



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ-ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

Αυτοματισμός στους τερματικούς σταθμούς
λιμανιών.

Τάσεις και μελλοντικές προοπτικές.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΛΕΝΗ Η. ΑΣΤΕΡΙΟΥ

ΕΠΙΣΤΗΜΗ
&
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ

Επιβλέπουσα: Δρ. Μ. ΜΠΟΙΛΕ

Αθήνα, Οκτώβριος 2019



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ-ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

**Αυτοματισμός στους τερματικούς σταθμούς
λιμανιών.**

Τάσεις και μελλοντικές προοπτικές.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΝΗ Η. ΑΣΤΕΡΙΟΥ

**ΕΠΙΣΤΗΜΗ
&
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ**

Επιβλέπουσα: Δρ. Μ. ΜΠΟΙΛΕ

Αθήνα, Οκτώβριος 2019

Copyright © ΑΣΤΕΡΙΟΥ ΕΛΕΝΗ, 2019.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αθήνα, Οκτώβριος 2019

Ευχαριστίες

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας οφείλω να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Δρ. Μαρία Μποιλέ, για την εμπιστοσύνη της στην ανάθεση της εργασίας καθώς και για την συνεχή βοήθεια και καθοδήγηση, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα –για όλο το μεταπτυχιακό πρόγραμμα-καθηγήτρια μου, Κα Βίκυ Τσουκαλά, για την εμπιστοσύνη της, την υποστήριξή της κατά τη διάρκεια αυτού του διετούς ταξιδιού και την εξαιρετική επικοινωνία που είχαμε.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον γιο μου Δημήτρη, που με στήριξε σε αυτή τη προσπάθεια αλλά και τους φίλους μου που πάντα πιστεύουν στις δυνατότητες μου και είναι συνεχώς δίπλα μου.

Με εκτίμηση,

Ελένη Η. Αστερίου

Αθήνα, Οκτώβριος, 2019

Περιεχόμενα

Ευρετήριο Πινάκων	11
Ευρετήριο Σχημάτων	11
Ευρετήριο Εικόνων.....	11
Συνοτομογραφίες.....	12
Περίληψη.....	13
Abstract	14
Εκτεταμένη Περίληψη	15
Εισαγωγή	18
2.Αυτοματοποίηση τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων στους λιμένες	20
2.1. Γενικά για τους Λιμενικούς Τερματικούς Σταθμούς Εμπορευματοκιβωτίων	20
2.1.1.Λειτουργίες του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων	23
2.2.Γενικά για την αυτοματοποίηση	25
2.3.Αυτοματοποίηση των λιμένων.....	29
2.3.1.Συνιστώσες αυτοματισμού λιμένων.....	33
2.4.Εννοια αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών.....	35
2.5.Ανάπτυξη των συστημάτων αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών.....	37
2.5.1.Αυτοματοποιημένη λειτουργία τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων.....	37
2.6.Τάσεις αυτοματοποίησης των λιμενικών τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων.	41
2.7.Μεθοδολογία αυτοματοποίησης των Λιμενικών Τερματικών Σταθμών.	46
2.8. Σύγχρονες τάσεις, εξελίξεις & τεχνολογία Block chain	48
2.8.1. Τεχνολογία Blockchain	53
2.9.Συνέπειες του αυτοματισμού στους τερματικούς σταθμούς λιμανιών.....	57
3. Μελέτη Περίπτωσης Λιμένα που εισήγαγε την Αυτοματοποίηση στους τερματικούς του σταθμούς: η περίπτωση του Ρότερνταμ	63

3.1. Ιστορική Αναδρομή	63
3.1.1. Ιστορική Αναδρομή της ανάπτυξης των τερματικών σταθμών στο λιμάνι του Ρότερνταμ.	65
3.2. Δραστηριότητες του λιμένα Ρότερνταμ	72
3.3. Συνέπειες της αυτοματοποίησης τερματικών σταθμών στο λιμάνι του Ρότερνταμ. ...	75
3.4. Πλεονεκτήματα, Μειονεκτήματα και Προκλήσεις της Αυτοματοποίησης των Λιμενικών Τερματικών Σταθμών.	79
4. Συμπεράσματα.....	86
5. Βιβλιογραφία.....	91

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Αυτοματοποιημένων Τερματικών Σταθμών.

Πίνακας 2: Προκλήσεις των Αυτοματοποιημένων Τερματικών Σταθμών

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1 : Πέντε τεχνολογικές καινοτομίες με την μεγαλύτερη επίδραση στα λιμάνια και την εφοδιαστική αλυσίδα.

Σχήμα 2 Αυτόνομα οχήματα σε λειτουργία

Σχήμα 3 : Blockchain διαδικασία διάχυσης τυπικής πληροφόρησης στην διαδικασία μεταφοράς φορτίου εντός τερματικού σταθμού.

Σχήμα 4 :Αλληλεπίδραση εφοδιαστικής αλυσίδας και αυτοματοποίησης

Σχήμα 5 :Μετριάσμος κινδύνου-ανώτατα όρια αυτοματισμού

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Λιμένας 4.0.

Εικόνα 2: Λιμάνι του Ρότερνταμ -Ολλανδία.

Εικόνα 3 :Αεροφωτογραφία του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων στη θάλασσα στο λιμάνι του Ρότερνταμ.

Εικόνα 4 : Maasvlakte II

Εικόνα 5:RWG

Συντομογραφίες

- Αυτοματοποιημένο όχημα (Automated Guided Vehicle-AGV)
- Αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (Radio-frequency identification-RFID)
- Αυτοματοποιημένο όχημα μεταφορών εντός τερματικού (Automated Shuttle Carrier-AShC)
- Αυτοματοποιημένος γερανός στοιβασίας (ASC)
- Αυτόματη γερανογέφυρα φορτοεκφόρτωσης σε λάστιχα (Auto Rubber tyred gantry crane-AutoRTG)
- Γερανός στοιβασίας (ASSC)
- Γερανογέφυρα φορτοεκφόρτωσης σε λάστιχα (Rubber-tyred yard gantry crane -RTG)
- Γερανογέφυρα φορτοεκφόρτωσης σε ράγες (Rail- mounted yard gantry crane- RMG)
- Γερανογέφυρα αποβάθρας (Quarry Gantry Cranes)
- Γραφείο Κοινοποίησης Κυβερνοχώρου (Port Cyber Notification)
- Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality- VR)
- Επιχειρηματική διαδικασία (Business Process Model and Notice-BPMN)
- Λειτουργικός Τερματικός (Terminal Operating System -TOS)
- Μεγάλα δεδομένα (Big Data)
- Σ.ΕΜΠΟ:Σταθμός Εμπορευματοκιβωτίων
- Ο.Λ.Π.: Οργανισμός Λιμένος Πειραιώς
- Ο.Λ.Θ. :Οργανισμός Λιμένος Θεσσαλονίκης
- Τομέας τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών :ΤΠΕ
- Χερσαία ζώνη λιμένα :Ship to Shore
- Global Positioning Systems: GPS
- Internet of Things (IoT)
- TEU (Twenty Foot Equivalent Unit):ισοδύναμη μονάδα 20 ποδών
- Ro-Ro (Roll on-Roll off) :φόρτωση/ εκφόρτωση με χρήση ράμπας
- QC(Quay crane) :γερανογέφυρα κρηπιδώματος
- GDP (Gross Domestic Product) :Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (Α.Ε.Π.)

Περίληψη

Η αυτοματοποίηση αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της 4ης βιομηχανικής επανάστασης, με την ανάπτυξη της να δημιουργεί νέες προκλήσεις στον λιμενικό τομέα.

Βάσει μελέτης της Mc Kinsey, περισσότεροι από 40 λιμένες σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν υιοθετήσει αυτοματοποιημένες ή ημι-αυτοματοποιημένες διαδικασίες με τις σχετικές επενδύσεις να υπερβαίνουν τα 10 δισεκατομμύρια δολάρια.

Τα πλεονεκτήματα και οι προκλήσεις πολλές.

Από την μία πλευρά υπάρχει ο κίνδυνος μείωσης των θέσεων εργασίας στους λιμένες, με συνέπεια να δημιουργούνται προβλήματα ανάμεσα στους εργαζόμενους, στους λιμένες με τις λιμενικές αρχές και τους διαχειριστές τερματικών σταθμών.

Σε αυτό το πλαίσιο, αναφέρεται ότι το 2016 το λιμάνι του Ρότερνταμ, βίωσε -την πρώτη από το 2004, 24ωρη απεργία των εργαζομένων στους τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων, με κύριο αίτημα την μη περικοπή θέσεων εργασίας ως αποτέλεσμα μεταξύ άλλων και της περαιτέρω αυτοματοποίησης των τερματικών σταθμών.

Από την άλλη πλευρά οι τεχνολογικές εξελίξεις και κυρίως η αυτοματοποίηση στους λιμένες αναμένεται ότι θα δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας στα λιμάνια, οι οποίες θα είναι περισσότερο εστιασμένες στην εξειδίκευση και την γνώση.

Συνεπώς, ενδέχεται να μειωθούν οι ανάγκες απασχόλησης σε ανειδίκευτο προσωπικό αλλά το νέο περιβάλλον λειτουργίας των λιμένων θα δώσει ώθηση σε νέες θέσεις έντασης γνώσης, η οποία θα δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για αναδιάρθρωση της εκπαίδευσης και της πιστοποίησης του προσωπικού των λιμένων.

Σημαντικά πλεονεκτήματα της αυτοματοποίησης αποτελούν η ενίσχυση της οικονομίας και της επιχειρηματικής αποδοτικότητας, που οφείλονται στην αποτελεσματικότερη απόδοση των μηχανών, η ευαισθητοποίηση αναφορικά με την αειφόρο ανάπτυξη του λιμένα και οι ευκαιρίες που προσφέρονται για τη στήριξη της βιομηχανίας εκείνης, η οποία βασίζεται στην υψηλή τεχνολογία.

Είναι ωστόσο προφανές ότι για να κριθεί επιτυχημένη η διαδικασία της αυτοματοποίησης θα πρέπει να υπάρχει σε όλη την διαδικασία ένα ισορροπημένο μείγμα ανθρώπινης και τεχνολογικής συνεισφοράς.

Λέξεις-Κλειδιά: Πλήρης αυτοματοποίηση, τερματικός σταθμός, λιμάνι Ρότερνταμ

Abstract

Automation is one of the main characteristics of the 4th industrial revolution, with its developments posing new challenges in the port sector. According to McKinsey study, more than 40 ports worldwide have adopted automated or semi-automated processes with investments exceeding \$ 10 billion.

The advantages και challenges are many for the automation. On the one ηκα there is the risk of job cuts in ports, resulting in problems for workers, port authorities και terminal managers.

In this respect, in 2016 the port of Rotterdam had the first 24-hour strike since 2004 at the container terminals, with staff's main demκα not to lose jobs as a result of further automation of the terminals.

On the other ηκα, technological developments και in particular port automation are expected to create new jobs to the ports, which will be more focused on specialization και knowledge.

Consequently, the employment needs of unskilled personnel may be reduced but the new port environment will stimulate new knowledge as well as intensive jobs, which will create the conditions for restructuring the training και certification of port staff. Important advantages of automation include enhancing economy και business efficiency due to more efficient engine performance, raising awareness of sustainable port development και the opportunities offered to support high technology based industries.

It is clear, however, that in order to ensure the success of ports automation's process a balanced mix of human και technological contributions throughout the process, is needed.

Key words: Full automation, container terminals, Port of Rotterdam.

Εκτεταμένη Περίληψη

Στόχος των τεχνολογιών αυτοματισμού είναι η μείωση της παρέμβασης των ανθρώπινων πόρων στις επιχειρήσεις.

Για τον σκοπό αυτό, οι τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν σε (1) την αυτοματοποίηση των καθηκόντων των εργαζομένων, (2) την αυτοματοποίηση της ροής πληροφοριών και (3) την αυτοματοποίηση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, αντίστοιχα.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 60 ετών, ο λιμένας του Ρότερνταμ εξελίχθηκε σε έναν από τους μεγαλύτερους λιμένες στον κόσμο. Ο δήμος του Ρότερνταμ άλλαξε από αλιευτικό λιμένα σε ένα κύριο λιμένα τα τελευταία 600 χρόνια. Οι λιμενικές εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων των πλωτών οδών, των τερματικών σταθμών και των συνδέσεων με την ενδοχώρα, καθώς και οι μέθοδοι λειτουργίας και οι τεχνικές χειρισμού, έχουν σταθερά προσαρμοστεί στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις με την πάροδο των ετών. Η παρούσα θέση του λιμένα έχει αποκτηθεί με την ανάπτυξη τεχνικών σχεδιασμού και κατασκευαστικών τεχνικών, ικανές να αντιμετωπίσουν αυξανόμενα φορτία και αυξανόμενες διαστάσεις των πλοίων και επενδύσεις σε υποδομές, στην πληροφορική και στην εφοδιαστική αλυσίδα, συνεκτιμώντας ταυτόχρονα και τις επιδράσεις του περιβάλλοντος.

Στον τομέα των λιμένων και της εφοδιαστικής αλυσίδας οι νέες τεχνολογίες ήδη χρησιμοποιούνται σε κάποιο βαθμό, με τη δυναμική της αυτοματοποίησης, των αυτόνομων μεταφορών, των μεγάλων δεδομένων (big data), της προσομοίωσης και εικονικής πραγματικότητας και του Blockchain, να παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Στα επόμενα χρόνια, το λιμάνι και η εφοδιαστική αλυσίδα θα συναντήσουν πιο ουσιαστικές αλλαγές με την αυτοματοποίηση να καθίσταται κυρίαρχη και τις λειτουργίες να κατευθύνονται σε πραγματικό χρόνο από ένα ευρύ φάσμα αισθητήρων και ευφυούς λογισμικού.

Πρόσφατες εκτιμήσεις αναφέρουν ότι μόνο το 3 % των θαλάσσιων τερματικών σταθμών είναι πλήρως αυτοματοποιημένοι, ενώ ένα επιπλέον μέρος της τάξης του 7%-13 % έχει μερικώς αυτοματοποιηθεί. — Επίσης, μόλις, το 16 % των τερματικών σταθμών έχει ξεκινήσει σταδιακά να επενδύσει σε τεχνολογίες αυτοματισμού.

Ο αριθμός αυτός είναι εξαιρετικά χαμηλός για μια τεχνολογία που πρωτοπαρουσιάστηκε το 1993 στον σταθμό «Delta/Sea-Lκαι» του Ρότερνταμ (νυν DCF Dedicated North Terminal).

Το Ρότερνταμ είναι ο μεγαλύτερος εφοδιαστικός και βιομηχανικός κόμβος της Ευρώπης. Βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση με τη Βόρεια Θάλασσα και διαχειρίζεται περίπου 35,000 ποντοπόρα πλοία και 130,000 σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας ετησίως. Η λιμενική περιοχή έχει άμεση πρόσβαση στη θαλάσσια αρτηρία, καθώς και στον ποταμό Ρήνο και πρόκειται για τη θαλάσσια αρτηρία που χρησιμοποιείται περισσότερο σε παγκόσμιο και πανευρωπαϊκό επίπεδο.

Αποτέλεσμα της υιοθέτησης της τεχνολογίας στο λιμάνι του Ρότερνταμ ήταν η ανάπτυξη η οποία ενδεικτικά για το 2018, συνοψίζεται σε συνολική απόδοση 240.7 εκατ. τόνων, αποτελώντας νέο ρεκόρ, αύξηση εμπορευματοκιβωτίων σε 7.5 εκατ. TEU (+ 6,4 % σε TEU, + 4,8 % σε τόνους), αύξηση (+ 4,0 %) στα έσοδα του λιμένα του Ρότερνταμ, φτάνοντας τα 357.8 εκατ. ευρώ, καθαρή αύξηση (+ 7,0 %) σε επιχειρησιακό αποτέλεσμα, αγγίζοντας τα 134.8 εκατ. ευρώ και τρέχουσες υψηλές επενδύσεις (177.1 εκατ. ευρώ) σε υποδομές.

Πολλοί από τους πρώτους χρήστες των τεχνολογιών αυτοματισμών αντιμετώπιζαν και εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν προκλήσεις, όσον αφορά στη πλήρη αξιοποίηση των ωφελειών αυτών των επενδύσεων. Αυτό οφείλεται εν μέρει στον χαρακτήρα των νέων τεχνολογικών έργων και των κοινωνικών πτυχών της αυτοματοποίησης.

Από το 2016, είκοσι από τους μεγαλύτερους παγκοσμίως λιμένες ήταν σε θέση να εξυπηρετούν 20,000 mega-πλοία. Σε αυτή τη λίστα συγκαταλέγεται και ο λιμένας του Ρότερνταμ.

Η μη επέκταση και η αδυναμία υποδοχής τέτοιας κατηγορίας πλοίων, δημιουργεί ανησυχίες εκ μέρους των λιμένων σχετικά με την ικανότητά τους να είναι ανταγωνιστικοί στο μέλλον κι αυτό διότι οι υποδομές και ο εξοπλισμός που απαιτούνται για την έγκαιρη εκφόρτωση και φόρτωση φορτίων μεγάλων πλοίων απαιτούν κόστος, χρόνο και σωστό σχεδιασμό.

Χωρίς εκσυγχρονισμένους λιμένες, τα μεγάλα πλοία μένουν αντιπαραγωγικά, κάτι που δεν επιθυμούν οι ιδιοκτήτες τους. Οι λιμένες πιέζονται από τις ναυτιλιακές εταιρίες να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αποτελεσματικοί και ανταγωνιστικοί

γι αυτά τα μεγάλα πλοία από όπου προκύπτει και το έντονο ενδιαφέρον για τον τομέα της αυτοματοποίησης.

Η αυτοματοποίηση υπόσχεται να αυξήσει τη παραγωγικότητα και μάλιστα να το πράξει με χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με τον συμβατικό τρόπο. Οι επενδυτικές δαπάνες που απαιτούνται γι αυτό το σκοπό είναι τεράστιες.

Ένας ακόμη παράγοντας που οδηγεί στην αυτοματοποίηση είναι η ανάγκη για ευελιξία στις συνθήκες της αγοράς.

Ως αποτέλεσμα της ταχύτητας και της συνολικής βελτίωσης της αποτελεσματικότητας από την αυτοματοποίηση, οι λιμένες παράγουν οικονομικά οφέλη ενώ η επιθυμία για εκτεταμένη χερσαία επέκταση των λιμένων περιορίζεται.

Λαμβάνοντας υπόψη την πρόοδο της τεχνολογίας, η τάση για την ανάπτυξη του αυτοματοποιημένου τερματικού σταθμού φαίνεται να είναι αναπόφευκτη για τους περισσότερους λιμένες. Πολλοί μεγάλοι λιμένες όπως ο λιμένας του Ρότερνταμ και της Σιγκαπούρης έχουν τερματικούς σταθμούς που είναι πλήρως αυτοματοποιημένοι και εξακολουθούν να επενδύουν σε μεγάλο βαθμό στην αυτοματοποίηση.

Η τάση αυτή δείχνει ότι η πολιτική κατασκευής νέου τερματικού σταθμού ή αναβάθμισης υφιστάμενων προς την αυτοματοποίηση, παρουσιάζει δυνητικές προοπτικές.

Η αυτοματοποίηση στους λιμένες προσφέρει προοπτικές για πιο καθαρές, ταχύτερες, βελτιωμένες επιδόσεις και υποστήριξη για την επίτευξη των συνολικών στόχων αειφόρας ανάπτυξης του λιμένα.

Με την ταχεία ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας και το εμπόριο και τη συνεχή κατασκευή του πράσινου λιμένα, ο αυτοματοποιημένος τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων (Automated Container Terminal - ACT) συμβάλλει όλο και περισσότερο στην μελλοντική ανάπτυξη.

Συμπερασματικά, η αυτοματοποίηση αποτελεί μια παγκόσμια τάση στους τερματικούς σταθμούς των λιμενικών εγκαταστάσεων. Ωστόσο, το επίπεδο αυτοματισμού που υιοθετείται σε κάθε τερματικό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες που είναι μεταξύ άλλων, εγγενείς στην πορεία της ανάπτυξης, το αντικείμενο του αυτοματισμού και το λειτουργικό σύστημα των λιμενικών εγκαταστάσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ευρύ φάσμα λύσεων αυτοματισμών για τις λιμενικές εγκαταστάσεις.

Εισαγωγή

Στη σύγχρονη εποχή, κύρια χαρακτηριστικά της ανάπτυξης του ναυτιλιακού τομέα, αποτελούν τόσο οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι συνδυασμένες μεταφορές, οι οποίες επηρεάζουν τη λειτουργία των λιμένων (εκτεταμένη εξέλιξη της εμπορευματοκιβωτιοποίησης και τεχνολογικές αλλαγές στα πληροφοριακά συστήματα), έχοντας συνεισφέρει στη μετάβαση της λιμενικής βιομηχανίας στην προηγμένη τεχνολογική εποχή, όσο και οι μεταβολές στην παγκόσμια οικονομική σκηνή, με κύρια γεγονότα την οικονομική κρίση και το άνοιγμα νέων αγορών.

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων ως σύγχρονη τάση εκσυγχρονισμού της λιμενικής βιομηχανίας, επιχειρώντας να εντοπίσει τα δυνατά και αδύνατα σημεία της αυτοματοποίησης, το μέλλον και τις προοπτικές της.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από το θεωρητικό μέρος, τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και τη μελέτη περίπτωσης, βάσει της οποίας θα εξαχθούν τα συμπεράσματα σχετικά με την αυτοματοποίηση.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση θα ανατρέξει στον ορισμό των αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών και θα αναλύσει την ανάπτυξη τους, ενώ τη μελέτη περίπτωσης του λιμένα του Ρότερνταμ αποτελεί αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εξέλιξης της αυτοματοποίησης ενός τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων.

Βάσει της μελέτης περίπτωσης, η εργασία θα αναλύσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της αυτοματοποίησης των τερματικών σταθμών και θα καταλήξει σε συμπεράσματα για το μέλλον και τις προοπτικές της.

Μεθοδολογία έρευνας

Η συγκεκριμένη εργασία θα στηριχτεί σε δευτερογενή έρευνα και πιο συγκεκριμένα σε πηγές από βιβλία, άρθρα, εισηγητικές εκθέσεις και μελέτες, πολλές εκ των οποίων είναι δημοσιευμένες στο διαδίκτυο.

Αντίστοιχα και για τη μελέτη περίπτωσης θα χρησιμοποιηθούν δευτερογενείς πηγές και πιο συγκεκριμένα, πηγές από το διαδίκτυο, τον ιστότοπο του λιμένα και άλλες έγκυρες διαδικτυακές πηγές.

Διατύπωση του προβλήματος

Το ερευνητικό θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η έρευνα της αυτοματοποίησης στους τερματικούς σταθμούς λιμένων.

Δεδομένου ότι η αυτοματοποίηση όπως και η ψηφιοποίηση αποτελούν τις κινητήριες δυνάμεις του μέλλοντος, απαιτείται η εις βάθος μελέτη προκειμένου να εντοπιστούν τα πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και οι μελλοντικές εξελίξεις σε αυτό τον τομέα.

Σκοπός της έρευνας

Κύριος σκοπός της έρευνας είναι η εξέταση των τάσεων και προοπτικών για αυτοματοποίηση σε τερματικούς σταθμούς διαχείρισης εμπορευματοκιβωτίων και η καταγραφή της πορείας ενός πρωτοπόρου λιμένα στην αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών, το λιμένα του Ρότερνταμ. Μέσω της υιοθέτησης τεχνολογικών καινοτομιών στις καθημερινές διαδικασίες και τη λειτουργία του λιμένα, τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζονται στο κοινωνικό, οικονομικό και εμπορικό επίπεδο.

Σημασία της έρευνας

Η έρευνα αυτή είναι σημαντική διότι η αυτοματοποίηση αποτελεί ένα από τα πιο επίκαιρα και ενδιαφέροντα θέματα για την περαιτέρω εξέλιξη της λιμενικής βιομηχανίας και του ευρύτερου ναυτιλιακού περιβάλλοντος, ειδικότερα δε, των τερματικών σταθμών.

2.Αυτοματοποίηση τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων στους λιμένες

2.1. Γενικά για τους Λιμενικούς Τερματικούς Σταθμούς Εμπορευματοκιβωτίων

Ο λιμενικός τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων δημιουργεί εκείνες τις προϋποθέσεις που θα διευκολύνουν την ανταλλαγή των εμπορευμάτων ανάμεσα στα χερσαία και θαλάσσια μέσα μεταφοράς με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, εξασφαλίζοντας τις συνθήκες που αφορούν στον χρόνο, στην αποτελεσματικότητα, στην ασφάλεια, στον σεβασμό του περιβάλλοντος και του κόστους. (Evers,Korpers,1996).

Επιπλέον, οι λιμενικοί τερματικοί σταθμοί εμπορευματοκιβωτίων (PCT) έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά που τους παρέχουν τη δυνατότητα να επιτύχουν ένα πολύ υψηλότερο επίπεδο συστηματοποίησης σε σχέση με άλλους τύπους εμπορευματικών τερματικών σταθμών, όπως :(Phan και Kim,2012)

Την τυποποίηση του μεταφορικού μέσου — τα εμπορευματοκιβώτια,

Την τυποποίηση του τρόπου χειρισμού του φορτίου

Το υψηλό επίπεδο των κινήσεων που πραγματοποιούνται

Τον υψηλό αντίκτυπο της τεχνολογίας στην αποδοτικότητα των τερματικών σταθμών.

Το συγκεκριμένο επίπεδο τυποποίησης και εξειδίκευσης είναι εκείνο που επιτρέπει υψηλό βαθμό αυτοματοποίησης του εξοπλισμού και διαδικασιών στις λιμενικές εγκαταστάσεις. Η σύλληψη και η διαχείριση αυτού του τύπου τερματικού σταθμού αποτελεί ριζική αλλαγή σε σύγκριση με τους συμβατικούς τερματικούς σταθμούς λιμένων.

Με την έναρξη λειτουργίας του τερματικού σταθμού Δέλτα στο λιμάνι του Ρότερνταμ στην Ολλανδία, το 1993, εισήχθη η έννοια των αυτοματοποιημένων τερματικών. Ο εν λόγω τερματικός σταθμός ήταν εξοπλισμένος με αυτοματοποιημένους γερανούς στοιβασίας (ASCs) και αυτοματοποιημένα οχήματα (AGVs), τα οποία επέτρεψαν τη διαχείριση -χωρίς ανθρώπινη παρουσία- του χειρισμού αποθήκευσης. (Zrníc et.al.,2005)

Λαμβάνοντας υπόψη το ότι πολλοί λιμενικοί τερματικοί σταθμοί έχουν ήδη αυτοματοποιηθεί, η αυτοματοποίηση θεωρείται πλέον, ως μια παγκόσμια και μόνιμη

τάση στον λιμενικό χώρο, με την Ευρωπαϊκή Ένωση να υποστηρίζει πρωτοβουλίες αυτοματισμού στη λιμενική πολιτική των Κρατών-Μελών της. (COM(2007) 616 τελικό).

Η τεχνολογική πρόοδος και τα ειδικά εργαλεία διαχείρισης που χρησιμοποιούνται στην αυτοματοποίηση αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα της αγοράς εξοπλισμού και λογισμικού, που απευθύνεται στην αγορά των τερματικών σταθμών. Ωστόσο, κατά την υλοποίηση των εν λόγω λύσεων αυτοματοποίησης, είναι αναγκαίο να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες του λιμενικού τερματικού σταθμού σε σχέση με το επιδιωκόμενο επίπεδο αυτοματισμού και το τρέχον επίπεδο ανάπτυξης του και την πλήρη κατανόηση των τάσεων της αυτοματοποίησης. (Hämäläinen et.al.,2018)

Επίπεδο αυτοματοποίησης: κύρια και ελάσσονα αυτοματοποίηση

Σήμερα, ο όρος αυτοματοποιημένος τερματικός σταθμός χρησιμοποιείται για εκείνους τους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς που στην πραγματικότητα έχουν αυτοματοποιήσει μόνο τις κινήσεις στο χώρο εναπόθεσης εμπορευμάτων στην αποβάθρα.

Συνεπώς, σε τέτοιου είδους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς, οι λειτουργίες που αφορούν στις γερανογέφυρες εξακολουθούν να λειτουργούν χειροκίνητα, όπως και η αλληλεπίδραση μεταξύ των γερανών στοιβάσις εμπορευμάτων και των χερσαίων μέσων παραλαβής και παράδοσης, η οποία εξακολουθεί να υποβοηθείται χειρωνακτικά από χειριστές ελέγχου. (Lun,2011)

Πρόκειται, ωστόσο, για μία μόνο από τις πολλές αυτοματοποιημένες δυνατότητες που παρέχεται στους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς. (Hämäläinen et.al.,2018)

Μια ενδιαμέση λύση μεταξύ αυτόματων και μη αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών είναι, για παράδειγμα, η μερική αυτοματοποίηση ή η ημι-αυτοματοποίηση των βασικών κινήσεων. Ο όρος «ημιαυτόματος τερματικός σταθμός» χρησιμοποιείται για τερματικούς σταθμούς όπου, ενώ οι κινήσεις των χώρων εναπόθεσης εμπορευμάτων είναι αυτοματοποιημένες, οι ελλιμενισμοί γίνονται με συμβατικό εξοπλισμό, ή αντιστρόφως. (Kim και Nguyen,2008)

Ακόμη, ο όρος «ημιαυτόματος» μπορεί να αναφέρεται στη χρήση εξοπλισμού που ελέγχεται χειρωνακτικά ή στη συστηματοποίηση ορισμένων λειτουργιών του εξοπλισμού μέσω μικρών ή μερικών αυτόματων δοκιμών.

Οι μεγάλοι ή οι ολοκληρωμένοι αυτοματισμοί είναι το σύνολο μιας συνολικής και ολοκληρωμένης ομάδας τεχνολογιών ή συστημάτων που θα μπορούσαν να θεωρηθούν μικροί αυτοματισμοί. (Hämäläinen et.al.,2018)

Ως εκ τούτου, κατά καιρούς, είναι δυνατόν να αυτοματοποιηθεί πλήρως ο συμβατικός εξοπλισμός υλοποιώντας τους απαραίτητους χαμηλού επιπέδου αυτοματισμούς, μέσω μικρών ή επιμέρους αυτοματισμών, ακολουθώντας τη διαδικασία της αλλαγής (retrofitting).

Προτείνεται ως λύση στους τερματικούς σταθμούς που βρίσκονται σε λειτουργία και δεν έχουν ακόμη αποσβέσει την αρχική επένδυσή τους σε εξοπλισμό (Monfort et al., 2011). Ο συνδυασμός διαφόρων σημαντικών και μικρών αυτοματισμών καταλήγει σε λιμενικούς τερματικούς σταθμούς με διαφορετικά επίπεδα αυτοματισμού.

Αυτοματισμός *Greenfield* έναντι *Brownfield*.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η απόφαση να αυτοματοποιηθεί ένας τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων, όπως συμβαίνει σε άλλες βιομηχανίες, διαφέρει ανάλογα με το αν πρόκειται για τερματικό σταθμό που έχει πρόσφατα αναπτυχθεί (*greenfield*) ή για τερματικό που βρίσκεται ήδη σε λειτουργία (*brownfield*). Η υλοποίηση αυτοματισμού σε τερματικούς σταθμούς που είναι ήδη σε λειτουργία, οδηγεί το λιμάνι σε ικανοποιητικά επίπεδα επιχειρησιακών επιδόσεων και αποτελεσματικότητας. (De Sousa, 2000)

Υπάρχουν διάφορες περιπτώσεις τερματικών σταθμών. Για παράδειγμα, ο τερματικός σταθμός της Αμβέρσας χρησιμοποιούσε για τον χώρο εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων γερανογέφυρες σε ράγες (RMGs).

Σε άλλη περίπτωση, όπως για παράδειγμα σε εκείνον στο Port of Xiamen στη Κίνα, οι λειτουργίες του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων πραγματοποιούνταν σε φάσεις, ώστε να είναι περισσότερο αποτελεσματική η λειτουργία του εν λόγω τερματικού σταθμού. (Port Technology, 2012)

Όταν συνυπάρχουν στον τερματικό σταθμό δύο τρόποι χειρισμού των ροών κυκλοφορίας είναι επιτακτική ανάγκη να εξασφαλιστεί ότι το σύστημα των λειτουργικών τερματικών Terminal Operating System (TOS) που εφαρμόζεται μπορεί να επεξεργαστεί και τα δύο είδη των τρόπων λειτουργίας, αλλά και να προβλέψει πρόσθετο αποθηκευτικό χώρο σε περίπτωση που υπάρξει για μικρό χρονικό διάστημα πλεονάζουσα ποσότητα ώστε να αποφευχθεί ο κορεσμός του χώρου εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων κατά τη διάρκεια της μετατροπής. (Port Technology, 2012)

2.1.1.Λειτουργίες του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων

Ο αυξανόμενος αριθμός φόρτωσης και εκφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων δημιουργεί μεγαλύτερες απαιτήσεις στους τερματικούς σταθμούς λιμένων, στην εφοδιαστική αλυσίδα, στη διαχείριση των εμπορευματοκιβωτίων, καθώς και στον τεχνολογικό εξοπλισμό.

Ο ρόλος ενός ολοκληρωμένου συστήματος λογισμικού γίνεται όλο και πιο σημαντικός σε ένα σύγχρονο τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων.

Το σύστημα διαχειρίζεται τη ροή των εμπορευματοκιβωτίων μέσα στο χώρο του λιμένα, από την πύλη στο πλοίο και το αντίστροφο, επιταχύνοντας στο μέγιστο δυνατό τη διεκπεραίωσή της. Τα συστήματα αυτά μπορεί να έχουν διάφορα επίπεδα πολυπλοκότητας και ολοκλήρωσης. Τα απλούστερα από αυτά, διαχειρίζονται τη θέση των εμπορευματοκιβωτίων μέσα στον τερματικό σταθμό και δημιουργούν σειρά κινήσεων που είναι απαραίτητες για τη συνολική μετακίνηση τους από το πλοίο μέχρι τη μεταφορά τους με τη βοήθεια χερσαίων μεταφορών ή το αντίστροφο.

Πιο πολύπλοκα κι ολοκληρωμένα συστήματα μπορούν να διατηρούν βάση δεδομένων της θέσης των εμπορευματοκιβωτίων σε πραγματικό χρόνο και, υπολογίζοντας τον πιο αποδοτικό τρόπο μετακίνησης, και να στέλνουν οδηγίες μέσω συστημάτων ασύρματης επικοινωνίας στους οδηγούς του εξοπλισμού χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων, ανανεώνοντας τη βάση δεδομένων μετά το πέρας των αλλαγών.

Διακρίνονται δύο τύποι μεταφοράς σε τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων: η οριζόντια μεταφορά και η μεταφορά με στοίβαξη γερανογεφυρών.

Οι οριζόντιες μεταφορές χρησιμοποιούνται στην αποβάθρα και στη χερσαία ζώνη που εξυπηρετούνται πλοία, φορτηγά και τρένα.

Μέσα, όπως για παράδειγμα, φορτηγά και αυτοματοποιημένα οχήματα (AGVs), μπορούν να χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά.

Η μεταφορά στην αποβάθρα. Για τις φορτοεκφορτώσεις των πλοίων πρέπει να μεταφέρονται από την αποβάθρα σε πλοίο και το αντίστροφο. Η βελτιστοποίηση των μεταφορών στην αποβάθρα δεν σημαίνει μόνο μείωση του χρόνου μεταφοράς αλλά και συγχρονισμός των μεταφορών με τη δραστηριότητα φόρτωσης και εκφόρτωσης των γερανών στην αποβάθρα. Γενικός στόχος είναι η αύξηση της παραγωγικότητας του γερανού. Η παραγωγικότητα του γερανού δεν εξαρτάται μόνο από τα τεχνικά στοιχεία των γερανών.

Η μείωση της παραγωγικότητας, προκαλείται από έλλειψη παραγωγικότητας, όπως, για παράδειγμα, από τις παύσεις ή τις διακοπές κατά τις βάρδιες, τις τεχνικές ή λειτουργικές διακοπές και τις συμφόρηση που παρατηρείται στις οριζόντιες μεταφορές. Επιπλέον, όσο περισσότερα οχηματαγωγά κυκλοφορούν, τόσο περισσότερο δαπανηρά είναι με συνέπεια, τη λιγότερο οικονομική λειτουργία των πλοίων.

Αναφορικά με την εφοδιαστική αλυσίδα, δεν μπορεί να επιτευχθεί κατ' ανάγκη, αύξηση της παραγωγικότητας των πλοίων με την ενίσχυση του αριθμού ή της ταχύτητας των οχημάτων μεταφοράς που κινούνται στην αποβάθρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η πιθανότητα συμφορήσεων στους γερανούς και στην αποβάθρα, αυξάνει περισσότερο τον αριθμό των οχημάτων ή την ταχύτητά τους. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη ενός συστήματος βελτιστοποίησης πρέπει επίσης να ανταποκρίνεται στην ελαχιστοποίηση των συμφορήσεων.

Μεγάλη ποικιλία τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων υπάρχει κυρίως ανάλογα με το είδος του εξοπλισμού διακίνησης που χρησιμοποιείται για ένα τερματικό σύστημα. Όλοι οι τερματικοί σταθμοί χρησιμοποιούν γερανογέφυρες, είτε χειροκίνητα είτε ημιαυτόματα. Η μεταφορά μεταξύ αποβάθρας και στοιβασίας μπορεί να πραγματοποιείται είτε με φορτηγά με ρυμουλκούμενα, είτε με αυτόματα οχήματα, κ.α.

Τα οχήματα αυτά μπορούν επίσης να εξυπηρετούν την επιχειρησιακή λειτουργία στη ξηρά — εκτός των αυτόματων οχημάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα, αποκλειστικά στην αποβάθρα. (Steenken et.al.,2004)

Παρά τους διάφορους συνδυασμούς εξοπλισμού, διακρίνονται δύο κύριες κατηγορίες τερματικών: συστήματα γερανών στοιβασίας και συστήματα γερανογεφυρών για την αποθήκευση εμπορευματοκιβωτίων.

Οι τερματικοί σταθμοί που χρησιμοποιούν γερανογέφυρες για την αποθήκευση εμπορευματοκιβωτίων χρησιμοποιούν όλα τα είδη μεταφορικών οχημάτων, καθώς και μικτά συστήματα οχημάτων μεταφοράς.

Η απόφαση σχετικά με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στους τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, μεταξύ των οποίων, είναι οι οικονομικοί, αλλά και ο χώρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον τερματικό σταθμό, ο οποίος όταν είναι περιορισμένος, προτιμώνται οι γερανογέφυρες για την στοιβασία. Στην περίπτωση του υψηλού εργατικού κόστους και της κατασκευής νέων τερματικών σταθμών προτιμώνται τα αυτοματοποιημένα οχήματα και οι αυτόματες γερανογέφυρες.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ιστορικοί και πολιτιστικοί λόγοι για να αναβαθμισθούν ή να εκσυγχρονιστούν οι τερματικοί σταθμοί εμπορευματοκιβωτίων.

Τέλος, διακρίνονται δύο τύποι μεταφοράς σε τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων: οι οριζόντιες μεταφορές και η μεταφορά με στοίβαξη γερανογεφυρών. Οι οριζόντιες μεταφορές χρησιμοποιούνται στη μεταφορά της στην αποβάθρα και στις χερσαίες μεταφορές που εξυπηρετούν πλοία ή φορτηγά και τρένα, αντίστοιχα.

Σε κάθε περίπτωση, στους τερματικούς σταθμούς όπου εφαρμόζονται μέθοδοι που αποσκοπούν στη μεγιστοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς και στοιβασίας, η ανάγκη για αναβαθμισμένη μεγιστοποίηση γίνεται ολοένα και πιο έντονη.

Μέχρι σήμερα, στο επίκεντρο βρίσκεται η επιθυμία βελτιστοποίησης σταδίων της διαδικασίας μεταφοράς και στοιβασίας κι όχι του συνόλου, αλλά αυτό τείνει να αλλάξει, λόγω της τεχνολογίας, των επενδύσεων και των τάσεων της σύγχρονης εποχής.

2.2.Γενικά για την αυτοματοποίηση

Οι εταιρίες χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο ρομπότ σε γραμμές παραγωγής ή αλγορίθμους για τη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής τους αλυσίδας, τη διαχείριση των αποθεμάτων και την εκτέλεση άλλων βασικών επιχειρηματικών λειτουργιών.

Η τεχνολογική πρόοδος δημιουργεί μια νέα εποχή αυτοματοποίησης, στην οποία χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο έξυπνες και ευέλικτες μηχανές στο χώρο εργασίας. Στην πραγματικότητα, η διαδικασία αυτοματοποίησης των εργασιών που εκτελούνται από τον άνθρωπο βρίσκεται σε εξέλιξη εδώ και αιώνες. Αυτό που έχει ενδεχομένως αλλάξει, είναι ο ρυθμός και το πεδίο εφαρμογής του τι μπορεί να αυτοματοποιηθεί. (McKinsey Global Institute,2017).

Ο ρυθμός, η έκταση της αυτοματοποίησης καθώς και ο αντίκτυπός της στους εργαζομένους, διαφοροποιείται ανάλογα με τις δραστηριότητες, το επάγγελμα, τις δεξιότητες και τους μισθούς. Πολλοί εργαζόμενοι συνεχίζουν να απασχολούνται χρησιμοποιώντας μηχανήματα, ενώ διάφορες δραστηριότητες είναι ήδη πλήρως αυτοματοποιημένες.

Ορισμένες μορφές αυτοματισμού απαιτούν δεξιότητες που αυξάνουν την παραγωγικότητα των εργαζομένων υψηλής ειδίκευσης, μειώνοντας παράλληλα τη ζήτηση για επαγγέλματα χαμηλότερης ειδίκευσης και εντατικής ειδίκευσης, όπως π.χ. η βιομηχανία συναρμολόγησης. (McKinsey Global Institute,2017)

✚ *Παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό και την έκταση της αυτοματοποίησης.*

Αν και η τεχνολογία προοδεύει, απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα για την υλοποίηση της πλήρους αυτοματοποίησης, η οποία εκτιμάται ότι μπορεί να διαρκέσει δεκαετίες.

Η μελέτη της εταιρίας McKinsey & Global Institute, το 2017, σχετικά με το μέλλον του αυτοματισμού και τις συνέπειες του στην παραγωγικότητα και την απασχόληση, κατέληξε στα εξής, σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν αυτή την εξέλιξη και που ανήκουν σε τέσσερις κατηγορίες:

α. Τεχνική εφικτότητα. Η τεχνολογία πρέπει να εφευρεθεί, να ενσωματωθεί και να προσαρμοστεί σε λύσεις που αυτοματοποιούν εξειδικευμένες δραστηριότητες.

Η ανάπτυξη στο χώρο εργασίας μπορεί να ξεκινήσει μόνο όταν οι μηχανές έχουν φθάσει στο απαιτούμενο επίπεδο επιδόσεων για την άσκηση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων. Επισημαίνεται ότι οι μηχανές μπορεί να ξεπερνούν τους ανθρώπους σε ορισμένες λειτουργίες, πολλές από τις οποίες απαιτούν μεγαλύτερη τεχνολογική ανάπτυξη σε σύγκριση με άλλες λειτουργίες, όπως για παράδειγμα, η ανάκτηση πληροφοριών, οι κινητικές δεξιότητες, η βελτιστοποίηση και ο σχεδιασμός. (Ford, 2015)

β. Το κόστος της αυτοματοποίησης επηρεάζει την απόφαση για την έγκριση της επιχειρηματικής πρότασης, δεδομένου ότι η ανάπτυξη τεχνολογιών αυτοματισμού και σχεδιασμού απαιτεί κεφάλαια.

Οι λύσεις αυτοματοποίησης ποικίλλουν από τυποποιημένους υπολογιστές έως εξειδικευμένο σχεδιαστικά εξοπλισμό, για διάφορες εφαρμογές, που απαιτούν δεξιότητες.

Οι κάμερες και οι αισθητήρες είναι απαραίτητοι για κάθε δραστηριότητα που απαιτεί ικανότητες αντίληψης των αισθήσεων, ενώ η κινητικότητα απαιτεί τροχούς ή οποιοδήποτε άλλο υλικό που επιτρέπει τη μετακίνηση των μηχανών. Τέτοιου είδους γνωρίσματα αυξάνουν το κόστος.

Ακόμη και «εικονικές» λύσεις που βασίζονται σε ειδικό λογισμικό, απαιτούν πραγματικές επενδύσεις στον τομέα της μηχανικής για τη δημιουργία νέων καινοτομικών προτάσεων. (Saanen, 2010)

Με την πάροδο του χρόνου, η μείωση του κόστους του λογισμικού, η εξεύρεση ανταγωνιστικών λύσεων σε σύγκριση με την ανθρώπινη εργασία προκειμένου να αυξηθούν οι δραστηριότητες, η συμβολή στη δυναμική της αγοράς εργασίας, αλλά και η ποιότητα (για παράδειγμα οι δεξιότητες), η ποσότητα, καθώς και η προσφορά, η

ζήτηση και το κόστος της ανθρώπινης εργασίας, επηρεάζουν τις δραστηριότητες που θα αυτοματοποιηθούν. (Chu et.al.,2018)

γ. *Η δυναμική της αγοράς εργασίας.* Η ποιότητα (για παράδειγμα οι ικανότητες), η ποσότητα καθώς και η ζήτηση, η προσφορά και το κόστος της ανθρώπινης εργασίας ως εναλλακτική λύση επηρεάζουν τις δραστηριότητες που θα αυτοματοποιηθούν.

Η δυναμική της αγοράς εργασίας, ακόμη διαφοροποιείται ανάλογα με το γεωγραφικό τόπο, όχι μόνο σε σχέση με το πόσο διαφορετικές μπορούν να είναι και πόσο επηρεάζουν τη βασική προσφορά της εργασίας οι διάφορες δημογραφικές εξελίξεις, αλλά και πόσο πολύ μπορούν να διαφοροποιηθούν τα επίπεδα μισθών.

Η αυτοματοποίηση, για παράδειγμα, στο χώρο της κατασκευής είναι πιθανότερο να υιοθετηθεί νωρίτερα στις χώρες με υψηλούς συντελεστές παραγωγής, όπως η Βόρεια Αμερική και η Δυτική Ευρώπη, απ' ό,τι στις αναπτυσσόμενες χώρες με χαμηλότερους μισθούς. Επιπλέον, οι επιπτώσεις της αυτοματοποίησης μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις δεξιότητες και την προσφορά στην αγορά εργασίας. (Nelmes, 2006)

Για παράδειγμα, εάν εργαζόμενοι μεσαίου εισοδήματος, όπως οι υπάλληλοι και οι εργαζόμενοι σε εργοστάσια, αντικαθίστανται από την αυτοματοποίηση της συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων και των προγραμματισμένων φυσικών δραστηριοτήτων, κινδυνεύουν να βρεθούν σε χαμηλότερα αμειβόμενα επαγγέλματα.

Παράλληλα, θα χρειαστούν χρόνο για την απόκτηση δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου, με αποτέλεσμα να καθυστερήσει η επανένταξή τους στο εργατικό δυναμικό και με συνέπεια την προσωρινή διακοπή της προσφοράς εργασίας. (Autor, 2015)

δ. *Οικονομικά οφέλη.* Εκτός από την εξοικονόμηση κόστους εργασίας, μια επιχειρηματική πρόταση για αυτοματοποίηση μπορεί να περιλαμβάνει τα κέρδη που προκύπτουν από την αποδοτικότητα, όπως αύξηση του κέρδους, αυξημένη απόδοση και παραγωγικότητα, βελτιωμένη ασφάλεια και υψηλότερη ποιότητα, οφέλη που μερικές φορές υπερβαίνουν εκείνα που προκύπτουν από την αντικατάσταση της εργασίας.

✚ Πώς προετοιμάζεται ο επιχειρηματικός κόσμος για την νέα εποχή αυτοματοποίησης?

Οι επικεφαλές επιχειρήσεων, οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής και οι εργαζόμενοι σε όλο τον κόσμο, αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά την πλήρη αξιοποίηση των σημαντικών πλεονεκτημάτων του αυτοματισμού στην

οικονομία, ειδικά επειδή αντιμετωπίζουν σημαντικές αβεβαιότητες σχετικά με τις επιπτώσεις στην κοινωνία και την απασχόληση.

Η αυτοματοποίηση των διαφόρων δραστηριοτήτων μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις όλων σχεδόν των επιχειρήσεων παραγωγής. Εκτός από τη μείωση του κόστους εργασίας, η αυτοματοποίηση μπορεί να αυξήσει τη διακίνηση των φορτίων, την αξιοπιστία και βελτίωση της ποιότητας. (Evangelista et.al.,2014)

Προκειμένου να αξιολογηθεί ο τρόπος με τον οποίο η αυτοματοποίηση θα μπορούσε να εφαρμοστεί αποδοτικότερα για τη βελτίωση των επιδόσεων, οι υπεύθυνοι επιχειρήσεων θα πρέπει να διενεργήσουν διεξοδική απογραφή των δραστηριοτήτων τους.

Από τη στιγμή που θα έχουν εντοπίσει επιχειρηματικές διαδικασίες με υψηλό δυναμικό αυτοματοποίησης, μπορούν να εκτιμήσουν ότι θα επωφεληθούν πλήρως από τις τεχνολογίες αυτοματισμού (αντί να προσπαθούν να αυτοματοποιήσουν μεμονωμένες δραστηριότητες κατά την τρέχουσα διαδικασία).

Στη συνέχεια, θα πρέπει να αξιολογήσουν τα οφέλη και τη σκοπιμότητα των αλλαγών των διαδικασιών αυτοματοποίησης. (Vob et.al., 2004)

Η αξιοποίηση αυτών των μετασχηματισμών θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στην εργασία.

Οι μάνατζερ καλούνται να βρουν τρόπους προκειμένου να εξασφαλίσουν την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση αυτής της εργασίας, είτε στο πλαίσιο των δικών τους επιχειρηματικών δραστηριοτήτων είτε εκτός αυτών, με απώτερο στόχο τη βελτίωση των επιδόσεων της επιχείρησής τους. Τα προγράμματα κατάρτισης εκ νέου και δημιουργίας δεξιοτήτων αποτελούν σημαντικές πρωτοβουλίες για τη μετάβαση των εργαζομένων σε νέους ρόλους και την ανάληψη εκ μέρους τους, νέων δραστηριοτήτων.

Είναι, επίσης, ζωτικής σημασίας για τους επικεφαλής των επιχειρήσεων να εξασφαλίσουν ότι και η οργανωτική δομή των επιχειρήσεών τους προσαρμόζεται στην αυτοματοποίηση. (Alderton και Saieva,2013).

Η τεχνολογία θα καταστήσει ευκολότερη τη μέτρηση και την παρακολούθηση όλων των δεικτών επιχειρηματικής αποδοτικότητας, παρέχοντας αποτελεσματικά νέα εργαλεία για τα διευθυντικά στελέχη.

Δεδομένου ότι και κάποιες εταιρίες έχουν τη δυνατότητα να επεκταθούν, η αυτοματοποίηση και οι ψηφιακές τεχνολογίες θα επιτρέψουν, γενικότερα, στους μικρούς παίκτες, συμπεριλαμβανομένων των ατόμων και των μικρών επιχειρήσεων,

να αναλάβουν έργα που σήμερα εκτελούνται σε μεγάλο βαθμό από μεγαλύτερες επιχειρήσεις. Σε όλα τα επίπεδα, η αυτοματοποίηση θα μπορούσε να αυξήσει τον ανταγωνισμό και να επιτρέψει στις επιχειρήσεις να εισέλθουν σε νέους τομείς εκτός από τις βασικές επιχειρηματικές δραστηριότητες τους. (Cheon και Dwakin,2010)

2.3.Αυτοματοποίηση των λιμένων

Παρά το γεγονός ότι οι λιμένες έχουν υιοθετήσει τον αυτοματισμό με βραδύτερο ρυθμό από ό,τι άλλοι τομείς, ο ρυθμός αρχίζει πλέον να επιταχύνεται.

Οι αυτοματοποιημένοι λιμένες είναι ασφαλέστεροι από τους συμβατικούς.

Η διαχείριση του χρόνου η οποία οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα μειώνεται και η απόδοση γίνεται πιο προβλέψιμη. (Chao και Lin,2017)

Βάσει της μελέτης της McKinsey & Company, το 2017, σχετικά με το μέλλον των αυτοματοποιημένων λιμένων, κατέληξε στα εξής βασικά συμπεράσματα:

Οι λειτουργικοί αυτοματοποιημένοι λιμένες καταδεικνύουν ότι ο προσεκτικός σχεδιασμός και η διαχείριση μπορούν να υπερβούν αυτές τις δυσκολίες: τα λειτουργικά έξοδα θα μπορούσαν να μειωθούν από 25% έως 55% και η παραγωγικότητα θα μπορούσε να αυξηθεί κατά 10% έως 35%.

Με την πάροδο των ετών, οι λιμένες έχουν εξελιχθεί μέσω διαφόρων βασικών μοντέλων λειτουργίας.

Για το «Λιμάνι 1.0» χρησιμοποιούνται μεμονωμένα μηχανήματα, όπως γερανοί, ενώ οι εργαζόμενοι συνδέουν μεμονωμένα στάδια της διαδικασίας και διενεργούν απευθείας εργασίες στον χώρο εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων.

Οι λειτουργίες που υπαγορεύονται από τις διεργασίες και καθορίζουν το «Λιμάνι 2.0» («διαχείριση μέσω διαδικασίας») απαιτούν προσέγγιση προσανατολισμένη στη διαδικασία: οι λιμένες διέπουν τα στάδια των διαδικασιών αυτών μέσω ενός λειτουργικού συστήματος τερματικών σταθμών, ενώ οι φορείς διαχείρισης των λιμένων, λαμβάνουν τις περισσότερες αποφάσεις στον κεντρικό πύργο ελέγχου.

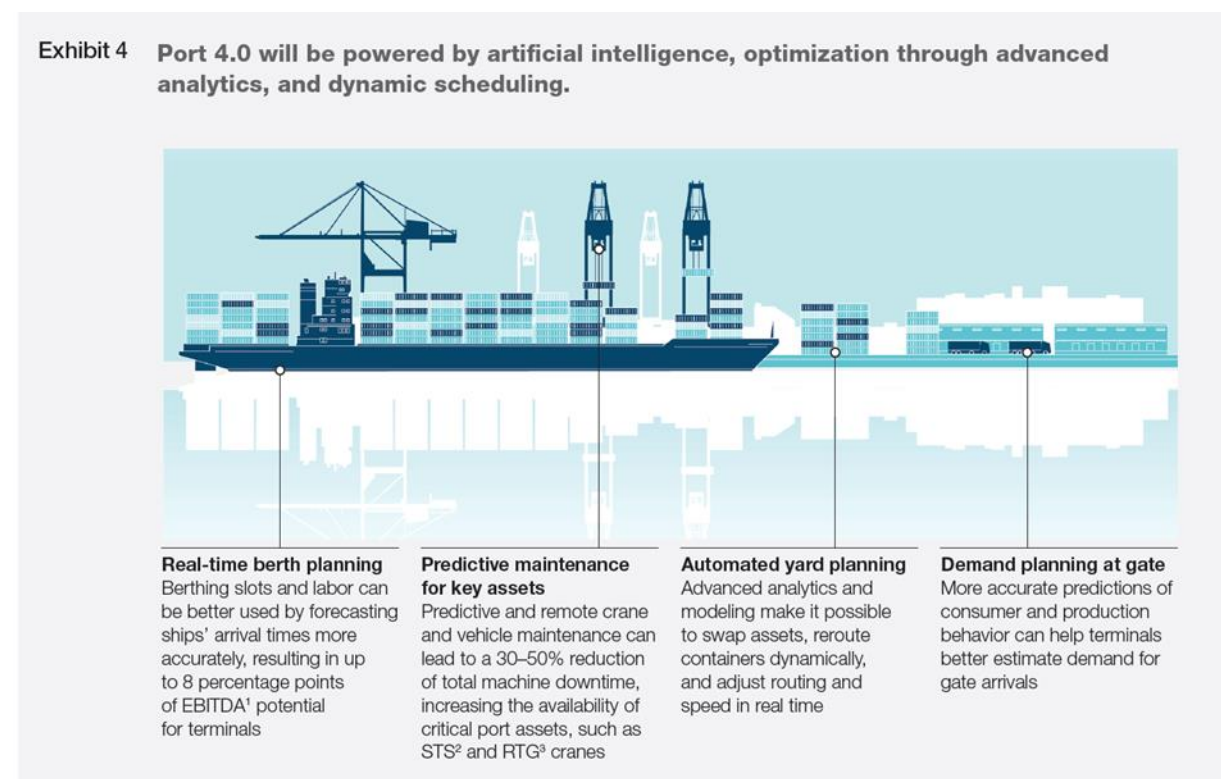
Το «Λιμάνι 3.0» («διαχείριση κατ' εξαίρεση») είναι πρόοδος σε σχέση με το «Λιμάνι 2.0»: αυτόματος εξοπλισμός και αλγόριθμοι που καθορίζουν τη λειτουργία και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, με αποτέλεσμα να μπορούν οι άνθρωποι να προβαίνουν σε εξαιρέσεις.

Ωστόσο, το «Λιμάνι 3.0» δεν αποτελεί το τέλος της ιστορίας.

Στο μοντέλο του μέλλοντος και πιο συγκεκριμένα, στο «Λιμάνι 4.0», οι λιμένες θα διευρύνουν το ρόλο τους συντονίζοντας τις φυσικές και ενδογενείς ροές εντός και εκτός τερματικών σταθμών για την ενίσχυση της ευρείας και συστημικής αποτελεσματικότητας του οικοσυστήματος του λιμένα.

Η εικόνα (1) που ακολουθεί περιγράφει τον τρόπο που ο «Λιμένας 4.0», θα είναι πλήρως τεχνολογικά προηγμένος και πιο συγκεκριμένα, από τεχνητή νοημοσύνη, βελτιστοποίηση μέσω προηγμένων αναλυτικών μεθόδων και δυναμικό προγραμματισμό.

Εικόνα 1: «Λιμένας 4.0».



Πηγή: McKinsey & Company, 2017

Οι λιμένες που στρέφονται στο μέλλον, θα συμμετάσχουν, εκτός από την αυτοματοποίηση, στη μετάβαση στην επόμενη εποχή του «Λιμένα 4.0». Όλοι οι φορείς εκμετάλλευσης τερματικών σταθμών, οι εταιρίες μεταφορών με φορτηγά, οι σιδηρόδρομοι, οι φορτωτές, οι εταιρίες εφοδιαστικής αλυσίδας και οι εμπορευματικές μεταφορές θα είναι συνδεδεμένες ώστε να βελτιστοποιούν όχι μόνο το ίδιο το λιμένα αλλά και ολόκληρο το οικοσύστημα. Ο ακρογωνιαίος λίθος του «Λιμένα 4.0» θα είναι η αυτοματοποίηση, η οποία θα μπορεί να μετατρέπει τους λιμένες σε - υψηλής

αξιοπιστίας και ευέλικτους - κόμβους υλικοτεχνικής υποστήριξης, οι οποίοι θα προσφέρουν άμεσες και προβλέψιμες φυσικές ροές και θα χρησιμοποιούν στοιχεία των δικτύων μεταφοράς για την άμβλυνση των πολλαπλών μεταβλητών που εμφανίζονται στα δίκτυα μεταφοράς.

Οι λιμένες, που σήμερα αντιμετωπίζονται συχνά από τους χρήστες ως περιορισμοί στα δίκτυα μεταφοράς, θα μπορούν στη συνέχεια να επιλύσουν ενεργά προβλήματα σε άλλα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Μακροπρόθεσμα, οι εν λόγω επενδύσεις θα οδηγήσουν σε νέες εξελίξεις, όπως για παράδειγμα, «Λιμένα 4.0», δηλαδή η μετάβαση από τον διαχειριστή των παγίων στον φορέα παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας.

Πρόκειται για το πλαίσιο μιας ευρύτερης μετάβασης στη Βιομηχανία 4.0 ή στην ψηφιακή εποχή, παγκοσμίως, που δημιουργεί μία αύξηση της αποδοτικότητας σε ολόκληρη την παγκόσμια οικονομία.

Ο «Λιμένας 4.0» θα έχει μεγαλύτερη αξία για τους διαχειριστές εκμετάλλευσης τερματικών σταθμών, τους προμηθευτές και τους πελάτες, αλλά με την αξία αυτή να μην παρουσιάζει αναλογική κατανομή στο σύνολο των λιμένων και στις αγορές που εξυπηρετούν. Για την υλοποίηση αυτού του οράματος θα απαιτηθούν καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα και μορφές συνεργασίας.

Ο πρώτος αυτοματοποιημένος λιμένας εμπορευματοκιβωτίων αναπτύχθηκε στην Ευρώπη στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Έκτοτε, πολλοί λιμένες- πάνω από 20 κατά τα τελευταία έξι έτη - διαθέτουν εγκατεστημένο εξοπλισμό για την αυτοματοποίηση ορισμένων διεργασιών στους τερματικούς τους σταθμούς.

Σχεδόν σαράντα (40) μερικώς ή πλήρως αυτοματοποιημένοι λιμένες αναπτύσσουν τώρα επιχειρήσεις σε διάφορα μέρη του κόσμου και από τις καλύτερες εκτιμήσεις προκύπτει ότι τουλάχιστον 10 δισεκατομμύρια δολάρια έχουν επενδυθεί σε έργα αυτού του είδους. Η δυναμική θα παρουσιάσει μία επιτάχυνση πιθανώς κατά τα επόμενα πέντε έτη και αναμένεται να διατεθούν 10 δισεκατομμύρια δολάρια έως 15 δισεκατομμύρια δολάρια.

Εκ πρώτης όψεως, οι λιμένες εμπορευματοκιβωτίων παρουσιάζουν ευκολότερη μετάβαση προς την αυτοματοποίηση τους με το φυσικό περιβάλλον να είναι δομημένο και προβλέψιμο. Πολλές δραστηριότητες αποτελούν επαναλαμβανόμενες και απλές κινήσεις. Παράγουν τεράστιες ποσότητες άμεσα ενσωματωμένων και επεξεργασμένων δεδομένων. Η αξία της αυτοματοποίησης δεν περιλαμβάνει μόνο

την εξοικονόμηση κόστους, αλλά και τις επιδόσεις και τα οφέλη για την ασφάλεια των λιμένων και των εταιριών που δραστηριοποιούνται εκεί.

Ωστόσο, οι λιμένες κινούνται με βραδύτερους ρυθμούς σε σχέση με άλλους τομείς, κυρίως λόγω του ότι η αυτοματοποίηση των λιμένων δεν έχει ανταποκριθεί εγκαίρως στις σύγχρονες προσδοκίες της ευρύτερης αγοράς. Ένα παράδειγμα αποτελεί ο εξορυκτικός τομέας, ο οποίος επίσης βασίζεται στη διαδικασία και στην ένταση των στοιχείων ενεργητικού, όπου ορισμένοι από τους πρώτους καινοτόμους του τομέα προς την αυτοματοποίηση, έχουν βελτιώσει το κόστος και την παραγωγικότητα τους κατά 20% έως 40%. Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί και ο αποθηκευτικός τομέας, όπου, οι βελτιώσεις κόστους εκτιμήθηκαν από 10% έως 30%.

Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων και φορητών έχουν επίσης επιτυχώς αυτοματοποιημένες πολύπλοκες διαδικασίες και ορισμένες από τις συσκευές που χρησιμοποιούν, όπως τα αυτόματα καθοδηγούμενα οχήματα (Automated Guided Vehicles-AGV) και τα ρομπότ για τη διαχείριση υλικών, συνεισφέρουν και μεγιστοποιούν τους δείκτες απόδοσης στους λιμένες.

Ωστόσο, σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε εταιρίες οι οποίες ηγούνται του κλάδου, οι επιδόσεις των περισσότερο αυτοματοποιημένων λιμένων σε πραγματικές συνθήκες δεν αυξάνονται επαρκώς.

Η ασφάλεια βελτιώνεται, ο αριθμός των διαταραχών που συνδέονται με τον άνθρωπο (όπως οι αλλαγές σε βάρδιες) μειώνεται σημαντικά και η επίδοση γίνεται πιο προβλέψιμη. Ωστόσο, ποσοστό επαγγελματιών πιστεύουν ότι οι εν λόγω λιμένες, ιδίως οι πλήρως αυτοματοποιημένοι, είναι κατά κανόνα λιγότερο παραγωγικοί από τους αντίστοιχους συμβατικούς. Η απόδοση του επενδυμένου κεφαλαίου σε ορισμένους αυτοματοποιημένους λιμένες μειώνεται κατά μία ποσοστιαία μονάδα από τον κλάδο παραγωγής, της τάξης του 8 % περίπου.

2.3.1.Συνιστώσες αυτοματισμού λιμένων.

Ο αυτοματισμός στους λιμένες, αποτελείται από πέντε συνιστώσες.

Σημειώνεται ότι προστιθέμενη αξία μπορεί να δημιουργηθεί εφαρμόζοντας μεμονωμένα κάθε συνιστώσα, αν και θα υπάρξει πλήρες όφελος μόνον εάν και τα πέντε μέρη είναι ολοκληρωμένα και συντονισμένα. (Denktas-Sakar και Karatas-Cetin, 2012).

α. Αυτοματοποιημένος εξοπλισμός. Κατά κανόνα, ο αυτοματισμός απαιτεί σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίων για λειτουργίες όπως η σύνδεση πλοίου με την χερσαία ζώνη λιμένα (ship to shore), τις λειτουργίες του χώρου εναπόθεσης εμπορευμάτων, τις χερσαίες μεταφορές και την αυτοματοποίηση των πυλών.

Αυτό το είδος εξοπλισμού επιτρέπει τη λειτουργία των διαδικασιών με μεγαλύτερη συνέπεια και χωρίς διαστήματα διακοπής. Οι λιμένες αρχίζουν να αναγνωρίζουν τη σημασία των εν λόγω παροχών, ακόμη και όταν το χαμηλό κόστος των συντελεστών παραγωγής φαίνεται δύσκολο να αιτιολογηθεί. (McKinsey Global Institute,2017)

β. Συστήματα ελέγχου εξοπλισμών (Equipe-control systems). Τα βασικά συστήματα και οι διαδικασίες που ελέγχουν τις μηχανές και τον εξοπλισμό καθιστούν ομαλότερες τις λειτουργίες και παρέχουν περισσότερες πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων.

Αν και η ενσωμάτωση πολλών συστημάτων και διασυνδέσεων είναι δύσκολη και η έλλειψη τυποποίησης προσθέτει πολυπλοκότητα, πολλοί λιμένες έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν αυτές τις εφαρμογές. Συγκεκριμένα, πολλοί λιμένες διαθέτουν ενσωματωμένο λογισμικό (e-combination), με προηγμένη τεχνολογία αναγνώρισης και συσκευές λήψης εικόνων. Αυτό το λογισμικό μπορεί να χρησιμεύσει για παράδειγμα, στην αυτοματοποίηση των λειτουργιών και διαδικασιών που διενεργούνται στην πύλη του κάθε λιμένα και στην αυτόματη ταυτοποίηση των εισερχόμενων και εξερχόμενων φορτηγών μεταφοράς εμπορευμάτων.

γ. Πύργος ελέγχου τερματικού σταθμού. Ο «εγκέφαλος» ενός αυτοματοποιημένου τερματικού σταθμού περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα του τερματικού σταθμού, τα εργαλεία λήψης αποφάσεων, την προηγμένη ανάλυση, την ψηφιακή πλατφόρμα και τις διεπαφές με την κοινότητα και τους πελάτες. Ο πύργος ελέγχου συντονίζει και βελτιστοποιεί τη διαχείριση ολόκληρου του λιμένα, χειρίζεται την πρόβλεψη της ζήτησης, τη διαχείριση της ροής εργασίας, τον προγραμματισμό, τη βελτιστοποίηση, την παρακολούθηση και τον έλεγχο· παρέχει οδηγίες στους ελεγκτές· και λαμβάνει από αυτούς ανατροφοδότηση της πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο.

Η προηγμένη ανάλυση και η απόκτηση γνώσης του αυτοματισμού μπορούν να βελτιώσουν τις επιδόσεις των λιμένων, με τη δημιουργία καλύτερων προβλέψεων ζήτησης και τη βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων, καθιστώντας δυνατή την επίτευξη ωφελειών. (Hong και Ngo,2009)

δ. Αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής. Η αυξανόμενη χρήση των ρομπότ και άλλων αυτοματοποιημένων εξοπλισμών καθιστά ολοένα και πιο σημαντικές τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των μηχανών και των ανθρώπων. Οι εν λόγω αλληλεπιδράσεις λαμβάνουν πολλές μορφές τεχνολογίας όπως, για παράδειγμα, την εικονική πραγματικότητα (τα ρομπότ και τα αυτόματα οχήματα).

ε. Αλληλεπιδράσεις με την λιμενική κοινότητα. Η πιο απρόσκοπτη ανταλλαγή δεδομένων και συνδεσιμότητας σε όλο το εύρος της αλυσίδας μεταφοράς τόσο της θαλάσσιας όσο και της χερσαίας καθιστά το σύστημα πιο αποτελεσματικό.

Η ψηφιοποίηση και η συνδεσιμότητα σε πραγματικό χρόνο είναι σημαντικές για τη συνεργασία μεταξύ των βασικών ενδιαφερόμενων μερών (συμπεριλαμβανομένων των επενδυτών, των παρόχων υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας, των παραληπτών και των τελωνειακών υπαλλήλων) και για τις αλληλεπιδράσεις με το ευρύτερο οικοσύστημα του λιμένα. (Ku et.al.,2010).

2.4.Εννοια αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών.

Στον λιμενικό τομέα οι μεγαλύτεροι υπέρμαχοι της αυτοματοποίησης είναι οι τερματικοί σταθμοί εμπορευματοκιβωτίων. (Martín-Soberón et al.,2014)

Σήμερα, παρά την αργή εκκίνηση της αυτοματοποίησης στον λιμενικό τομέα, η ρομποτοποίηση του τερματικού σταθμού διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων και των συστημάτων μεταφορών βρίσκεται σε άνοδο. Περισσότεροι από 1,100 γερανοί χωρίς οδηγό λειτουργούν παγκοσμίως σε χώρους αποθήκευσης εμπορευματοκιβωτίων και εξελίσσονται ταχύτατα σε τυποποιημένο προϊόν. (Nanxi et.al.,2019)

Ωστόσο, οι οριζόντιες μεταφορές μεταξύ των φορτίων αποθήκευσης στην αποβάθρα και στο χώρο εναπόθεσης εμπορευμάτων, δεν έχουν φθάσει ακόμη στο ίδιο επίπεδο αυτοματισμού με τις λειτουργίες των χώρων εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων.

Τα αυτοματοποιημένα οχήματα (AGVs) έχουν αναπτυχθεί και αποδειχτεί κατάλληλα για τις οριζόντιες μεταφορές σε ορισμένες εγκαταστάσεις όπου η τεχνολογία αυτοματοποιημένων οχημάτων μεταφορών, εντός τερματικού (Shuttle Carrier-AShC), έχει επίσης υιοθετηθεί. (Saanen,2010)

Για παράδειγμα, στην Αυστραλία χρησιμοποιούνται αυτοματοποιημένοι τερματικοί σταθμοί, για το χειρισμό της αποθήκευσης και της οριζόντιας μεταφοράς στο χώρο εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων.

Προκειμένου να καταδειχθεί ο αυξανόμενος ρυθμός και η διάδοση της υιοθέτησης, αξίζει να σημειωθεί ότι από το 2012 έχουν αναπτυχθεί πάνω από 15 νέοι αυτόματοι τερματικοί σταθμοί, οι οποίοι έχουν υιοθετήσει διάφορα επίπεδα αυτοματισμού παγκοσμίως. (McKinsey Global Institute,2017)

Η κύρια κινητήρια δύναμη για την εισαγωγή της αυτοματοποίησης είναι η μείωση του κόστους ανά διαχειριζόμενο εμπορευματοκιβώτιο (κόστος ανά κίνηση) στον τερματικό σταθμό.

Άλλοι κινητήριοι παράγοντες εισαγωγής της αυτοματοποίησης αποτελούν επίσης η βελτίωση της αξιοπιστίας, της συνέπειας, της προβλεψιμότητας και της ασφάλειας των λειτουργιών, καθώς και η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η ανάπτυξη των γερανών στοιβασίας (ASSC) έχει ως συνέπεια την επίτευξη μεγαλύτερης οικονομίας στη χρήση της γης — δείκτης παραγωγικότητας ανά τετραγωνικό μέτρο -κάτι που αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία δεδομένου ότι το παράκτιο λιμάνι είναι κατά κανόνα ακριβό και ιδιαίτερα υψηλό σε ζήτηση, όχι μόνο

για τη διαχείριση των εμπορευματοκιβωτίων αλλά και για τις λοιπές λιμενικές δραστηριότητες.

Οι κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας για την εισαγωγή της αυτοματοποίησης σε τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων μπορούν να συνοψιστούν στους κάτωθι: (PEMA,2012)

- Προσαρμογή του σχεδιασμού στις συνθήκες που επικρατούν
- Τεχνολογική εξέλιξη για ένα νέο τερματικό σταθμό, προκειμένου να ενισχυθεί μελλοντικά η ανταγωνιστικότητα του.
- Αποφυγή λήψης μεγαλεπήβολων μέτρων που απαιτούν πρόσθετες δραστηριότητες δοκιμής, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν καθυστερήσεις και υπερβάσεις κόστους.
- Προσδιορισμός των συνθηκών λειτουργίας, όπως οι περιορισμοί σε εμπορευματοκιβώτια και σε τύπους οχημάτων λόγω συνθηκών εργασίας κ.λπ.
- Προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος παραγωγής στην ικανότητα του μηχανικού προμηθευτή και στη μέθοδο παράδοσης της γερανογέφυρας.
- Επιβεβαίωση του σχεδιασμού και του αριθμού των απαιτούμενων οχημάτων και γερανών με τη χρήση τεχνολογίας προσομοίωσης.

Η υιοθέτηση της αυτοματοποίησης δεν αποτελεί μόνο έργο τεχνολογικής υλοποίησης, αλλά αφορά πλήρη αλλαγή στις περισσότερες επιχειρησιακές διαδικασίες και πρακτικές στον τερματικό σταθμό και απαιτεί την υλοποίηση νέων δράσεων διαχείρισης των αλλαγών. Η εγκατάσταση των συστημάτων αυτοματοποίησης απαιτεί την ενσωμάτωση πολλαπλών τεχνολογικών συστημάτων.

Συνεπώς, όλα τα μέρη της αλυσίδας, κατά την διαδικασία, πρέπει να έχουν την ίδια γνώση και κατανόηση για τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η αυτοματοποίηση.

2.5.Ανάπτυξη των συστημάτων αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών

2.5.1.Αυτοματοποιημένη λειτουργία τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων.

Κατά τη διάρκεια ελλιμενισμού του πλοίου στον προβλήτα πιστοποιείται εκτός από τη θέση του και η χωρική θέση κάθε εμπορευματοκιβωτίου που αναφέρεται στο σχέδιο φόρτωσης, επιτρέποντας κατά αυτό τον τρόπο την έναρξη λειτουργίας φορτοεκφόρτωσης του πλοίου.

Από το σχέδιο του πλοίου, το σχέδιο φόρτωσης, καθώς και τη μετακίνηση του εξοπλισμού ανύψωσης, μια αυτοματοποιημένη λειτουργία του τύπου «καρουζέλ» των φορτηγών οχημάτων που κινούνται μέσω προγραμματισμού μπορεί να ξεκινήσει, με ενσωματωμένο πρόσθετο εξοπλισμό, όπως είναι για παράδειγμα τα περνοφόρα ανυψωτικά οχήματα, οι γερανογέφυρες φορτοεκφόρτωσης σε λάστιχα (RTG), οι γερανογέφυρες φορτοεκφόρτωσης σε ράγες (RMG) και γερανογέφυρες αποβάθρας. (quarry gantry cranes) (Figueiredo et al.,2014)

- *Επίπεδα αυτοματισμού στους τερματικούς σταθμούς φορτοεκφόρτωσης.*

Στους τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων, η παραδοσιακή χειρωνακτική εργασία μετατίθεται σταδιακά στην αντίστοιχη αυτοματοποιημένη μέσω διαφόρων διαδικασιών αυτοματισμού, τηλεχειριστηρίων και υποβοήθησης των χειριστών, όταν πρόκειται για περιπτώσεις πλήρους αυτοματοποιημένης λειτουργίας. (Martín-Soberón et al.,2014)

Το επιθυμητό επίπεδο αυτοματοποίησης μπορεί να επιλεγεί με βάση τα υφιστάμενα συστήματα, το περιβάλλον λειτουργίας και τους επιχειρηματικούς στόχους του τερματικού σταθμού. Κατά κανόνα, η αυτοματοποίηση των διεργασιών αναπτύσσεται πριν από και από κοινού με τον αυτοματοποιημένο εξοπλισμό, ως πρώτο βήμα για να υπάρξει όφελος από την αυτοματοποίηση του τερματικού σταθμού, διαμορφώνοντας τα αντίστοιχα επίπεδα αυτοματισμού, που είναι απαραίτητα για τον εξοπλισμό διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων.

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η αυτοματοποίηση των διεργασιών παρουσιάζεται, στη συνέχεια της εργασίας, μια διαδικασία η οποία αποτελείται, από διαφορετικά επίπεδα τα οποία είναι ενδεικτικά και βασίζονται στην εφαρμογή μιας αυτόματης γερανογέφυρας φορτοεκφόρτωσης σε λάστιχα (AutoRTG).

Ωστόσο, μπορούν να εφαρμοστούν και σε διάφορους άλλους τύπους εξοπλισμού διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων. (Martín-Soberón et al.,2014)

Επίπεδο 0: Χειροκίνητη λειτουργία με αυτοματοποιημένη διαδικασία

Κατά τη διάρκεια χειροκίνητης λειτουργίας, ένας οδηγός ελέγχει χειρωνακτικά όλες τις λειτουργίες του εξοπλισμού. Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών μπορεί να αναπτυχθεί πριν από ή παράλληλα με άλλα επίπεδα αυτοματισμού. (Martín-Soberón et al.,2014)

Παραδείγματα αυτοματοποιημένων διαδικασιών που προσφέρουν λύσεις είναι η αυτόματη αναγνώριση και ο εντοπισμός εμπορευματοκιβωτίων και φορτηγών στο χώρο εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων, η αυτοματοποιημένη κατανομή καθηκόντων σε διαχειριστές λιμένα, η τηλεμετρία οριζόντιων μέσων μεταφοράς και διαμόρφωση της κατάλληλης στοιβασίας για την αποφυγή συγκρούσεων μεταξύ του γερανού και της στοιβασίας.

Επίπεδο 1: Τηλεχειρισμός

Το πιο βασικό επίπεδο αυτοματοποίησης του τερματικού εξοπλισμού είναι ο τηλεχειρισμός, ο οποίος βελτιώνει την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια. Σε αυτό το επίπεδο οι διαχειριστές λιμένα και πιο συγκεκριμένα του χώρου εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων, διαχειρίζονται πλέον τα εμπορευματοκιβώτια, από το κέντρο ελέγχου.

Για πολλά είδη εξοπλισμού (π.χ. RTGs) ο τηλεχειρισμός επιτρέπει σε έναν μόνο χειριστή να ελέγχει πολλαπλούς γεραμούς. Ο τηλεχειρισμός παρέχει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης του τερματικού σταθμού βάσει του πραγματικού αριθμού των κινήσεων που απαιτούνται αντί για τον αριθμό των λειτουργικών κινήσεων της γερανογέφυρας, καθώς οι διαχειριστές λιμένα βρίσκονται σε χώρους γραφείων και σε γραφεία ελέγχου εξ αποστάσεως, με συνέπεια να μπορούν να αναλάβουν τον έλεγχο οποιουδήποτε γερανού στον τερματικό σταθμό. (Martín-Soberón et al.,2014)

Ο τηλεχειρισμός παρέχει επίσης άλλα οφέλη, όπως την κατάργηση του χρόνου που απαιτείται για τη μετακίνηση των διαχειριστών των λιμενικών υπηρεσιών προς και από τις γερανογέφυρες στον χώρο εναπόθεσης εμπορευμάτων.

Στάδιο 2: Αυτόματες κινήσεις υπό επίβλεψη.

Στο επόμενο στάδιο της αυτοματοποίησης η λειτουργία του γερανού είναι πλήρως ενσωματωμένη στο τερματικό λειτουργικό σύστημα (TOS) και, ως εκ τούτου, οι θέσεις εργασίας αντιμετωπίζονται ως μια ολοκληρωμένη λύση και όχι ως μεμονωμένο σύστημα που αφορά ειδικά στον εξοπλισμό.

Η σύνδεση του γραφείου ελέγχου με το γερανό είναι αυτοματοποιημένη μόλις ξεκινήσει η εργασία. Σε αυτό το επίπεδο αυτοματισμού, η γερανογέφυρα σε λάστιχα (RTG) εκτελεί αυτοματοποιημένες κινήσεις και ο γερανός μετακινείται προς τη μεριά του εμπορευματοκιβωτίου, καθώς ταυτόχρονα υπάρχει αυτοματοποιημένη ανύψωση στον χώρο στοιβασίας, υπό την εποπτεία του χειριστή. (Martín-Soberón et al.,2014). Σε πολλές περιπτώσεις, η εποπτεία της αυτοματοποιημένης λειτουργίας καθίσταται ταχύτερη, ενώ παράλληλα μειώνονται οι συγκρούσεις σε σχέση με άλλους τερματικούς σταθμούς. Δεδομένου ότι ο γερανός στοιβασίας τοποθετείται αυτόματα και με ακρίβεια σε σχέση με το εμπορευματοκιβώτιο-στόχο, εξοικονομούνται σημαντικά δευτερόλεπτα σε κάθε κίνηση. Οι αυτοματοποιημένες κινήσεις είναι επίσης ομαλότερες, με αποτέλεσμα να προκαλείται λιγότερη φθορά τόσο στον εξοπλισμό όσο και στα εμπορευματοκιβώτια. Αυτό το στάδιο αυτοματοποίησης (εποπτευόμενη λειτουργία με αυτόματο μηχανισμό διεύθυνσης) είναι η επιθυμητή επιλογή για τις νέες εγκαταστάσεις γερανογέφυρας σε λάστιχα (RTG).

Επίπεδο 3: Ημιαυτόματη λειτουργία

Σε αυτό το επίπεδο οι εξ αποστάσεως φορείς μπορούν να ελέγχουν ακόμη περισσότερους γερανούς ανά άτομο, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και επιδόσεις. Στις ημιαυτοματοποιημένες λειτουργίες γερανογέφυρας σε λάστιχα (RTG), εκτελούνται αυτοματοποιημένες κινήσεις των αμαξωμάτων, εκτός της αυτοματοποιημένης στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Αυτό το επίπεδο αυτοματισμού μειώνει σημαντικά τον απαιτούμενο χρόνο λειτουργίας ανά μεταφορά εμπορευματοκιβωτίου. (Martín-Soberón et al.,2014)

Η μετακίνηση της αρπάγης φόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων πραγματοποιείται υπό την επίβλεψη του χειριστή, ενώ οι εργασίες στον χώρο κυκλοφορίας των φορτηγών πραγματοποιούνται με τηλεχειρισμό. Επίσης, μπορεί να αυτοματοποιηθούν ο ανυψωτήρας και η εξέδρα φόρτωσης, με το χειριστή να ελέγχει εξ' αποστάσεως το γερανό στοιβασίας στον χώρο.

Επίπεδο 4: Πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία

Σε αυτό το επίπεδο όλες οι λειτουργίες του γερανού στοιβασίας, συμπεριλαμβανομένης και της ανύψωσης, της επιλογής και τοποθέτησης εμπορευματοκιβωτίων, των κινήσεων του γερανού, είναι αυτοματοποιημένες. Με πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα, ο χρόνος του χειριστή για κάθε κίνηση της γερανογέφυρας είναι ο μικρότερος δυνατός και μπορεί να είναι πλήρως

αυτοματοποιημένος. Αυτό το επίπεδο είναι πρότυπο για τον αυτόματο εξοπλισμό διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων που μπορεί να λειτουργεί σε πλήρως διαχωρισμένο χώρο αυτοματισμού χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. (Martín-Soberón et al.,2014)

2.6. Τάσεις αυτοματοποίησης των λιμενικών τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων.

Η γενική τάση αυτοματοποίησης των τερματικών σταθμών έχει ως στόχο την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων αυτοματισμού, τα οποία υπερβαίνουν τα όρια των χώρων εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων προκειμένου να περιλαμβάνονται όλες οι λειτουργίες, που είναι: (Martín-Soberón et al.,2014)

- Η αυτοματοποίηση των πυλών·
- Η αυτοματοποίηση του χώρου εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων,

και

- Η αυτοματοποίηση των γερανών για αποβάθρες.

Στην πραγματικότητα, οι αυτοματισμοί που εφαρμόζονται στους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς και τα πλέον προηγμένα συστήματα αυτοματοποίησης στη σημερινή αγορά είναι εκείνα που σχετίζονται με τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στις τερματικές πύλες. Υπό αυτή την έννοια, πρέπει να καταβληθούν ακόμη προσπάθειες για τη βελτίωση των συστημάτων συλλογής δεδομένων στη διασύνδεση της εφοδιαστικής αλυσίδας στον τερματικό σταθμό. Αυτό το ενδιαφέρον για την αυτοματοποίηση της συλλογής δεδομένων είναι κοινό για τις χερσαίες και θαλάσσιες πύλες, με τις χερσαίες πύλες να περιλαμβάνουν μεγαλύτερο όγκο δεδομένων λόγω της εξατομίκευσης των μεταφορών.(Rebollo et.al.,2000)

Η αυτοματοποίηση του χώρου εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων αποτελεί την πλέον δημοφιλή τάση στους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς. Για το λόγο αυτό, οι τερματικοί σταθμοί, των οποίων οι κινήσεις στο χώρο εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων είναι πλήρως ή μερικώς αυτοματοποιημένες, αποτελούν τους λεγόμενους αυτοματοποιημένους ή ημι-αυτοματοποιημένους τερματικούς σταθμούς, αντίστοιχα.

Η αυτοματοποιημένη τεχνολογία του εξοπλισμού αποθήκευσης και μεταφοράς μπορεί αντίστοιχα να είναι πλήρως ή μερικώς αυτοματοποιημένη και διαχειρίζεται την αυτοματοποίηση της απογραφής του αποθέματος των εμπορευματοκιβωτίων που βρίσκονται στον χώρο εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων και την παρακολούθηση του εξοπλισμού σε πραγματικό χρόνο. Η εξέλιξη της οδεύει προς το σχεδιασμό των συστημάτων χειρισμού τα οποία ανεξαρτητοποιούνται ολοένα και περισσότερο, σε επιχειρησιακό και οικονομικό επίπεδο.


Η λίστα των αυτοματοποιημένων και ημι-αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών αυξάνεται δραστικά τα τελευταία χρόνια και θα συνεχίσει δεδομένου ότι έχουν ενισχυθεί οι επενδύσεις σε έργα αυτοματισμού και στην κατασκευή νέων αυτοματοποιημένων τερματικών σε διαφορετικά μέρη του κόσμου. Το 2014 τέθηκε σε λειτουργία ο τερματικός σταθμός AMPT Maasvlakte II στο λιμάνι του Ρότερνταμ (Ολλανδία). (Nightingale,2014)

Αυτός ο τερματικός σταθμός έχει το υψηλότερο επίπεδο αυτοματισμού μέχρι σήμερα, συνδυάζοντας την αυτοματοποίηση των πυλών και των χώρων εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων, με τη σχεδόν πλήρη αυτοματοποίηση της διαδρομής που πραγματοποιείται από τα οχήματα και τους γερανούς, υποβοηθούμενοι με τηλεχειριστήριο από τον πύργο ελέγχου του τερματικού σταθμού.

Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι οι τρέχουσες τάσεις όσον αφορά στην αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών έχουν ως στόχο την πλήρη και αποτελεσματική αυτοματοποίηση των εν λόγω εγκαταστάσεων, υπάρχουν πολλές πιθανές επιλογές μεταξύ της πλήρους αυτοματοποίησης και της συμβατικής διαχείρισης των λιμενικών τερματικών σταθμών συμπεριλαμβανομένης της παροχής χειροκίνητης βοήθειας.

(Figueiredo et.al.,2014)

Για το λόγο αυτό, κατά το σχεδιασμό της αυτοματοποίησης ενός λιμενικού τερματικού σταθμού, είναι σκόπιμο να μην τίθεται σε κίνδυνο ο αυτοματισμός της εγκατάστασης και να υλοποιείται η διαδικασία με μεθοδικό και συστηματικό τρόπο, με στόχο την δημιουργία ενός σχεδίου εφαρμογής που να ανταποκρίνεται στις επιχειρησιακές ανάγκες των λιμενικών τερματικών σταθμών. (Ford,2015)

 *Φιλοσοφία της αυτοματοποίησης των λιμενικών τερματικών σταθμών.*

Οι λύσεις αυτοματοποίησης, καθώς και άλλες τεχνολογικές λύσεις που έχουν σχεδιαστεί για τους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς, παραδοσιακά αφορούσαν μία περισσότερο θεωρητική προσέγγιση, εφόσον περιορίζονταν στην περιγραφή των πρακτικών στοιχείων των συστημάτων, τις κύριες αρμοδιότητές τους, τις διεπαφές και τις αλληλεπιδράσεις τους.

Η προσέγγιση αυτή οδήγησε σε αναλύσεις για τις ανάγκες αυτοματοποίησης της προβλήτας, του χώρου εναπόθεσης εμπορευματοκιβωτίων, των γερανών και των χερσαίων πυλών των αυτοματοποιημένων και ημι-αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών. (Nanxi, et.al.,2019)

Εντούτοις, αυτού του είδους η προσέγγιση περιορίζει το σχεδιασμό των λύσεων και δημιουργεί εμπόδια στην ανάπτυξη των υπηρεσιών των τερματικών σταθμών, με

αποτέλεσμα συχνά την εξεύρεση και εφαρμογή λύσεων που δεν ανταποκρίνονται στις ανάγκες τους ούτε προσαρμόζονται στους λειτουργικούς περιορισμούς των λιμενικών τερματικών σταθμών.

Για την αντιμετώπιση αυτής της δυσκολίας, είναι αναγκαία μια μεθοδολογία η οποία να προσεγγίζει λειτουργικά τον αυτοματισμό και ταυτόχρονα τον επανακαθορισμό των διαδικασιών.

Ο συνδυασμός αυτός παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη λύση των λειτουργικών προβλημάτων των λιμενικών τερματικών σταθμών και τον εντοπισμό τρόπων βελτίωσης, έτσι ώστε η διαδικασία εξεύρεσης των λύσεων να μπορεί να προσαρμόζεται στις πραγματικές επιχειρησιακές ανάγκες και να διευρύνει και άλλους τομείς βελτίωσης που δεν σχετίζονται με τον αυτοματισμό. Μία τέτοιου είδους μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί στους νέους αναπτυσσόμενους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς κατά τη φάση σχεδιασμού των διαδικασιών λειτουργίας, καθώς και σε εκείνους που επιθυμούν να αυτοματοποιήσουν τις δραστηριότητές τους έως έναν ορισμένο βαθμό, ή ακόμη και να τις αυτοματοποιήσουν πλήρως. (McKinsey Global Institute,2017)

Λειτουργική προσέγγιση

Στόχος των τεχνολογιών αυτοματισμού είναι η μείωση της παρέμβασης των ανθρώπινων πόρων στις επιχειρήσεις. Οι εργαζόμενοι συμμετέχουν σε δράσεις σε τρεις τομείς: (1) στη φυσική ροή των εμπορευματοκιβωτίων μέσω των εγκαταστάσεων (2) στη σχετική ροή εγγράφων (3) στο σχεδιασμό και διαχείριση.

Για τον σκοπό αυτό οι τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν (1) στην αυτοματοποίηση των καθηκόντων των εργαζομένων, (2) στην αυτοματοποίηση της ροής πληροφοριών και (3) στην αυτοματοποίηση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. (Chao και Lin,2017)

Η αυτοματοποίηση των καθηκόντων των εργαζομένων, συνίσταται στη μείωση της παρέμβασης των χειριστών του εξοπλισμού κατά τη διαχείριση των εμπορευμάτων, καθιστώντας έτσι τις υποδομές και τον εξοπλισμό πιο αυτόνομες.

Ακόμη και όταν δεν είναι πλήρως αυτοματοποιημένη, η μερική αυτοματοποίηση του εξοπλισμού εισάγει συστήματα υποβοήθησης στη διαχείριση των εργασιών, αυξάνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την παραγωγικότητα και την ασφάλεια των επιχειρήσεων.

Όσον αφορά **στην αυτοματοποίηση της ροής πληροφοριών**, αυτή στηρίζεται στη μείωση των ανθρώπινων πόρων κατά την αγορά, τη διαβίβαση και τη διαχείριση των

διαδικασιών πληροφόρησης που επιτρέπουν στις λειτουργίες της επιχείρησης να ολοκληρωθούν χρησιμοποιώντας αντίστοιχα συστήματα διασύνδεσης, επικοινωνίας και διαχείρισης πληροφοριών.

Σήμερα, σχεδόν όλα οι λιμενικοί τερματικοί σταθμοί χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες και τα εργαλεία που μπορούν να αυτοματοποιήσουν έως έναν βαθμό τη διαδικασία διαχείρισης των πληροφοριών.

Η αυτοματοποίηση της ροής πληροφοριών όσον αφορά στα συστήματα πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο απαιτεί ένα νέο τρόπο για τη διαχείριση των λιμενικών τερματικών σταθμών, με βάση αξιόπιστες και έγκαιρες πληροφορίες για την εξάλειψη της αβεβαιότητας στους χρόνους ανταπόκρισης και για να είναι δυνατή η λήψη αποφάσεων ταυτόχρονα με τις δράσεις που εκτελούνται κάθε στιγμή.

Τέλος, **η αυτοματοποίηση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων** συνίσταται στην απουσία της παρέμβασης του ανθρώπινου παράγοντα κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των πράξεων σε στρατηγικό, τακτικό και επιχειρησιακό επίπεδο (Monfort et.al., 2011).

Για να επιτευχθεί αυτό, είναι αναγκαίο να τεθούν σε εφαρμογή εργαλεία λογισμικού που θα συνεργάζονται με το σύστημα TOS (Terminal Operating System) και να θεσπιστούν κριτήρια για τη λήψη αποφάσεων σε επίπεδο σχεδιασμού και διαχείρισης αποφάσεων και διαδικασιών.

Τα κριτήρια αυτά μπορούν να καθορίζονται μέσω θεματικών αλγορίθμων ή μοντέλων εξομοίωσης.

Εντούτοις, επισημαίνεται ότι ο λιμενικός τερματικός σταθμός του οποίου ο εξοπλισμός είναι αυτόματος μέχρι ένα συγκεκριμένο σημείο, μπορεί να λειτουργήσει με μη αυτόματες ροές πληροφοριών, ή αντιστρόφως. Ομοίως, το επίπεδο αυτοματοποίησης του μηχανισμού λήψης αποφάσεων μπορεί να είναι επίσης ανεξάρτητο από το επίπεδο αυτοματοποίησης του εξοπλισμού ή των ροών πληροφοριών.(Saanen,2010)

Επανασχεδιασμός της διαδικασίας

Ο επανασχεδιασμός της διαδικασίας είναι μια τεχνική η οποία πρωτοεμφανίστηκε στη δεκαετία του '90. Συνίσταται στον ριζικό ανασχεδιασμό των διαδικασιών των επιχειρήσεων με στόχο τη μετατροπή τους ώστε να επωφεληθούν από τις διαθέσιμες στην αγορά τεχνολογικές και διαχειριστικές καινοτομίες, προκειμένου να προσαρμοστούν στο περιβάλλον και τις τρέχουσες ανάγκες, επιτυγχάνοντας έτσι δραστικές βελτιώσεις στα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων (υπηρεσίες, κόστος

κ.λπ.), οι οποίες μπορούν να μετρηθούν με τη βοήθεια των αντίστοιχων δεικτών επιδόσεων.(Acciario et.al.,2014)

Για να επιτευχθεί ο εν λόγω επανασχεδιασμός της διαδικασίας, απαιτείται η κατανόηση των δραστηριοτήτων των επιχειρήσεων, μέσω της μελέτης των πόρων τους, και της υφιστάμενης μεταξύ τους σχέσης, η οποία νοείται ως διαδικασία.

Μια διαδικασία είναι μια ομάδα δραστηριοτήτων ή γεγονότων που αναπτύσσεται από μία οργανωμένη οντότητα και η οποία μπορεί να λάβει χώρα ή να πραγματοποιηθεί ως εναλλακτική λύση ή ταυτόχρονα, με κάποια άλλη δραστηριότητα, υπό ορισμένες συνθήκες με συγκεκριμένο σκοπό.

Οι διαδικασίες μπορούν να μοντελοποιούνται μέσω διαγραμμάτων ροής τα οποία αντιπροσωπεύουν την αλληλεπίδραση των καταστάσεων που παρεμβαίνουν. Γι αυτό τον λόγο, είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται η μεθοδολογία της Επιχειρηματικής διαδικασίας (Business Process Model και Notice/ BPMN), η οποία αποτελεί προτυποποιημένο τρόπο για τη μοντελοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών. Αντίστοιχα, υπάρχουν κι άλλα εργαλεία όπως το Microsoft Office Visio, το οποίο μπορεί να συστηματοποιήσει την παραγωγή των διαγραμμάτων ροής. (Alderton και Saieva,2013)

2.7.Μεθοδολογία αυτοματοποίησης των Λιμενικών Τερματικών Σταθμών.

Οι Λιμενικοί Τερματικοί Σταθμοί μπορούν να θεωρηθούν ως παραγωγική βιομηχανία όπου το προϊόν είναι η διέλευση ενός εμπορευματοκιβωτίου μέσω ενός λιμένα, με τελικό στόχο την ολοκλήρωση της μεταφοράς του μέσω στεριάς ή θαλάσσης. Από λειτουργική άποψη και από την άποψη χρήσης διεργασιών επανασχεδιασμού των διαδικασιών ως εργαλείου, η αυτοματοποίηση ασχολείται με την εισαγωγή λύσεων αυτοματισμού, με στόχο την τροποποίηση των λειτουργιών, των ροών πληροφοριών ή των υφιστάμενων διαδικασιών λήψης αποφάσεων, ώστε να μη χρειάζονται τόσο υψηλό επίπεδο ανθρώπινης προσοχής ή ανθρώπινης παρέμβασης αντίστοιχα.

Η μεθοδολογία για τη συστηματοποίηση αυτής της φιλοσοφίας της αυτοματοποίησης των λιμενικών τερματικών σταθμών (PCT), αποτελείται από πέντε στάδια: (Laxe, et.al.,2016)

- 1 Διάγνωση·
- 2 Μελέτη των διαθέσιμων τεχνολογιών που υπάρχουν στην αγορά·
- 3 Σχεδιασμό βιώσιμων λύσεων·
- 4 Επιλογή της πλέον υποσχόμενης λύσης·
- 5 Καθορισμός του έργου υλοποίησης της πλέον υποσχόμενης λύσης.

Το πρώτο στάδιο, η διάγνωση, συνεπάγεται την κατανόηση των πόρων και της λειτουργίας των λιμενικών τερματικών σταθμών. Μια προηγούμενη διάγνωση αποτελεί το σημείο εκκίνησης για οποιαδήποτε διαδικασία βελτίωσης και στην περίπτωση αυτή, είναι επιτακτική ανάγκη να γνωρίζει κανείς τι μπορεί να αυτοματοποιηθεί και, κατά συνέπεια, να αποφασίζεται ο τρόπος επίτευξής του.

Επιτρέπει τον προσδιορισμό του πεδίου εφαρμογής των βιώσιμων λύσεων που είναι διαθέσιμες στην αγορά για υιοθέτηση. Πρόκειται, αφενός, για τους ισχύοντες περιορισμούς των λιμενικών τερματικών σταθμών, δηλαδή για τους πόρους και τις δραστηριότητές τους και, αφετέρου, για τον ορισμό των απαιτήσεων αυτοματοποίησης, οι οποίες πρέπει να είναι εύλογες και εφικτές και να προσαρμόζονται στις πραγματικές ανάγκες (τεχνικές και οικονομικές) της επιχείρησης.

Στόχος της μελέτης των διαθέσιμων στην αγορά τεχνολογιών είναι η γνώση των σύγχρονων τεχνολογιών αιχμής σε σχέση με τα πιο πρόσφατα επιτεύγματα, η κατανόηση της λειτουργίας τους και του τρόπου με τον οποίο μπορούν να προσαρμοστούν για την υλοποίηση των λύσεων.(Lu et.al.,2012)

Υπό την έννοια αυτή, οι Monfort et al. (2011) πέτυχαν να συγκεντρώσουν και να οργανώσουν τις τεχνολογικές καινοτομίες που διατίθενται στην αγορά για τους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς. Αυτές πρέπει να γίνουν κατανοητές και να μελετηθούν πρακτικά, προκειμένου να εισαχθούν στη διαδικασία αυτοματοποίησης λειτουργίας των λιμενικών τερματικών σταθμών, αναφορικά με τον τρόπο εκτέλεσης των καθηκόντων, των ροών πληροφοριών ή των διαδικασιών λήψης αποφάσεων.

Τα πρώτα στάδια ανάλυσης παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για το σχεδιασμό λύσεων που προσαρμόζονται στις δυνατότητες σχεδιασμού των λιμενικών τερματικών σταθμών.

Ο σχεδιασμός βιώσιμων λύσεων είναι ουσιαστικά ο ανασχεδιασμός της διαδικασίας. Συνίσταται στην εισαγωγή, στις τρέχουσες διαδικασίες, σε νέα έργα που αντιστοιχούν σε λύσεις αυτοματοποίησης ως συμπλήρωμα ή υποκατάσταση προηγούμενων καταστάσεων με σκοπό την εφαρμογή αυτοματοποιημένων διαδικασιών στις επιχειρήσεις, τις ροές πληροφοριών ή τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, ανάλογα με τις επιχειρησιακές ανάγκες.(Asgari et.al.,2015)

Δεδομένης της εκτενούς προσφοράς λύσεων αυτοματισμού στην αγορά, η αυτοματοποίηση μιας διαδικασίας ενδέχεται να μην είναι μοναδική. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να εξεταστούν οι διάφορες βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις.

Μεταξύ των διαφόρων βιώσιμων σχεδιασμών, είναι αναγκαίο να επιλεγεί η πλέον υποσχόμενη ή βέλτιστη αυτοματοποίηση, σύμφωνα με τις τεχνικές και οικονομικές ανάγκες των λιμενικών τερματικών σταθμών. Για να γίνει αυτό απαιτείται ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων για τον μετασχηματισμό αυτών των αναγκών σε κριτήρια για τη διαμόρφωση και την ανάλυσή τους προκειμένου να βρεθεί η καλύτερη επιλογή.

Τέλος, πρέπει να επιλεγεί το σχέδιο εκείνο το οποίο θα προωθηθεί η πλέον υποσχόμενη λύση, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που απορρέουν από την συμβατότητα της εφαρμογής των τεχνολογιών με τις δράσεις και την αντίσταση στην αλλαγή.

2.8. Σύγχρονες τάσεις, εξελίξεις & τεχνολογία *Block chain*

Η ναυτιλία αποτελεί σημαντική δραστηριότητα παγκόσμια, ιδιαίτερα όπου η οικονομική και κοινωνική ευημερία εξαρτώνται κυρίως από το διεθνές και διαπεριφερειακό εμπόριο. Σύμφωνα με τις στατιστικές του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) το 2017 η ναυτιλία έχει ουσιαστική συμβολή στην παγκόσμια οικονομία, δεδομένου ότι περισσότερο από το 90% του παγκόσμιου εμπορίου, σε όγκο, μεταφέρεται δια θαλάσσης. Γενικότερα, η μεταφορά αποτελεί έναν από τους τέσσερις ακρογωνιαίους λίθους της παγκοσμιοποίησης, μαζί με τις επικοινωνίες, τη διεθνή τυποποίηση και την απελευθέρωση του εμπορίου.

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα, οι τέσσερις σημαντικότεροι φορείς εκμετάλλευσης εφοδιαστικής αλυσίδας προέρχονται από την ΕΕ και από τις 10 κορυφαίες χώρες παγκοσμίως.

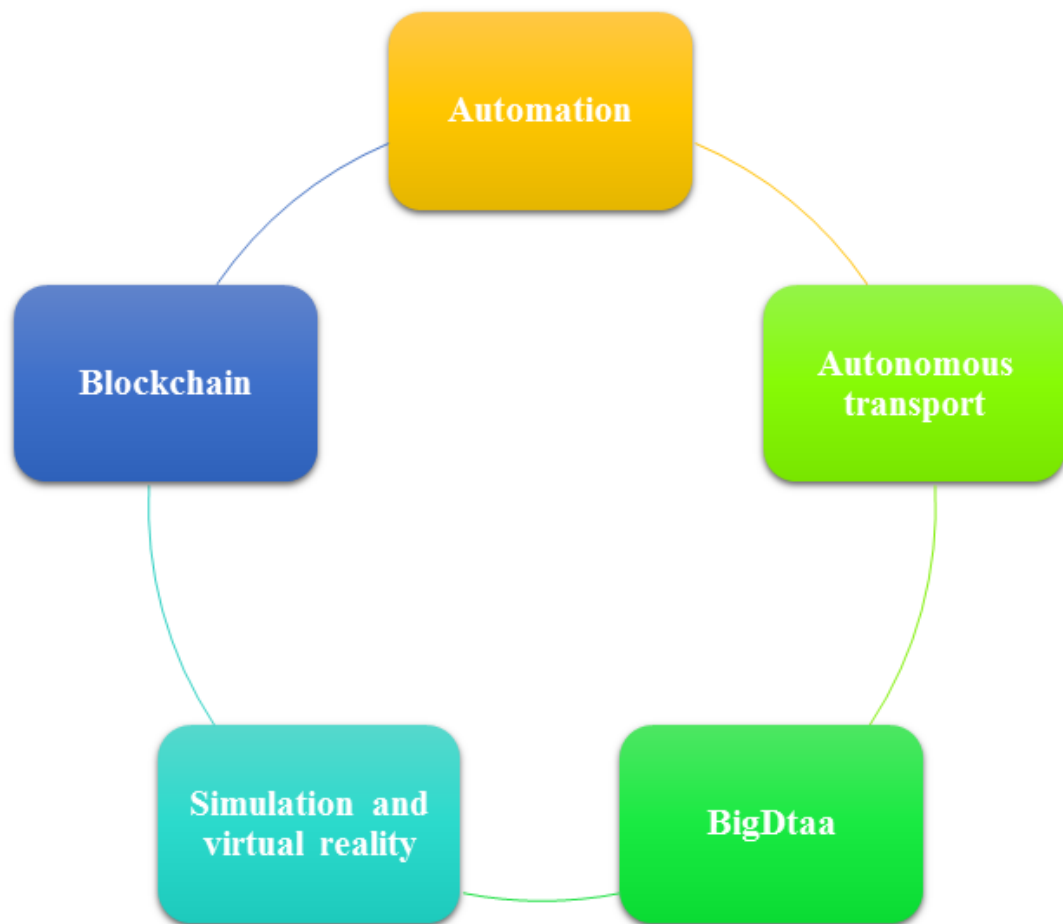
Η διατήρηση της σημερινής ηγετικής θέσης παγκοσμίως, στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ζωτικής σημασίας για την ευρωπαϊκή οικονομία και το μέλλον των πολιτών της. Επιπλέον, σύμφωνα με τη Συμμαχία για τις Καινοτομίες στον τομέα των Logistics μέσω Ευρωπαϊκών Συνεργασιών (Alice) το 2018, η ΕΕ είναι παγκοσμίως, ο μεγαλύτερος εξαγωγέας αγαθών, με την ανταγωνιστικότητά της στον τομέα της βιομηχανίας να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις επιδόσεις των εμπορευματικών μεταφορών και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Εκτιμάται ότι η βελτίωση της απόδοσης κατά 10% έως 30% στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας στην Ευρώπη έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους τάξεως 100 έως 300 δισ. ευρώ για τις ευρωπαϊκές βιομηχανίες, με επακόλουθη μείωση κατά 15% έως 30% των εκπομπών CO₂. (Karimpour και Karimpour, 2018)

Η επιβράδυνση της οικονομικής ανάπτυξης της Κίνας και του παγκόσμιου εμπορίου έχουν ωθήσει τους λιμένες και τις επιχειρήσεις εφοδιαστικής αλυσίδας, να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες και καινοτομίες στον τομέα τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ).

Ο τομέας των λιμένων και της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει ήδη χρησιμοποιήσει τις νέες τεχνολογίες σε κάποιο βαθμό, εντούτοις πέντε ήδη καινοτομιών έχουν αποκτήσει ενδιαφέρον σε αυτό τον τομέα: αυτοματοποίηση, αυτόνομες μεταφορές, μεγάλα δεδομένα (big data), προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα και Blockchain.

Στα επόμενα χρόνια, το λιμάνι και η εφοδιαστική αλυσίδα θα συναντήσουν πιο ουσιαστικές αλλαγές με την αυτοματοποίηση να καθίσταται κυρίαρχη και τις λειτουργίες να κινητοποιούνται σε πραγματικό χρόνο από ένα ευρύ φάσμα ερεθισμάτων της αγοράς.(Chu et.al.,2018)

Σχήμα 1. Πέντε τεχνολογικές καινοτομίες με την μεγαλύτερη επίδραση στα λιμάνια και την εφοδιαστική αλυσίδα.



Πηγή: Port Economics,2018

Πιο συγκεκριμένα:

1. Αυτοματοποίηση

Η αυτοματοποίηση εφοδιαστικής αλυσίδας και η ρομποτική λειτουργία αποτελούν εφαρμογές λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών και αυτοματοποιημένων μηχανημάτων και εξοπλισμού που αποσκοπούν στην ενίσχυση της

αποτελεσματικότητας των εργασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνήθως πρόκειται για εργασίες μέσα σε αποθήκη ή σε κέντρο διανομής, με διευρυμένα καθήκοντα τα οποία αναλαμβάνουν οι υπεύθυνοι των συστημάτων διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. (Karimpour και Karimpour,2018)

Σύμφωνα με τον Robinson (2013), υπάρχουν έξι σημαντικά οφέλη από την εφαρμογή του αυτοματισμού στην εφοδιαστική αλυσίδα και στο σύστημα διαχείρισης μεταφορών:

- Η μείωση των δαπανηρών σφαλμάτων.
- η διαθεσιμότητα επιλογής τρόπου μεταφοράς και πραγματικού χρόνου μεταφοράς των εμπορευμάτων.
- Η αύξηση εξυπηρέτησης πελατών.
- Η πρόσβαση σε δεδομένα πραγματικού χρόνου και ανάλυση εμπορευμάτων.
- Ο οργανωτικός έλεγχος.
- Η καθαρότητα και ταχύτητα.

Τα τελευταία χρόνια υπήρξε μια σταθερή αύξηση του αυτοματισμού στα ευρωπαϊκά λιμάνια και στην κατασκευή αυτοματοποιημένου εξοπλισμού, που ήταν διαθέσιμος για πολλές τερματικές λειτουργίες όπως η διαχείριση των εμπορευματοκιβωτίων, αλλά και η εκφόρτωση φορτηγών.

Λογισμικά και αισθητήρες χρησιμοποιούνται ευρέως για την παρακολούθηση των διαδικασιών, με απώτερο στόχο τη βελτιστοποιημένη ομαλή ροή αγαθών εντός του λιμένα, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα εξοικονόμηση χρόνου, καυσίμων κόστους και προσωπικού. (Karimpour και Karimpour,2018)

II. Αυτόνομη μεταφορά (οχήματα)

Η ανάπτυξη αυτόνομων μεταφορικών μέσων στην ξηρά, τον αέρα και τη θάλασσα, έχει τον τελευταίο καιρό κερδίσει σημαντική προσοχή με συνέπειες για τους λιμένες και τις επιχειρήσεις εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, έχουν ήδη αναπτυχθεί ειδικά αυτόνομα φορτηγά μέσα στα λιμάνια για να μεταφέρονται εμπορευματοκιβώτια.

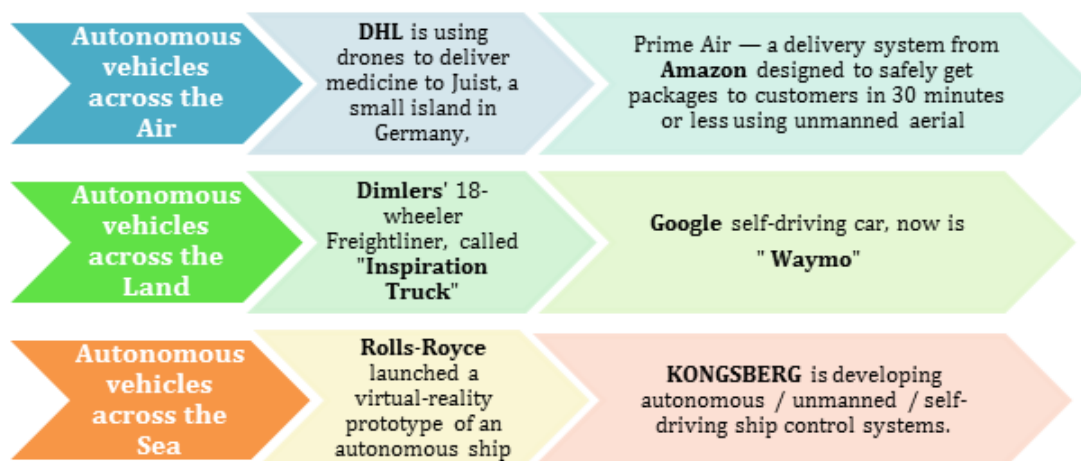
Τα πλεονεκτήματα των αυτοματοποιημένων οχημάτων είναι πολλά. Οι ασφαλέστερες μεταφορές βρίσκονται στο επίκεντρο, καθώς οι έρευνες δείχνουν ότι έως 90% των τροχαίων ατυχημάτων προέρχονται από ανθρώπινα λάθη από οδηγούς. Επιπλέον, τα αυτόνομα συστήματα παρακολουθούν και προσαρμόζονται πάντοτε στις μεταβαλλόμενες συνθήκες κυκλοφορίας και τις καιρικές συνθήκες με μεγαλύτερη ταχύτητα και ασφάλεια από ό, τι η ανθρώπινη ύπαρξη.

Επίσης, αυξάνεται η αποδοτικότητα των μεταφορών μειώνοντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της μικρότερης κατανάλωσης καυσίμου. Στη ναυτιλιακή βιομηχανία, η Rolls-Royce υπολογίζει λόγω της αυτοματοποίησης, μείωση της κατανάλωσης καυσίμων κατά 20%, ενώ η μείωση των λειτουργικών εξόδων υπολογίζεται σε διπλάσια (40%).

Υπάρχουν επίσης εταιρίες που αναπτύσσουν συστήματα αυτόνομης διαχείρισης ελέγχου των πλοίων, τα οποία επικεντρώνονται στην ολοκληρωμένη τεχνολογία αισθητήρων και την αυτοματοποιημένη αποφυγή συγκρούσεων.

Το σχήμα που ακολουθεί καταδεικνύει μερικά παραδείγματα αυτόνομων οχημάτων στον αέρα, τη στεριά και τη θάλασσα.

Σχήμα 2. Αυτόνομα οχήματα σε λειτουργία



Πηγή:Port Economics,2018

III. Μεγάλα δεδομένα (Big data)

Στη σύγχρονη εποχή κυριαρχεί η τεχνολογική αιχμή. Η εμπειρία από τις επιτυχημένες εταιρίες διαδικτύου όπως η Google, η Amazon, το eBay και το Facebook δεν αφήνει καμία αμφιβολία ότι οι πληροφορίες αποτελούν ένα ουσιαστικό στοιχείο της ανταγωνιστικής διαφοροποίησης. Οι επιχειρήσεις και οι εταιρίες χρησιμοποιούν την τεχνολογία προκειμένου να παρέχουν ακριβή πληροφόρηση που βασίζεται σε συγκεκριμένα στοιχεία, για να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις.

Στην εφοδιαστική αλυσίδα, το μεγαλύτερο μέρος όγκου δεδομένων παράγεται από τα ρομπότ και τον αυτοματοποιημένο εξοπλισμό και διαδικασίες.

Οι πρόσφατοι προηγμένοι και φθηνοί αισθητήρες επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να εντοπίζουν τα αγαθά και να καταμετρούν τις δραστηριότητες. Αυτοί οι αισθητήρες καθιστούν τον εξοπλισμό των λιμανιών και τα φορτία μέρος ενός ευρύτερου δικτύου του Ίντερνετ των πραγμάτων (Internet of Things). Πρόκειται για μία από τις σημαντικότερες πτυχές των μεγάλων δεδομένων, δεδομένου ότι σχετίζεται με το ευρύ φάσμα των "πραγμάτων" που συνδέονται με ένα προηγμένο τεχνολογικά δίκτυο για αποστολή και λήψη δεδομένων. Για παράδειγμα, στην εφοδιαστική αλυσίδα θα μπορούσαν να είναι οι αισθητήρες που παρακολουθούν τη θερμοκρασία των εμπορευματοκιβωτίων ψυγείων.

Ωστόσο, για την επιτυχή εφαρμογή αυτού του συστήματος πρέπει να δημιουργηθούν αποτελεσματικά συστήματα επικοινωνιών. Αυτό είναι πιο σημαντικό για τα λιμάνια, όπου τα εμπορευματοκιβώτια και ο εξοπλισμός μπορεί να αποτελέσουν εμπόδια για τα σήματα. Ομοίως, σε εσωτερικούς χώρους, όπως αποθήκες, τα συστήματα εντοπισμού (Global Positioning Systems-GPS) συνήθως δεν χρησιμοποιούνται, με αποτέλεσμα να απαιτούνται άλλες τεχνολογίες όπως εκείνη της αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFID).

Ορισμένα λιμάνια στη Νοτιοανατολική Ασία, όπως η Σιγκαπούρη, έχουν ήδη αξιοποιήσει τεχνικές μεγάλων δεδομένων για τη δημιουργία ευφών συστημάτων επιθεώρησης. Αυτά τα έξυπνα συστήματα αξιολογούν το παρελθόν και το υπόβαθρο των εισαγωγών σχετικά με τον τύπο του φορτίου, προκειμένου να εντοπίζουν εκείνα που είναι πιο ύποπτα για επιθεώρηση, ώστε να εξασφαλίζεται η ταχεία και ομαλή ροή των εμπορευμάτων χωρίς να επηρεάζονται οι στόχοι ασφαλείας.

IV. Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα

Η διαθεσιμότητα ενός ευρέος φάσματος μεγάλων εφαρμογών δεδομένων θα οδηγήσει σε ευκαιρίες για τους φορείς εκμετάλλευσης λιμένων, για τις επιχειρήσεις εφοδιαστικής αλυσίδας και τους παρόχους υπηρεσιών. Από την άποψη αυτή, οι διάφορες λιμενικές επιχειρήσεις θα μπορούσαν να διαμορφωθούν έτσι ώστε να αναλύουν τις επιχειρησιακές ροές, να εντοπίζουν τα πιθανά εμπόδια και να αξιολογούν διάφορα σενάρια σχεδιασμού και διακίνησης. Η προσομοίωση θα παίζει σημαντικότερο ρόλο όταν ο αυτοματοποιημένος εξοπλισμός και τα ρομποτικά μηχανήματα χρησιμοποιούνται στον τομέα των λιμένων και της εφοδιαστικής. Αυτό βοηθά στην κατανόηση του αντίκτυπου αυτών των τεχνολογικών εξελίξεων καθώς και του τρόπου ενσωμάτωσής τους στις τερματικές διεργασίες και διαδικασίες.

Για έναν αποτελεσματικό συγχρονισμό των δραστηριοτήτων λιμένων και της εφοδιαστικής αλυσίδας, μέσω προσομοίωσης, μια τεχνολογία ιδιαίτερα αποτελεσματική είναι η εικονική πραγματικότητα (VR), η οποία δημιουργεί με τη προσθήκη νέων πληροφοριών από τον υπολογιστή, μία νέα πραγματικότητα η οποία αποτελεί επέκταση της ήδη υπάρχουσας.

Ειδικότερα σε ένα λιμενικό περιβάλλον, η προσομοίωση συνίσταται στη συμμετοχή των υποδομών, του λιμενικού εξοπλισμού και των αυτοματοποιημένων οχημάτων.

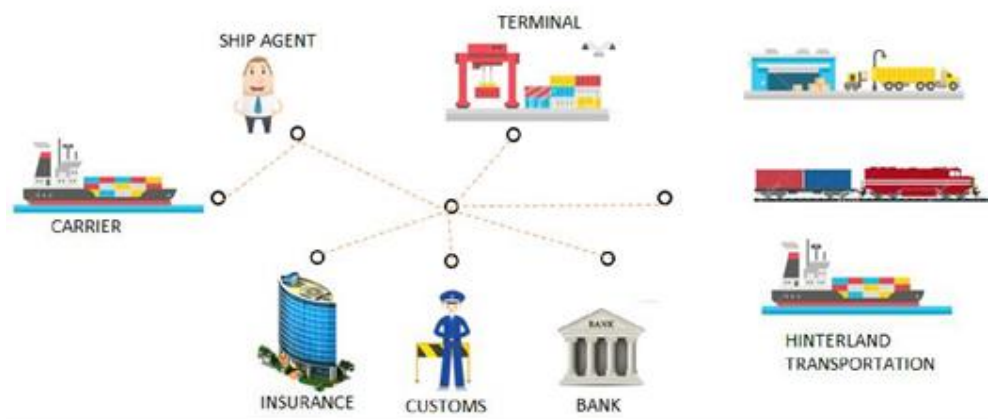
2.8.1. Τεχνολογία Blockchain

Ως Blockchain ορίζεται ο τρόπος με τον οποίο ένας χρήστης του Διαδικτύου μεταφέρει ένα μοναδικό κομμάτι ψηφιακής ιδιοκτησίας σε άλλο χρήστη του Διαδικτύου, έτσι ώστε η μεταφορά να είναι εγγυημένη και ασφαλής, υπό την έννοια του ότι και τα δύο μέρη έχουν λάβει γνώση της πράξης της μεταφοράς, συνεπώς κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει τη νομιμότητα της.

Το Blockchain περιλαμβάνει μια διεθνή βάση δεδομένων, έχει δομημένο και αποκεντρωμένο χαρακτήρα επικυρώνοντας συνεχώς κάθε συναλλαγή των συμμετεχόντων, και καταγράφοντας αυτές τις συναλλαγές σε δημόσιους ιστότοπους. Οι κωδικοί αναφοράς που δημιουργούνται, επιτρέπουν σε κάθε κόμβο του δικτύου να έχει πρόσβαση στις συναλλαγές στις οποίες έχει δικαιοδοσία να παραπέμπει. (σχήμα 3).

Με βάση τα χαρακτηριστικά του, το blockchain μπορεί να προσφέρει προστιθέμενη αξία στη λογική των λιμένων και την ψηφιοποίηση των θυρών. Πρόκειται για τη δημιουργία εμπιστοσύνης, την εξασφάλιση παροχής δεδομένων, την προβολή, τη δικτύωση και την ενσωμάτωση των στοιχείων της αλυσίδας εφοδιασμού .

Σχήμα 3. Blockchain διαδικασία διάχυσης τυπικής πληροφόρησης στην διαδικασία μεταφοράς φορτίου εντός τερματικού σταθμού.



Πηγή:Port Economics,2018

Η τεχνολογία blockchain αναμένεται να υποστηρίξει τις λιμενικές υπηρεσίες με απώτερο στόχο την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας σε όλη τη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Για το σκοπό αυτό, οι λιμενικές αρχές είναι βασικοί παράγοντες. Μπορούν να διαδραματίσουν ρόλο διευκολυντή για την προώθηση ενός συγκεκριμένου δικτύου. Μπορούν επίσης να δημιουργήσουν μια κατάσταση που θα ενώσει τα ενδιαφερόμενα μέρη ενώ θα αναλάβει ένα διευθυντικό και συντονιστικό ρόλο για την ολοκλήρωση των διαφορετικών εφαρμογών blockchain.(Karimpour και Karimpour,2018)

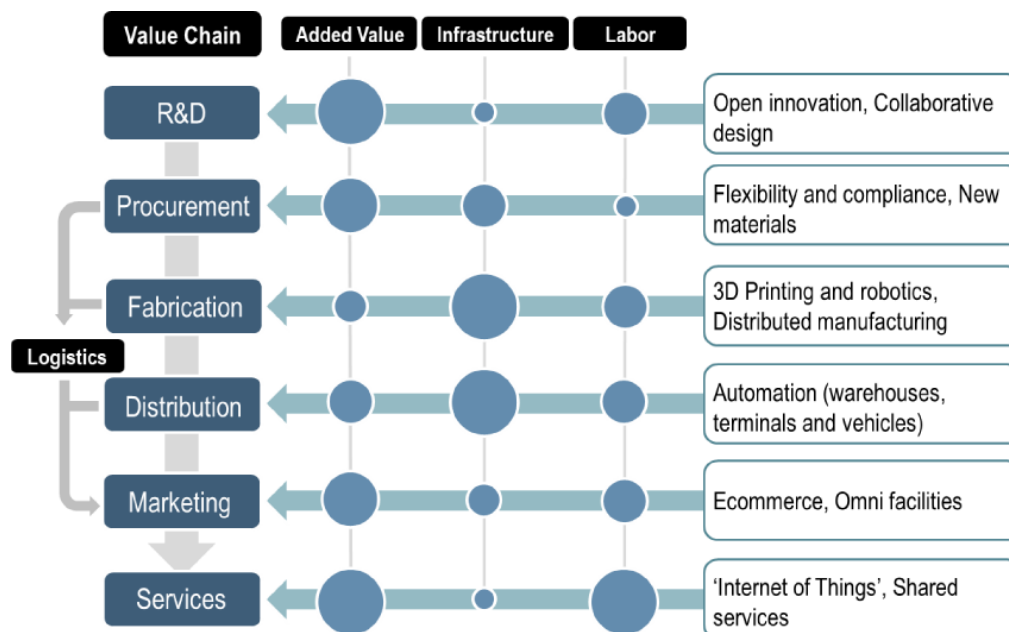
Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, παρόλο που η αυτοματοποίηση μπορεί να εξεταστεί αποκλειστικά στο επίπεδο του λιμενικού τερματικού σταθμού, λαμβάνει χώρα και σε ολόκληρες εφοδιαστικές αλυσίδες.

Για παράδειγμα, στο παρακάτω σχήμα η αυτοματοποίηση του τερματικού σταθμού είναι μόνο μια αλλαγή που λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης. Όσον αφορά στην εφοδιαστική αλυσίδα, υπάρχουν επίσης σημαντικές αλλαγές στις προμήθειες, στην κατασκευή αλλά και σε άλλα στοιχεία διανομής (π.χ. αποθήκευση) καθώς και στο εμπόριο (π.χ. ηλεκτρονικό εμπόριο).

Το κρίσιμο ερώτημα είναι με ποιο τρόπο όλες αυτές οι αλλαγές θα επηρεάσουν τη δομή της ζήτησης της παγκόσμιας διανομής εμπορευμάτων και τον τρόπο με τον οποίο η αυτοματοποίηση των τερματικών μπορεί να αποτελέσει μέρος αυτού του πλαισίου.

Το κάτωθι σχήμα(4) απεικονίζει με λεπτομέρεια την αλληλεπίδραση της αλυσίδας αξίας και της αυτοματοποίησης. Συγκεκριμένα, τα στοιχεία της αλυσίδας αξίας που προσφέρουν τη μεγαλύτερη αξία είναι η Έρευνα και Ανάπτυξη και οι Υπηρεσίες.

Σχήμα 4: Αλληλεπίδραση εφοδιαστικής αλυσίδας και αυτοματοποίησης.



Πηγή: Port Economics, 2018

Οι επιπτώσεις του ηλεκτρονικού εμπορίου, μιας μορφής αυτοματοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας, στο σύστημα λιανικής πώλησης είναι ήδη σημαντικές. Χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό εμπόριο αναλογικά, αναμένονται οι ακόλουθες επιπτώσεις σε σχέση με τα συστήματα θαλάσσιων μεταφορών:

🚢 *Ναυτιλιακά δίκτυα.*


Το ηλεκτρονικό εμπόριο άλλαξε τη διαδικασία της διανομής εμπορευμάτων με την αύξηση των παραδόσεων των δεμάτων και την επακόλουθη μετατόπιση της εφοδιαστικής αλυσίδας στο τελευταίο μίλι (αστικές παραδόσεις).

Για τη ναυτιλιακή μεταφορά η αυτοματοποίηση τερματικού μπορεί να οδηγήσει σε μια κατάτμηση υπηρεσιών μεταξύ αυτοματοποιημένων τερματικών που μπορούν να χειριστούν τους μεγάλους όγκους και τις απαιτήσεις συχνότητας των mega-πλοίων και των λιγότερο αυτοματοποιημένων τερματικών που επικεντρώνονται στις δευτερεύουσες υπηρεσίες. Αυτό θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τους κόμβους μεταφόρτωσης.

🚢 *Τερματικό αποτόπωμα.*


Το ηλεκτρονικό εμπόριο μείωσε το αποτύπωμα των παγίων του λιανικού εμπορίου καθώς ορισμένα από αυτά τα αποτυπώματα μετατράπηκαν σε κέντρα διανομής.

Εάν η αυτοματοποίηση των τερματικών οδηγεί σε μείωση του παγκόσμιου αποτυπώματος των τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων, θα μπορούσε να οδηγήσει σε εξορθολογισμό των τερματικών και σε ορισμένες περιπτώσεις στο κλείσιμο τερματικών σταθμών, ιδίως σε λιμένες όπου η αυτοματοποίηση οδηγεί σε μεγαλύτερη χωρητικότητα από την απαιτούμενη.

 *Νέοι τύποι εγκαταστάσεων τερματικών σταθμών.*

Το ηλεκτρονικό εμπόριο είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εξ ολοκλήρου νέων τύπων εγκαταστάσεων διανομής εμπορευμάτων, όπως τα κέντρα ηλεκτρονικής εκπλήρωσης και διαλογής για τον συντονισμό των υλικοτεχνικών απαιτήσεων.

Ο αυτοματισμός μεταβάλλει τις λειτουργίες και τη διαμόρφωση των τερματικών των εμπορευματοκιβωτίων, που είναι πιθανό να οδηγήσει σε νέα σχέδια τερματικών και αλληλεπιδράσεις όπως ζεύγη τερματικών/δορυφορικών εγκαταστάσεων.

 *Καθετή ενσωμάτωση.*

Οι μεγάλες επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου προσπαθούν να εμπλακούν σε διάφορα τμήματα των αλυσίδων εφοδιασμού τους, ιδίως για να έχουν ένα καλύτερο επίπεδο ελέγχου της απόδοσης τους.

(Rodrigue, 2018)

Επομένως, το ηλεκτρονικό εμπόριο μπορεί να συμβάλλει στην εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων της αυτοματοποίησης στους λιμένες και τη ναυτιλία. Επισημαίνεται ότι με τις βελτιώσεις ασφάλειας και απόδοσης να είναι στο επίκεντρο, η αυτοματοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε ακούσιες συνέπειες, όπως τη κατάτμηση των ναυτιλιακών δικτύων, τη μείωση του αποτυπώματος τερματικού σταθμού και την μείωση των πόρων.

Οι τερματικοί λιμένες είναι ιδιαίτερα φιλικό στον αυτοματισμό, καθώς παρέχει άμεσα οφέλη όσον αφορά στο κόστος, στην αποδοτικότητα, στην ασφάλεια και στην αξιοπιστία. Ωστόσο, αυτή η αυτοματοποίηση πραγματοποιείται με διαφορετικούς ρυθμούς, ανάλογα με τη σχετική τεχνολογία και την ευκολία εφαρμογής της με τον πλέον οικονομικό και αποδοτικό τρόπο.

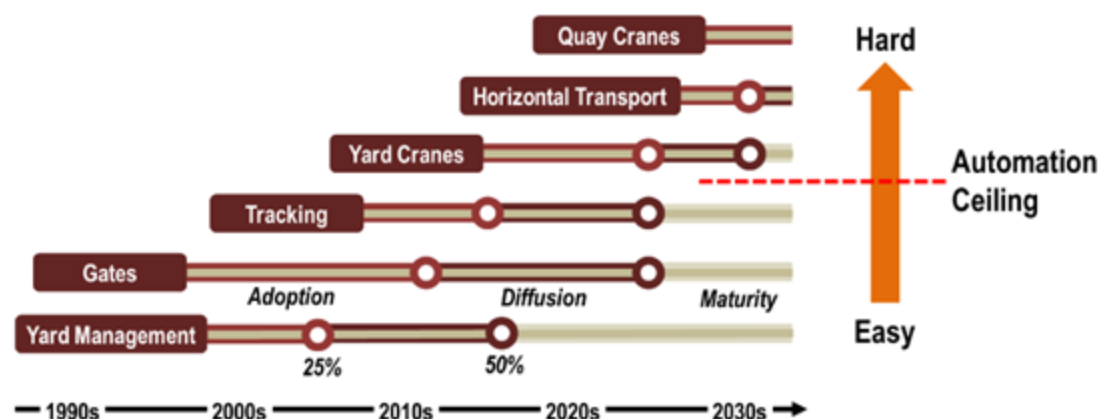
Τα λιμάνια και η θαλάσσια ναυσιπλοΐα αποτελούν αλληλοεξαρτώμενες δραστηριότητες που υπογραμμίζουν την πολυπλοκότητα και τον κίνδυνο αυτοματοποίησης. (Rodrigue, 2018)

Ο μετριασμός του κινδύνου υπογραμμίζει ότι υπάρχει ένα ανώτατο όριο αυτοματισμού που αντιπροσωπεύει το επίπεδο αυτοματισμού που μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα τερματικό από άποψη κόστους/ οφέλους.

Όπως καταδεικνύεται στο σχήμα (5) που ακολουθεί, οποιαδήποτε αυτοματοποίηση που είναι υπερβολικά κεφαλαιουχική και δεν οδηγεί σε σημαντικά οφέλη, όπως είναι το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος ή η υψηλότερη απόδοση, αποτελεί κίνδυνο και πρέπει να αντιμετωπίζεται με προσοχή.

Το σχήμα που ακολουθεί (5),

Σχήμα 5.Μετριασμός κινδύνου-ανώτατα όρια αυτοματισμού



Πηγή:Port Economics,2018

2.9.Συνέπειες του αυτοματισμού στους τερματικούς σταθμούς λιμανιών.

α. Κοινωνικοοικονομικές πτυχές και συγκρούσεις στην εργασία.

Οι μηχανισμοί αυτοματοποίησης που αυξάνουν την δυνατότητα της παραγωγικής ικανότητας καταλήγουν σε μείωση των θέσεων εργασίας σε αυτές τις δραστηριότητες.

β. Αυτοματοποίηση και εργασία

Στους τερματικούς λιμενικούς σταθμούς όπου η αυτοματοποίηση υλοποιείται σταδιακά με στόχο τη μείωση της ανθρώπινης παρουσίας, προτείνεται ο περιορισμός της σε συγκεκριμένες περιοχές κυκλοφορίας, για την αποφυγή ατυχημάτων, που μπορεί να προκληθούν για παράδειγμα, από τον χειρισμό του εξοπλισμού κατά τη μετακίνησή του.

Οι δραστηριότητες αυτές αποσκοπούν στον έλεγχο και την εποπτεία των διαφορετικών σταδίων της εν λόγω αυτοματοποιημένης διαδικασίας.

Το κεντρικό σύστημα αυτοματισμού παρέχει δυνατότητα στον διαχειριστή να παρακολουθεί το πεδίο, ελέγχοντας τις κάμερες υψηλής ευκρίνειας. Ένα σχετικό παράδειγμα είναι ο τερματικός σταθμός Euromax στο Ρότερνταμ.

Οι εν λόγω τερματικοί σταθμοί, λόγω του επιπέδου αυτοματοποίησής τους, παρομοιάζονται συχνά με τερματικά φαντάσματα, δεδομένου ότι δεν επιτρέπεται να παραμένουν άτομα στην περιοχή που πραγματοποιείται η φόρτωση.

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των τερματικών σταθμών είναι η μείωση ή ακόμη και η εξάλειψη της άμεσης συμμετοχής των ανθρώπων στην παραγωγική δραστηριότητα, με τον ανθρώπινο παράγοντα μόνο να παρακολουθεί και να εποπτεύει. Η εξοικονόμηση κόστους προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας και υλικών, τη βελτίωση της ακρίβειας και της ποιότητας των λειτουργιών.

Η αυτοματοποίηση των λειτουργιών και των διαδικασιών απελευθερώνει την εργασία του ανθρώπου από επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες και τις δυσμενείς συνθήκες εργασίας, για τις οποίες υπάρχει δυσφορία και δυνητικός κίνδυνος ατυχημάτων και ασθενειών.

Η μείωση των δαπανών που σχετίζονται με τις εργασίες είναι αποτέλεσμα των λιγότερων ωρών ανθρώπινης απασχόλησης και των σχετικών αμοιβών, ενώ με λιγότερη ανθρώπινη συμμετοχή, αναμένεται βελτίωση της ποιότητας και της παραγωγικότητας με λιγότερα ατυχήματα τα οποία συνήθως προκαλούνται λόγω κόπωσης.

Επιπλέον, προκαλούνται λιγότερες καταγγελίες ή μισθολογικές απαιτήσεις.

Ωστόσο, ακόμη και στις πιο αυτοματοποιημένες διαδικασίες, δεν έχουν ακόμη επιτευχθεί τα προβλεπόμενα αποτελέσματα, δεδομένου ότι υπάρχουν πολλές λειτουργικές δυσκολίες προς την αλλαγή για αυτοματοποίηση, δεδομένου ότι κατά την διαδικασία παραγωγής το ζητούμενο είναι η προετοιμασία των ατόμων για την υλοποίησή και την προώθησή της.

γ. Οι θέσεις εργασίας και το εργατικό δυναμικό στον λιμένα.

Το περιβάλλον διακίνησης εμπορευμάτων στους λιμένες διαφόρων φορτίων διαφέρει σημαντικά, αντίθετα με τις διεργασίες στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, δεδομένου ότι σε αυτά υπάρχει η ποικιλομορφία των εμπορευμάτων, των χώρων εργασίας, των δράσεων για την ανάπτυξη και των εργαζομένων.

Κάθε χρονική περίοδος επηρεάζει τους χώρους διεξαγωγής των δραστηριοτήτων, τα πλοία που πρόκειται να τεθούν σε λειτουργία, τα αντίστοιχα προϊόντα και

διαδικασίες, τις κλιματικές συνθήκες, τις περιόδους της ημέρας/νύχτας, του φυσικού φωτός ή του τεχνητού, ή ακόμη και τη νυχτερινή πορεία της σειράς των εμπορευματοκιβωτίων.

Σε περιπτώσεις όπου οι εταίροι και τα μέλη του προσωπικού είναι μόνιμοι, είναι φυσικό να αναπτύσσονται συλλογικές δεξιότητες, να υπάρχει αλληλεπίδραση στη γνώση, συνέργειες, εν γένει χαρακτηριστικά της ομαδικότητας, που επιτρέπουν την βελτίωση των καταστάσεων.

Στις ομάδες αυτές, η εναλλαγή ιεραρχίας όπως επίσης και η ανάγκη για συνεχή απόκτηση γνώσης απαιτούν συνεχή εκπαίδευση για την εκτέλεση πολλαπλών καθηκόντων, την καθοδήγηση και την οργάνωση.

Η εντατική χρήση της ανθρώπινης ασχολίας υπό δύσκολες συνθήκες εργασίας, για μία μακρά περίοδο μέχρι να υιοθετηθεί η μηχανοποίηση, προκάλεσε την ανάμιξη του ανθρώπινου παράγοντα.

Από την πλευρά των λιμενεργατών, οι επίπονες συνθήκες εργασίας ήταν απαραίτητες για να αιτιολογήσουν την επιβίωση των ίδιων και των οικογενειών τους, από όπου προέκυψε, ιστορικά, η αντίδραση στις διαδικασίες που μείωσαν τις θέσεις εργασίας.

δ. Μεταβολές στις λιμενικές εργασίες — Συσκευασίες, παραγωγή και θέσεις εργασίας

Οι λιμενικές εργασίες κατά τα πρώτα έτη του εικοστού αιώνα ήταν ακόμη ουσιαστικά χειρωνακτικές, με τις τεράστιες ουρές των εργαζομένων που μεταφέρουν σάκους στην πλάτη να είναι οι συνήθεις όψεις της εργασίας στις αποθήκες και τα πλοία.

Τα τέλη του εικοστού αιώνα και η αρχή του 21^{ου} χαρακτηρίζονταν από τον πολλαπλασιασμό της διακίνησης φορτίου, που προωθήθηκε από την δυναμική της οικονομικής κατάστασης και διευκολύνθηκε από την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, λόγω της εντατικής χρήσης των εμπορευματοκιβωτίων.

Αυτή η αλλαγή έχει ως αποτέλεσμα να θεωρείται ότι το καθήκον του φορτοεκφορτωτή ήταν η σημαντική μείωση του κόστους μεταφοράς εμπορευμάτων κατά τη μεταφορά τους, από το ένα μέρος στο άλλο.

Ωστόσο, η επανάσταση των τερματικών σταθμών άλλαξε επίσης τη λειτουργία της ναυτιλίας: την εφοδιαστική αλυσίδα, την ταχύτητα και τη διάρθρωση του κεφαλαίου.

Η υλοποίηση των λιμενικών δραστηριοτήτων διεξάγεται παραδοσιακά από συμβασιούχους, με ισχυρή παρουσία στις συνδικαλιστικές οργανώσεις τους, οι οποίες υπερασπίζονται έντονα τα δικαιώματά τους.

Ο σύγχρονος εξοπλισμός έχει λειτουργικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν στον χειριστή, να γνωρίζει τις κινήσεις και τις δυνατότητες, μέσω ενός προσομοιωτή

κατάρτισης. Στη συνέχεια, όταν αποδεικνύεται η απαιτούμενη ικανότητα (δεξιότητες), η εκπαίδευση πραγματοποιείται με ίδιο εξοπλισμό υπό περιορισμένες συνθήκες για να αποκτηθεί η τεχνογνωσία που απαιτείται ώστε να λειτουργήσει αποτελεσματικά.

Ως εκ τούτου, η αύξηση της μηχανοποίησης και της αυτοματοποίησης των τερματικών σταθμών σε λιμένες και πλοία πολλαπλών χρήσεων αυξάνεται και αυτό γίνεται σταδιακά με την ενσωμάτωση τεχνολογιών που αφορούν στην ταχύτητα και στην ένταση της μετακίνησης, δημιουργώντας πολύπλοκες καταστάσεις που απαιτούν συνεχή προσοχή.

Ένα κύριο επιχείρημα της επίδρασης της αυτοματοποίησης στις δραστηριότητες παραγωγής, είναι ότι οι άνθρωποι κάνουν λάθη. Η αυτοματοποίηση υπήρξε πολύ επιτυχής όσον αφορά στη μείωση των εν λόγω σφαλμάτων, αν και μπορεί απλώς να αφορά τη μετεγκατάσταση ανθρώπινων σφαλμάτων σε άλλο επίπεδο.

Εντούτοις, είναι κοινώς αποδεκτό ότι η παρουσία ενός ατόμου είναι πάντα απαραίτητη ώστε να εκτελούνται οι δραστηριότητες με απόλυτο έλεγχο και επίγνωση, όπως, για παράδειγμα, ο έλεγχος συστήματος, ικανός να παρέχει την απαιτούμενη ευελιξία για απρόβλεπτα γεγονότα.

Σήμερα, όσον αφορά στους τερματικούς σταθμούς και στους λιμένες συνδυασμένων μεταφορών, η παρούσα κατάσταση απέχει πολύ από τον υπέρ σύγχρονο τερματικό σταθμό, όπου η εντατική αυτοματοποίηση και η επακόλουθη μείωση, ή η απουσία ανθρώπινου παράγοντα θα ήταν μεγαλύτερη, σε σύγκριση με τις βιομηχανοποιημένες δραστηριότητες.

Εάν στις σύγχρονες κοινωνίες γίνει κατανοητό ότι ο αυτοματισμός στερεί τους ανθρώπους από επικίνδυνες λειτουργίες, επώδυνες και εξαντλητικές, θα είναι όλο και περισσότερο απαραίτητη η εκπαίδευση στα αυτοματοποιημένα συστήματα, που θα αποτελέσει ευκαιρία επανατοποθέτησης του ανθρώπινου δυναμικού.

Στα αυτοματοποιημένα συστήματα, η συμμετοχή των εργαζομένων, με βάση τις δεξιότητες και την εμπειρία, την ικανότητα πρόληψης και την εξεύρεση λύσεων είναι απαραίτητη προϋπόθεση.

ε. Σύγχρονη ευαισθητοποίηση όσον αφορά στην αειφόρο ανάπτυξη του λιμένα

Η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης του λιμένα αφορά σε τρεις βασικούς τομείς, την οικονομική βιωσιμότητα, τη διατήρηση του περιβάλλοντος και, τέλος, την κοινωνική ευθύνη.(Kim και Chiang,2014)

Με την ανάπτυξη της ναυτιλιακής βιομηχανίας, η λειτουργία του λιμένα μετατράπηκε από την απλή φόρτωση και εκφόρτωση φορτίου/αγαθών σε οικονομικό καταλύτη για τη χώρα και έναν σύνδεσμο με το διεθνές εμπόριο. Αν και ο χειρισμός των φορτίων παραμένει ως λειτουργία, εντούτοις, ο λιμένας παρέχει επίσης σημαντικό αριθμό ευκαιριών απασχόλησης. Ως εκ τούτου, η οικονομική σταθερότητα και η κοινωνική ευθύνη εντάσσονται όλο και περισσότερο στο στρατηγικό πλάνο και την πολιτική ανάπτυξης των λιμένων (Dinwooodie et al.,2012), η οποία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την ανάπτυξη της αυτοματοποίησης της λιμενικής βιομηχανίας.

στ. Στόχοι για την αειφόρο ανάπτυξη των λιμένων

Όσον αφορά την έννοια του τριπλού άξονα (Branch, 2012), η αειφόρος ανάπτυξη παρουσιάζει τρεις βασικές πτυχές που χρήζουν προσοχής, δηλαδή την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική. Ενώ το περιβάλλον επιδιώκει κυρίως τη μείωση της ρύπανσης (Cheon και Dwidal, 2010), η απόδοση των επενδύσεων και της ευημερίας των τοπικών κοινωνιών, από την επιχείρηση, είναι επίσης ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα. Κατόπιν της πρόσφατης αύξησης της ευαισθητοποίησης σχετικά με τη αειφόρο ανάπτυξη, οι βιομηχανίες σήμερα αναπτύσσουν συνεχώς πολιτικές, κανονισμούς και καινοτομίες (Cheon και Dwakin, 2010). Το ίδιο ισχύει και για τους λιμένες, οι οποίοι συμμετέχουν στη θέσπιση στρατηγικών για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας που έχουν θέσει.

Η απόφαση σχετικά με τον αυτοματισμό και το επίπεδο αυτοματοποίησης των λιμενικών εργασιών είναι σήμερα σημαντική για την επίτευξη των στόχων αειφόρου ανάπτυξης, (Martín-SSoerón et al., 2014), δίνοντας έμφαση στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της αυτοματοποίησης των λιμένων.

Η βιωσιμότητα του λιμένα έχει αποτελέσει αντικείμενο ευρείας μελέτης (Kim και Chiang, 2014). Ωστόσο, φαίνεται ότι υπάρχει περιορισμένος αριθμός μελετών που έχουν αναλύσει την αειφόρο ανάπτυξη και την αυτοματοποίηση των λιμένων.

ζ. Η προοπτική της οικονομίας και της ευελιξίας

Η αυξημένη επιχειρησιακή παραγωγικότητα, η οποία οφείλεται στην καλύτερη απόδοση των μηχανών λειτουργίας, αντί για τους διαχειριστές λιμένων, επιτρέπει την ταχύτερη και ομαλότερη ροή των εμπορευμάτων εντός του τερματικού σταθμού. (Branch,2012)

Αυτό το γεγονός, θα επηρεάσει θετικά τόσο τα έσοδα των λιμένων, όσο και τις οικονομικές προοπτικές. Ωστόσο, η αυτοματοποίηση θα μπορούσε να μειώσει την ευελιξία στη περίπτωση που δεν είναι δυνατή η επεξεργασία και ο χειρισμός απρόβλεπτων καταστάσεων από τα μηχανοργανωμένα συστήματα, τα οποία χρειάζονται ανθρώπινη παρέμβαση. (Chao και Lin,2017)

Η ανάπτυξη της αυτοματοποίησης στον λιμένα στηρίζει τη βελτιστοποίηση στο χερσαίο κομμάτι, ως εκ τούτου, βελτιώνονται οι επιδόσεις στη περιορισμένη χερσαία έκταση της γης όσο και στους χώρους εναπόθεσης εμπορευμάτων. Όσον αφορά στην οικονομική πλευρά, το σχέδιο για τον αυτοματισμό Greenfield σημαίνει, για παράδειγμα, ότι απαιτείται λιγότερη χερσαία επιφάνεια για την επίτευξη του ίδιου επιπέδου επιδόσεων σε σύγκριση με έναν μη αυτόματο λιμένα. Ως εκ τούτου, απαιτούνται λιγότερες επενδύσεις για την αγορά ή τη μίσθωση της γης στην αρχική φάση ενός λιμενικού έργου. (De Sousa,2000)

Η καλύτερη ευελιξία κατά τη διάρκεια της υψηλής ζήτησης με την αυτοματοποίηση επιτρέπει στον τερματικό σταθμό την ομαλή διεκπεραίωση της ζήτησης εξασφαλίζοντας την ικανοποίηση των πελατών και τις καλύτερες επιδόσεις.

Το σύστημα αυτοματισμού τερματικού σταθμού επιτρέπει επίσης στον τερματικό σταθμό να έχει συνεχή ετοιμότητα και μειωμένο χρόνο ανταπόκρισης για τον άνθρωπο. Με τον τρόπο αυτό θα ενισχυθεί τελικά το επίπεδο εξυπηρέτησης ενός τερματικού σταθμού και θα υπάρξει θετικός οικονομικός αντίκτυπος. (De Sousa,2000)

η. Δέσμευση του ανθρώπου και κοινωνική προοπτική

Η εφαρμογή του συστήματος αυτοματισμού των λιμένων μειώνει την ανθρώπινη εργασία που απαιτείται στην περιοχή των εμπορευματοκιβωτίων. Μια αξιοσημείωτη κοινωνική συνέπεια αποτελεί το γεγονός της μείωσης του συνολικού κινδύνου ατυχημάτων και άλλων ζητημάτων ασφάλειας. Ωστόσο, ο αυτοματισμός έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των ευκαιριών απασχόλησης για την τοπική κοινότητα. (Sislian et.al.,2016)

Ένα άλλο επιχείρημα είναι ότι ο αυτοματισμός του λιμένα προσφέρει ευκαιρίες για τη στήριξη της βιομηχανίας που σχετίζεται με τον κλάδο των ΤΠΕ υψηλής τεχνολογίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης εργατικού δυναμικού υψηλού

μορφωτικού επιπέδου και τη σταδιακή μετατόπιση των χαμηλότερων δεξιοτήτων. (Lun,2011)

1. Περιβαλλοντική προοπτική

Με την ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου λιμενικού τερματικού σταθμού, η εγκατάσταση εξοπλισμού που τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια, όπως τα αυτοματοποιημένα οχήματα (AGVs), μειώνονται οι εκπομπές των ρύπων στην περιοχή του λιμένα και ως εκ τούτου, επιτυγχάνεται ο στόχος της αειφόρου ανάπτυξης στους λιμένες. Στον περιβάλλοντα χώρο, ο εξοπλισμός με ηλεκτρική ενέργεια σημαίνει επίσης χαμηλότερα επίπεδα θορύβου σε σύγκριση με τα παραδοσιακά φορτηγά οχήματα και τους κινητήρες τους. Επιπλέον, η μείωση των εκπομπών οδηγεί σε θετικό κοινωνικό αντίκτυπο δεδομένου ότι οι κάτοικοι της περιοχής μπορούν να επωφεληθούν από τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα. (Adams et.al.,2010)

3. Μελέτη Περίπτωσης Λιμένα που εισήγαγε την Αυτοματοποίηση στους τερματικούς του σταθμούς: η περίπτωση του Ρότερνταμ

3.1. Ιστορική Αναδρομή

Τα εμπορευματοκιβώτια έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά διαφόρων αγαθών, στο παρελθόν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Κατά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι Αμερικανοί μετέφεραν τα πυρομαχικά τους σε κοντέινερ στην Ευρώπη. Από το 1928 και μετά, οι Ευρωπαϊκοί σιδηρόδρομοι χρησιμοποιούσαν τα εμπορευματοκιβώτια για μεταφορά από πόρτα σε πόρτα με σκοπό τη διευκόλυνση τόσο της μεταφοράς, όσο και ανταλλαγής ανάμεσα στα τραίνα και τα φορτηγά, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της ανταγωνιστικής τους θέσης.

Ο ολλανδικός διαμεταφορέας Van Gend & Loos, για παράδειγμα, μετέφερε εμπορεύματα από και προς την αμαξοστοιχία, πρώτα σε ξύλινα εμπορευματοκιβώτια και αργότερα σε μεταλλικά. (Gijt et.al.,2010)

Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, δόθηκε μεγαλύτερη σημασία στις θαλάσσιες μεταφορές.

Οι Αγγλικές εταιρίες σιδηροδρόμων μετέφεραν εμπορευματοκιβώτια σε όλη την αγγλική επικράτεια. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1960, οι μεταφορές βρίσκονταν ακόμη στα σπάργανα στην Ευρώπη και δεν υπήρχε σχεδόν καμία τυποποίηση.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ωστόσο, οι μεταφορές με εμπορευματοκιβώτια είχαν αποκτήσει ισχύ από τον Απρίλιο του 1956, με μία από τις κινητήριες δυνάμεις να είναι ο οδικός μεταφορέας Malcom McLean, ιδρυτής της Sea-Lκαι. (Gijt et.al.,2010)

Η McLean ήταν ένας από τους κύριους αμερικανικούς οδικούς μεταφορείς.

Στις μεταφορές Βορρά-Νότου, η εταιρία αντιμετώπισε πολλά προβλήματα λόγω των διαφοροποιήσεων κάθε κράτους σχετικά με τις διαστάσεις και το βάρος των φορτίων του.

Για τον λόγο αυτόν, από τον Απρίλιο 1956 και μετά, χρησιμοποίησε εμπορευματοκιβώτια με ένα δεξαμενόπλοιο, το «Ideal X», χωρητικότητας 58 εμπορευματοκιβωτίων.

Αυτά τα εμπορευματοκιβώτια μεταφέρονταν σε πλαίσια και αυτή η λύση καθιερώθηκε ως η πλέον επιτυχημένη, εφόσον ήταν ταχύτερη και λιγότερο δαπανηρή από τις οδικές μεταφορές, που παρουσίαζαν εξαιρετικές δυσκολίες.

Αυτή η πρακτική καθιερώθηκε πολύ νωρίτερα από ότι όταν η εταιρία McLean διέθεσε δεκάδες πετρελαιοφόρα και πλοία ξηρού φορτίου, πολλά εκ των οποίων είχαν προέλθει από το πλεόνασμα του πολεμικού στόλου. (Gijt et.al.,2010)

Το δίκτυο επεκτάθηκε στην Ανατολική ακτή περιλαμβάνοντας περίπου 25 λιμένες κατά μήκος των ακτών των Ηνωμένων Πολιτειών, όπως του Πουέρτο Ρίκο, της Αλάσκας, της Δομινικανής Δημοκρατίας και του Παναμά. Οι λιμένες αυτοί προσαρμόστηκαν στα νέα δεδομένα ώστε να παρέχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης για τα εμπορευματοκιβώτια. Τα πλοία, επίσης, υποβλήθηκαν σε θεμελιώδεις μετατροπές για τις μεταφορές με εμπορευματοκιβώτια, όπως, για παράδειγμα, την εγκατάσταση γερανογεφυρών στις γέφυρες των πλοίων.

(Ιστορία του Ρότερνταμ,2018)

Στην συνέχεια, την ίδια τάση ακολούθησαν και άλλες ναυτιλιακές εταιρίες όπως οι Matson και η American Export Line.

Η McLean χρησιμοποίησε μεγάλο σε μήκος εμπορευματοκιβώτιο (35 ft), βάσει των αμερικάνικων τυποποιημένων μονάδων μέτρησης.

Δεδομένου ότι η Άπω Ανατολή και η Ευρώπη μεταφέρουν επίσης εμπορεύματα με εμπορευματοκιβώτια, ήταν απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα ενιαίο μήκος, για τις ανάγκες της μεταφοράς.

Δεδομένου ότι όλοι οι παίκτες στην αγορά είχαν αναπτύξει τις δικές τους διαστάσεις συμφωνήθηκε τελικά ένα ενιαίο μέγεθος που ήταν 20x8x8 πόδια (=1 TEU). Επιπροσθέτως, συμφωνήθηκαν κι άλλα μεγέθη, όπως βάρος, ακριβής κατασκευή των εμπορευματοκιβωτίων ακριβής τρόπος στοιβασίας, κ.α.. Αυτές οι ανάγκες προήλθαν από το ότι δεν μπορούσε να υπάρξει εξέλιξη στην εφοδιαστική αλυσίδα, χωρίς τυποποίηση, δεδομένου ότι σε αυτή τη περίπτωση, θα έπρεπε να υπάρχουν αναρίθμητες παραλλαγές στο κανονικό μέγεθος, ανάλογα με τη χρήση (εμπορευματοκιβώτια, ανοιγόμενα από το πάνω μέρος ή ακόμη και εμπορευματοκιβώτια, που απαιτούσαν ψύξη, λόγω ευπαθών προϊόντων) και το σχήμα (μήκος: 40 ft ή 45 ft, ύψος: 8 και 9 τα πόδια των 6 ιντσών κ.λπ.). (Ιστορία του Ρότερνταμ,2018)

Σε αυτό το πλαίσιο, οι ναυτιλιακές εταιρίες εισήγαγαν επίσης την μηχανογράφηση στην οργάνωση της επιχειρηματικής τους δραστηριότητας. Στις ΗΠΑ οι μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων έλαβαν τεράστια ώθηση λόγω του πολέμου στο Βιετνάμ και της τεράστιας ανάγκης εφοδιασμού του. Σε σύγκριση με τις ΗΠΑ, οι μεταφορές στην Ευρώπη μέσω εμπορευματοκιβωτίων, το 1996 δεν ήταν ιδιαίτερα δημοφιλείς.

3.1.1. Ιστορική Αναδρομή της ανάπτυξης των τερματικών σταθμών στο λιμάνι του Ρότερνταμ.

Δέκα χρόνια μετά την έναρξη της λειτουργίας μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων στις ΗΠΑ, η εν λόγω δραστηριότητα ξεκίνησε στην Ευρώπη, από το Ρότερνταμ. Από την αρχή, το Ρότερνταμ, ήταν το μεγαλύτερο λιμάνι μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στην Ευρώπη — μόλις τέσσερα χρόνια αφότου θεωρήθηκε το μεγαλύτερο λιμάνι στον κόσμο για όλα τα φορτία.

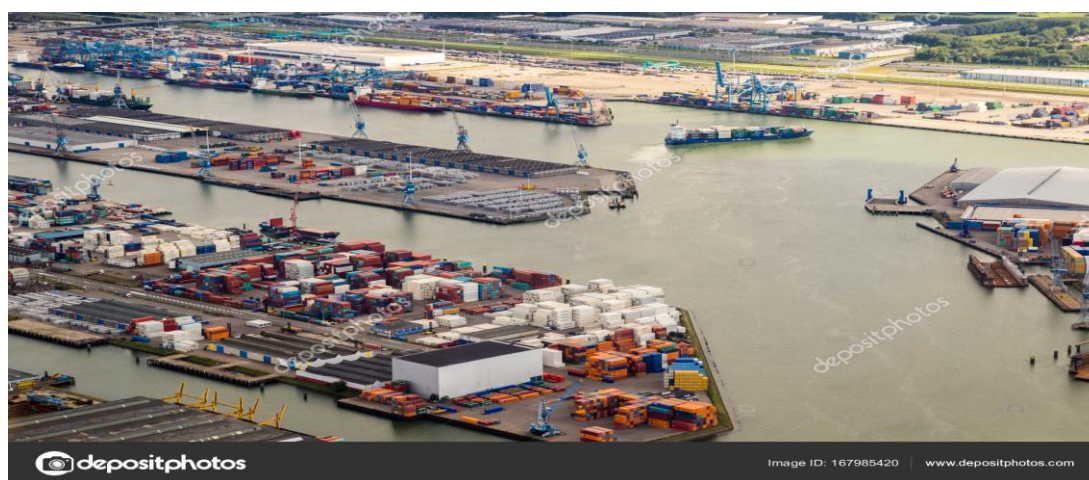
Τον Μάιο 1966, το εμπορευματοκιβώτιο πλοίο της Sea-Lκαι, με το όνομα Fairlκαι έφθασε στο Ρότερνταμ για πρώτη φορά. Το πλοίο φόρτωσε και εκφόρτωσε σε εμπορευματοκιβώτια με τις δικές του γερανογέφυρες. (Gijt et.al.,2010)

Μαζί με τρία όμοια πλοία, όλα χωρητικότητας 226 εμπορευματοκιβωτίων, η Fairlκαι εκτελούσε εβδομαδιαίως τις μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ Βορείου Αμερικής και Βορειοδυτικής Ευρώπης.

Το «Fairlink», διέθετε δυο γερανογέφυρες για να φορτώνουν κι εκφορτώνουν τα εμπορευματοκιβώτια. Αργότερα, κατασκευάστηκαν γερανοί φορτοεκφόρτωσης, ειδικά για την διαχείριση εμπορευματοκιβωτίων.

Η Sea-Lκαι δεν ήταν η εταιρία που εφεύρε το εμπορευματοκιβώτιο ούτε ήταν η πρώτη ναυτιλιακή εταιρία που τα μετέφερε κατά μήκος του Ατλαντικού Ωκεανού. Εντούτοις, αποτελούσε την πρώτη εταιρία που φόρτωνε τα πλοία της αποκλειστικά με εμπορευματοκιβώτια επεκτείνοντας τις δραστηριότητες της εκτός Ευρώπης. (Gijt et.al.,2010)

Εικόνα 2: Λιμάνι του Ρότερνταμ -Ολλανδία.



Γι αυτό τον λόγο, ο ιδρυτής της Sea-Lκαι, Malcom McLean, θεωρείται ότι είναι ο πρωτοπόρος των μεταφορών με εμπορευματοκιβώτια.

Στο Ρότερνταμ, εκείνη την εποχή ο F. Posthumuma, διευθυντής της Δημοτικής Διαχείρισης Λιμένα του Ρότερνταμ είδε την τεράστια δυναμική αυτών των εμπορευματοκιβωτίων, εξασφαλίζοντας παράλληλα καλή σχέση με τον ιδρυτή της Sea-Lκαι. Η εν λόγω σχέση, εξασφάλισε ότι η υποδομή, με τις κατάλληλες προσαρμογές, μπορούσε να υποδεχτεί και να χειριστεί τα εμπορευματοκιβώτια εξασφαλίζοντας τη κατάλληλη διαχείριση από τις παραδοσιακές επιχειρήσεις στοιβασίας με ασφαλή τρόπο και σε συνεργασία με τον Ευρωπαϊκό Τερματικό Σταθμό- «Europe Container Terminus» (ECT). (Gijt et.al.,2010)

Το 1966, αναπτύχθηκε στενή σχέση με τη Sea-Lκαι, η οποία κατάφερε να αναπτύξει το Ρότερνταμ ως το κέντρο των ευρωπαϊκών δραστηριοτήτων του και τον μεγαλύτερο πελάτη του σε εμπορευματοκιβώτια με τον πρώτο, παγκοσμίως, αυτοματοποιημένο τερματικό σταθμό ως βάση.

Το 1999 η εταιρία Sea-Lκαι πουλήθηκε στη ναυτιλιακή εταιρία Maersk.

Η εταιρία Danes, με τη σειρά της, απέκτησε τον δικό της τερματικό σταθμό στο Ρότερνταμ (τερματικά της APM στο Maasvlakte) και λειτούργησε ως καταλύτης για την αύξηση της κυκλοφορίας των εμπορευματοκιβωτίων. Η Maersk ηγήθηκε της αύξησης από περίπου 4.500 TEUs ανά πλοίο σε 6.000 TEUs και της έναρξης λειτουργίας του Regina Maersk το 1996. (Ιστορία του Ρότερνταμ,2018)

Από τότε ο ναυτιλιακός κολοσσός Maersk, ανοίγοντας τον δρόμο σε όλες τις υπόλοιπες, ξεκίνησε την μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων των 10,000 TEUs ανά πλοίο.

Στο Ρότερνταμ αναπτύχθηκε η περιοχή Eemhaven λόγω της ανάγκης για μεταφορές συμβατικών φορτίων γενικού τύπου. Γι αυτό τον λόγο χρησιμοποιήθηκαν τοποθεσίες που διέθεταν ελεύθερο χώρο από 40 έως 60 μέτρα και οι οποίες βρίσκονταν μεταξύ των αποθηκών και της αποβάθρας, προκειμένου να διευκολυνθεί η τυποποίηση τέτοιου είδους φορτίων.

Ωστόσο, τα εμπορευματοκιβώτια απαιτούσαν περισσότερο χώρο και γι' αυτό τον λόγο, χρησιμοποιήθηκε ένας μη οικοδομημένος χώρος, μήκους περίπου 170 μέτρων βάθους, προς το βόρειο τμήμα του Beatrixhaven, αποκλειστικά για μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων. Αρχικά, το εν λόγω χώρο, χρησιμοποιήθηκε από την εταιρία στοιβασίας Quick Dispatch, η οποία χειρίστηκε τα πρώτα εμπορευματοκιβώτια για την εταιρία Sea-Land.

Ένα έτος μετά την άφιξη της «Fairlκαι», η Sea-Lκαι μετέφερε 6,000 εμπορευματοκιβώτια από και προς το Ρότερνταμ. Σήμερα, ολόκληρο το λιμάνι εξυπηρετεί περίπου 6.5 εκατομμύρια (περίπου 10 εκατομμύρια TEUs) σε ετήσια βάση. (Λιμάνι του Ρότερνταμ,2019)

Εικόνα 3 :Αεροφωτογραφία του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων στη θάλασσα στο λιμάνι του Ρότερνταμ.



European Container Terminal

Στο European Container Terminal του Ρότερνταμ, που το διαχειρίζεται η εταιρία Hutchison Ports Netherlands, υπάρχει πλήρης αυτοματοποίηση των κινήσεων των containers, με συνέπεια, την θεαματική αύξηση παραγωγικότητας, με 35-40 κινήσεις την ώρα, όταν ο διεθνής μέσος όρος κινήσεων φορτοεκφόρτωσης containers κυμαίνεται ανάμεσα σε 30-35.

Στο European Container Terminal, υπάρχουν τρεις τερματικοί σταθμοί, με μεγαλύτερο το Delta Terminal, έκτασης 7.36 τετραγωνικών χιλιομέτρων, ικανότητας φορτοεκφόρτωσης πέντε εκατομμυρίων TEUs ετησίως, εξοπλισμένο με 36 υπερσύγχρονες αυτοματοποιημένες γερανογέφυρες, 267 αυτόματα οχήματα κίνησης των containers και 116 αυτόματα μηχανήματα στοιβασίας. (Ιστότοπος Λιμένα Ρότερνταμ: Νέα).

Επίσης, η διοίκηση του λιμένα του Ρότερνταμ, υλοποίησε δύο ακόμη φιλόδοξα επενδυτικά σχέδια. Το ένα αφορούσε στη κατασκευή πλήρους αυτοματοποιημένου τερματικού σταθμού, το Euromax, το οποίο το διαχειρίζεται η σύμπραξη εταιριών ιδιοκτησίας Maersk και Hutchison International Port Holdings.

Το Euromax έχει την δυνατότητα εξυπηρέτησης ακόμη και μεγαλύτερων πλοίων βαθιάς θάλασσας, με μεγάλη ικανότητα φορτοεκφόρτωσης (5.000.000 TEUs/έτος).

Το δεύτερο έργο είναι το Maasvlakte II, για το οποίο θα γίνει ειδική μνεία. (Ιστότοπος Λιμένα Ρότερνταμ:Νέα)

APM Terminals & Maasvlakte II

Η APM Terminals διαθέτει έναν σιδηροδρομικό τερματικό σταθμό τεσσάρων γραμμών και συνδέεται με τη διαδρομή Betuwe. Επίσης, εβδομήντα δυο(72) αυτοματοποιημένα μηχανοκίνητα οχήματα (AGVs) είναι διαθέσιμα για τη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων στον τερματικό σταθμό. Το σύνολο του τερματικού σταθμού είναι ηλεκτροδοτημένο και κινείται με αιολική ενέργεια. (Ιστότοπος Λιμένα Ρότερνταμ:Νέα)

Εικόνα 4 : Maasvlakte II



Οι τερματικοί σταθμοί APM επεκτάθηκαν στο Ρότερνταμ με τη κατασκευή νέου τερματικού στο Maasvlakte II. Ο νέος τερματικός σταθμός έχει εξαιρετικά καινοτόμο σχεδιασμό που τον καθιστά τον πλέον φιλικό προς το περιβάλλον σε παγκόσμια κλίμακα. Ειδικότερα, ο σταθμός αποτελεί έναν κόμβο συνδυασμένων μεταφορών με μηδενικές εκπομπές αερίων ρύπων, ελαχιστοποιώντας την χρήση φορτηγών και δίνοντας έμφαση σε άλλα μέσα μεταφοράς, όπως οι σιδηρόδρομοι.

Επιπλέον, η ενέργεια για τη λειτουργία του σταθμού παράγεται από ανεμογεννήτριες. Το 2009 ξεκίνησε η κατασκευή του Maasvlakte II, με το πρώτο μέρος να ολοκληρώνεται τον Δεκέμβριο του 2014 και η λειτουργία του να ξεκινά το 2015.

Το συνολικό κόστος της επένδυσης ανήλθε σε 500 εκ. ευρώ. Ο νέος σταθμός διαθέτει κρηπιδώματα συνολικού μήκους 1.000 μέτρων, σιδηροδρομική σύνδεση καθώς και 8

γερανούς Ship-to-Shore (STS). Περαιτέρω, η χωρητικότητά του αγγίζει τα 2.7 εκ. TEUs ετησίως ενώ μετά την επέκτασή του (η οποία είναι στο στάδιο του σχεδιασμού), αναμένεται να εκτοξευθεί στα 4.5 εκ. TEUs.

Σήμερα, ο τερματικός σταθμός είναι εφοδιασμένος με δέκα γερανούς Super Post Panamax, τρεις φορτηγίδες/γερανούς, δύο κυλιόμενους γερανούς και 54 γερανούς για στοιβαξη. (Ιστότοπος, Safety4sea.com, 2019)

Σχετικά με το εργατικό δυναμικό, εργάζονται περίπου 450 άτομα στο Maasvlakte II, μεταξύ άλλων στις τεχνικές υπηρεσίες και σε νέες θέσεις εργασίας.

Οι χειριστές γερανού χειρίζονται τους γερανούς Super Post Panamax από τους χώρους της εταιρίας.

Παγκόσμια πύλη του Ρότερνταμ -Rotterdam World Gateway (RWG)

Η παγκόσμια πύλη του Ρότερνταμ (RWG) σηματοδότησε το 2015, το επίσημο άνοιγμα του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων της.

(Λιμάνι του Ρότερνταμ:Δελτίο Τύπου,2015)

Ο τερματικός σταθμός της RWG είναι σε θέση να χειρίζεται φορτία, κατά τον πλέον αποδοτικό και αξιόπιστο τρόπο λόγω του καινοτόμου χαρακτήρα του.

Ο τερματικός σταθμός, με τους πλήρως αυτοματοποιημένους γερανούς της, διοικείται από ομάδα που δεν υπερβαίνει τα 10 έως 15 άτομα σε καθημερινή βάση.

Εικόνα 5:RWG



Η RWG απασχολεί 180 άτομα. Οι περισσότεροι από τους υπαλλήλους είναι ειδικοί σε θέματα πληροφορικής. Σύμφωνα με τις δηλώσεις της διοίκησης, πρόκειται για ένα εντελώς νέο τρόπο για τις επιχειρήσεις μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Πρόκειται ουσιαστικά για μια εταιρία πληροφορικής η οποία χειρίζεται εμπορευματοκιβώτια και η οποία επιθυμεί να αποτελέσει ένα παράδειγμα για τον κόσμο.

Το υψηλό επίπεδο αυτοματοποίησης στον τερματικό σταθμό αποφέρει οφέλη για τη RWG όσον αφορά στην ασφάλεια και στη βιωσιμότητα. Πρόκειται για δύο τομείς στους οποίους πρωτοστατεί η RWG, οδηγώντας σε μείωση των αποστάσεων για τις εσωτερικές μεταφορές και λιγότερο εξοπλισμό στον τερματικό σταθμό.

Με ηλεκτρικούς γερανούς που χρησιμοποιούν 100% πράσινη ενέργεια, η RWG έχει πετύχει να καθορίσει νέα πρότυπα στον κλάδο. (Ιστότοπος Λιμένας του Ρότερνταμ)

Στην RWG, η ασφάλεια σημαίνει τη λήψη όλων των δυνατών μέτρων και την συνεχή εκπαίδευση του προσωπικού. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι κίνδυνοι περιορίζονται στο ελάχιστο. (Ιστότοπος Λιμένας του Ρότερνταμ)

Η RWG παρέχει αποθήκευση εμπορευματοκιβωτίων και μεταφόρτωση με τη μέγιστη δυνατή απόδοση. Με ετήσια ικανότητα 2.35 εκατ. TEUs, η RWG μπορεί πλέον να διαχειρίζεται τα πλέον σύγχρονα μεγάλα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (ULCC). Ο τερματικός σταθμός διαθέτει έντεκα γερανούς, τρεις φορτηγίδες/γερανούς, και 50 αυτόματους γερανούς για την στοιβάζη, οι οποίοι παρέχουν πρόσβαση σε πλοία ανοικτής θαλάσσης και σε όλες τις συνδέσεις με την ενδοχώρα. Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με τις πλήρως αυτοματοποιημένες διαδικασίες, επιτρέπουν στην RWG να εξασφαλίσει έναν γρήγορο και αξιόπιστο χειρισμό των εμπορευματοκιβωτίων. (Ιστότοπος Λιμένας του Ρότερνταμ)

Τα ποντοπόρα πλοία χρησιμοποιούν 11 γερανούς Super Post Panamax, τρεις φορτηγίδες/τροφοδοτικούς γερανούς και δύο σιδηροδρομικούς γερανούς.

Οι χειριστές αυτών των μηχανημάτων εργάζονται εξ αποστάσεως -από το γραφείο- χρησιμοποιώντας κάμερες και χειριστήρια.

Ο τερματικός σταθμός είναι επίσης εξοπλισμένος με 50 αυτοματοποιημένους γερανούς αποθήκευσης και 59 αυτοματοποιημένα οχήματα.

3.2. Δραστηριότητες του λιμένα Ρότερνταμ

Ο λιμένας του Ρότερνταμ χωρίζεται σε πέντε βασικές ζώνες. Στη πρώτη διακινούνται containers, προϊόντα ξυλείας και γενικό φορτίο. Στη δεύτερη ζώνη, διακινούνται φρούτα, λαχανικά και χυμοί.

Στη τρίτη εξυπηρετούνται εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον χώρο των καυσίμων, των χημικών, των αγροτικών προϊόντων χύδην μορφής, του άνθρακα και άλλου ξηρού χύδην φορτίου.

Η τέταρτη ζώνη εξυπηρετεί προϊόντα αργού πετρελαίου, χημικά και μεταλλεύματα, ενώ στην ίδια περιοχή, εξυπηρετούνται και τα πλοία Ro-Ro που φορτοεκφορτώνουν αυτοκίνητα. Τέλος, η πέμπτη ζώνη στη περιοχή Maasvlakte, που είναι και η μύτη του λιμανιού, αποτελεί τη πιο πρόσφατη επένδυση όπου λειτουργούν το European Container Terminal και το APM Terminal, με εγκαταστάσεις για φορτοεκφόρτωση αργού πετρελαίου, άνθρακα και μεταλλευμάτων.

Το Ολλανδικό μοντέλο ανάπτυξης λιμένων, προβλέπει την ανάθεση σε ιδιώτες της ανάπτυξης ανωδομής και εξοπλισμού (γερανογέφυρες, αποθηκευτικοί χώροι κ.λ.π.) και τη διαχείριση τους, ενώ το κράτος έχει στην ιδιοκτησία την τη γη στην οποία εκτείνεται το λιμάνι και η οποία παραχωρείται στους ιδιώτες για εκμετάλλευση, τουλάχιστον για 40 με 50 έτη.

Το Ρότερνταμ ενίσχυσε τη θέση του για υπεράκτια αιολική ενέργεια συνδυάζοντας την παραγωγή και τις υπηρεσίες αποθήκευσης και μεταφόρτωσης βαρέων φορτίων.

Η ευνοϊκή στρατηγική θέση του λιμανιού σημαίνει ότι, μπορεί να προσφέρει στους πελάτες της τη βέλτιστη υποστήριξη, μέσω των υπηρεσιών της και στο πλαίσιο αυτό να εδραιώσει περαιτέρω την ηγετική της θέση όσον αφορά την χρήση υπεράκτιας αιολικής ενέργειας και της βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου στη Βόρεια Θάλασσα.

Η συνεργασία της εταιρίας Sif Holdings με το Maasvlakte II αποσκοπούσε στην υλοποίηση αυτού του στρατηγικού στόχου, δημιουργώντας απασχόληση για περίπου 200 άτομα. (Ιστότοπος Λιμένα του Ρότερνταμ)

Αν και στον τομέα της βιοχημείας δεν υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη ακόμη, εντούτοις, έχει ήδη ξεκινήσει η σχετική δραστηριότητα στο Maasvlakte II. Η χημική βιομηχανία του μέλλοντος θα χρησιμοποιεί λιγότερα ορυκτά καύσιμα και περισσότερα βιοκαύσιμα. Βάσει αυτής της εξέλιξης, ο χώρος που έχει προβλεφθεί στο Maasvlakte

II, θα επιτρέψει στο μέλλον, τη βέλτιστη χρήση της ηλιακής ενέργειας και της θερμότητας. (Ιστότοπος Λιμένα του Ρότερνταμ)

Εκτός από τον τομέα των εμπορευματοκιβωτίων, την υπεράκτια βιομηχανία και τη βιοχημική και χημική βιομηχανία, υπάρχει χώρος στο νέο χώρο διανομής του Maasvlakte West, για διανομή χημικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των επικίνδυνων ουσιών, των γεωργικών προϊόντων και των καταναλωτικών αγαθών υψηλής ποιότητας, όπως ηλεκτρονικών ειδών,. Ο χώρος αυτός, που βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση με τον μεγαλύτερο κόμβο εμπορευματοκιβωτίων της Ευρώπης, με υπερσύγχρονους τερματικούς σταθμούς μεταφοράς και αποθήκευσης τους, προσφέρει εκπληκτικές δυνατότητες σε περισσότερα από 100 εκτάρια.

(Ιστότοπος Λιμένα του Ρότερνταμ)

Λόγω της κατασκευής του Maasvlakte II η επιφάνεια του λιμένα επεκτάθηκε κατά 20%.

Με το άνοιγμα των νέων τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων στο Maasvlakte II, ο λιμένας του Ρότερνταμ κατέδειξε για άλλη μια φορά ότι είναι εντελώς μοναδικός, με τη δημιουργία πέντε υπερσύγχρονων θαλάσσιων τερματικών σταθμών.

(Περιοδικό Nauticexpo, Φεβρουάριος,2018)

Ο λιμένας του Ρότερνταμ ήταν ο πρώτος λιμένας στον κόσμο με αυτοματοποιημένα οχήματα (AGVs) και ο πρώτος με αυτοματοποιημένα τερματικά. Οι λειτουργίες τερματικού σταθμού στο Ρότερνταμ λειτουργούν 24/7 και όλα τα τερματικά έχουν εξοπλιστεί με τον πιο προηγμένο και αποτελεσματικό εξοπλισμό.

Επιπλέον, οι τερματικοί σταθμοί είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τις σιδηροδρομικές, οδικές και εσωτερικές οδούς για ταχείες διασυνδέσεις με την υπόλοιπη Ευρώπη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή ικανότητα χειρισμού και το εντυπωσιακό επίπεδο παραγωγικότητας. Το φορτίο φορτώνεται και μεταφορτώνεται με τον ταχύτερο, ασφαλέστερο και αποτελεσματικότερο τρόπο. (Περιοδικό Nauticexpo, Φεβρουάριος,2018)

Μελλοντικές επενδύσεις του λιμένα του Ρότερνταμ

Είναι το μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης, και, συνεπώς, κατέχει τη «μερίδα του λέοντος» όσον αφορά τις εισαγωγές και εξαγωγές της ηπείρου. Όπως είναι φυσικό, οι διαχειριστές του δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις προοπτικές του στο μέλλον: η Αρχή του Λιμανιού του Ρότερνταμ ενέκρινε το 2013, πρόγραμμα ύψους 4 δισεκατομμυρίων δολαρίων για τη μετατροπή του στο πιο τεχνολογικά εξελιγμένο λιμάνι του κόσμου. (Ναυτεμπορική, Απρίλιος,2013)

Ο Οργανισμός Λιμένος του Ρότερνταμ έχει επίσης επενδύσει 200 εκατομμύρια ευρώ για τη διεύρυνση μιας από τις λιμενικές λεκάνες. Χάρη στις επενδύσεις αυτές, ο λιμένας του Ρότερνταμ είναι σε θέση να υποδεχτεί τα μεγαλύτερα πλοία και είναι επίσης καλά προετοιμασμένος ώστε να διαχειριστεί τη μελλοντική γενιά των μεταφορέων εμπορευματοκιβωτίων. (Ιστότοπος Λιμένα του Ρότερνταμ).

Το νέο λιμάνι – Maasvlakte II- το 2035 αναμένεται να αυξήσει τον αριθμό των containers στα 32.000.000.

Καθώς δεν υπάρχει χώρος για επέκταση, μία έκταση ωκεανού τεσσάρων τετραγωνικών μιλίων θα αξιοποιηθεί για τους σκοπούς του Maasvlakte 2. Οι νέες εγκαταστάσεις θα περιέχουν αυτόματα οχήματα μεταφοράς κοντέινερ, που αντί για κινητήρες ντίζελ θα κινούνται με μπαταρίες και θα διαθέτει αποβάθρες μεγάλου βάθους, ώστε να μπορούν να εξυπηρετήσουν τεραστίων διαστάσεων πλοία, τα οποία δεν έχουν κατασκευαστεί ακόμα.

Τα σημερινά τέρμιναλ μετακινούν μέχρι 50 κοντέινερ την ώρα, με τη φιλοδοξία του λιμανιού για το Maasvlakte II να έχει 50% βελτιωμένες επιδόσεις, σε μεγάλο βαθμό χάρη στον τηλεχειρισμό των γερανών και τα αυτοματοποιημένα οχήματα, τα οποία θα μπορούν να ξεφορτώνονται μόνα τους και να λειτουργούν ασταμάτητα, καθώς μετά από οκτώωρες βάρδιες θα μεταβαίνουν σε ειδικούς σταθμούς όπου η μπαταρία (βάρους 13 τόνων) θα μπαίνει προς φόρτιση και θα τοποθετείται καινούρια.

Τα πλοία τα οποία θα μπορεί να εξυπηρετεί το λιμάνι θα είναι μεγαλύτερα από το μεγαλύτερο πλοίο μεταφοράς κοντέινερ που υπάρχει σήμερα, το CMA CGM Marco Polo, το οποίο είναι μεγαλύτερο και από αεροπλανοφόρο.

Για να εξυπηρετηθούν τέτοιοι κολοσσοί, θα απαιτείται μεγάλο βάθος, και το Maasvlakte II θα έχει προβλήτες βάθους 18 μέτρων, για την εξυπηρέτηση πλοίων μεταφοράς 18.000 και παραπάνω κοντέινερ.

Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στον «πράσινο» προσανατολισμό του λιμανιού, καθώς η κύρια ηλεκτροδότηση θα προέρχεται από ανεμοτουρμπίνες και σταθμούς βιομάζας.

(Ναυτεμπορική, Απρίλιος,2013)

3.3.Συνέπειες της αυτοματοποίησης τερματικών σταθμών στο λιμάνι του Ρότερνταμ.

Κοινωνικός αντίκτυπος

Οι λιμενεργάτες στο λιμάνι του Ρότερνταμ, το πλέον πολυσύχναστο λιμάνι της Ευρώπης προχώρησαν, το 2016, σε απεργία εξαιτίας της αύξησης της αυτοματοποίησης και της ανάγκης για εργασιακή ασφάλεια.

Ο φόβος των εργαζομένων είναι ότι η αυτοματοποίηση στα λιμάνια και τις αποβάθρες θα μειώσει δραστικά την εργασία κατά τα επόμενα έτη.

Η αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων στο Ρότερνταμ, η αύξηση των δραστηριοτήτων στον λιμένα και η προστασία των θέσεων εργασίας των λιμενεργατών, είχε ως αποτέλεσμα τη συμμετοχή περισσότερων από 3,000 άτομα στις απεργίες σε όλο το λιμάνι του Ρότερνταμ. Οι συνδικαλιστικές ενώσεις ισχυρίζονται ότι 800 θέσεις εργασίας κινδυνεύουν από την εισαγωγή νέων αυτοματοποιημένων τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων, οι οποίοι αυτοματοποιούν ορισμένες ή όλες τις λειτουργίες των πλοίων από πλοίο προς το λιμάνι, των επιχειρήσεων στοιβασίας, ή της χρήσης αυτοματοποιημένων οχημάτων. Συνεπώς, οι συνδικαλιστικές οργανώσεις επιθυμούν τη διασφάλιση της ασφάλειας της απασχόλησης για τα επόμενα έτη.

(Keane,2016)

Οικονομικός αντίκτυπος

Βάσει μιας νέας μελέτης του Πανεπιστημίου Erasmus του Ρότερνταμ προέκυψε ότι το 6,2% της προστιθέμενης αξίας των Κάτω Χωρών οφείλεται στον λιμένα του Ρότερνταμ.

Η οικονομία αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω από τη στιγμή που ο λιμένας του Ρότερνταμ θα είναι επίσης σε θέση να συμβάλει στις τρέχουσες κοινωνικές προκλήσεις και πιο συγκεκριμένα στη περαιτέρω βιωσιμότητα και ψηφιοποίηση της οικονομίας των Κάτω Χωρών.

(Port of Technology,Δεκέμβριος,2018)

Ο λιμένας του Ρότερνταμ συνεισφέρει κατά 45.6 δισ. ευρώ στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν. Συγκεκριμένα, περίπου 1.2 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν μέσα και γύρω από τον λιμένα και ο λιμένας απασχολεί άμεσα και έμμεσα 385,000 άτομα στις Κάτω Χώρες.


Οι ακαθάριστες επενδύσεις του λιμένα, αυξήθηκαν το 2018, κατά 408.1 εκατ. ευρώ (91%, το οποίο είναι το υψηλότερο ποσοστό μετά την κατασκευή του Maasvlakte 2. Το μεγαλύτερο μέρος του ποσού αυτού χρησιμοποιήθηκε για τη βελτίωση της υλικοτεχνικής προσβασιμότητας του λιμένα του Ρότερνταμ.

Οι συνολικοί όγκοι αυξήθηκαν το τρίμηνο του 2019 από 117.8 εκατ. τόνους σε 123.0 εκατ. τόνους, κυρίως λόγω της συνεχιζόμενης ισχύος του λιμένα ως κόμβου μεταφόρτωσης στις εμπορικές διαδρομές Ασίας-Ευρώπης.

(World Shipping Council, Μάρτιος, 2019)

Η κυκλοφορία εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε την ίδια περίοδο, κατά 5,9% και το συνολικό υγρό χύδην αυξήθηκε κατά 4,6%, με αποτέλεσμα να μειωθούν οι ποσότητες των πετρελαιοειδών προϊόντων, του σιδηρομεταλλεύματος και του μετάλλου.

(Port of Technology, Μάρτιος, 2019)

 *Κίνηση του λιμανιού του Ρότερνταμ σχετικά με την διακίνηση των εμπορευματοκιβωτίων.*

Ο λιμένας του Ρότερνταμ έφτασε τη διακίνηση 240.7 εκατ. τόνων εμπορευματοκιβωτίων, κατά το πρώτο εξάμηνο του 2019. Δηλαδή, 3,4% περισσότερο συγκριτικά με το πρώτο εξάμηνο του 2018. Η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων, μία από τις στρατηγικές προτεραιότητες της λιμενικής αρχής, αυξήθηκε κατά 4,8% (σε τόνους) το οποίο αντιστοιχεί σε 3.5 εκατ. τόνους επιπλέον φορτίο σε σύγκριση με το πρώτο εξάμηνο του 2018. Σε TEUs, η ανάπτυξη ήταν ακόμη ισχυρότερη: 452,000 επιπλέον TEUs, μία αύξηση 6,4 %

Η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως σε υψηλότερους όγκους εισαγωγών και μεταφόρτωσης αγαθών και πρόκειται για καταγραφή ρεκόρ. Άλλες θετικές επισημάνσεις σε σχέση με τη διακίνηση του όγκου του λιμένα αφορούσαν στο αργό πετρέλαιο (+ 2,8 %) και στην αγορά (+94%). Η αύξηση του αργού πετρελαίου οφειλόταν στις περισσότερες εισαγωγές φθηνότερου πετρελαίου από τις Ηνωμένες Πολιτείες. Το LNG επωφελήθηκε κυρίως από το μεγαλύτερο όγκο εξαγωγών αμερικανικού LNG στην Ευρώπη. Πτώση καταγράφηκε το πρώτο εξάμηνο του 2019, στις αγορές πετρελαιοειδών (-5,8 %).

(Ιστότοπος Λιμένα Ρότερνταμ)

Το μερίδιο των εμπορευματοκιβωτίων ανήλθε στο 32 % της συνολικής διακίνησης κατά το πρώτο εξάμηνο του 2019. Η απότομη αύξηση της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων, ήδη από το 2018 οφειλόταν σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση

της μεταφόρτωσης, δηλαδή φορτίου που μεταφέρονταν προς και από ευρωπαϊκούς προορισμούς μέσω του Ρότερνταμ.

Επιπλέον, ο όγκος εμπορευματοκιβωτίων εισαγωγής από την Ασία αυξήθηκε, γεγονός το οποίο αποτελεί ένδειξη αναπτυσσόμενης οικονομίας όπου ολοένα και περισσότερα καταναλωτικά, ημικατεργασμένα προϊόντα και εξαρτήματα εισάγονται στην Ευρώπη.

Η έντονη αύξηση των TEUs συνδεόταν με την αυξημένη ανάγκη επανατοποθέτησης των κενών εμπορευματοκιβωτίων ως αποτέλεσμα της έλλειψης ισορροπίας στις εμπορικές συναλλαγές μεταξύ Ευρώπης και Ασίας.

(Ιστότοπος Λιμένα Ρότερνταμ)

Οι μεταφορές μικρών αποστάσεων μειώθηκαν, ιδίως στην ανατολική Μεσόγειο. Οι αιτίες ήταν η μεταφορά με άλλο δρομολόγιο των ναυτιλιακών εταιριών και η κάμψη της τουρκικής οικονομίας. Η διακίνηση με RoRo αυξήθηκε κατά 2,7 %, αλλά το πρώτο εξάμηνο του 2019 παρουσίασε μια εικόνα που δεν ήταν ξεκάθαρη, λόγω της απειλής ενός σκληρού Brexit. Οι εταιρίες έλαβαν επίσης μέτρα για ένα δύσκολο Brexit τον Μάρτιο, με μεγάλη συσσώρευση αποθεμάτων κατά το πρώτο τρίμηνο του 2019. Αυτό οδήγησε στην ταχύτατη ανάπτυξη του RoRo. Μετά την αναβολή του Brexit, η διακίνηση μειώθηκε κατά το δεύτερο τρίμηνο, καθώς οι εταιρίες χρησιμοποιούσαν τα διαθέσιμα αποθέματά τους. Σε σύγκριση με το 2018 δεν σημειώθηκε σχεδόν καμία αλλαγή όσον αφορά στα άλλα φορτία: η διαφορά ήταν μόνο 8,000 τόνοι.

(Λιμένας Ρότερνταμ, Ανασκόπηση α' εξαμήνου 2019)

Ο συνολικός όγκος διακίνησης του λιμένα του Ρότερνταμ αυξήθηκε κατά 0,3 % το 2018, με τη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων, μετρούμενη σε TEUs, να αυξάνεται κατά 5,7%.Επιπλέον, το καθαρό αποτέλεσμα εκμετάλλευσης αυξήθηκε σε 254.1 εκατ. ευρώ, κυρίως λόγω των χαμηλότερων επιτοκίων.

Το αποτέλεσμα αυτό καθιστά το λιμάνι ικανό να συνεχίσει να επενδύει στον υφιστάμενο λιμένα και βιομηχανική περιοχή και να αναπτύσσει νέες πρωτοβουλίες στον τομέα της ενεργειακής μετάβασης και της ψηφιοποίησης. (Λιμένας Ρότερνταμ, Ανασκόπηση α' εξαμήνου 2019)

Ο λιμένας συνεργάζεται επίσης με εταίρους για να καταστεί αποτελεσματικότερη η διαχείριση της θαλάσσιας κυκλοφορίας. Για τον λόγο αυτό, κατά τη διάρκεια του 2018, υλοποιήθηκε η ψηφιοποίηση που μειώνει τον χρόνο αναμονής των πλοίων κατά 20%.

Το 2018 ο λιμένας αγόρασε επίσης μειοψηφικό πακέτο στο λιμάνι του Pecém στη Βραζιλία. Το σχέδιο αυτό έχει ως στόχο την ανάπτυξη του εν λόγω λιμένα σε ανεξάρτητο, όσο το δυνατόν περισσότερο αειφόρο και επικερδές λιμένα. Για να επιτευχθεί αυτό, θα παράσχει σε Pecém την απαραίτητη εμπειρογνωμοσύνη και τους απαραίτητους οικονομικούς και άλλους πόρους. (Λιμένας Ρότερνταμ, Ανασκόπηση α' εξαμήνου 2019)

Ο λιμένας εργάζεται επίσης για την ψηφιοποίηση με σκοπό να καταστήσει τις εμπορικές ροές αποτελεσματικότερες. (safety4sea.com, Μάρτιος, 2019) με την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο αποτέλεσε άλλο σημείο ιδιαίτερης προσοχής για τη διοίκηση του λιμένα, καθώς το 2017 εγκαινιάστηκε το Γραφείο Κοινοποίησης Κυβερνοχώρου (Port Cyber Notification). Το μέτρο αυτό στόχευε στην ενίσχυση της ψηφιακής αντοχής και ασφάλειας στον λιμένα του Ρότερνταμ.

(safety4sea.com, Μάρτιος, 2019)

Επιπλέον, ο λιμένας του Ρότερνταμ δραστηριοποιήθηκε έντονα στο περιβάλλον, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του 2018, προκειμένου να περιορίσει τις αρνητικές επιπτώσεις για τις επιχειρήσεις και το περιβάλλον.

Σύμφωνα με την έκθεση «*Τρία βήματα προς μια βιώσιμη βιομηχανία Ρότερνταμ-Moerdijk για τη βιομηχανία*», που δημοσιεύθηκε το 2018, ένας από τους πρόσφατους στρατηγικούς στόχους του λιμένα του Ρότερνταμ αποτέλεσε η φιλοδοξία του να γίνει πρωτοπόρος στην ενεργειακή μετάβαση, το οποίο επιτυγχάνει σταδιακά, με τη πρόοδο στην προετοιμασία διαφόρων έργων, όπως τη χρήση της υπολειπόμενης θερμότητας και τη δέσμευση, μεταφορά και αποθήκευση CO₂ στη Βόρεια Θάλασσα.

3.4.Πλεονεκτήματα,Μειονεκτήματα και Προκλήσεις της Αυτοματοποίησης των Λιμενικών Τερματικών Σταθμών.

Η αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών είναι μια σύγχρονη τεχνολογική πρωτοβουλία που δίνει απαντήσεις στις στρατηγικές ανάγκες του σύγχρονου επιχειρηματικού περιβάλλοντος, το οποίο στηρίζεται στη βελτίωση των επιχειρησιακών επιδόσεων, την αύξηση της ασφάλειας και της προστασίας και τη συμβολή στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Ειδικότερα, η βελτίωση της επιχειρηματική αποδοτικότητας, αποτελεί το βασικό κίνητρο για την αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών. (Alderton και Saieva,2013)

Οι αυτοματοποιημένοι τερματικοί σταθμοί είναι πιο παραγωγικοί, όταν γίνεται καλύτερη χρήση του διαθέσιμου χώρου και συνεπώς, αυξάνεται της ικανότητας εγκατάστασης (Montfort et al., 2011). Αυτό επιτυγχάνεται λόγω της εξάλειψης της αβεβαιότητας στις αντιδράσεις, που έχουν ως αποτέλεσμα πιο οργανωμένες και μεθοδικές λειτουργίες με μεγαλύτερη ικανότητα ιεράρχησης των επιχειρησιακών αλλαγών που είναι λιγότερο ευαίσθητες σε εξωτερικούς παράγοντες, με την αποδοτικότερη χρήση των πόρων και τη διευκόλυνση του επιχειρησιακού ελέγχου, επιτρέποντας παράλληλα διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο και ελαχιστοποιώντας παράλληλα την ανάγκη για μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων.

Ωστόσο, ο σχεδιασμός και η λειτουργική διαχείριση των αυτοματοποιημένων λιμενικών τερματικών σταθμών επηρεάζεται από την απώλεια ευελιξίας που είναι συνδεδεμένη με την τυποποίηση των διαδικασιών αυτοματοποίησης.(PEMA,2012)

Οι ενέργειες σχεδιασμού δυσχεραίνουν τον σχεδιασμό και τη διαχείριση μεμονωμένων σεναρίων που δεν έχουν εξεταστεί προηγουμένως και για τα οποία απαιτούνται εξαιρέσεις οι οποίες θα πρέπει να διαχειρίζονται μεθοδολογικά και αποτελεσματικά. (Phan και Kim, 2012)

Ταυτόχρονα, η αυτοματοποίηση συμβάλλει επίσης στην αύξηση της ασφάλειας των ανθρώπων και των λιμενικών εγκαταστάσεων.

Οι διαδικασίες αυτοματοποίησης όχι μόνο αυξάνουν την ασφάλεια μέσω της μείωσης των ανθρώπινων σφαλμάτων σε λειτουργία, αλλά και μειώνουν τον αντίκτυπο των πιθανών ατυχημάτων με τη δημιουργία φυσικού χάσματος μεταξύ των ατόμων και της περιοχής στην οποία δραστηριοποιούνται οι επιχειρήσεις. (Ku et. al.,2010)

Οι περιορισμένης κλίμακας αυτοματισμοί οδηγούν επίσης σε μειώσεις του αριθμού των ατυχημάτων, δεδομένου ότι τυποποιούν τον τρόπο με τον οποίο εκτελούνται οι εργασίες, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τη σημασία της επαγγελματικής ικανότητας των χειριστών.(Laxe et.al.,2016)

Επιπλέον, υπάρχουν αυτόματες διαδικασίες που αποσκοπούν ειδικά στη βελτίωση της ασφάλειας.

Όσον αφορά στη συμβολή στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα, παρόλο που η αυτοματοποίηση έχει βασικά σχεδιαστεί για τη βελτίωση της παραγωγικότητας των λιμενικών τερματικών σταθμών, έχει επίσης σημαντικό αντίκτυπο στη χρήση ενέργειας με την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας τους. (Adams et.al.,2010)

Η αυτοματοποίηση συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας όλων των δράσεων, ελαχιστοποιώντας τις διαδρομές χωρίς φορτίο, που οδηγούν άμεσα σε μείωση της χρήσης ενέργειας. Επιπλέον, στους αυτοματοποιημένους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς χρησιμοποιούνται πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες είναι πιο αποδοτικές και μειώνουν την κατανάλωση, τις εκπομπές και τον θόρυβο.(Chu et.al.,2018)

Σε κοινωνικό επίπεδο η αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών έχει αντίκτυπο που δεν θεωρείται πάντοτε θετικός. Η αναπόφευκτη απώλεια απασχόλησης, σύμφωνα με την οποία η μεγάλη αυτοματοποίηση προκαλεί συγκρούσεις με τους υπαλλήλους του λιμένα, που βλέπουν ότι οι συνθήκες εργασίας και η σταθερότητά τους βρίσκονται σε κίνδυνο με αποτέλεσμα οι εργασιακές συγκρούσεις να μην είναι πάντα εύκολες και συχνά να καταλήγουν σε μακρές διαπραγματεύσεις με τις συνδικαλιστικές οργανώσεις. (Autor,2015)

Για προφανείς λόγους, η αντίσταση στην αλλαγή των συνδικαλιστικών οργανώσεων των λιμένων είναι μεγαλύτερη στους τερματικούς σταθμούς που βρίσκονται ήδη σε λειτουργία σε σύγκριση με τους τερματικούς σταθμούς που βρίσκονται σε φάση ανάπτυξης.

Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, η αυτοματοποίηση είναι απαραίτητη για λόγους ασφάλειας ή για λόγους ποιότητας ή για άλλους λόγους.

Σε άλλες περιπτώσεις, ειδικά όταν πρόκειται για μικρού βεληνεκούς αυτοματοποιήσεις, οι θέσεις εργασίας εξακολουθούν να υπάρχουν, αλλά με αρμοδιότητες περισσότερο επικεντρωμένες στην ανάπτυξη των λειτουργιών του φορέα κατά τρόπο αποτελεσματικότερο ή ασφαλέστερο, στη συμμετοχή για τον

προσδιορισμό νέων χαρακτηριστικών, ως αποτέλεσμα της εφαρμογής καινοτόμων τεχνολογιών. (Autor,2015)

Σε κάθε περίπτωση, ενώ είναι βέβαιο ότι η άμεση ανθρώπινη παρέμβαση σε δράσεις μειώνεται μέσω της αυτοματοποίησης, το επίπεδο της εκπαίδευσης που είναι αναγκαίο για την εκτέλεση των καθηκόντων των θέσεων εργασίας που συνεπάγεται η αυτοματοποίηση, αυξάνεται σημαντικά. Για τον λόγο αυτό, δεδομένου ότι η αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών, συνεπάγεται πλήρη αλλαγή του συστήματος εργασίας και της διαχείρισης σε σύγκριση με τις δραστηριότητες ενός συμβατικού τερματικού σταθμού, πρέπει να συνοδεύεται από σχέδιο ανθρώπινων πόρων. (World Economic Forum,2016). Το εν λόγω σχέδιο είναι απαραίτητο για τη διευκόλυνση της απαραίτητης αναδιοργάνωσης και κατάρτισης των εργαζομένων που απασχολούνται στις επιχειρήσεις που επηρεάζονται από την αυτοματοποίηση.

Τέλος, από την άποψη της οικονομικής και της χρηματοοικονομικής αποδοτικότητας, η αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών σημαίνει μείωση του μεταβλητού κόστους ανά δεξαμενή (OPEX) δεδομένου ότι το κόστος εργασίας μειώνεται με τη δημιουργία οικονομιών κλίμακας στις λειτουργίες και μειώνεται επίσης το κόστος συντήρησης (PEMA, 2012).

Ωστόσο, η αυτοματοποίηση απαιτεί μεγάλη επένδυση κεφαλαίου (CAPEX) για την εξεύρεση λύσεων και για την κατάρτιση των ανθρώπινων πόρων. Για τον λόγο αυτό, η απόφαση για την εφαρμογή στρατηγικών πρωτοβουλιών που σχετίζονται με την αυτοματοποίηση απαιτεί μελέτη βιωσιμότητας του σχεδίου εφαρμογής για την αξιολόγηση των εν λόγω πρωτοβουλιών. (Martin-Soberon et.al., 2014)

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, η αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, αλλά η διαδικασία αυτή αντιμετωπίζει επίσης πολλές προκλήσεις όσον αφορά τον σχεδιασμό και την επιχειρηματική και λειτουργική διαχείριση που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την επιτυχία των εν λόγω πρωτοβουλιών.

Στον πίνακα 1 συνοψίζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα όπως προκύπτουν από την αυτοματοποίηση των λιμενικών τερματικών σταθμών, ανάλογα με το επίπεδο της αυτοματοποίησης που επιτυγχάνεται και με τον αντίκτυπό τους να είναι μεγαλύτερος ή μικρότερος ανάλογα με το επίπεδο αυτοματισμού του τερματικού σταθμού.

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Αυτοματοποιημένων Τερματικών Σταθμών.

Table 2 – Advantages and disadvantages of automated PCTs

	Advantages	Disadvantages
Operational performance	<ul style="list-style-type: none"> • Increased operational productivity • Operating with allocations and high yard density, offering more capacity with the same space • Increased flexibility to adapt to demand peaks • More organised and methodical operations, reducing uncertainty in response times • Higher capacity to prioritise operational changes • Less affected by external factors and lack of stevedores • More efficient use of resources • More control of operations given the existence of continuous communication between control systems and the fleet of equipment, easing thereby the decision making process in real time • Less volume of shuffling operations required which can be planned in advance to be carried out without interfering with loading and unloading operations (housekeeping) 	<ul style="list-style-type: none"> • Less flexibility for operational planning • New scenarios have to be previously planned • More difficulty to react when exceptions occur
Safety and security	<ul style="list-style-type: none"> • Increase in safety in PCTs given the reduction of risks to human resources • Incorporation of security systems 	
Environmental sustainability	<ul style="list-style-type: none"> • Operating with electric equipment (less consumption, less emissions and less noise) • Best use of current spaces (fewer extensions) 	<ul style="list-style-type: none"> • May generate labour conflicts (loss of job positions)
Economic and financial profitability	<ul style="list-style-type: none"> • Less variable operational costs • Less maintenance operational costs 	<ul style="list-style-type: none"> • Require a (higher) capital outlay

Πηγή: Martin-Soberon et.al., 2014

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα συνοψίζονται στα κάτωθι:

Πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών στα λιμάνια.

α. Καλύτερος έλεγχος των εκπομπών από το λιμένα

Η αύξηση της αποτελεσματικότητας συμβάλλει επίσης στη διατήρηση του ανώτατου ορίου των εκπομπών των λιμένων, προκειμένου να συμμορφώνονται με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς. (Nanxi et.al, 2019).

Η φύση σχεδόν μηδενικών εκπομπών του εξοπλισμού χειρισμού που χρησιμοποιείται σε πλήρως αυτοματοποιημένα τερματικά έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά χαμηλότερες εκπομπές σε σύγκριση με τους συμβατικούς τερματικούς σταθμούς. Ο βασικός

εξοπλισμός σε αυτοματοποιημένα τερματικά κινείται σε μεγάλο βαθμό με την ηλεκτρική ενέργεια αντί του καυσίμου ντίζελ, ενώ ο σχεδιασμός του τερματικού σταθμού ελαχιστοποιεί τον αριθμό των μετακινήσεων των οχημάτων. (Nanxi et.al.,2019).

β. Εξοικονόμηση χρόνου και πόρων

Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών βελτιώνει την αποτελεσματικότητά τους. Τα σφάλματα και καθυστερήσεις που υπάρχουν όταν μεσολαβεί ανθρώπινη παρέμβαση εξαλείφονται, με ταυτόχρονη αύξηση των φορτίων που μπορεί να χειρίζεται ο λιμένας.

Η επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα διασφαλίζει ότι κάθε διαδικασία βελτιστοποιείται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ως εκ τούτου, ο χρόνος που εξοικονομείται λόγω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών είναι πολύ σημαντικός. Οι στατιστικές καταδεικνύουν ότι οι λιμένες μπορούν να εξοικονομήσουν έως και το 30% του χρόνου που δαπανάται στη διαχείριση των πλοίων με αυτοματοποίηση, η οποία μεταφράζεται άμεσα στην εξοικονόμηση πόρων. (Figueiredo et.al.,2014)

γ. Βελτίωση της σταθερότητας

Η ταχύτητα και η ασφάλεια που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της χρήσης αυτοματοποιημένων διαδικασιών είναι πολύ μεγαλύτερες συγκριτικά με τις διαδικασίες που ακολουθούνται σε ένα συμβατικά παραδοσιακό τερματικό σταθμό . (Evangelista et.al.,2014)

δ. Μακροπρόθεσμα οφέλη

Όταν ο λιμένας είναι απαλλαγμένος από χειροκίνητη παρέμβαση και είναι σε θέση να λειτουργεί ομαλά για μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα να μη χρειάζεται στενή εποπτεία και έλεγχο.

Η ευελιξία των διαδικασιών διασφαλίζει ότι οι αναγκαίες αλλαγές μπορούν να πραγματοποιηθούν και να υλοποιηθούν άμεσα.(Dinwoodie, et.al.,2012)

✚ Μειονεκτήματα που προκύπτουν από την αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών στα λιμάνια.

α. Υψηλό επενδυτικό κόστος

Το αρχικό κόστος της αυτοματοποίησης είναι εξαιρετικά υψηλό και δεν είναι οικονομικά προσιτό για κάθε λιμένα, ιδίως στις υποανάπτυκτες και αναπτυσσόμενες χώρες.

Συνέπεια αυτού του γεγονότος, σε πολλές περιπτώσεις, να ακολουθεί ο λιμένας τη λύση της ημι-αυτοματοποίησης, ως λύση συμβιβασμού όταν χρησιμοποιούν την τεχνολογία ως υποστηρικτική λειτουργία της χειρωνακτικής εργασίας.(Martin-Soberon et.al., 2014)

β. Αντίσταση από τις συνδικαλιστικές οργανώσεις

Η αυτοματοποίηση εξαλείφει τον ανθρώπινο παράγοντα που εμπλέκεται στη διαδικασία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια θέσεων εργασίας πολλών εργαζομένων. Οι συνδικαλιστικές οργανώσεις αντιδρούν έντονα στην προοπτική των αυτοματοποιημένων συστημάτων, για προφανείς λόγους. Επίσης, παρά το γεγονός δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας, με διαφορετικά από το παρελθόν καθήκοντα (μετάβαση από υπαλλήλους-εργάτες σε υπαλλήλους-επόπτες), απαιτούνται συνεχή εκπαίδευση, επενδύσεις σε ανθρώπινο δυναμικό. Η μετάβαση αυτή είναι δύσκολη, χρονοβόρα και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα κατά την εφαρμογή της αυτοματοποίησης, διότι απαιτεί αλλαγή νοοτροπίας εκ μέρους των εργαζομένων.(Ford,2015)

γ. Κίνδυνοι για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο

Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι μια αυξανόμενη απειλή, ιδιαίτερα για τα μεγάλα λιμάνια με πλήρη ή σχεδόν πλήρη αυτοματοποίηση. Παρά την ύπαρξη ασφαλών μεθόδων ανταλλαγής πληροφοριών, τα αυτοματοποιημένα συστήματα είναι ευάλωτα σε επιθέσεις κακόβουλου λογισμικού και απώλειας ευαίσθητων δεδομένων. (Raixao et.al.,2003)

Η παραβίαση της ασφάλειας μπορεί να προκαλέσει μεγάλες ζημιές στον λιμένα και, ως εκ τούτου, αποτελεί πρόβλημα κατά την εφαρμογή του αυτοματισμού (Evangelista et.al.,2014)

δ. Υψηλό κόστος συντήρησης

Τα αυτοματοποιημένα συστήματα πρέπει να αναβαθμίζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να συμβαδίζουν με την πρόοδο του υπό χρήση λογισμικού.

Αυτό συνεπάγεται διαρκή έξοδα συντήρησης για τους λιμένες. (Evangelista et.al.,2014)

✚ Προκλήσεις της αυτοματοποίησης

Εκτός από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, υπάρχουν και πολλές προκλήσεις που αντιμετωπίζει η σύγχρονη εποχή της αυτοματοποίησης.

Συγκεκριμένα, το γεγονός ότι ο λιμενικός τομέας είναι παραδοσιακός και πολύ διστακτικός στο να τολμά και να ρισκάρει, με συνέπεια, να αντιστέκεται στη

καινοτομία και τις νέες επενδύσεις. Επίσης, οι συνδικαλιστικές οργανώσεις είναι ιδιαίτερα ισχυρές στα λιμάνια, με συνέπεια, η εισαγωγή της αυτοματοποίησης να είναι δυνατή μόνο αφού επιτευχθεί συμφωνία με τις εργατικές ενώσεις, εξασφαλίζοντας τον αριθμό των θέσεων εργασίας.

Σε λειτουργικό επίπεδο, σημαντικές προκλήσεις αποτελούν η έλλειψη πληροφόρησης ή λανθασμένη πληροφόρηση. Επίσης, η απουσία ευελιξίας κατά το λειτουργικό σχεδιασμό, τα υψηλό κόστη συντήρησης, η διασύνδεση πολλών συστημάτων, γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα λάθους και η πιθανότητα να υπάρχουν περίοδοι αιχμής σε υψηλά επίπεδα.

Τα προαναφερόμενα, απεικονίζονται συνοπτικά στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Προκλήσεις των Αυτοματοποιημένων Τερματικών Σταθμών

Table 3 – Challenges of automated PCTs

Challenges	
Planning stage	<ul style="list-style-type: none"> • The port sector is traditional and reluctant to risk, which translates into resistance when facing investments in innovation • Trade unions are especially powerful in ports, meaning that automation can only be introduced after reaching agreements with them or when job positions are not at risk.
Operational stage	<ul style="list-style-type: none"> • Lack of information and incorrect or untimely information • Loss of flexibility in operational planning • Exceptions management • High maintenance requirements of equipment • Interaction of many systems, increasing the probability of making errors • Possibility of experiencing demand peaks

Πηγή: Martin-Soberon et.al., 2014

4.Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη της αυτοματοποίησης και της τεχνολογίας στον τομέα της ναυτιλίας εξακολουθεί να αποτελεί ένα ζήτημα με εξαιρετικό ενδιαφέρον και μεγάλη προοπτική. Ο αριθμός των προγραμματισμένων λιμένων και τερματικών που χρησιμοποιούν την αυτοματοποίηση σε σύγκριση με τον συνολικό αριθμό των εγκαταστάσεων που είναι σε θέση να διαχειρίζονται εμπορευματοκιβώτια εξακολουθεί να είναι πολύ χαμηλός.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι έως το 2020, η χρήση της αυτοματοποίησης θα εξακολουθήσει να είναι μικρότερη από το 5% του συνολικού αριθμού των εγκαταστάσεων παγκοσμίως, γεγονός που καταδεικνύει την ύπαρξη μιας σημαντικής ευκαιρίας για επένδυση και ανάπτυξη.

Η χρήση αυτοματισμών στους λιμένες και τους τερματικούς σταθμούς των εμπορευματοκιβωτίων αποτελεί ένα προηγμένο τρόπο για τη βελτίωση της παραγωγικότητας, κυρίως για τους μεγαλύτερους τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων. Το βασικό όφελος που προσφέρει η τεχνολογία είναι η δυνατότητα αντιστάθμισης του εργατικού κόστους και των συνδεδεμένων με αυτό δαπανών.

Η επιλογή ή μη της αυτοματοποίησης καθορίζεται από μία σειρά κριτηρίων, τα σπουδαιότερα εκ των οποίων είναι κόστος εργασίας/εργατικού δυναμικού, η αποδοτικότητα του τερματικού σταθμού, η διαρρύθμιση, το μέγεθος και σχεδιασμός του τερματικού σταθμού, οι περιβαλλοντικές προκλήσεις, το κόστος καυσίμων και το μέγεθος και κύρος του λιμένα.

Ο πλήρως αυτοματοποιημένος τερματικός σταθμός θα παράγει καλύτερα λειτουργικά αποτελέσματα με ένα μη αυτόματο σύστημα και αυτό θα το επιτύχει μέσω της εκπαίδευσης, της ικανότητας και της αλλαγής της νοοτροπίας του ανθρώπινου δυναμικού.

Είναι σαφές ότι το επίπεδο και η ποιότητα της εποπτείας και της εμπειρίας του εργατικού δυναμικού αποτελούν επίσης σημαντικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν μια πλήρως χειρωνακτική εργασία, ξεκινώντας για παράδειγμα, από τους γερανούς φορτοεκφόρτωσης μέχρι τη γερανογέφυρα εμπορευματοκιβωτίων και τις δραστηριότητες εσωτερικών χώρων.

Ο ίδιος ο τερματικός σταθμός αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη διαδικασία σχεδιασμού, με το μέγεθος και το σχήμα να

επηρεάζουν σημαντικά την αποδοτικότητα του. Ένας μικρός τερματικός σταθμός, που διαχειρίζεται λιγότερο από 250,000 TEUs/έτος, δεν θα έχει το ίδιο όφελος από την επένδυση στην αυτοματοποίηση, σε σύγκριση με έναν μεγαλύτερο τερματικό σταθμό, διότι οι όγκοι που διαχειρίζεται δεν μπορούν να αντισταθμίσουν την υψηλή επένδυση της αυτοματοποίησης εκτός εάν υπάρχουν αξιόλογες δυνατότητες προσέλκυσης της αγοράς και η προβλεπόμενη, στο μέλλον, αύξηση του όγκου θα δημιουργήσει την ανάγκη για μεγαλύτερη εγκατάσταση, δημιουργώντας προσδοκίες για ένα καλύτερο δυναμικά αποτέλεσμα. Η ανάπτυξη της αυτοματοποίησης σε τερματικούς σταθμούς έχει την τάση να εμφανίζεται περισσότερο σε νέες εγκαταστάσεις για νέες δραστηριότητες και όχι στη μετατροπή ήδη υπάρχουσών εγκαταστάσεων και υφιστάμενων δραστηριοτήτων.

Η αυτοματοποίηση των τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων έχει ήδη καθιερωθεί σε κάποιες χώρες, ενώ σε άλλες περιπτώσεις βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο αριθμός των εμπορευματοκιβωτίων που κινείται σε παγκόσμια βάση θα συνεχίσει να αυξάνεται, με τη χρήση μεγαλύτερων πλοίων που συνδέουν ηπείρους και χώρες, όπως την Ασία, την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική.

Ένα από τα καίρια ζητήματα για την επιτυχημένη λειτουργία των αυτόματων τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων είναι η ύπαρξη ισχυρών διαδικασιών και συστημάτων για τη διαχείριση των εξαιρέσεων (ενώ απώτερος στόχος είναι να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερες εξαιρέσεις).

Η αυτοματοποιημένη λειτουργία θα χρειαστεί διαδικασία παρέμβασης η οποία να μπορεί να δώσει λύση σε αβέβαιες ή εσφαλμένες επιχειρησιακές καταστάσεις. Από την οπτική γωνία της αυτοματοποίησης, κάθε ανθρώπινη παρέμβαση θα μπορούσε να θεωρηθεί ως διαχείριση εξαιρετικών περιπτώσεων. Αυτό πρέπει να γίνει όσο το δυνατόν ταχύτερα και ευκολότερα, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η καθυστέρηση από την έναρξη της διαδικασίας αυτοματοποίησης μέχρι την επίλυση του προβλήματος.

Για τον προσδιορισμό της πλέον κατάλληλης αυτοματοποιημένης λύσης για ένα τερματικό σταθμό, απαιτείται η εξεύρεση μιας στρατηγικής λύσης, η οποία να συνδυάζει τη λειτουργική προσέγγιση των διαθέσιμων στην αγορά τεχνολογιών αυτοματοποίησης και τη διαδικασία επανασχεδιασμού των λειτουργιών τερματικού σταθμού.

Η εν λόγω στρατηγική λύση, για να κριθεί επιτυχημένη θα πρέπει να επιτρέπει την εξεύρεση τεχνικών και μεθόδων αυτοματισμού που να ανταποκρίνονται στις

πραγματικές απαιτήσεις λειτουργίας του τερματικού σταθμού, βελτιστοποιώντας κατ' αυτόν τον τρόπο την επένδυση και τη χρήση των πόρων, που εξοικονομούνται.

Τέλος, κατά τον σχεδιασμό ενός αυτοματοποιημένου λιμενικού τερματικού σταθμού, υπάρχουν ορισμένα πλεονεκτήματα και προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Αυτά εξαρτώνται από το επίπεδο αυτοματισμού που έχει σχεδιαστεί/επιτευχθεί.

Κατά κανόνα ένας αυτόματος τερματικός σταθμός έχει υψηλότερο σταθερό κόστος και χαμηλότερο μεταβλητό κόστος από τον χειροκίνητο μηχανισμό. Ως εκ τούτου, η μεγάλου βαθμού χρήση είναι απαραίτητη για να εξασφαλιστεί το επιθυμητό οικονομικό αποτέλεσμα. Αυτό απαιτεί εστίαση στην προληπτική συντήρηση ώστε να εξασφαλίζεται η αξιόπιστη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού για την υπηρεσία, όταν προγραμματίζεται ή όταν απαιτείται. Οι αυτοματοποιημένες εργασίες μειώνουν σημαντικά τη φθορά του εξοπλισμού, σε σύγκριση με τις χειρωνακτικές λειτουργίες. Κατά συνέπεια, το συνολικό κόστος συντήρησης θα είναι χαμηλότερο.

Στα πλεονεκτήματα της αυτοματοποίησης, περιλαμβάνονται οι χαμηλότερες λειτουργικές δαπάνες, η αυξημένη ικανότητα παραγωγής, η βελτίωση της αξιοπιστίας των υπηρεσιών και η μείωση των εκπομπών των ρύπων.

Η αυτοματοποίηση μπορεί να μειώσει το λειτουργικό κόστος, να αυξήσει την ικανότητα εξυπηρέτησης, να βελτιώσει την αξιοπιστία των υπηρεσιών και να μειώσει τις εκπομπές. Ωστόσο, οι σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου, η αβέβαιη αύξηση της παραγωγικότητας, οι πιθανές διαταραχές των ενεργών επιχειρήσεων και οι ανησυχίες σχετικά με την εργασία είναι βασικοί κίνδυνοι.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το εργατικό κόστος είναι ένα από τα σημαντικότερα έξοδα για τις επιχειρήσεις, επισημαίνεται ότι αντιπροσωπεύει περισσότερο από το ήμισυ του συνολικού κόστους ενός συμβατικού τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων, με τα αυτοματοποιημένα τερματικά να έχουν 40% έως 70% χαμηλότερες απαιτήσεις εργασίας, ένα από τα σημαντικότερα έξοδα για τους φορείς εκμετάλλευσης.

Ωστόσο, η παραγωγικότητα αιχμής στους αυτοματοποιημένους τερματικούς σταθμούς δεν ξεπερνά πάντα την παραγωγικότητα αιχμής των συμβατικών εγκαταστάσεων και υπάρχει σημαντικός κοινωνικός κίνδυνος που συνδέεται με τις εργατικές ενώσεις λόγω του αντίκτυπου στην απασχόληση.

Στα πλαίσια του ανταγωνισμού που υπάρχει ανάμεσα στους μεγάλους εμπορικούς λιμένες για το ποιος θα γίνει ο ισχυρότερος, σημαντικό εμπόδιο αποτελούν οι περιορισμοί της ανάπτυξης των δημόσιων υποδομών και του χωροταξικού σχεδιασμού.

Στην Ελλάδα, η αυτοματοποίηση βρίσκεται σε ανάπτυξη στα μεγάλα λιμάνια της χώρας.

Πιο συγκεκριμένα, ο Πειραιάς, το μεγαλύτερο λιμάνι της Ελλάδας, λόγω της στρατηγικής του θέσης, ως ιδανικό λιμένα-κόμβο για προορισμούς στην Κεντρική και Ανατολική Μεσόγειο καθώς και στη Μαύρη Θάλασσα, ετοιμάζεται να κάνει άλλο ένα άλμα με τις συνέπειες να φτάνουν μέχρι τη Βόρεια Ευρώπη.

Στον Οργανισμό Λιμένος Πειραιώς (Ο.Λ.Π.), λειτουργεί ο Σταθμός Εμπορευματοκιβωτίων (Σ.ΕΜΠΟ) (Προβλήτας Ι), με έντονη δραστηριότητα, που διαθέτει μεταξύ άλλων 14 γερανογέφυρες, 8 RMG's και αυτοκινούμενους λιμενικούς γερανούς.

Επίσης, από το 2009, ο Σταθμός Εμπορευματοκιβωτίων Πειραιά (ΣΕΠ) Α.Ε., θυγατρική εταιρία της COSCO Pacific Limited, Ο ΣΕΠ ανέλαβε για 35 έτη την υλοποίηση της Σύμβασης Παραχώρησης για τους προβλήτες ΙΙ και ΙΙΙ, με βασικές δραστηριότητες την παροχή υπηρεσιών φόρτωσης / εκφόρτωσης και αποθήκευσης για εισαγόμενα και εξαγόμενα εμπορευματοκιβώτια που διακινούνται μέσω του Λιμένα του Πειραιά, συμπεριλαμβανομένων των φορτίων που χρησιμοποιούν τον Πειραιά μόνον ως ενδιάμεσο σταθμό μεταφοράς (φορτία διαμετακόμισης).

Ο Πειραιάς ήταν το ταχύτερα αναπτυσσόμενο λιμάνι εμπορευματοκιβωτίων στον κόσμο κατά την τελευταία δεκαετία. Παρά την εξασθενημένη παγκόσμια οικονομία και τις παγκόσμιες εμπορικές συγκρούσεις, οι μεταφορτώσεις εμπορευμάτων αυξήθηκαν κατά 21,6% το πρώτο εξάμηνο του 2019.

Όταν αξιοποιηθούν πλήρως οι δυνατότητες, ο Πειραιάς θα εκτοπίσει το Αμβούργο και το λιμάνι της Βρέμης αναφορικά με τον τρέχοντα κύκλο εργασιών και θα τα υποσκελίσει καταλαμβάνοντας την τρίτη θέση στην Ευρώπη μετά το Ρότερνταμ και την Αμβέρσα. Για να μπορέσει να συνεχίσει με τους έως τώρα ρυθμούς, η COSCO θέλει να επενδύσει περίπου 300 εκατ. ευρώ για την κατασκευή ενός τέταρτου προβλήτα εμπορευματοκιβωτίων. Μαζί με την τρέχουσα επέκταση του προβλήτα ΙΙΙ εμπορευματοκιβωτίων, η χωρητικότητα του λιμένα από 7,5 εκατ. TEUs πρόκειται να αυξηθεί ετησίως σε περισσότερα από 10 εκατ. TEUs.

Αντίστοιχα, στη Θεσσαλονίκη, τα εμπορευματοκιβώτια (Ε/Κ) διακινούνται μέσω ειδικά διαμορφωμένου χώρου που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της 6ης προβλήτας του Οργανισμού Λιμένος Θεσσαλονίκης (Ο.Λ.Θ.)

Ο Σ.ΕΜΠΟ σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε με βάση τα δεδομένα σύγχρονων τεχνολογιών και είναι εξοπλισμένο με σύγχρονα μηχανήματα χειρισμού

εμπορευματοκιβωτίων. Μέσα στον σταθμό υπάρχουν εγκαταστάσεις και κλιμάκιο τεχνικής υποστήριξης. Για τη φορτοεκφόρτωση των Ε/Κ από/σε πλοία χρησιμοποιούνται 4 γερανογέφυρες, εκ των οποίων οι δύο είναι post panamax.

Το 1ο εξάμηνο του 2019 καταγράφεται αύξηση του όγκου των διακινούμενων φορτίων και του κύκλου εργασιών με τα έσοδα να φτάνουν τα 32,95 εκατ. ευρώ.

Σε σύγκριση με την αντίστοιχη περίοδο του 2018. Συγκεκριμένα, το πρώτο εξάμηνο του 2019 διακινήθηκαν 220.757 TEUs στο Σταθμό Εμπορευματοκιβωτίων και 2.280.915 τόνοι στο Συμβατικό Λιμένα.

Σύμφωνα με τη σύγκριση των στοιχείων η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε κατά 5,9% ενώ οι ποσότητες συμβατικού φορτίου που διακινήθηκαν αυξήθηκαν κατά 23,4% και τα έσοδα αυξήθηκαν κατά 13%.

Το Ρότερνταμ αποτελεί ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ενός από τους πλέον αυτοματοποιημένους λιμένες, που με το υπερσύγχρονο χαρακτήρα του, έχει βρεθεί στη κορυφή της Ευρώπης και του κόσμου.

Επένδυσε στρατηγικά στην υποδοχή και διακίνηση των εμπορευμάτων, με την ανάπτυξη του λιμένα και των τερματικών σταθμών, να αποτελεί έναν από τους βασικούς της στόχους, που προωθήθηκε μέσω της σύμπραξης ιδιωτικού και δημόσιου τομέα.

5.Βιβλιογραφία

- Acciaro, M., Vanelsler, T., Sys, C., Ferrari, C., Rouboutsos, A., Giuliano, G., Lam, J.S.L. και Kapros, S., (2014). Environmental sustainability in sea-ports: a framework for successful innovation. *Maritime Policy & Management*, 41(5), 480-500.
- Adams, M., Quinonez, P., Pallis, A. A. και Wakeman, T. H.(2010),*Environmental Issues in Port Competitiveness*, Working Paper 7, Centre for International Trade και Transportation.
- Alderton, P. και Saieva, G.(2013). *Port management και operations*, ed.Taylor & Francis.
- Asgari, N., Hassani, A., Jones, D. και Nguye, H.H.(2015). Sustainability ranking of the UK major ports: methodology και case study. *Transportation research part E: logistics και transportation review*, 78(8), pp.19-39.
- Autor, D.(2015), Why are there still so many jobs? The history και future of workplace automation, *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Automated container terminal launched at Port of Rotterdam, διαθέσιμο στο: <https://safety4sea.com/automated-container-terminal-launched-at-port-of-rotterdam/>, ανάκτηση:02/09/2019
- Branch, A. (2012),*Elements of port operation και management*. Springer Science & Business Media.
- Chao, S.L. και Lin, Y.L.(2017). Gate automation system evaluation: A case of a container number recognition system in port terminals. *Maritime Business Review*, 2(1), pp.21-35.
- Cheon, S. H. και Dwakin, E., (2010) Supply Chain Coordination for Port Sustainability, *Journal of Transport Research Board*, Vol.2166(2), 10-19.
- Chu F., Gailus S., Liu L, Ni L.(2018), The future of automated ports, διαθέσιμο στο: <https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-και-logistics/our-insights/the-future-of-automated-ports>, τελευταία ανάκτηση:10/09/2019
- Containers drive throughput growth in port of Rotterdam, διαθέσιμο στο: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-και-press-releases/containers-drive-throughput-growth-in-port-of-rotterdam>, ανάκτηση:02/09/2019.

- Costs found to outweigh port automation benefits, διαθέσιμο στο: https://www.joc.com/technology/costs-found-outweigh-port-automation-benefits_20181213.html, ανάκτηση:02/09/2019
- De Sousa, C.(2000). Brownfield redevelopment versus greenfield development: A private sector perspective on the costs και risks associated with brownfield redevelopment in the Greater Toronto Area. *Journal of Environmental Planning και Management*, 43(6), pp.831-853.
- Denktas-Sakar, G. και Karatas-Cetin, C.(2012). Port sustainability και stakeholder management in supply chains: A framework on resource dependence theory, *The Asian Journal of Shipping και Logistics*, 28(3), pp.301-319.
- Dinwoodie, J., Tuck, S., Knowles, H., Benhin, J. και Sansom, M.(2012) Sustainable development of maritime operations in ports. *Business Strategy και the Environment*, 21(2), pp.111-126.
- European Commission (2007). Commission Communication of 18 October 2007 about a European port policy (COM (2007) 616 final). Brussels
- Evangelista R., Guerrieri P. και Meliciani V. (2014), The economic impact of digital technologies in Europe, *Economics of Innovation και New Technology*, 23(8),802-824.
- Evers, J.J. και Koppers, S.A., (1996). Automated guided vehicle traffic control at a container terminal. *Transportation Research Part A: Policy και Practice*, 30(1), pp.21-34.
- Figueiredo. E. P., Carvalhal R., Hoeflich S., Figueiredo L., Pereira S. και Dias E.(2014), Port operation – increase of automated systems, decline of workforce jobs? *Recent Advances in Computer Science*, 5(2), 259-268
- Ford M.(2015), *Rise of the robots: Technology και the threat of a jobless future*, Kindle Edition.
- Gijt J. G de, . Van Kleef M., Taneja Ir. P. και Ligteringen Ir. H.,(2010) Development of container handling in the Port of Rotterdam, Port of Rotterdam: brief history of container transport, διαθέσιμο στο :<http://container50.org.uk/RotterdamHistory.pdf>, τελευταία ανάκτηση:02/09/2019.
- Hämäläinen J., Pekka Y., Pertti P.(2018), *Automated container terminals και self-driving cars: Industry Outlook*, Kalmar, διαθέσιμο στο:

https://www.porttechnology.org/news/kalmar_autonomous_vehicles_vs-automated_terminals/, τελευταία ανάκτηση:02/09/2019.

- Hong, K.S. και Ngo, Q.H.(2009). *Port Automation: modeling και control of container cranes*. International Conference on Instrumentation, Control και Automation (19-26).
- Karimpour R.και Karimpour M.(2018), Digitalisation και ICT innovations – A focus on port logistics, διαθέσιμο στο: <https://www.docksthefuture.eu/digitalisation-και-ict-innovations-a-focus-on-port-logistics>, ανάκτηση: 15/09/2019
- Keane J.(2016), Automated Ports Have Dockworkers in the Netherlands Threatening Strikes, διαθέσιμο στο:
- https://www.vice.com/en_us/article/z43xg3/automated-ports-have-dockworkers-in-the-netherlands-threatening-strikes, ανάκτηση:02/09/2019
- Kim, H. και Nguyen, D. (2008). Allocation Model of Container Yard for A TC Optimal Operation in Automated Container Terminal. *Journal of Navigation και Port Research*, 32(9), pp.737-742.
- Kim, S. και Chiang, B.,(2014). Sustainability Practices to achieve Sustainability in International Port Operations. *Economics*, 30(3),pp15-37.
- Ku, L.P., Lee, L.H., Chew, E.P. και Tan, K.C. (2010). An optimisation framework for yard planning in a container terminal: case with automated rail-mounted gantry cranes. *OR spectrum*, 32(3), pp.519-541.
- Laxe, F.G., Bermúdez, F.M., Palmero, F.M. και Novo-Corti, I.(2016). Sustainability και the Spanish port system. Analysis of the relationship between economic και environmental indicators. *Marine pollution bulletin*, 113(1-2), pp.232-239.
- Lu, C.S., Shang, K.C. και Lin, C.C.(2012). Identifying crucial sustainability assessment criteria for international ports. *In International Forum on Shipping, Ports και Airports*, Hong Kong (pp. 27-30).
- Lun, Y. H. V.,(2011), Green Management Practices και Firm Performance: A Case of Container Terminal Operations, *Resource, Conservation και Recycling*, Vol.,55(6), pp559-566.
- Martín-Soberón, A., Monfort, A., Sapiña, R., Monterde, N. και Calduch, D. (2014). Automation in Port Container Terminals. *Social και Behavioral Sciences*, 160 (5),195-204.

- McKinsey Global Institute(2017), *A future that works: automation, employment και productivity*, διαθέσιμο στο:
<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx>, τελευταία ανάκτηση:02/10/2019
- McKinsey & Company(2017), *The future of automated ports*, διαθέσιμο στο:
<https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-και-logistics/our-insights/the-future-of-automated-ports>, τελευταία ανάκτηση:02/10/2019.
- Martín-Soberón A., Monfort A., Sapiña R., Monterde N. και Calduch D.(2014), Automation in port container terminals, *Social και Behavioral Sciences* ,160 (2014),pp195 – 204.
- Monfort, A. et al. (2011), *Port Capacity Manual: application to container terminals*. Valencia: Valencia port Foundation
- Nanxi W., Daofang C., Xiaowei S., Jun Y. και Yinping G.(2019), Analysis και Design of Typical Automated Container Terminals Layout Considering Carbon Emissions, *Sustainability*,11(10),pp2957-2969.
- Nelmes, G., (2006). *Container port automation*. Field και Service Robotics, Berlin, Heidelberg.
- New port area at sea, διαθέσιμο στο:
<https://www.portofrotterdam.com/en/new-port-area-at-sea>, ανάκτηση:02/09/2019, ανάκτηση:02/09/2019
- New automated Rotterdam container terminal shows how far US lags, διαθέσιμο στο:
https://www.joc.com/port-news/terminal-operators/apm-terminals/new-automated-rotterdam-container-terminal-shows-just-how-far-us-lags_20150502.html, τελευταία ανάκτηση:02/09/2019
- New standard in container terminals και services, διαθέσιμο στο:
<https://www.portofrotterdam.com/en/business-opportunities/smarter-port/cases/new-standard-in-container-terminals-και-services>, ανάκτηση:02/09/2019
- New standards in container terminals και services, διαθέσιμο στο:
<https://www.portofrotterdam.com/en/business-opportunities/smarter-port/cases/new-standard-in-container-terminals-και-services>

[port/cases/new-standard-in-container-terminals-και-services](#),

ανάκτηση:02/09/2019

- Nightingale, L. (2014). Rotterdam dockers unite in automation row, διαθέσιμο στο:
<https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL048910/Rotterdam-dockers-unite-in-automation-row>, τελευταία ανάκτηση:02/09/2019
- Πετράκης Μ.(2006), *Ερευνα Μάρκετινγκ*, Σταμούλης, Πειραιάς.
- Port Technology International (2012). *Xiamen planning construction of China's first fully automated container terminal*. Port Technology International news.
- Port Equipment Manufacturers Association (PEMA) (2012), *Container Terminal Yard Automation*, Information paper, Brussels.
- Paixao, A.C. και Marlow P. (2003), Fourth generation ports—a question of agility? *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(4), pp.355-376.
- Peris-Mora, E., Orejas, J.D., Subirats, A., Ibáñez, S. και Alvarez, P., (2005). Development of a system of indicators for sustainable port management. *Marine Pollution Bulletin*, 50(12), pp. 1649-1660.
- Phan, M.H.T. και Kim, K.H., (2012) *Estimating the Cycle Time of Container Handling in Terminals*. Department of Industrial Engineering, Pusan National University.
- Port of Rotterdam: business-opportunities, διαθέσιμο στο:
<https://www.portofrotterdam.com/en/business-opportunities/smarter-port/cases/new-standard-in-container-terminals-και-services>, τελευταία ανάκτηση:02/09/2019.
- Port of Rotterdam Strengthens Dutch Economy, διαθέσιμο στο:
<https://www.porttechnology.org/news/port-of-rotterdam-strengthens-dutch-economy/>, ανάκτηση:02/09/2019
- Port of Rotterdam, Half-Year Report 2019, διαθέσιμο στο:
<https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/half-year-report-port-of-rotterdam-authority-2019.pdf>, ανάκτηση:02/09/2019.
- Rebollo, M., Julian, V., Carrascosa, C. και Botti, V., (2000) A multi-agent system for the automation of a port container terminal. *In Autonomous Agents 2000 workshop on Agents in Industry*, Vol.1(8), pp. 11-7.

- Rodrigue J.P. (2018), Supply Chain Automation, διαθέσιμο στο: <https://www.porteconomics.eu/2018/03/18/supply-chain-automation/>, ανάκτηση:02/09/2019
- Rotterdam: One of Today's Smartest Ports, διαθέσιμο στο: <https://emag.nauticexpo.com/rotterdam-one-of-todays-smartest-ports>, ανάκτηση:02/09/2019
- Rotterdam World Gateway celebrates official opening of its container terminal, διαθέσιμο στο: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/rotterdam-world-gateway-celebrates-official-opening-of-its-container>, ανάκτηση:02/09/2019
- Saanen, Y. (2010). Robotization for small και medium sized terminals - beyond the obvious. *In Terminal Operations Conference (TOC)*, 8-10 June 2010, Valencia
- Shih-Liang Chao, Ya-Lan Lin, (2017) Gate automation system evaluation: A case of a container number recognition system in port terminals, *Maritime Business Review*, Vol. 2(1),pp.21-35
- Sislian, L., Jaegler, A. και Cariou, P.(2016). A literature review on port sustainability και ocean's carrier network problem. *Research in Transportation Business & Management*, 19(6), pp.19-26.
- Steenken D., Von S., Stahlbock R.(2004), Container terminal operation and operations research- a classification and literature review, *Operations Research-Spektrum*,26(1), pp.3-49
- Top 50 World Container ports, διαθέσιμο στο: <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/top-50-world-container-ports>, ανάκτηση:02/09/2019
- Transshipment Demand Boosts Rotterdam Growth, διαθέσιμο στο: <https://www.porttechnology.org/news/port-of-rotterdam-transshipment-demand-boosts-overall-growth/>, ανάκτηση:02/09/2019
- Το υψηλής τεχνολογίας ρομποτικό λιμάνι του Ρότερνταμ, διαθέσιμο στο: <https://m.naftemporiki.gr/story/646584/to-upsilis-technologias-rompotiko-limani-tou-roterntam>, ανάκτηση:02/09/2019
- World Economic Forum(2016), *The future of jobs: Employment, skills, και workforce strategy for the fourth Industrial Revolution*, διαθέσιμο στο:

<https://epale.ec.europa.eu/en/resource-centre/content/future-jobs-employment-skills-και-workforce-strategy-fourth-industrial>,

τελευταία ανάκτηση:02/09/2019.

- Voß, S., Stahlbock, R. και Steenken, D. (2004). Container terminal operation και operations research - a classification και literature review. *Operations Research Spectrum*, 26(1), pp.3-49.
- Zrnić, N., Petković, Z. και Bošnjak, S.,(2005). Automation of ship-to-shore container cranes: A review of state-of-the-art. *FME Transactions*, 33(3), pp.111-121.