποιεί εσωτερικά κάθε κόμβος.



Εικόνα 4: A general elementary feedforward network, Neural Network Approach for Predicting Ship Speed and Fuel Consumption, Lúcia Moreira , Roberto Vettor and C. Guedes Soares, January 2021

Η εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου είναι το πιο απαιτητικό κομμάτι της εφαρμογής του. Περιλαμβάνει την επαναληπτική προσαρμογή του δικτύου σε ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων, αναζητώντας την καλύτερη απόδοση. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, εκατομμύρια δεδομένων εισέρχονται και επεξεργάζονται, και η υπολογιστική δύναμη είναι τόσο μεγάλη, που ένας κοινός επεξεργαστής δεν θα μπορούσε να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις.

Η πρόβλεψη της ταχύτητας του πλοίου και της κατανάλωσης καυσίμων μπορεί να επιτευχθεί με προσέγγιση νευρωνικών δικτύων (17). Οι Lucia Moreira, Roberto Vettor και Carlos Guedes Soares χρησιμοποίησαν ένα τεράστιο όγκο δεδομένων, που προέκυψε από προσομοιώσεις του ταξιδιού ενός πλοίου σε συγκεκριμένη διαδρομή μέσω ενός συστήματος δρομολόγησης καιρού - weather routing system. Αυτό το σύνολο δεδομένων στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για το στάδιο της εκπαίδευσης του νευρωνικού δικτύου. Το μοντέλο εκπαιδεύτηκε για να καθορίσει τη σχέση μεταξύ της

ταχύτητας του πλοίου και της αντίστοιχης διάταξης πρόωσης για τις συνθήκες της θάλασσας που επικρατούσαν εκείνη τη στιγμή, δηλαδή τη ροπή εξόδου του κύριου κινητήρα, τις στροφές ανά λεπτό του άξονα πρόωσης, το ύψος των κυμάτων και την περίοδο αιχμής τους, σε συνδυασμό με τη σχετική γωνία συνάντησης των κυμάτων. Επίσης, αποτελέσματα προέκυψαν χρησιμοποιώντας το μοντέλο για την εκπαίδευση της σχέσης των ιδίων παραγόντων για τον προσδιορισμό της ταχύτητας του πλοίου και της κατανάλωσης καυσίμων. Τέλος, έγινε ανάλυση ευαισθησίας για την ανάλυση της ικανότητας του δικτύου να προβλέψει την ταχύτητα του πλοίου και την κατανάλωση καυσίμων χωρίς πληροφορίες για την κατάσταση του κινητήρα (στροφές ανά λεπτό και ροπή), χρησιμοποιώντας μόνο τις πληροφορίες της κατάστασης της θάλασσας.

3.3.4 Εφαρμογές

Η ελληνική εταιρεία DeepSea έχει ένα Performance Routing System, το οποίο θα υιοθετηθεί πλήρως από τον Wallenius Wilhelmsen και τον Σεπτέμβριο του 2022 η εταιρεία του θα είναι η πρώτη παγκόσμια ναυτιλιακή εταιρεία που θα υιοθετήσει πλήρως μία προσέγγιση με βάση την τεχνητή νοημοσύνη – AI based - για τη βελτιστοποίηση του ταξιδιού του πλοίου. Με αυτόν τον τρόπο θα καταφέρει να μειώσει την κατανάλωση καυσίμων κατά 10%, όπως επίσης έχει θέση και στόχο να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 27.5% μέχρι το 2030 σε σύγκριση με τις αντίστοιχες εκπομπές το 2019.

Η διαδρομή που οδήγησε σε αυτήν την απόφαση δεν ήταν καθόλου εύκολη. Αρχικά η ιδέα ήταν να χρησιμοποιηθεί βαθιά μάθηση - deep learning - για να γίνει επεξεργασία δεδομένων καιρού και δεδομένων από τη λειτουργία του πλοίου, προκειμένου να υπάρξει το διπλό όφελος της μείωσης της κατανάλωσης των καυσίμων αλλά και της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι προκλήσεις ωστόσο περιλάμβαναν την εγκατάσταση νέων αισθητήρων, ή ακόμα και την αναβάθμιση υπάρχοντος εξοπλισμού προκειμένου να μπορεί να γίνει συλλογή αξιόπιστων δεδομένων. Στη συνέχεια, όλα τα δεδομένα που μπορούσαν να συλλεχθούν, έπρεπε να περιοριστούν σε αυτά που είχαν όντως σημασία και θα ήταν χρήσιμα στην ανάλυση. Η επόμενη πρόκληση είχε να κάνει με το πώς θα γινόταν η επεξεργασία των δεδομένων, και

μετέπειτα η αποθήκευσή τους. Μερικά από τα δεδομένα αυτά δεν απαιτούσαν τακτικές αποθηκεύσεις, επειδή δεν είχαν τακτικές αλλαγές στις μετρήσεις, άλλα όμως χρειαζόνταν αποθήκευση έως και 50 φορές το δευτερόλεπτο. Τέλος, πολύ μεγάλη σημασία είχε η μεταφορά και αποθήκευση των δεδομένων με τέτοια συχνότητα, ώστε η βελτιστοποίηση του ταξιδιού να μπορεί να επιτευχθεί, αφενός μεν δίνοντας δεδομένα στο δίκτυο για την εκπαίδευσή του, αφετέρου για να μπορεί να γίνει αξιοποίηση της όποιας πρότασης σε πραγματικό χρόνο (18,19).

Συμπερασματικά, η πράσινη ναυτιλία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη βελτιστοποίηση της πορείας δρομολόγησης του πλοίου και της απόδοσής του. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι η μείωση της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου αναπόφευκτα σημαίνει και μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων, και άρα μείωση του κόστους των καυσίμων, με διπλό όφελος για το περιβάλλον, αλλά και για τον πλοιοκτήτη.

3.4 Έξυπνα πλοία - Αυτόνομα πλοία – Έξυπνη ναυτιλία

3.4.1 Εισαγωγή

Τα έξυπνα πλοία, τα αυτόνομα πλοία και η έξυπνη ναυτιλία είναι τρεις όροι που συνδέονται μεταξύ τους, αλλά δεν σημαίνουν απαραίτητα το ίδιο πράγμα. Η έξυπνη ναυτιλία είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται από τον κλάδο της ναυτιλίας και καλύπτει ένα ευρύ φάσμα έξυπνων τεχνολογιών για τη βελτιστοποίηση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας. Αυτές οι τεχνολογίες αφορούν την δρομολόγηση καιρού, τον προγραμματισμό του ταξιδιού, την κατανάλωση των καυσίμων, την παρακολούθηση και τον έλεγχο των εκπομπών, όπως επίσης και την προγνωστική συντήρηση. Από την άλλη, ενώ τα αυτόνομα πλοία θεωρούνται έξυπνα, το αντίστροφο, δηλαδή τα έξυπνα πλοία, δεν είναι απαραίτητα και αυτόνομα. Τα έξυπνα πλοία θεωρούνται καλύτερα ως μια περαιτέρω εξέλιξη των ήδη υπαρχόντων υποσυστημάτων ενός πλοίου, τα οποία μαζί αποτελούν ένα -αυτόνομο- σκάφος (27,28). Τα έξυπνα πλοία θα είναι συνέπεια της ανάπτυξης παραδοσιακών πλοίων με πολλές καινοτομίες

υποστήριξής τους, αλλά ο νέος τρόπος σύνδεσης πλοίων με διαφορετικές διαδικασίες κάνει μια ισχυρή πρόταση ότι η έξυπνη ναυτιλία είναι ανατρεπτική καινοτομία επιχειρηματικού μοντέλου (29). Το κοινό σημείο σε αυτούς τους τρεις όρους είναι η αξιοποίηση των Μεγάλων Δεδομένων.

Η ραχοκοκαλιά των έξυπνων εφαρμογών σε ένα πλοίο αποτελείται από τέσσερα στοιχεία:

- Πλοήγηση: Το υποσύστημα πλοήγησης ενός έξυπνου πλοίου λαμβάνει δεδομένα από διάφορους αισθητήρες στο πλοίο. Στη συνέχεια, αυτά τα δεδομένα με τη βοήθεια ενός λογισμικού δημιουργούν μία εικόνα του πραγματικού κόσμου. Το Situation Awareness (SA), ένα σύστημα που αξιολογεί αυτήν την εικόνα και ερμηνεύει τα δεδομένα σε πληροφορίες που μπορούν να γίνουν πράξη.
- Καθοδήγηση: Η εικόνα που δημιουργείται από το υποσύστημα πλοήγησης χρησιμοποιείται από το υποσύστημα καθοδήγησης για τη χάραξη της διαδρομής του πλοίου. Σε αυτήν την εικόνα πρέπει να προστεθούν και άλλα δεδομένα, όπως για παράδειγμα κοντινά εμπόδια για την αποφυγή σύγκρουσης, η διαδρομή του πλοίου από την αφετηρία μέχρι και τον τελικό προορισμό, όπως και η κατάσταση άλλων πλοίων μέσω της επικοινωνίας. Με αυτά τα δεδομένα χαράζεται η πορεία του πλοίου.
- Φυσικό πλοίο: Προκειμένου να υποστηριχθεί η λήψη αποφάσεων από συστήματα (και όχι από ανθρώπους), χρειάζονται επιπλέον δεδομένα, από συστήματα όπως το GPS, Radar, Lidar, AIS, ARPA, RSS και άλλα.
- Έλεγχος: Το σύστημα που οδηγεί το πλοίο στη σωστή πορεία ονομάζεται ελεγκτής κίνησης (motion controller).

Οι ευκαιρίες που ανοίγονται για την έξυπνη ναυτιλία έχουν να κάνουν εξ'ολοκλήρου με την επεξεργασία δεδομένων, η οποία με τη σειρά της θα τα μεταμορφώσει σε χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες θα δοθούν στον σωστό άνθρωπο τη σωστή στιγμή. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει ότι τα πλοία τα οποία είτε γεννούν δεδομένα, είτε είναι λήπτες δεδομένων είναι και έξυπνα, μιας και όλο αυτό έχει να κάνει και με άλλους παράγοντες, όπως η ποιότητά τους.

Επίσης, προκειμένου να επιτευχθούν αυτόνομες λύσεις, υπάρχουν τρεις βασικοί τομείς οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη σύμφωνα με την έκθεση Wärtsilä (24), και αυτοί είναι:

- επίγνωση της κατάστασης (situational awareness)
- λήψη αποφάσεων και λογική (decision making and logic)
- δράση και έλεγχος (action and control)

3.4.2 Παράγοντες που οδηγούν την έξυπνη ναυτιλία

Η ανάγκη για ασφαλείς, φθηνές και βιώσιμες μεταφορές στη ναυτιλία, όπως επίσης και η ανάπτυξη της τεχνολογίας είναι οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν την έξυπνη ναυτιλία.

Πιο συγκεκριμένα και πιο αναλυτικά, σύμφωνα με την έκθεση της Wärtsilä (24), οι κύριοι παράγοντες που οδηγούν στην ανάγκη διερεύνησης των δυνατοτήτων της έξυπνης ναυτιλίας είναι:

- Οι προκλήσεις σχετικές με το πλήρωμα και την πιθανότητα μελλοντικής έλλειψης ανθρωπίνων πόρων.
- Η ασφάλεια.
- Το ανθρώπινο λάθος.
- Η κλιματική αλλαγή.

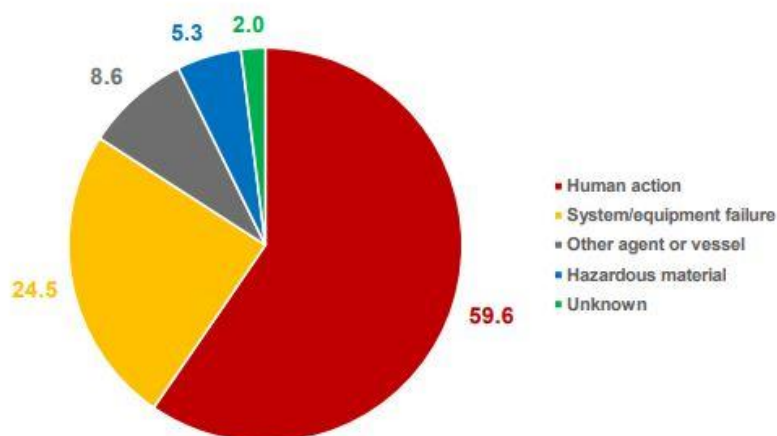
Όσον αφορά στα πληρώματα, σύμφωνα με μία έκθεση της BIMCO, διαφαίνεται μείωση των εξειδικευμένων ναυτικών με τα απαραίτητα προσόντα που μπορούν να χειριστούν πλοία με τα σημερινά δεδομένα.

Σύμφωνα με την αναφορά του EMSA για την ετήσια επισκόπηση των ναυτικών ατυχημάτων για το έτος 2021, μόνο για αυτό το έτος, υπήρξαν 2637 περιστατικά, με 14 πλοία να χάνονται και 2854 εμπλεκόμενα πλοία (εικόνα 5). Επίσης την τελευταία πενταετία, τα πλοία με τη λιγότερη ασφάλεια ήταν τα φορτηγά πλοία.

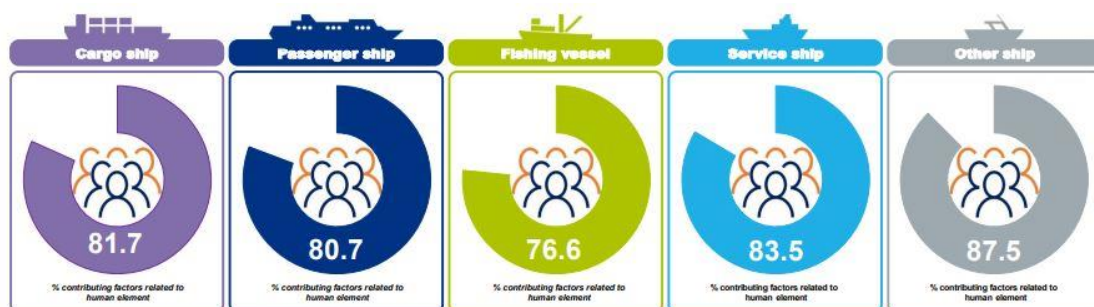


Εικόνα 5. Key Figures 2021, ANNUAL OVERVIEW OF MARINE CASUALTIES AND INCIDENTS 2022, EMSA

Από τις παρακάτω φωτογραφίες, γίνεται προφανές ότι ο ανθρώπινος παράγοντας και το ανθρώπινο λάθος αποτελούν την κυριότερη αιτία για περιστατικά στα πλοία.



Εικόνα 6: Percentage of accident events for the period 2014-2021, organized by accident event types, EMSA



Εικόνα 7: Percentage of contributing factors related to human element, organized by ship type, EMSA

Επίσης, σύμφωνα με το Allianz Global Corporate & Specialty, το 75% των απωλειών από τις ασφάλειες της ναυτιλίας (που ισοδυναμούν με 1.6 δις δολάρια), προκαλούνται από ανθρώπινο λάθος (25,26).

Για την κλιματική αλλαγή, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, ο IMO έχει ήδη εισάγει μία στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με συγκεκριμένους στόχους για το 2030 και 2050.

Η έξυπνη ναυτιλία μπορεί να βοηθήσει στο να αντιμετωπιστούν όλοι οι προαναφερθέντες παράγοντες. Οι αυτοματισμοί που θα προκύψουν από τη σωστή επεξεργασία, ερμηνεία και χρήση των δεδομένων, θα οδηγήσουν σε απομακρυσμένο έλεγχο και διαγνωστική ικανότητα, που μπορεί να οδηγήσει τελικά σε ένα αυτοματοποιημένο πλοίο. Αυτό που έχει σημασία, είναι να χτιστεί μία κατανόηση της λειτουργίας του ίδιου του πλοίου, της κατάστασης του φορτίου του, όπως επίσης και των εξωτερικών παραγόντων μέσω των – Μεγάλων - Δεδομένων που μπορούν να συλλεχθούν από όλα τα όργανα και τους αισθητήρες του. Στη συνέχεια, αλγόριθμοι και μηχανική μάθηση - machine learning, μπορούν να καθορίσουν τις αποφάσεις που οδηγούν σε πράξεις επί του πλοίου.

3.4.3 IMO – Επιχείρηση MASS

Ο IMO από το 2015 κι όλας υιοθέτησε μία ατζέντα για τη βιώσιμη ανάπτυξη μέχρι το 2030 η οποία περιελάμβανε τα αυτόνομα πλοία. Το 2017 εισήγαγε μία άσκηση επισκόπησης ρυθμιστικού χαρακτήρα για να καθοριστεί πόσο ασφαλείς και φιλικές προς το περιβάλλον μπορεί να είναι οι επιχειρήσεις MASS (Marine Autonomous Surface Ship), όπως επίσης και πώς θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν από τα όργανα του IMO. Η άσκηση αυτή περιελάμβανε την αξιολόγηση σημαντικού αριθμού οργάνων του IMO που εμπίπτουν στην αρμοδιότητα της MSC προσδιορίζοντας διατάξεις που εφαρμόζονταν στις επιχειρήσεις MASS και είτε εμπόδιζαν τις επιχειρήσεις, ή δεν χρειαζόταν περαιτέρω δράση, ή χρειαζόνταν διορθώσεις ή και διευκρινήσεις, ή και διατάξεις που δεν είχαν καμία εφαρμογή. Με απλά λόγια, ο βασικός στόχος αυτής της άσκησης ήταν να αξιολογηθεί το υφιστάμενο ρυθμιστικό πλαίσιο ώστε να μπορούν να αντιμετωπιστούν οι επιχειρήσεις MASS.

Οι συνθήκες και τα πρωτόκολλα ασφαλείας που αξιολογήθηκαν περιλαμβάνουν τη Σύμβαση SOLAS όπωσ και διάφορους κώδικες που καταστήθηκαν υποχρεωτικοί στο πλαίσιο SOLAS όπωσ η διερεύνηση ατυχημάτων, συστήματα πυρασφάλειας, διαδικασίες δοκιμής πυρκαγιάς, πλοία μεταφοράς αερίου, επικίνδυνα εμπορεύματα και άλλα. Επίσης περιλαμβάνουν κανονισμούς σύγκρουσης, μέτρηση χωρητικότητας και άλλα.

Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τον IMO, υπάρχουν τέσσερις διαβαθμίσεις αυτονομίας:

- 1^{ος} Βαθμός: Πλοία με αυτοματοποιημένες διαδικασίες και υποστήριξη αποφάσεων. Οι ναυτικοί είναι επί του σκάφους για να χειρίζονται και να ελέγχουν συστήματα και λειτουργίες στο πλοίο. Ορισμένες λειτουργίες μπορεί να είναι αυτοματοποιημένες και μερικές φορές χωρίς επίβλεψη, αλλά με ναυτικούς επί του πλοίου έτοιμους να πάρουν τον έλεγχο.
- 2^{ος} Βαθμός: Τηλεχειριζόμενο πλοίο με ναυτικούς επί του πλοίου. Το πλοίο ελέγχεται και τίθεται σε λειτουργία από άλλη τοποθεσία. Οι ναυτικοί είναι διαθέσιμοι επί του πλοίου για να αναλάβουν τον έλεγχο και να χειριστούν τα συστήματα και τις λειτουργίες του πλοίου.
- 3^{ος} Βαθμός: Τηλεχειριζόμενο πλοίο χωρίς ναυτικούς επί του πλοίου. Το πλοίο ελέγχεται και τίθεται σε λειτουργία από άλλη τοποθεσία. Δεν υπάρχουν ναυτικοί στο πλοίο.

- 4^{ος} Βαθμός: Πλήρως αυτόνομο πλοίο. Το λειτουργικό σύστημα του πλοίου είναι σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις και να καθορίζει ενέργειες από μόνο του.

Η άσκηση ολοκληρώθηκε το 2021, και τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν μια σειρά από υψηλής προτεραιότητας ζητήματα, τα οποία αφορούν διάφορα μέσα, τα οποία θα πρέπει να αντιμετωπιστούν σε επίπεδο πολιτικής για να καθοριστούν οι μελλοντικές εργασίες. Αυτά περιλαμβάνουν την ανάπτυξη της ορολογίας και των ορισμών MASS, συμπεριλαμβανομένου ενός διεθνώς συμφωνημένου ορισμού του MASS και διευκρίνιση της έννοιας του όρου «κύριος», «πλήρωμα» ή «υπεύθυνο πρόσωπο», ιδιαίτερα στις διαβαθμίσεις 3^{ου} βαθμού (τηλεχειριζόμενο πλοίο) και 4^{ου} βαθμού (πλήρως αυτόνομο πλοίο). Άλλα βασικά ζητήματα περιλαμβάνουν την αντιμετώπιση των λειτουργικών απαιτήσεων του σταθμού/κέντρου τηλεχειρισμού και τον πιθανό χαρακτηρισμό ενός τηλεχειριστή ως ναυτικού. Επιπλέον, κοινά πιθανά κενά και θέματα που εντοπίστηκαν σε διάφορες συνθήκες ασφάλειας σχετικά με διατάξεις που περιέχουν χειροκίνητες λειτουργίες και συναγερμούς στη γέφυρα, διατάξεις που σχετίζονται με ενέργειες του προσωπικού (όπως πυρόσβεση, στοίβασμα φορτίων και ασφάλιση και συντήρηση), επιπτώσεις για έρευνα και διάσωση· και πληροφορίες που απαιτούνται για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου. Η Επιτροπή σημείωσε ότι ο καλύτερος τρόπος για την αντιμετώπιση του MASS στο κανονιστικό πλαίσιο του IMO θα μπορούσε να είναι με ολιστικό τρόπο μέσω της ανάπτυξης ενός οργάνου MASS βασισμένου σε στόχους. Ένα τέτοιο όργανο θα μπορούσε να λάβει τη μορφή ενός «Κώδικα MASS», με στόχους, λειτουργικές απαιτήσεις και αντίστοιχους κανονισμούς, κατάλληλους και για τους τέσσερις βαθμούς αυτονομίας και αντιμετώπιση των διαφόρων κενών και θεμάτων που προσδιορίζονται από την άσκηση επισκόπησης κανονιστικού χαρακτήρα σύμφωνα με τον IMO. (30)

3.4.4 Πώς τα έξυπνα καράβια και η αυτοματοποίηση έχουν αντίκτυπο στη ναυτιλία

Σε γενικές γραμμές , όλες οι δραστηριότητες που αφορούν στις μεταφορές με πλοία είναι οι ίδιες: η πλεύση του πλοίου, το πέρασμα από στενά και γέφυρες, η άφιξη ή η αναχώρηση από τα λιμάνια, το φόρτωμα και το ξεφόρτωμα του πλοίου, και τέλος η προετοιμασία για το επόμενο ταξίδι.

Για καθεμία από τις παραπάνω δραστηριότητες, υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα αυτονομίας:

Οι αυξημένοι αισθητήρες θα επιτρέπουν την πλεύση με μία ασφαλή ταχύτητα, θα επιτρέπουν στα πλοία να επικοινωνούν τη θέση τους στα στενά ή τη γέφυρα μέσω της αποστολής της εκτιμώμενης ώρας άφιξης σε ζωντανή μετάδοση και λήψης του προβλεπόμενου σχεδίου. Επίσης, ενώ η άφιξη και η αναχώρηση από τα λιμάνια είναι μία διαδικασία η οποία λαμβάνει χώρα κυρίως μεταξύ του πλοίου και των λιμενικών αρχών, με όλο και περισσότερους αισθητήρες, το πλοίο θα μπορεί να επικοινωνεί συνεχώς την κατάστασή του, περιλαμβανομένων της εκτιμώμενης ώρας άφιξης και του φορτίου του, ώστε να μπορεί να δοθεί βέλτιστο χρονικό διάστημα στο οποίο το πλοίο μπορεί να εξυπηρετηθεί καλύτερα. Στην διαδικασία της προετοιμασίας του πλοίου για το επόμενο ταξίδι, αυξημένος αριθμός αισθητήρων μπορούν να δώσουν μία πληθώρα δεδομένων τόσο στο πλήρωμα, όσο και στις λιμενικές αρχές για την κατάσταση του πλοίου, από τη επίπεδο συντήρησης των μηχανών, επίπεδα καυσίμων και επίπεδα αποβλήτων.

Η πλήρης αυτονομία, θα επιτρέπει πλήρως αυτόματη πλεύση όπου δεν θα υπάρχει καμία ανθρώπινη παρέμβαση, και το σχέδιο πλεύσης θα αλλάζει δυναμικά με βάση της μεταβαλλόμενες συνθήκες. Στα περάσματα από γέφυρες ή και στενά, οι αποφάσεις θα παίρνονται αυτόματα, λαμβάνοντας υπόψη τον αντίκτυπο αυτών των αποφάσεων στα σχέδια άλλων πλοίων. Στο δέσιμο και τον απόπλου των πλοίων, αυτά θα χρησιμοποιούν ψηφιακά συστήματα συντονισμού και μαγνητική πρόσδεση, ώστε να επιτευχθεί αυτή η αυτονομία. Ίσως επίσης χρειαστεί αυτοματοποιημένη βοήθεια πλοήγησης για τη διαχείριση των ισχυρών ανέμων. Πλήρης αυτονομία για την φορτοεκφόρτωση του πλοίου θα σημαίνει ότι δεν θα υπάρχει προσωπικό και όλες οι διαδικασίες θα είναι αυτοματοποιημένες. Όλες οι πληροφορίες, οι επικοινωνίες, θα προέρχονται από υπολογιστές, και στο τερματικό, όλες οι αποφάσεις θα βασίζονται σε μοντέλα που έχουν προκύψει από όλα τα δεδομένα προηγούμενων φορτοεκφορτώσεων. Τέλος, η πλήρης αυτονομία για το στάδιο της προετοιμασίας για το επόμενο ταξίδι έρχεται με

μία τεχνική πρόκληση του να κρατηθούν οι μηχανές του πλοίου χωρίς επισκευές ή συντήρηση για εβδομάδες. Με την πάροδο του χρόνου, τα πλοία θα εξελιχθούν σε αυτοσυντηρούμενα, με την ανθρώπινη παρέμβαση απαραίτητη μόνο για συντηρήσεις εκτός ρουτίνας.

Ο αντίκτυπος όλων των παραπάνω είναι τεράστιος. Η αυτοματοποιημένη πλεύση θα μπορούσε να οδηγήσει σε χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, λιγότερο προσωπικό, χαμηλότερο κόστος λειτουργίας του πλοίου και λιγότερες εκπομπές. Επίσης, το γεγονός ότι υπάρχει πρόσβαση σε ολόκληρη την εικόνα του πλοίου και του περιβάλλοντός του σε πραγματικό χρόνο, επιτρέπει και δημιουργεί ευκαιρίες για βέλτιστο αυτοπρογραμματισμό των χρονικών διαστημάτων, και συντονισμό των υπηρεσιών βοήθειας στο λιμάνι. Ταυτόχρονα, η ασφάλεια των ταξιδιών δυνητικά θα αυξηθεί από την υιοθέτηση αυτοματοποιημένων συστημάτων, με την αποτροπή περιστατικών/ατυχημάτων. Και αυτό γιατί θα υπάρχουν λιγότερα πλοία σε ουρά αναμονής για να μπουν σε λιμάνια, ή σε περάσματα από στενά και γέφυρες. Επίσης, θα είναι δυνατή η πρόβλεψη και ο προγραμματισμός των λειτουργιών του πλοίου με βάση την καλύτερη τρέχουσα κατάσταση, για παράδειγμα, την αλλαγή της εκτιμώμενης ώρας άφιξης – ETA, Estimated Time of Arrival-, τη διαθεσιμότητα του λιμένα και την κατάσταση του πλοίου. Όσον αφορά στην απασχόληση πληρωμάτων, θα υπάρξουν περισσότερες θέσεις εργασίας στην ακτή συγκριτικά με το πλοίο.

3.5 Έξυπνα λιμάνια (Smart Ports)

3.5.1 Εισαγωγή

Ένα έξυπνο λιμάνι είναι ένα λιμάνι σύγχρονο και τεχνολογικά προηγμένο, που μπορεί και αξιοποιεί καινοτόμες τεχνολογίες που βασίζονται σε δεδομένα, με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ασφάλειας και της βιωσιμότητάς του. (Port Technology, 2023)

Οι έξυπνες λιμένες έχουν τη δυνατότητα εφαρμογής προηγμένων τεχνολογιών, όπως:

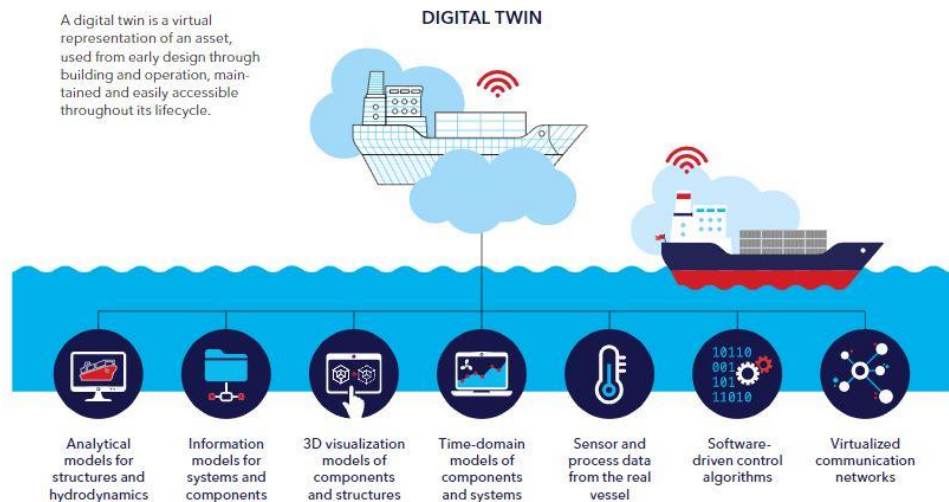
- AI (Τεχνητή Νοημοσύνη)

- Internet of Things (IoT)
- Digital Twin
- Blockchain
- 5G

Με την τεχνητή νοημοσύνη, μέσω της επεξεργασίας μεγάλων όγκων δεδομένων και της δημιουργίας αλγορίθμων, μπορούν να αυτοματοποιηθούν επαναλαμβανόμενες εργασίες που θα βελτιώσουν τη συνολική απόδοση οποιασδήποτε εργασίας. Η παροχή προγνωστικών αναλυτικών στοιχείων, και η ικανότητά της να παρέχει διορατικότητα είναι μόνο μερικά από τα πλεονεκτήματά της. Για παράδειγμα, τα λιμάνια σε παγκόσμιο επίπεδο μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανομή πόρων, όπως είναι οι γερανοί, τα φορτηγά και η εργασία, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος και βελτιώνοντας τη συνολική παραγωγικότητα.

Σύμφωνα με τον IBM, ο όρος Internet of Things (IoT) αναφέρεται σε ένα δίκτυο φυσικών συσκευών, οχημάτων και άλλων φυσικών αντικειμένων που έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες, λογισμικό και συνδεσιμότητα δικτύου, που τους επιτρέπει τη συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων. Το IoT μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των λιμένων, και στον περιορισμό της συμφόρησής τους, μέσω της παρακολούθησης της κίνησης των πλοίων καθώς και των εμπορευματοκιβωτίων.

Το Digital Twin είναι μία δυναμική εικονική αναπαράσταση ενός φυσικού αντικείμενου ή συστήματος, που μπορεί να περιέχει διάφορα ψηφιακά μοντέλα όπως και συλλογή πληροφοριών και διαδικασιών που σχετίζονται με αυτό το αντικείμενο (35). Χρησιμοποιεί δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, με ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματά του να είναι το γεγονός ότι μπορεί να πειραματιστεί σε διάφορα σενάρια σε υπολογιστή, με ασφάλεια και ταυτόχρονα εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα. Το Digital Twin μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα στοιχεία της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως τα λιμάνια, οι αποθήκες και οι διαδικασίες logistics, για την προσομοίωση διαφορετικών σεναρίων που μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιστοποιημένες λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας.



Εικόνα 8: Digital twin, DNV GL

Το Blockchain θεωρείται σήμερα ως η πέμπτη εξέλιξη της ηλεκτρονικής επεξεργασίας δεδομένων (36). Ο πρώτος ορισμός είναι από το 2008 από τον Satoshi Nakamoto, ο οποίος το περιέγραψε ως ένα σύστημα ηλεκτρονικών συναλλαγών μετρητών peer-to-peer. Στη ναυτιλία, το blockchain είναι μία βάση δεδομένων, στην οποία αποθηκεύονται πληροφορίες με τρόπο που δημιουργείται μία συνεχής αλυσίδα δεδομένων και στη συνέχεια ομαδοποιούνται προκειμένου να σχηματίσουν συστοιχίες (blocks). Η τεχνολογία που υποστηρίζει το blockchain ονομάζεται τεχνολογία κατακευματισμένου καθολικού (distributed ledger technology). Οποιαδήποτε πληροφορία ή συναλλαγή, έχει χρονική σήμανση και είναι κρυπτογραφημένη. Οποιαδήποτε τροποποίηση των πληροφοριών στη βάση δεδομένων, τροποποιεί και μεταγενέστερες καταγραφές, και δεν υπάρχει η δυνατότητα διαγραφής του track history. Σε ένα μπλοκ καταγράφεται κάθε ενέργεια μιας δραστηριότητας, και κάθε νέο μπλοκ σημαίνει την καταγραφή μιας καινούριας συναλλαγής. Επειδή το blockchain παρέχει διαφάνεια στην κίνηση των αγαθών κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού, όλα τα εμπλεκόμενα μέρη στις αποστολές φορτίου, προμηθευτές, αποστολείς, πελάτες και λιμάνια, έχουν πρόσβαση στις αποστολές σε πραγματικό χρόνο, περιορίζοντας καθυστερήσεις και επιτρέποντας καλύτερη οργάνωση και συντονισμό των λιμενικών εργασιών.

Το 5G είναι η πέμπτη γενιά τεχνολογίας ασύρματων επικοινωνιών και παρέχει αυξημένη ταχύτητα δεδομένων, χωρητικότητα και αξιοπιστία, ενώ περιορίζει τις

καθυστερήσεις. Μέσω των μεγαλύτερων ταχυτήτων δεδομένων, οι ναυτιλιακές εταιρείες είναι σε θέση να ανακτούν γρήγορα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, όπως είναι η παρακολούθηση των φορτίων και των δεδομένα logistics, και η παρακολούθηση των πλοίων βελτιστοποιώντας τις διαδρομές τους. Γίνεται φανερό επίσης ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες επιτρέπουν πιο αποτελεσματικά τις εφαρμογές IoT, αφού οι εταιρείες μπορούν να αναπτύξουν ένα αξιόπιστο δίκτυο αισθητήρων και συνδεδεμένων συσκευών.

Από την παραπάνω σύντομη επεξήγηση των τεχνολογιών που καθιστούν ένα λιμάνι ως «έξυπνο», γίνεται αντιληπτή η εξάρτηση αυτών των τεχνολογιών από τη συλλογή και επεξεργασία - μεγάλων όγκων - δεδομένων. Και ακριβώς επειδή τα έξυπνα λιμάνια αποτελούνται από πολλά διαφορετικά συστήματα, θα ήταν ιδανικό να ήταν όλα ενοποιημένα σε ένα ασφαλές οικοσύστημα, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει τις ανάγκες όλων των εμπλεκόμενων μερών.

3.5.2 Πρόβλεψη συμφόρησης στα λιμάνια

Η εφαρμογές και η ανάλυση δεδομένων επιτρέπουν την πρόβλεψη της κίνησης στα λιμάνια. Με την ανάλυση ιστορικών και σε πραγματικό χρόνο δεδομένων που αφορούν στην ώρα άφιξης και αναχώρησης των πλοίων, όπως και του όγκου των φορτίων, μπορεί να βελτιστοποιηθεί η κυκλοφοριακή ροή στα λιμάνια. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιούνται οι συμφορήσεις και μειώνονται οι χρόνοι αναμονής των πλοίων.

Το 2015, η Ναυτιλιακή και Λιμενική Αρχή της Σιγκαπούρης (MPA) και ο IBM άρχισαν να αναπτύσσουν ένα πρόγραμμα με στόχο τη βελτίωση των ναυτιλιακών και λιμενικών λειτουργιών. Το πρόγραμμα MPA-IBM Safer (Sense-making Analytics For maritime Event Recognition) είχε ως σκοπό την υποστήριξη και κάλυψη της αυξανόμενης κυκλοφορίας πλοίων στη Σιγκαπούρη, που απαιτούσε σημαντική εργασία και προσπάθεια, αναφορές, επικοινωνίες σε πολύ υψηλές συχνότητες και εισαγωγή δεδομένων από ανθρώπινο δυναμικό. Μέσω μοντέλων που βασίζονται στο machine learning, το σύστημα μπορεί να προβλέψει τους χρόνους άφιξης των πλοίων, τα πιθανά σημεία συμφόρησης εντός των λιμενικών υδάτων καθώς και να ανιχνεύσει ασυνήθιστη συμπεριφορά πλοίων, περιλαμβανομένης της παράνομης μεταφοράς καυσίμων και

πλοίων που παραβιάζουν τους κανονισμούς της Σιγκαπούρης. Συνολικά, το πρόγραμμα περιελάμβανε επτά ενότητες: αυτοματοποιημένη ανίχνευση κίνησης, αναλυτικά στοιχεία παραβάσεων, πιλοτική ανίχνευση επιβίβασης, ανάλυση ανεφοδιασμού καυσίμων, ανάλυση απαγορευμένων περιοχών, πρόβλεψη χρόνου άφιξης των πλοίων και ανίχνευση και πρόβλεψη χρήσης. Σε όλες τις ενότητες, το κοινό σημείο είναι η αξιοποίηση δεδομένων.

Το 2040 το λιμάνι Tuas στη Σιγκαπούρη θα είναι ένα πλήρως αυτοματοποιημένο λιμάνι. Η επόμενη γενιά συστήματος διαχείρισης κυκλοφορίας πλοίων (Next Generation Vessel Traffic Management System – NGVTMS) θα παίζει καθοριστικό ρόλο, αφού ένα σύγχρονο σύστημα θα μπορεί να αναπτύξει τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη συγκρούσεων πλοίων και την προληπτική διαχείριση των συνθηκών κυκλοφορίας. Για να είναι εφικτό να υπάρχουν ακριβείς και σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες για τις κινήσεις του πλοίου, θα πρέπει να υπάρχουν ασφαλείς και αξιόπιστες ανταλλαγές δεδομένων ανάμεσα στα πλοία και ανάμεσα σε πλοία και λιμάνια. Για αυτόν το λόγο, έχει αναπτυχθεί ένα πολύ μεγάλο δίκτυο 5G, ώστε να μπορούν να καλυφθούν οι προαναφερθείσες απαιτήσεις.

3.5.3 Πρόγνωση Συντήρησης Εξοπλισμού Λιμένων

Με τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων από διάφορους αισθητήρες που είναι ενσωματωμένοι στον εξοπλισμό των λιμανιών που χειρίζονται τα φορτία, όπως είναι οι γερανοί και τα φορτηγά για παράδειγμα, γίνεται δυνατή η παρακολούθηση της θερμοκρασίας των μηχανών, η ταχύτητά τους και οι ώρες λειτουργίας τους. Αυτή η συλλογή δεδομένων, σε συνδυασμό με μεθόδους προγνωστικής ανάλυσης, δίνουν τη δυνατότητα στις εταιρείες και στα λιμάνια να βελτιώσουν την αποδοτικότητα και να μειώσουν τα έξοδα συντήρησης. Άλλα οφέλη περιλαμβάνουν τη μείωση του απρογραμματίστου χρόνου διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού και των ρίσκων που αυτό συνεπάγεται, βελτίωση της χρήσης του εξοπλισμού, παράταση του χρόνου ζωής του και λειτουργίας του και αύξηση της παραγωγικότητας.

Το λιμάνι Cartagena στην Κολομβία, χρησιμοποιεί ανάλυση δεδομένων προκειμένου να βελτιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του εξοπλισμού του.

Μερικά χρόνια πριν το λιμάνι άρχισε να παρακολουθεί τη λειτουργία του εξοπλισμού, και σε συνεργασία με τις τεχνολογικές εταιρείες IBM και Cisco, έχει τη δυνατότητα να είναι πιο παραγωγικό στις διαδικασίες συντήρησης, και προκαταβολικά να γίνονται έλεγχοι στην υγεία του εξοπλισμού, αποφεύγοντας έτσι ενδεχόμενες αστοχίες και υποβάθμισή του.

3.5.4 Κατανομή των πόρων και του ανθρώπινου δυναμικού και παρακολούθηση φορτίου

Μία άλλη εφαρμογή των Μεγάλων Δεδομένων στα λιμάνια έχει να κάνει με τη βελτιστοποίηση της κατανομής των πόρων και του ανθρώπινου δυναμικού, που σε συνδυασμό με την παρακολούθηση του φορτίου, εξασφαλίζονται καλύτεροι χειρισμοί και παραδόσεις, ενώ ταυτόχρονα μειώνονται τα λειτουργικά κόστη και οι καθυστερήσεις.

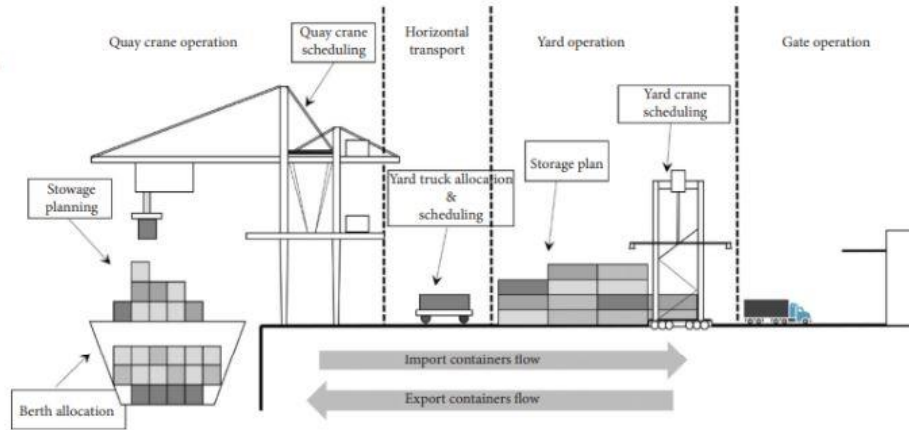
Η ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από διάφορες πηγές εντός του λιμένα, περιλαμβανομένων αισθητήρων στον εξοπλισμό, στα εμπορευματοκιβώτια και δεδομένα καιρού, επιτρέπει στους χειριστές να έχουν πλήρη εικόνα των χειρισμών που συμβαίνουν σε οποιαδήποτε στιγμή. Επίσης, με τα προγνωστικά μοντέλα και την ανάλυση ιστορικών δεδομένων και τρεχουσών τάσεων, μπορεί να γίνει πρόβλεψη της ζήτησης για τις υπηρεσίες του λιμανιού και σχεδιασμός της κατανομής των γερανών και του αποθηκευτικού χώρου με βάση τον αναμενόμενο όγκο φορτίων. Ταυτόχρονα, μπορεί να βελτιστοποιηθεί η κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού, με αποτέλεσμα ο σωστός αριθμός εργατών να αναλαμβάνει συγκεκριμένες εργασίες σε κάθε στιγμή. Επειδή οι χειρισμοί στα λιμάνια εμπλέκουν πολλά ενδιαφερόμενα μέρη, με τη δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο μπορούν να συγχρονιστούν οι οποιοσδήποτε δραστηριότητες με αποτελεσματικότητα.

Στην εισαγωγή αυτής της ενότητας έγινε αναφορά στην τεχνολογία Digital Twin (DT). Τα Digital Twins μπορούν να απεικονίσουν με μεγάλη αξιοπιστία τερματικούς λιμένων, χρησιμοποιώντας μία πληθώρα τεχνολογιών. Διαφέρουν από τα παραδοσιακά μοντέλα επειδή η ροή δεδομένων είναι εξελισσόμενη και δυναμική, δεν βασίζονται σε στατικές

υποθέσεις, και οι χρήστες έχουν μπορούν να προσαρμόσουν το μοντέλο σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά. Αυτή η προσομοίωση, με την ανάλυση δεδομένων θέσεων ελλιμενισμού, καιρού, βάθους νερών, κλπ., επιτρέπει την επίτευξη μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας και ασφάλειας, επιτρέποντας τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο για έναν βελτιστοποιημένο σχεδιασμό κατανομής των πόρων και των σχετικών χειρισμών. Επίσης, παρέχοντας μία πλατφόρμα όπου πολλά από τα ενδιαφερόμενα μέρη θα μπορούσαν να συνδεθούν, και προσομοιώνοντας τα πιθανά σενάρια προβλέποντας ταυτόχρονα τις επιπτώσεις τους, θα μπορούσε να επιτρέψει τη λήψη αποφάσεων σε συλλογικό επίπεδο. Τα λιμάνια θα μπορούσαν να ενημερώνουν την πλατφόρμα για παραμέτρους, όπως έλλειψη προσωπικού, ή σχεδιασμένη συντήρηση ώστε τα μοντέλα προσομοίωσης να λάβουν και αυτούς τους παράγοντες υπόψη. Το λιμάνι του Rotterdam είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες και μπορεί να συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για περιβαλλοντικές συνθήκες και συνθήκες του νερού. Μέσω της ψηφιακής πλατφόρμας μπορεί να συλλέγει δεδομένα για την άφιξη και αναχώρηση των πλοίων, ενώ λιμενικές υποδομές μπορούν να χαρτογραφηθούν ψηφιακά, δίνοντας στην ψηφιακή πλατφόρμα πληροφορίες σχετικά με την προσβασιμότητα και τη διαθεσιμότητα. Το Digital Twin επίσης χρησιμοποιεί αισθητήρες με την τεχνολογία IoT, ώστε μέσω της τεχνητής νοημοσύνης να προσομοιώσει τα φυσικά χαρακτηριστικά του λιμανιού, ώστε οποιαδήποτε μεταβολή σε πολλαπλές μεταβλητές να μπορεί να αλλαχθεί και δοκιμαστεί αποτελεσματικά. Αυτό σημαίνει ότι τα μοντέλα που προκύπτουν από το Digital Twin μπορούν να κάνουν ακριβείς προβλέψεις για την άφιξη και την αναχώρηση των πλοίων, μειώνοντας τους χρόνους αναμονής και τα κόστη (38). Όλος ο σχεδιασμός και η παρακολούθηση της ψηφιακής πλατφόρμας, η συντήρηση και οι υπηρεσίες που παρέχονται, βοηθούν το λιμάνι να αξιοποιήσει στο έπακρο τις υποδομές του και όλες οι λειτουργίες του χειρίζονται με πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Εκτός από το λιμάνι του Rotterdam, και άλλα λιμάνια αναπτύσσουν ή/και χρησιμοποιούν την τεχνολογία των Digital Twins. Υπάρχει μία μελέτη των Yi Ding, Zhichao Zhang et al που αφορά στο λιμάνι Yangshan στη Σαγκάη και στον αυτοματοποιημένο τερματικό εμπορευματοκιβωτίων Φάσης 4 (Automated Container Terminal Phase IV – ACT4). Στη μελέτη αυτή γίνεται ένας σχεδιασμός ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων (decision support system – DSS), βασισμένο σε τεχνολογίες Digital Twin και Μεγάλων Δεδομένων, το οποίο θα μπορεί να βοηθήσει

τους χειριστές του τερματικού να εκτιμήσουν το πώς θα εξυπηρετηθεί ένα πλοίο χρησιμοποιώντας ένα βελτιστοποιημένο σχέδιο κατανομής των πόρων και χειρισμών. Ο ACT4, από τον Δεκέμβριο του 2017 έχει συγκεντρώσει τεράστιες ποσότητες δεδομένων σχετικά με την απόδοση του εξοπλισμού και τις λειτουργικές διαδικασίες (42). Σε αυτή τη μελέτη το μοντέλο που αναπτύσσεται είναι σε ένα πλαίσιο DSS βασισμένο σε Digital Twin σε πραγματικό χρόνο, το οποίο παρακολουθεί τις τρέχουσες λειτουργίες, ενεργοποιεί τις διαδικασίες σχεδιασμού και προσομοιώνει μελλοντικά σενάρια χρησιμοποιώντας προσαρμοσμένες παραμέτρους προκειμένου να προσαρμόσει τα λειτουργικά σχέδια και διαδικασίες. Λαμβάνονται υπόψη οι διάφορες λειτουργίες σε πραγματικό χρόνο για τις θέσεις ελλιμενισμού, QC, YT, και χώροι αυλής. Επίσης, ένας μηχανισμός ανατροφοδότησης που βασίζεται στην έγκαιρη προειδοποίηση καθυστερήσεων πλοίων ενσωματώνεται, ώστε να επιτραπεί καλύτερα ο σχεδιασμός των πόρων. Το πλαίσιο DSS βασισμένο Digital Twin έχει τρία επίπεδα: επίπεδο σχεδιασμού, λειτουργίας και ανάλυσης. Στη φάση του σχεδιασμού, και εξαιτίας της πολυπλοκότητας των λιμενικών λειτουργιών που απαιτεί εκ των προτέρων σχεδιασμό της κατανομής των πόρων, ο κύριος στόχος είναι να γίνουν σχέδια πριν την έναρξη των χειρισμών ώστε να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση της κατανομής τους. Στη φάση της λειτουργίας, αντικατοπτρίζει τα πραγματικά σενάρια και προσομοιώνει διακριτά συμβάντα. Οι τρεις τύποι λειτουργιών παρακολουθούνται και προσομοιώνονται: οι εισαγωγές, οι εξαγωγές και οι μεταφορτώσεις φαίνονται στη εικόνα 10. Στη φάση της ανάλυσης, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης αξιολογούνται για να προσδιοριστεί εάν πληρούνται οι συνθήκες σύγκλισης. Στη συνέχεια ο μηχανισμός ανατροφοδότησης επαναπρογραμματίζεται σε επίπεδο σχεδιασμού μέχρι τον επαναληπτικό τερματισμό. Τα τελικά αποτελέσματα της προσομοίωσης αποτελούν ένα σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση του επιπέδου έγκαιρης προειδοποίησης για τη στήριξη της λήψης αποφάσεων. Στη μελέτη αυτή αποδεικνύεται ότι το DSS που βασίζεται σε Digital Twin μπορεί να εφαρμοστεί στον ACT4, όπου στην πράξη, το σύστημα επιταχύνει τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και ωφελεί συνολικά τον τερματικό των εμπορευματοκιβωτίων (43).



Εικόνα 9: Σχέδιο λειτουργίας λιμένα εμπορευματοκιβωτίων, Real-Time Monitoring and Optimal Resource Allocation for Automated Container Terminals: A Digital Twin Application at the Yangshan Port, 2023

Τέλος, το λιμάνι της Σιγκαπούρης, χρησιμοποιεί μία πλατφόρμα ώστε να υπάρχει ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του λιμανιού και των λιμενικών υπηρεσιών και των εταιρειών logistics. Το Digital Twin επιτρέπει το σχεδιασμό των λειτουργιών χρησιμοποιώντας δεδομένα ιστορικά, σε πραγματικό χρόνο και μελλοντικά, μέσω δοκιμών που δεν γίνονται σε φυσικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει η δυνατότητα εύρεσης της βέλτιστης κατανομής εργασίας όσον αφορά τον αριθμό των γερανογέφυρων, καθώς και των οχημάτων με έναν αποτελεσματικό και ακριβή τρόπο, εξοικονομώντας χρήμα και πόρους εργασίας (39), (40), (41).

3.5.5 Έξυπνα Πράσινα Λιμάνια

Με δεδομένο ότι τα λιμάνια είναι οι βασικοί κόμβοι για το παγκόσμιο εμπόριο και τη μετακίνηση των αγαθών, και ότι το 90% του παγκόσμιου εμπορίου γίνεται μέσω θαλάσσης, γίνεται αντιληπτό ότι τα λιμάνια παγκοσμίως είναι μία σημαντική πηγή μόλυνσης του αέρα, και της θάλασσας σε παράκτιες περιοχές. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η κλιματική αλλαγή είναι μία πραγματικότητα, και όλοι οι άνθρωποι πρέπει σε όλες τις πτυχές της ζωής τους να προσπαθήσουν να κάνουν εξοικονόμηση ενέργειας και να περιορίσουν του ρύπους. Στα λιμάνια η μόλυνση προέρχεται αφενός μεν από τα

ίδια τα πλοία με τις εκπομπές ρύπων και τα απόβλητα, αφετέρου από τους χειρισμούς και τις λειτουργίες επί των λιμένων, όπου η μόλυνση έχει να κάνει με τη σκόνη και τον θόρυβο.

Η ανάπτυξη των έξυπνων λιμανιών πρέπει να συναρμονιστεί με την επιτακτική ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος. Τα έξυπνα λιμάνια και τα πράσινα λιμάνια έχουν μία στενή σχέση: το πράσινο λιμάνι αποσκοπεί στη βελτιστοποίηση των λειτουργιών του, λαμβάνοντας την προστασία του περιβάλλοντος. Ένα έξυπνο πράσινο λιμάνι αποσκοπεί στην εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών και ώστε να επιτύχει και τη βελτιστοποίηση των αμιγώς λιμενικών λειτουργιών, αλλά και ταυτόχρονα να μειώσει το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα και να προωθήσει τη βιωσιμότητα.



Εικόνα 10: Οι δέκα προτεραιότητες των ευρωπαϊκών λιμένων το 2023, EMSO

Η χρήση Μεγάλων Δεδομένων και εξελιγμένων και καινοτόμων τεχνολογιών, μπορεί να οδηγήσει στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα των λιμανιών με τους παρακάτω τρόπους:

- Διαχείριση ενέργειας και αποδοτικότητα
- Μείωση εκπομπών και παρακολούθηση του αέρα
- Διαχείριση και ανακύκλωση αποβλήτων

- Λειτουργική αποδοτικότητα και βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας στα λιμάνια
- Βελτίωση της ασφάλειας
- Διατήρηση της βιοποικιλότητας και προστασία των οικοσυστημάτων

Διαχείριση ενέργειας και αποδοτικότητα

Τα λιμάνια είναι εξαιρετικά ενεργοβόρα περιβάλλοντα, με υποδομές που καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Με την ανάλυση δεδομένων δίνεται η δυνατότητα λήψης αποφάσεων μέσω της παρακολούθησης των επιπέδων κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο και της παροχής πληροφοριών σχετικά με ευκαιρίες βελτιστοποίησης. Με αυτόν τον τρόπο τα λιμάνια θα μπορούν να προσδιορίζουν τις περιόδους αιχμής και μεγάλης ζήτησης ενέργειας, και να προσαρμόζουν τη διανομή της σε πραγματικό χρόνο, όπως επίσης και να εφαρμόζουν ενεργειακά αποδοτικά συστήματα φωτισμού, ή ακόμα και την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παράλληλα όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, ο προγραμματισμός της συντήρησης του εξοπλισμού συνεισφέρει σε ενεργειακά αποδοτική λειτουργία του. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως για παράδειγμα η εφαρμογή της τεχνολογίας Digital Twin έχει θετικό αντίκτυπο και σε αυτήν περίπτωση, μιας και η βελτιστοποίηση των λειτουργιών του λιμένα έχει σαν αντίκτυπο την καλύτερη κατανομή των πόρων, που οδηγούν σε μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου.

Μείωση εκπομπών και παρακολούθηση του αέρα

Στα λιμάνια τα ίδια τα πλοία, τα φορτηγά, οι γερανοί και γενικότερα ο εξοπλισμός είναι πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Με την συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων μέσω αισθητήρων μέσα και γύρω από το λιμάνι, μπορούν να παρακολουθούνται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και η ποιότητα του αέρα σε πραγματικό χρόνο. Έτσι τα λιμάνια θα μπορούν να εφαρμόσουν στρατηγικές μείωσης των εκπομπών, να παρακολουθήσουν και να ρυθμίσουν τις εκπομπές από οχήματα και μηχανήματα, να προβλέψουν την υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα.

Διαχείριση και ανακύκλωση αποβλήτων

Η διαχείριση και ανακύκλωση αποβλήτων σίγουρα συνιστά ένα μεγάλο κομμάτι των πράσινων λιμανιών. Μέσω αισθητήρων μπορεί να γίνει παρακολούθηση των ποσοστών

παραγωγής αποβλήτων και ανακύκλωσης, με αποτέλεσμα το να είναι εφικτή η λήψη αποφάσεων για την καλύτερη διαχείρισή τους. Μέσω της καταγραφής μοτίβων παραγωγής αποβλήτων μπορεί να προσαρμογή στα χρονοδιαγράμματα συλλογής τους, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να διασφαλιστεί η κατάλληλη απόρριψη επικίνδυνων αποβλήτων σύμφωνα με τους κανονισμούς. Τέλος, μπορούν να ενισχυθούν οι προσπάθειες ανακύκλωσης, με την παρακολούθηση των ποσοστών των αποβλήτων που ανακυκλώνονται, ενώ παράλληλα μπορούν να ανακαλυφθούν νέες ευκαιρίες για ανακύκλωση.

Λειτουργική αποδοτικότητα και βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας στα λιμάνια

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι νέες τεχνολογίες σε συνδυασμό με τα Μεγάλα Δεδομένα μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη ροή των αγαθών, να μειώσουν τη συμφόρηση στα λιμάνια και να ελαχιστοποιήσουν τις καθυστερήσεις, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές. Η πρόβλεψη των αφίξεων και των αναχωρήσεων και οι πληροφορίες καιρού σε πραγματικό χρόνο σε συνδυασμό με την προτεινόμενη διαδρομή βελτιστοποιούν τα χρονοδιαγράμματα ελλιμενισμού όπως και τα χρονοδιαγράμματα φόρτωσης και εκφόρτωσης, με συνέπεια τη μείωση των ρύπων. Αντίστοιχα, μείωση ρύπων επιφέρει και η μείωση του χρόνου ρελαντί για οχήματα, εξοπλισμό και μηχανήματα.

Βελτίωση της ασφάλειας

Με την εφαρμογή τεχνικών ανάλυσης δεδομένων μπορεί να γίνει πρόβλεψη επικίνδυνων καταστάσεων στα λιμάνια ώστε να γίνει λήψη προληπτικών μέτρων για την αποφυγή ατυχημάτων που θα έχουν περιβαλλοντικό αντίκτυπο, καθιστώντας τα πιο ασφαλή.

Διατήρηση της βιοποικιλότητας και προστασία των οικοσυστημάτων

Τα λιμάνια που βρίσκονται σε περιοχές οικολογικά ευαίσθητες πρέπει να εξισορροπούν τις δραστηριότητές τους με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία των οικοσυστημάτων. Τα Μεγάλα Δεδομένα επιτρέπουν την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού, των επιπέδων θορύβου, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα εφαρμογής μέτρων για την ελαχιστοποίηση των οποιωνδήποτε διαταραχών στα τοπικά οικοσυστήματα.

3.6 Ασφάλεια και προστασία της θάλασσας

Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι ο μεγαλύτερος συνδετικός κρίκος μεταξύ εμπορίου και μεταφορών, και εθνών, βιομηχανιών και ανθρώπων. Είναι όμως γεγονός ότι αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις ασφαλείας, συμπεριλαμβανομένων ατυχημάτων, πειρατείας και καταστάσεων έκτακτης ανάγκης στη θάλασσα. Ο αριθμός των συστημάτων υπολογιστών, εφαρμογών, και συσκευών IoT έχει αυξηθεί και θα συνεχίζει να αυξάνεται στο μέλλον, με στόχο την να διασφαλιστεί η συνολική απόδοση των πλοίων, η συμμόρφωση στους κανονισμούς αλλά και οι απαιτήσεις για ασφάλεια. Οι κίνδυνοι που προκύπτουν από αυτές τις προκλήσεις μπορούν να μετριαστούν μέσα από τις εφαρμογές των Μεγάλων Δεδομένων, με τους εξής τρόπους:

- Σχεδιασμός ταξιδιού και πλοήγηση
- Αποφυγή σύγκρουσης
- Αντιμέτωπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης
- Πειρατεία και ασφάλεια
- Ασφάλεια και ευημερία πληρώματος
- Επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης

Σχεδιασμός ταξιδιού και πλοήγηση

Συγκεντρώνοντας δεδομένα από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των μετεωρολογικών συνθηκών, της κυκλοφορίας των πλοίων, των υδρογραφικών χαρτών, ρευμάτων της θάλασσας και των παλιρροιών, τα πλοία έχουν τη δυνατότητα να παίρνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να ενημερώσουν το πλοίο για τη βέλτιστη διαδρομή, αποφεύγοντας περιοχές με δυσμενείς καιρικές συνθήκες και περιοχές υψηλού κινδύνου.

Αποφυγή σύγκρουσης

Μία από τις πιο κρίσιμες πτυχές της ασφάλειας στη θάλασσα είναι η αποφυγή συγκρούσεων, οι οποίες έχουν τεράστιο αντίκτυπο για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως επίσης ενδεχόμενο μεγάλο περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Τα προηγμένα συστήματα αποφυγής ατυχημάτων χρησιμοποιούν συστήματα ραντάρ, σόναρ, AIS, μετεωρολογικά δεδομένα και ιστορικά δεδομένα από παλαιότερα περιστατικά συγκρούσεων και τις κινήσεις των πλοίων, για να παρέχουν μία ολοκληρωμένη εικόνα και για να μπορεί να γίνει αναγνώριση περιοχών με ρίσκο, ή ακόμα και η αναγνώριση μοτίβων που οδηγούν στις συγκρούσεις. Επίσης, οι συγκρούσεις μπορεί να αφορούν σε πλοία, όμως μπορεί να πρόκειται και για άλλους κινδύνους, όπως είναι οι υποθαλάσσιοι βράχοι και τα παγόβουνα. Μέσω σύνθετων και εξελιγμένων αλγορίθμων και προγνωστικών μοντέλων, τα δεδομένα αυτά αναλύονται ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα και να μπορούν να αναγνωριστούν οι κίνδυνοι προκαταβολικά. Υπάρχουν συστήματα προειδοποίησης, τα οποία αυτόματα στέλνουν συναγερμούς στα εμπλεκόμενα πλοία. Η τεχνητή νοημοσύνη επίσης ενισχύει περαιτέρω αυτή τη δυνατότητα μέσω αλγορίθμων οι οποίοι συνεχώς προσαρμόζονται ώστε να ανιχνεύσουν την οποιαδήποτε ανωμαλία ή παρεκκλίσεις του πλοίου από τη φυσιολογική του συμπεριφορά.

Αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτου ανάγκης - Επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης - Ασφάλεια πληρώματος

Εκτός από τις συγκρούσεις, υπάρχουν και άλλες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης στη θάλασσα. Τα πλοία διαθέτουν αισθητήρες που μπορούν να ανιχνεύσουν ανωμαλίες όπως πυρκαγιές, διαρροές ή οποιαδήποτε δυσλειτουργία του εξοπλισμού σε πραγματικό χρόνο. Αυτοματοποιημένες ειδοποιήσεις σε πλήρωμα και αρχές κάνουν την οποιαδήποτε απαραίτητη παρέμβαση ταχύτερη. Σε περιπτώσεις όπου επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης είναι απαραίτητες, τα δεδομένα από τη θέση του πλοίου και τις συνθήκες καιρού, με κατάλληλη επεξεργασία και ανάλυση μπορούν να βοηθήσουν τις αρχές στο σχεδιασμό των ερευνών, με αποτέλεσμα να γίνεται καλύτερη κατανομή των πόρων και να μειώνεται ο χρόνος ανταπόκρισης και να αυξάνεται η πιθανότητα διάσωσης και η ασφάλεια του πληρώματος.

Πειρατεία και ασφάλεια

Η πειρατεία υπάρχει εδώ και αιώνες και αποτελεί σημαντικό κίνδυνο για τα πλοία, τα πληρώματα και το παγκόσμιο εμπόριο. Σύμφωνα με το International Maritime Bureau το διάστημα Ιανουάριος – Δεκέμβριος 2022 υπήρξαν συνολικά 115 περιστατικά πειρατείας. Μόνο στο πρώτο μισό του 2023 υπήρξαν συνολικά 65 περιστατικά (45). Από τη συχνότητα και την επικινδυνότητα τέτοιων συμβάντων, γίνεται αντιληπτό ότι οποιοσδήποτε σχεδιασμός που μπορεί να έχει προληπτικό χαρακτήρα είναι αναγκαίος.

Πλέον, με τα Μεγάλα Δεδομένα και τις νέες τεχνολογίες, υπάρχουν εργαλεία και τεχνικές για τον προσδιορισμό και την έγκαιρη προειδοποίηση ανωμαλιών, προκειμένου να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα και να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες. Η ενοποίηση δεδομένων από διάφορες πηγές, όπως είναι το AIS, οι δορυφόροι, τα ραντάρ μπορούν να δώσουν σε πραγματικό χρόνο την τροχιά του πλοίου, και να αναγνωρίσουν αποκλίσεις από την αναμενόμενη τροχιά. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να αναγνωριστούν ύποπτες δραστηριότητες, που μπορεί να αφορούν σε πειρατεία ή ακόμα και παράνομη αλιεία, και να σταλούν έγκαιρες ειδοποιήσεις στις αρχές και στα πλοία. Με την ανάλυση περιοχών υψηλού κινδύνου, ιστορικών δεδομένων συμβάντων, και μοτίβα της τροχιάς του πλοίου, οι υπηρεσίες θαλάσσιας ασφάλειας μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις διαδρομές περιπολίας και να είναι επικεντρωμένες σε ευάλωτες περιοχές, με αποτέλεσμα την αποτροπή τέτοιων κινδύνων και την άμεση απόκριση σε τέτοια συμβάντα.

Προστασία της θάλασσας

Όσον αφορά στην προστασία της θάλασσας, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ναυτιλία έχει σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Και για αυτό το λόγο, η συμμόρφωση στους κανονισμούς είναι επιτακτική. Οι εφαρμογές των Μεγάλων Δεδομένων μπορούν να παρακολουθούν τις εκπομπές των πλοίων, τις απορρίψεις έρματος, και άλλους αντίστοιχους παράγοντες. Στην περίπτωση του έρματος για παράδειγμα, αλλά και του κύτους του πλοίου, μπορούν να εισαχθούν υδρόβια ήδη από άλλα λιμάνια, με τις γνωστές για το θαλάσσιο οικοσύστημα επιπτώσεις. Και δεν θα πρέπει να εξετάζεται μόνο ο κίνδυνος εισβολής, αλλά και ο κίνδυνος το λιμάνι αυτό μπορεί να αποτελέσει την αρχή της εξάπλωσης. Με ανάλυση δεδομένων από το AIS, του έρματος και του

περιβάλλοντος του λιμανιού, θα μπορούσε να αναλυθεί και να προβλεφθεί αυτή η εξάπλωση, με στόχο την κατά το δυνατόν αποτροπής της. Αυτόματοι αισθητήρες μπορούν να αναλύσουν την ποιότητα του νερού και να ανιχνεύσουν μικροοργανισμούς, με στόχο την έγκαιρη παρέμβαση με στόχο την ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

4. ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

4.1 Εισαγωγή

Παρά τις μεγάλες ευκαιρίες που δημιουργεί η αξιοποίηση των Μεγάλων Δεδομένων, η χρήση τους έχει δημιουργήσει τεράστιες προκλήσεις, με κάποιες από αυτές να είναι κοινές για όλες τις βιομηχανίες που τα χρησιμοποιούν. Αυτές οι προκλήσεις περιλαμβάνουν την ποιότητα των δεδομένων, τη συλλογή τους, την αποθήκευσή, τη μεταφορά τους, όμως οι προκλήσεις δεν εξαντλούνται μόνο σε αυτές. Έχουν επίσης να κάνουν με την τεχνολογία, τον ανταγωνισμό, την ασφάλεια και την εξειδίκευση των ανθρώπων που καλούνται να τα διαχειριστούν.

Σίγουρα όμως, αυτές οι προκλήσεις μπορούν να χωριστούν σε συγκεκριμένες κατηγορίες:

- Τεχνολογικές προκλήσεις
- Προκλήσεις σχετικές με την ασφάλεια
- Προκλήσεις σχετικές με τους ανθρώπινους πόρους
- Διακυβέρνηση δεδομένων

4.2 Τεχνολογικές προκλήσεις

Οι τεχνολογικές προκλήσεις καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων – περιλαμβάνουν την ενοποίηση των δεδομένων, την ποιότητά τους και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή τους και την επεξεργασία τους.

4.2.1 Ποιότητα και ενοποίηση δεδομένων

Η ποιότητα των δεδομένων, η αξιοπιστία τους, η διαθεσιμότητά τους είναι βασικά συστατικά για την περαιτέρω επεξεργασία τους και χρήση τους για την εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Η ποιότητα των δεδομένων προϋποθέτει την προεπεξεργασία τους, και αυτό αποτελεί ίσως το σημαντικότερο βήμα για την ανακάλυψη γνώσης σε βάσεις δεδομένων. Οι ελλιπείς τιμές, οι ακραίες τιμές (outliers), οι ασυνέπειες στα δεδομένα, είναι κοινά προβλήματα στη συλλογή δεδομένων. Οι ελλιπείς τιμές συμβαίνουν όταν δεν υπάρχουν τιμές για ορισμένα από τα χαρακτηριστικά που μετρούνται. Αυτό μπορεί να συμβαίνει εξαιτίας της δυσλειτουργίας του εξοπλισμού, των ασυνεπειών σε άλλα καταγεγραμμένα δεδομένα που μπορεί να οδήγησαν στη διαγραφή τους ή στη μη καταχώρησή τους. Ακραίες τιμές μπορούν να προκύψουν επίσης εξαιτίας προβλημάτων στον εξοπλισμό των μετρήσεων. Ασυνέπεια στα δεδομένα προκύπτει όταν τα δεδομένα από διαφορετικές πηγές δεν είναι τα ίδια. Διαφορετικές μονάδες μέτρησης, διαφορετικός τρόπος αναπαράστασης, αλλαγές και διορθώσεις σε δεδομένα μόνο μίας πηγής μπορούν να οδηγήσουν σε ασυνέπεια. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι περισσότεροι επιστήμονες που ασχολούνται με δεδομένα περνούν το 75%-80% καθαρίζοντας τα δεδομένα, ώστε η οποιαδήποτε ανάλυση να οδηγήσει σε αξιόπιστα αποτελέσματα/πληροφορίες.

Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, η ποιότητα των δεδομένων είναι εξαιρετικά σημαντική. Οι βασικότεροι παράγοντες που αποτελούν ρίσκο για την ποιότητα είναι οι διακοπές στο δίκτυο, ή και η αστοχία ή δυσλειτουργία των συστημάτων. Ακόμα, η χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων είναι μία σημαντική πηγή λαθών. Ταυτόχρονα, δεν είναι αμελητέα η δυσκολία που παρουσιάζεται λόγω των πολλών διαφορετικών πηγών, και η ενοποίηση των δεδομένων από πολλές πηγές αποτελεί μία τεράστια πρόκληση όχι μόνο για τη ναυτιλία, αλλά για όλους τους κλάδους.

4.2.2. Ενοποίηση δεδομένων

Η ενοποίηση των δεδομένων έχει ως στόχο τον συνδυασμό δεδομένων από πολλαπλές πηγές σε έναν μόνο προορισμό. Το μεγαλύτερο όφελος της ενοποίησης είναι ότι δημιουργεί μία ολοκληρωμένη εικόνα για τις πηγές.

Στη ναυτιλία, η ενοποίηση των δεδομένων μεταξύ αισθητήρων είναι απαραίτητη, μιας και είναι ένας τρόπος να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν τυφλά σημεία και ότι η ανίχνευση μικρών αντικειμένων είναι εφικτή. Επίσης, ενώ ορισμένοι από τους πιο

ώριμους αισθητήρες (όπως το GNSS και το AIS) έχουν καθιερωμένα πρότυπα δεδομένων, άλλοι τύποι αισθητήρων εξακολουθούν να προσαρμόζονται, με αποτέλεσμα τα πρότυπα να μην είναι και τόσο καθορισμένα. Μία ακόμα παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη σε αυτό το σημείο είναι και η συχνότητα των δεδομένων. Χρειάζεται να εξασφαλιστεί ότι αυτή είναι καλή, ώστε να δίνει πλήρη εικόνα της κατάστασης ώστε να είναι δυνατή η λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Αυτό ειδικά είναι απαραίτητο για παράδειγμα σε οποιαδήποτε αυτόνομη λύση αναλύθηκε στην ενότητα 3.4. Επίσης είναι σημαντικό οποιοδήποτε νέο σύστημα αναπτύσσεται για συλλογή δεδομένων να έχει συμβατότητα με άλλα συστήματα, ώστε να μειώνονται οι πηγές δεδομένων, ή και η επεξεργασία των δεδομένων προκειμένου να γίνουν συμβατά όπου αυτό είναι εφικτό.

Τα κράτη μέλη του IMO προσπαθούν να μοιραστούν μια ενοποιημένη μορφή δεδομένων, μία κοινή δομή, που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στην ηλεκτρονική πλοήγηση. Σύμφωνα με το SIP (IMO, 2014), αναμένεται ότι οι πάροχοι δεδομένων υιοθετούν 'αναγνωρισμένα πρότυπα δεδομένων του IMO όπως το S-100 του IHO'. Το S-100 είναι ένα πρότυπο υδρογραφικών δεδομένων που συμμορφώνεται με τα πρότυπα που ορίζει ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) και ο IMO το υιοθέτησε ως ενοποιημένη μορφή 72 για ηλεκτρονική πλοήγηση (31).

4.2.3 Διαθέσιμος εξοπλισμός

Τέλος, είναι προφανές ότι επειδή τα δεδομένα αποθηκεύονται, επεξεργάζονται και αναλύονται μέσω εργαλείων, είναι επιτακτική ανάγκη να εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα ισχυρών εργαλείων. Με άλλα λόγια, η απόδοση ή ακόμα και η επίτευξη της χρήσης μεγάλων δεδομένων εξαρτάται άμεσα από την ικανότητα των σχετικών εργαλείων. Ο όγκος των δεδομένων που γεννούνται στη ναυτιλία είναι τεράστιος. Από δεδομένα αισθητήρων και πλοήγησης, μέχρι δεδομένα για τα φορτία και τον καιρό, και η αποθήκευσή τους μπορεί να εξαντλήσει υπάρχοντες χώρους αποθήκευσης, το οποίο είναι κοστοβόρο. Αυτό αντιμετωπίζεται σήμερα με την αποθήκευση σε πλατφόρμες cloud. Επίσης, το γεγονός ότι τα δεδομένα έρχονται σε διαφορετικές μορφές Η δημιουργία ενιαίων προτύπων δεδομένων είναι απαραίτητη ώστε να απλοποιηθούν οι

προσπάθειες ενοποίησης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι θα πρέπει να ώστε να υπάρχει ένα τυποποιημένο σύστημα ανταλλαγής πληροφοριών στους αισθητήρες και στα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Η σχέση μεταξύ εργαλείων και καινοτομίας είναι αναλογική: όσο καλύτερο το εργαλείο, τόσο περισσότερη καινοτομία. Η κάθε εταιρεία αναπτύσσει ή επενδύει στην ανάπτυξη του σχετικού εξοπλισμού και την τεχνολογία με βάση τις αρχές του ανταγωνισμού στην αγορά.

4.3 Προκλήσεις σχετικές με την ασφάλεια

4.3.1 Εισαγωγή

Η ασφάλεια γύρω από τη χρήση δεδομένων είναι ένα από τα μεγαλύτερα ζητήματα για οποιαδήποτε βιομηχανία χρησιμοποιεί προηγμένη τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών, γιατί εξασφαλίζει προστασία από κυβερνοεπιθέσεις. Για τα πλοία, παραφράζοντας τις λέξεις ενός παλαιού γνωμικού, θα μπορούσε κανείς να πει με βεβαιότητα ότι: «Τα πλοία σήμερα εντάσσονται σε δύο κατηγορίες: τα πλοία που έχουν δεχτεί κυβερνοεπίθεση και τα πλοία που θα δεχτούν κυβερνοεπίθεση». (32)

Η κυβερνοασφάλεια είναι υψίστης σημασίας στη ναυτιλία. Η οποιαδήποτε έλλειψη κατάλληλων και αποτελεσματικών μέτρων, πλαισίου και κανονισμών μπορεί να έχει συνέπειες τόσο στο πλοίο, όσο και στο περιβάλλον και στους ανθρώπους.

Παραδείγματα περιστατικών που έχουν αντίκτυπο στην ασφάλεια είναι:

- Η χωρίς πρόθεση δυσλειτουργία ή αστοχία ενός συστήματος.
- Η απώλεια δεδομένων, που είναι κρίσιμα για τη λειτουργία του πλοίου, όπως για παράδειγμα δεδομένα από το GPS.
- Ένα περιστατικό ασφάλειας στον κυβερνοχώρο που επηρέασε τη διαθεσιμότητα και την ακεραιότητα της τεχνολογίας αυτοματισμών, για παράδειγμα διαφθορά των δεδομένων στο ECDIS.
- Η αλληλεπίδραση του πληρώματος με προσπάθειες phishing, που είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος επίθεσης και θα μπορούσε να οδηγήσει στην απώλεια

δεδομένων αλλά και στην εισαγωγή κακόβουλου λογισμικού σε συστήματα του πλοίου.



4.3.2 Απειλές

Οι απειλές μπορεί να προκύψουν από οργανισμούς ή και ανθρώπους, και κάποια παραδείγματα είναι:

- Ατυχήματα, στα οποία δεν υπάρχει κακοπροαίρετο κίνητρο, αλλά εξακολουθούν να είναι ικανά να προκαλέσουν κακό λόγω ελλιπούς γνώσης/άγνοιας, ή φροντίδας για παράδειγμα
- Ακτιβιστές, που στο όνομα της προστασίας του περιβάλλοντος, και με κίνητρο την εκδίκηση, ή την ζημιά στη φήμη μιας ναυτιλιακής εταιρείας, ή ακόμα και την προσοχή των μέσων ενημέρωσης μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη διακοπή στις λειτουργίες ενός πλοίου.
- Εγκληματίες, με κίνητρα καθαρά οικονομικά, ή βιομηχανικής ή και εμπορικής κατασκοπείας
- Τρομοκράτες, ή και κράτη που χορηγούν οργανισμούς, με κίνητρα οικονομικά, κατασκοπείας, πολιτικά/ιδεολογικά οφέλη. (33)

Η απειλή κυβερνοεπιθέσεων είναι ορατή. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι οι κυβερνοεπιθέσεις μπορεί να είναι στοχευμένες, ή μη στοχευμένες. Στοχευμένες επιθέσεις είναι αυτές στις οποίες μία εταιρεία ή τα συστήματα ενός πλοίου και τα δεδομένα του είναι ο επιδιωκόμενος στόχος, ή ένας από τους πολλαπλούς στόχους. Στις στοχευμένες επιθέσεις χρησιμοποιούνται εργαλεία και τεχνικές που έχουν δημιουργηθεί ειδικά για αυτό το σκοπό. Μία τέτοια τεχνική είναι η μέθοδος phishing. Μη στοχευμένες είναι αυτές στις οποίες μία εταιρεία ή τα συστήματα ενός πλοίου και τα δεδομένα του είναι ένας πιθανός στόχος και χρησιμοποιούν εργαλεία και τεχνικές διαθέσιμες στο διαδίκτυο, όπως το κακόβουλο λογισμικό.

4.3.3 Επιπτώσεις

Οι επιπτώσεις μη επαρκών μέτρων για την ασφάλεια μπορεί να είναι μεγάλες. Η οποιαδήποτε αστοχία ενός συστήματος, το ανθρώπινο λάθος, προβλήματα με κάποιον πάροχο, ή κυβερνοεπιθέσεις μπορούν να οδηγήσουν σε απρογραμματίστη διακοπή της λειτουργίας των συστημάτων, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος για απώλεια δεδομένων, ο οποίος πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Η ακεραιότητα των δεδομένων πρέπει να εξασφαλίζεται σε κάθε περίπτωση επίσης, και οποιαδήποτε απόπειρα παραποίησης τους θα πρέπει να μην είναι εφικτή. Μια τέτοια διακοπή ή παραποίηση μπορεί να προκαλέσει απόκλιση της πορείας του πλοίου για παράδειγμα, οδηγώντας σε μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου, σε κινδύνους για την ασφάλεια, ατυχήματα και οικονομικές απώλειες.

Οι επικοινωνίες μέσω προηγμένων συστημάτων είναι ευάλωτες σε παρεμβολές (σήματος) και υποκλοπές. Έτσι, σε περίπτωση τέτοιων συμβάντων, μπορούν να υποκλαπούν ευαίσθητες επικοινωνίες οι οποίες θα μπορούσαν να διακόψουν ζωτικές επικοινωνίες σε περίπτωση εκτάκτων αναγκών για παράδειγμα.

Στην εφοδιαστική αλυσίδα υπάρχει επίσης αυξημένος κίνδυνος κυβερνοεπιθέσεων, ειδικά αφού πλέον οι cloud πλατφόρμες και τα δίκτυα IoT και οι συνδεδεμένες σε αυτά συσκευές χρησιμοποιούνται ευρύτατα. Κυβερνοεπιθέσεις και παραβιάσεις δεδομένων μπορούν να οδηγήσουν σε κλοπές φορτίων και οικονομικές απώλειες.

Τέλος, έλλειψη ευαισθητοποίησης και γνώσης για την κυβερνοασφάλεια, λόγω έλλειψης κατάλληλης εκπαίδευσης, μπορεί να οδηγήσει σε ευαλωτότητα στην ασφάλεια. Το προσωπικό μπορεί να εμπλακεί σε μη ασφαλείς πρακτικές ή να μην αναγνωρίσει και να ανταποκριθεί αποτελεσματικά σε απειλές στον κυβερνοχώρο.

4.3.4 Κανονιστικά πλαίσια για τις κυβερνοεπιθέσεις

Ο IMO, τον Ιούνιο του 2017 εξέδωσε οδηγίες για τη Διαχείριση Διακινδύνευσης στον Κυβερνοχώρο στα Συστήματα Διαχείρισης Ασφάλειας για τη Ναυτιλία (Maritime Cyber Risk Management in Safety Management Systems). Αυτές οι οδηγίες αποτελούν μέρος του υποχρεωτικού κανονιστικού πλαισίου για τη ναυτιλιακή βιομηχανία σε συνδυασμό με τις οδηγίες του IMO για τη διαχείριση της διακινδύνευσης στον

κυβερνοχώρο IMO Guidelines on Maritime Cyber Risk Management MSC-FAL.1/Circ.3. Αυτό τέθηκε σε ισχύ τον Ιανουάριο του 2021 ως μέρος του υποχρεωτικού Διεθνούς Κώδικα Διαχείρισης Ασφάλειας – International Safety Management Code (Resolution A.741(18)).

Ο IMO αναγνωρίζει ότι η διαχείριση κινδύνων είναι θεμελιώδους σημασίας για ασφαλείς ναυτικές δραστηριότητες. Η μεγαλύτερη εξάρτηση από την ψηφιοποίηση, τον αυτοματισμό και τα συστήματα που βασίζονται στο δίκτυο έχει δημιουργήσει μια αυξανόμενη ανάγκη για διαχείριση κινδύνων στον κυβερνοχώρο στη ναυτιλιακή βιομηχανία.

Οι οδηγίες του IMO προτείνουν μία «προσέγγιση διαχείρισης της διακινδύνευσης για τους κινδύνους στον κυβερνοχώρο η οποία να είναι ανθεκτική και να εξελίσσεται ως φυσική επέκταση των υπαρχόντων διαχειριστικών πρακτικών ασφάλειας». Επίσης, προτείνονται ενδεικτικά και χωρίς να υπάρχει περιορισμός μόνο σε αυτές, κάποιες πρόσθετες οδηγίες και πρότυπα, όπως:

- Οι οδηγίες για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο για τα πλοία που έχουν συγγραφεί και υποστηρίζονται από τους διεθνείς εμβέλειας οργανισμούς της ναυτιλίας ICS, IUMI, BIMCO, OCIMF, INTERTANKO, INTERCARGO, InterManager, WSC και SYBAS.
- Το πρότυπο ISO / IEC 27001 για την τεχνολογία πληροφοριών - Τεχνικές ασφάλειας - Συστήματα διαχείρισης ασφάλειας πληροφοριών - Απαιτήσεις. Εκδίδεται από κοινού από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) και τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC).
- Το πλαίσιο του Εθνικού Ινστιτούτου Προτύπων και Τεχνολογίας των Ηνωμένων Πολιτειών για τη βελτίωση της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο των υποδομών ζωτικής σημασίας (πλαίσιο NIST).
- Την ενοποιημένη σύσταση του IACS για την ανθεκτικότητα στον κυβερνοχώρο.
- Κατευθυντήριες γραμμές της IAPH για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο για λιμένες και λιμενικές εγκαταστάσεις. (34)

Ακόμη, στις οδηγίες του ΙΜΟ γίνεται αναφορά σε συστήματα εν δυνάμει ευάλωτα σε κινδύνους του κυβερνοχώρου. Αυτά τα συστήματα είναι:

- Συστήματα γέφυρας
- Συστήματα διακίνησης και διαχείρισης φορτίου
- Συστήματα προώσεως και διαχείρισης μηχανών και συστήματα ελέγχου ισχύος
- Συστήματα ελέγχου πρόσβασης
- Συστήματα εξυπηρέτησης και διαχείρισης επιβατών
- Δημόσια δίκτυα που απευθύνονται σε επιβάτες
- Διοικητικά συστήματα και συστήματα ευημερίας των πληρωμάτων
- Συστήματα επικοινωνίας.

Τα τρωτά σημεία στα παραπάνω συστήματα μπορεί να είναι απόρροιες κακού σχεδιασμού, συντήρησης, ή και σφαλμάτων στην πειθαρχία στον κυβερνοχώρο. Μεγάλες επιπτώσεις στην ασφάλεια μπορούν να υπάρξουν όταν τα τρωτά σημεία διακυβεύουν κρίσιμα συστήματα του πλοίου, όπως είναι το σύστημα πρόωσης.

Τέλος, ο ΙΜΟ παρέχει κάποιες συστάσεις σχετικά με τη σωστή προσέγγιση εφαρμογής ενός συστήματος διαχείρισης κυβερνο-ρίσκων, περιλαμβάνοντας πέντε διαδοχικά στάδια:

- Προσδιορισμός: Καθορισμός ρόλων και ευθυνών του προσωπικού για τη διαχείριση κινδύνων στον κυβερνοχώρο και προσδιορισμός των συστημάτων, των δεδομένων και των δυνατοτήτων τους που, όταν διαταράσσονται, ενέχουν κινδύνους για τις λειτουργίες των πλοίων.
- Προστασία: Εφαρμογή διαδικασιών και μέτρων ελέγχου κινδύνων, καθώς και σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης για την προστασία από συμβάν στον κυβερνοχώρο και τη διασφάλιση της συνέχειας των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων.
- Εντοπισμός: Ανάπτυξη και εφαρμογή δραστηριοτήτων απαραίτητων για τον έγκαιρο εντοπισμό ενός συμβάντος στον κυβερνοχώρο.
- Ανταπόκριση: Ανάπτυξη και εφαρμογή δραστηριοτήτων και σχεδίων για την παροχή ανθεκτικότητας και την αποκατάσταση των συστημάτων που είναι

απαραίτητα για ναυτιλιακές λειτουργίες ή υπηρεσίες που έχουν υποστεί βλάβη λόγω συμβάντος στον κυβερνοχώρο.

- Ανάκτηση: Προσδιορισμός μέτρων για τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και την αποκατάσταση των συστημάτων στον κυβερνοχώρο που είναι απαραίτητα για ναυτιλιακές δραστηριότητες που επηρεάζονται από συμβάν στον κυβερνοχώρο.(34)

Όλα τα πλαίσια που αναφέρθηκαν έχουν κοινά σημεία και διαφορές. Για παράδειγμα στις οδηγίες για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο για τα πλοία της BIMCO, στα παραρτήματα γίνεται σαφής αναφορά στα συστήματα, τον εξοπλισμό, των τεχνολογιών και των δεδομένων επί του πλοίου που θα μπορούσαν ενδεχομένως να είναι ευάλωτα σε κινδύνους στον κυβερνοχώρο, όπως και τα ελάχιστα μέτρα που πρέπει όλες οι εταιρείες να εξετάσουν να εφαρμόζουν, προκειμένου να αντιμετωπίσουν τη περιστατικά κυβερνοεπιθέσεων. Αυτή η προσέγγιση είναι κοινή και για τα δύο πλαίσια, και επί της ουσίας το ένα καλύπτει το άλλο. Μία βασική διαφορά μεταξύ της έκθεσης της BIMCO και του ISO / IEC 27001 είναι ότι η πρώτη έχει μία προσέγγιση η οποία είναι προσαρμοσμένη στη ναυτιλία, ενώ η δεύτερη προσέγγιση είναι πιο γενική και αφορά όλους τους κλάδους.

Η ναυτιλιακές εταιρείες καλούνται και πρέπει να λάβουν μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστούν σε περίπτωση κυβερνοεπιθέσεων. Και τα κανονιστικά πλαίσια θέτουν αυτές τις βάσεις.

4.4 Προκλήσεις σχετικές με τους ανθρώπινους πόρους

Μία άλλη πρόκληση για τη χρήση Μεγάλων Δεδομένων αποτελεί η εύρεση ατόμων με μεγάλη κατάρτιση σε συστήματα βάσεων δεδομένων, υπολογιστές, μαθηματικά, ανάλυση, στατιστική, μοντελοποίηση σε συνδυασμό με γνώσεις για τις δραστηριότητες των πλοίων και των λιμένων.

Αυτό που είναι απαραίτητο είναι να εξασφαλιστεί ποιοτικά και ποσοτικά το ανθρώπινο δυναμικό που θα μπορεί να αναπτύξει τις εφαρμογές των Μεγάλων Δεδομένων στη ναυτιλία. Σύμφωνα με μία έκθεση του McKinsey, αναμένεται μία έλλειψη 250,000 data scientists μέχρι το 2024. Μία άλλη καθόλου αμελητέα παράμετρος είναι ότι ο τομέας

της τεχνολογίας συνεχώς εξελίσσεται, και αυτό δημιουργεί αυτόματα την ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση και εκπαίδευση σε νέες τεχνολογίες.

Ένας τρόπος να αντιμετωπιστεί αυτή η πρόκληση είναι η συνεργασία πανεπιστημίων και ιδιωτικού τομέα ώστε να επιτραπεί η ανάπτυξη και η εφαρμογή λύσεων που βασίζονται σε Μεγάλα Δεδομένα.

4.5 Διακυβέρνηση δεδομένων

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή επιτροπή, η διακυβέρνηση των δεδομένων αναφέρεται σε ένα σύνολο κανόνων και μέσων για τη χρήση των δεδομένων, για παράδειγμα μέσω μηχανισμών, συμφωνιών και τεχνικών προτύπων κοινοχρησίας. Συνεπάγεται δομές και διαδικασίες για την ασφαλή κοινή χρήση δεδομένων, μεταξύ άλλων μέσω έμπιστων τρίτων μερών. Η διακυβέρνηση των δεδομένων βοηθά όλους τους οργανισμούς να χρησιμοποιούν τα δεδομένα με αρχές υπευθυνότητας και διαφάνειας.

Πολλά ερωτήματα εγείρονται σχετικά με αυτό το ζήτημα. Ο πλήρης σεβασμός της ιδιωτικής ζωής και της εμπιστευτικότητας, η ιδιοκτησία των δεδομένων και τα δικαιώματα των χρηστών των δεδομένων είναι βασικές, όπως και το μονοπώλιο που τα δύο τελευταία συνεπάγονται, είναι παράμετροι που θα εξεταστούν σε αυτή την ενότητα.

Η προστασία της ιδιωτικής ζωής είναι ένα κομμάτι των δεδομένων που θα πρέπει να έχει διαφορετική διαχείριση και να προστατεύεται κατάλληλα. Για παράδειγμα, οι προσωπικές επικοινωνίες στη γέφυρα του πλοίου παράγει δεδομένα, αφού καταγράφεται, ωστόσο θα πρέπει να είναι απόρρητα και να μη δίνεται πρόσβαση σε κανέναν.

Ακριβώς επειδή στη ναυτιλία υπάρχουν διαφορετικά είδη δεδομένων, στις περισσότερες περιπτώσεις σημαίνει ότι τα ενδιαφερόμενα μέρη που έχουν τα δικαιώματα ιδιοκτησίας είναι επίσης διαφορετικά. Για παράδειγμα, πλοιοκτήτες που χρησιμοποιούν Μεγάλα Δεδομένα για να εξάγουν αποτελέσματα για το πώς και με ποια κατανάλωση καυσίμου θα κρατηθεί χαμηλά το κόστος, ή ακόμα και το πώς τα χρονοδιαγράμματά τους θα ταιριάζουν με τις γραμμές εφοδιασμού θεωρούνται κάτοχοι

των δεδομένων. Το ζήτημα προκύπτει όταν υπηρεσίες τρίτων εμπλέκονται προκειμένου να γίνει ανάλυση των δεδομένων. Η απουσία κανονισμών και σχετικά με τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και η αδυναμία εξασφάλισης πρόσβασης σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη είναι ένα πρόβλημα το οποίο θα πρέπει να λυθεί. Η ύπαρξη και ανάπτυξη τέτοιων κανονισμών έχει και μία άλλη διάσταση· η απουσία κανόνων μπορεί να σταθεί εμπόδιο στην ανταλλαγή δεδομένων λόγω του φόβου που δημιουργείται εξαιτίας της ροής πληροφοριών που μπορεί να αποκαλύπτουν επιχειρηματικές πληροφορίες και ευκαιρίες, και που θα μπορούσε να οδηγήσει σε απώλεια κερδών και ευκαιριών.

Ωστόσο, με την ανάπτυξη κανόνων διακυβέρνησης, θα διασφαλιστεί πρόσβαση σε όλους του εμπλεκόμενους, ενώ ταυτόχρονα θα διευκρινιστούν οι ρόλοι (ιδιοκτήτες δεδομένων κλπ.) και οι ευθύνες, θα αναπτυχθούν μέθοδοι ελέγχου της ποιότητας, και θα δίνεται η δυνατότητα για επαναξιολόγηση και επαναπροσδιορισμό των κανόνων για τη βελτιστοποίησή τους.

Συμπερασματικά, η διακυβέρνηση των δεδομένων είναι πολύ σημαντική για οποιαδήποτε ναυτιλιακή εταιρεία που θέλει να είναι καθοδηγούμενη και να παίρνει αποφάσεις με τη χρήση δεδομένων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εν λόγω εργασία παρουσίασε τις διάφορες καινοτόμες ψηφιακές τεχνολογίες που βασίζονται σε ανάλυση Μεγάλων Δεδομένων, όπως επίσης και τις προκλήσεις που αυτές φέρουν συνολικά στη Ναυτιλία, περιλαμβανομένων των πλοίων και των λιμανιών. Αναμφισβήτητα η χρήση Μεγάλων Δεδομένων και καινοτόμων τεχνολογιών στη Ναυτιλία έχει ανοίξει και θα εξακολουθεί να ανοίγει μεγάλες ευκαιρίες. Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται, και οι ορίζοντες συνεχώς διευρύνονται. Οι στόχοι για τη μείωση των ρύπων και την προστασία του περιβάλλοντος, για τη μείωση του κόστους, τη βελτιστοποίηση της απόδοσης τόσο των πλοίων, όσο και των λιμανιών και των χειρισμών στα λιμάνια, και η ασφάλεια είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι με τις εφαρμογές της ψηφιοποίησης, της τεχνητής νοημοσύνης και της ανάλυσης δεδομένων.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μία επισκόπηση των διάφορων εφαρμογών. Η ναυτιλία παράγει έναν πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων, που προέρχεται από διάφορες πηγές. Το πρώτο που γίνεται αντιληπτό από όλες τις εφαρμογές είναι πως τα μεγάλα δεδομένα, σε όλες τις εκφάνσεις τους και τις εφαρμογές τους, κατά βάση πετυχαίνουν το ίδιο τετράπτυχο: βελτιστοποίηση της απόδοσης (είτε πλοίου, είτε λιμένα), μείωση του κόστους, περιβαλλοντική βιωσιμότητα, ασφάλεια. Αυτές οι τέσσερις συνιστώσες αποτελούν τη βάση των κυριότερων εφαρμογών που αναλύθηκαν σε αυτή τη διατριβή. Δεδομένα από συστήματα πλοήγησης, δρομολόγησης καιρού και αισθητήρες επί των πλοίων για παράδειγμα, επιτρέπουν την σε πραγματικό χρόνο λήψη αποφάσεων για την επιλογή της βέλτιστης διαδρομής για το πλοίο, ώστε να επιτευχθούν ταυτόχρονα η βέλτιστη κατανάλωση καυσίμων, που θα οδηγήσει σε χαμηλές εκπομπές, ενώ ταυτόχρονα θα υπάρξει η βέλτιστη απόδοση του πλοίου και θα επιτευχθεί η μέγιστη ασφάλεια, με την αποφυγή επικίνδυνων θαλάσσιων διαδρομών. Η ανίχνευση ανωμαλιών καθιστά δυνατό τον εντοπισμό ζητημάτων σε πραγματικό χρόνο, ώστε να μπορούν να επιλυθούν το συντομότερο δυνατό.

Επίσης, σε έναν κόσμο που βρίσκεται μπροστά σε μία νέα κρίση, αυτή της κλιματικής αλλαγής, γίνεται επιτακτική ανάγκη η ναυτιλία να λάβει ενεργό δράση. Η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και αερίων θερμοκηπίου αποτελεί πλέον στρατηγικό στόχο, με τον Διεθνή Οργανισμό, να θέτει στόχο μείωσης κατά 50% μέχρι το 2050

συγκριτικά με το 2008. Τα έξυπνα πλοία θα οδηγήσουν αυτήν την στρατηγική, με την αξιοποίηση όλων των δεδομένων που αυτά παράγουν και συγκεντρώνουν, ώστε να γίνεται η βέλτιστη κατανάλωση καυσίμων. Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη ενός πράσινου και έξυπνου λιμένα αντιπροσωπεύει μία αναπόφευκτη τάση για τους μελλοντικούς λιμένες. Η τεχνητή νοημοσύνη, σε συνδυασμό με όλο το περιβάλλον των Μεγάλων Δεδομένων συμβάλλουν στην αντιμετώπιση ζητημάτων βιωσιμότητας των λιμένων. Η τεχνολογία Digital Twin απολαμβάνει σήμερα ευρείες εφαρμογές σε τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων. Συνδυασμός Digital Twin και τεχνητής νοημοσύνης μπορούν και βοηθούν τους χειριστές να κάνουν εξυπνότερες, ταχύτερες και ακριβέστερες προβλέψεις για τα τερματικά, με αποτέλεσμα και την καλύτερη απόδοση των λειτουργιών του λιμένα, και την μείωση του κόστους, και την ασφάλεια αλλά και την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μία ανάλυση όλων των προκλήσεων που η ναυτιλία καλείται να αντιμετωπίσει με την είσοδο των Μεγάλων Δεδομένων στον κλάδο. Οι πολλές και διαφορετικές πηγές δεδομένων δημιουργούν την ανάγκη για εξασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων, όπως επίσης και την καθιέρωση προτύπων ώστε να διασφαλίζεται η αξιοποίησή τους με τρόπο που μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα. Γίνεται επίσης σαφές ότι χρειάζεται εξοπλισμός κατάλληλος τόσο για την αποθήκευση, όσο και για την επεξεργασία των δεδομένων, ενώ η κατάλληλη εξειδίκευση του προσωπικού είναι άμεσα συνδεδεμένη και με τις εφαρμογές ως έχουν, αλλά και με την ανάγκη για γρήγορη προσαρμοστικότητα και ευελιξία στις νέες τεχνολογίες που συνεχώς αναδύονται. Καθόλου αμελητέα δεν είναι η πρόκληση που προκύπτει γύρω από την ασφάλεια και τις κυβερνοεπιθέσεις, και η προστασία από τέτοια συμβάντα είναι πολύ μεγάλης σημασίας ώστε να μην υπάρχουν συνέπειες σε πλοίο, ανθρώπους, λιμάνι και περιβάλλον.

Συνολικά, ο ναυτιλιακός κλάδος, που κάποτε προέβαλε αντίσταση σε καινοτόμες τεχνολογίες και ιδέες, παραμένοντας πιστός σε παραδοσιακές μεθόδους, τώρα αγκαλιάζει την ψηφιακή εποχή. Η υιοθέτηση των τεχνολογιών Μεγάλων Δεδομένων, εγκαινίασε μια νέα εποχή αποτελεσματικότητας, ασφάλειας, βιωσιμότητας και ανταγωνιστικότητας. Η μετασχηματιστική δύναμη των Μεγάλων Δεδομένων στον ναυτιλιακό τομέα και τη ναυτιλιακή βιομηχανία αναδιαμορφώνει αυτούς τους κλάδους, καθιστώντας τους πιο αποτελεσματικούς, βιώσιμους και ανταγωνιστικούς. Ενώ

παραμένουν οι προκλήσεις, η δέσμευση του κλάδου στην καινοτομία και την προσαρμογή προμηνύει καλά το μέλλον του. Η εξερεύνηση των εφαρμογών των Μεγάλων Δεδομένων είναι παραπάνω από απλά μια τεχνολογική προσπάθεια, αλλά μια στρατηγική επιταγή που θα καθορίσει την επιτυχία του κλάδου τις επόμενες δεκαετίες.

Βιβλιογραφία-Πηγές

1. Chris Snijders, Uwe Matzat, Ulf-Dietrich Reips (2012). “Big Data”: Big Gaps of Knowledge in the Field of Internet Science
2. Gil Press (2013). A Very Short History of Big Data
<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data/>
3. Michael Cox, David Ellsworth (1997). Application-Controlled Demand Paging for Out-of-Core Visualization
4. NASA, IT Talk (July-September 2018). The Big Data Wave
5. United Nations Conference on Trade and Development. Review of Maritime Transport 2019.
https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2019ch1_en.pdf
6. Manyika J., Chui M, Brown B., Bughin J., Dobbs R., Roxburgh C., and Hung Byers A, “Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity,” McKinsey Glob. Inst., no. May, 2011.
7. Zainal, N.Z.B. Hussin, H. and Nazri M.N.M., “Big data initiatives by governments - Issues and challenges: A review,” Proc. - 6th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Muslim World, ICT4M 2016, pp. 304– 309, 2017.
8. Quintero, D. “IBM Software Defined Infrastructure for Big Data Analytics Workloads.” 2015.
9. Koga, S. (2015) Major challenges and solutions for utilizing big data in the maritime industry. "Major challenges and solutions for utilizing big data in the maritime " by Sadaharu Koga (wmu.se)
10. Ναυτικά ηλεκτρονικά όργανα και συστήματα ηλεκτρονικού χάρτη ECDIS, Β΄ Έκδοση, των Α. Παλληκάρη κ.ά., Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα 2018, σσ. 148-151.
11. Trelleborg Marine Systems (2018) Use of big data in the maritime industry.
https://www.patersonsimons.com/wpcontent/uploads/2018/06/TMS_SmartPort_InsightBee_Report-toGUIDE_01.02.18.pdf
12. <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1139627/Shipping-emissions-rise-49-in->

- [2021#:~:text=In%202021%2C%20833m%20tonnes%20of,3%25%20of%20the%20world's%20emissions.](#)
13. IMO-GloMEEP Global Industry Alliance to Support Low Carbon Shipping (GIA), White Paper on the Validation of the Performance of Energy Efficiency Technologies for ships
 14. Richard Clayton, Mid-life ships will struggle to comply with CII targets, April 2022
 15. https://www.inmarsat.com/content/dam/inmarsat/corporate/documents/maritime/insights/Inmarsat_Thetius_Digital_Decarbonisation_Report_2022.pdf.gc.pdf
 16. <https://kpmg.com/gr/en/home/insights/2021/02/digital-transformation-shipping-industry-papageorgiou.html>
 17. [Neural Network Approach for Predicting Ship Speed and Fuel Consumption \(2021\)](#), Lucia Moreira, Roberto Vettor, Carlos Guedes Soares
 18. <https://thetack.technology/wallenius-wilhelmsen-deepsea-shipping-ai-cargo/>
 19. <https://www.deepsea.ai/wallenius-webinar/>
 20. E-NAVIGATION STRATEGY IMPLEMENTATION PLAN – UPDATE 1, IMO 2018
 21. <https://www.iala-aism.org/technical/planning-reporting-testbeds-maritime-domain/completed-testbeds/>
 22. ADOPTION OF THE REVISED PERFORMANCE STANDARDS FOR ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEMS (ECDIS), RESOLUTION MSC.232(82)
 23. ΝΑΥΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ. ECDIS. ΠΑΛΛΗΚΑΡΗ Η. ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ, ΚΑΤΣΟΥΛΗ Θ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ, ΔΑΛΑΚΛΗ Α. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ
 24. The future of Smart Autonomy is here, Wärtsilä white paper
 25. ANNUAL OVERVIEW OF MARINE CASUALTIES AND INCIDENTS 2022, EMSA
 26. European Maritime Safety Report 2022, EMSA
 27. Schiaretto, M., Chen, L., & Negenborn, R. R. (2017). Survey on autonomous surface vessels: Part i - a new detailed definition of autonomy levels. In: Bektaş T., Coniglio S., Martinez-Sykora A., Voß S. (eds) Computational Logistics. ICCL 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10572. Springer, Cham.

28. Van Cappelle, L., Chen, L., & Negenborn, R. (2018). Survey on ASV technology developments and readiness levels for autonomous shipping. In Proceedings of the 9th International Conference on Computational Logistics (ICCL 2018), Vietri sul Mare, Italy.
29. Martimo, P. (2017). Disruptive Innovation and Maritime Sector - Discovering smart-shipping's potential to disrupt shipping. Report Turku School of Economics.
30. Outcome of the regulatory scoping exercise for the use of maritime autonomous surface ships (MASS), MSC.1/Circ 1638, June 2021, IMO
31. Koga, S. (2015) Major challenges and solutions for utilizing big data in the maritime industry.
32. Κυβερνοασφάλεια στη Ναυτιλία: Ανάγκη και οφέλη ασκήσεων Cyberattacks, Στέφανος Σπανός, General Director, CTO & Lead Assessor of ISONIKE Ltd
33. The guidelines on cyber security onboard ships, (2021). BIMCO, Chamber of Shipping of America, Digital Containership Association, International Association of Dry Cargo Shipowners (INTERCARGO), InterManager, International Association of Independent Tanker Owners (INTERTANKO), International Chamber of Shipping (ICS), International Union of Marine Insurance (IUMI), Oil Companies International Marine Forum (OCIMF), Superyacht Builders Association (Sybass) and World Shipping Council (WSC)
34. Guidelines on maritime cyber risk management, (2022). IMO, MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.2 7 June 2022
35. The Internet of Big Things, Digital Twins at Work in Maritime and Energy, February 2017, DNV – GL
36. Laurence, Tiana. (2019) Blockchain for dummies, 2nd ed. John Wiley & Sons, Ltd.
37. D. M. Botín-Sanabria, A.-S. Mihaita, R. E. Peimbert-García, M. A. Ramírez-Moreno, R. A. Ramírez-Mendoza, and J. d. J. LozoyaSantos, “Digital Twin Technology Challenges and Applications: A Comprehensive Review,” Remote Sensing, vol. 14, no. 6, p. 1335, Mar. 2022. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/6/1335>
38. Port of Rotterdam, “The digital port.” [Online]. Available: <https://www.portofrotterdam.com/en/to-do-port/futureland/the-digital-port>

39. Maritime and Port Authority of Singapore, “Singapore maritime institute partners stakeholders in r&d collaborations to drive maritime digitalisation and artificial intelligence,” 2022. [Online]. Available: <https://www.mpa.gov.sg/docs/mpalibraries/media-releases/press-release---singapore-ma>
40. H. Li, C. Zhou, B. K. Lee, L. H. Lee, E. P. Chew, and R. S. M. Goh, “Capacity planning for mega container terminals with multi-objective and multi-fidelity simulation optimization,” 2017
41. Z. Chenhao, “Digital Twinning And Capacity Planning - Next Generation Ports,” Tech. Rep., 2018. [Online]. Available: https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/05/25185129/ZHOU_SINGAPORE.pdf
42. D. Agrawal, “Challenges and Opportunities with Big Data 2011-1,” Proceedings of the VLDB Endowment, vol. 5, 2011
43. Yi Ding, Zhichao Zhang, Kaimin Chen ,Haoyi Ding, Stefan Voss, Leonard Heilig, Yue Chen, and Xiazhong Chen, “Real-Time Monitoring and Optimal Resource Allocation for Automated Container Terminals: A Digital Twin Application at the Yangshan Port”, 2023
44. Jihong Chen, Tiancun Huang, Xiaoke Xie, Paul Tae-Woo Lee, Chengying Hua, "Constructing Governance Framework of a Green and Smart Port", March 2019 Journal of Marine Science and Engineering 7(4)
45. International Maritime Bureau, Piracy and Armed Robbery against Ships Report for the period 1 January – 31 December 2022. Available: <https://www.icccs.org/reports/2022%20Annual%20IMB%20Piracy%20and%20Armed%20Robbery%20Report.pdf>