



Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα: Χρηματοοικονομική της Ναυτιλίας

Πράσινη Ναυτιλία : Ηλεκτροδότηση πλοίων από το δίκτυο της ξηράς
και Εφαρμογές.

Ονοματεπώνυμο: Περτέση Ηρώ

Επιβλέπων Καθηγητής: Ζακόπουλος Βασίλειος

Αθήνα
Φεβρουάριος 2022

ΣΕΛΙΔΑ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΤΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ :

- Ζακόπουλος Βασίλειος (Επιβλέπων)

- Ιμπριξή Ελένη

- Κοσιέρη Ευαγγελία

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα την «Πράσινη Ναυτιλία : Ηλεκτροδότηση πλοίων από το δίκτυο της ξηράς και Εφαρμογές» εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος Χρηματοοικονομική της Ναυτιλίας του Τμήματος Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Ζακόπουλο Βασίλειο για την υποστήριξη του και την άψογη συνεργασία, καθόλα την διάρκεια συγγραφής της παρούσης διπλωματικής και τα αξιότιμα μέλη της τριμελούς επιτροπής που αφιέρωσαν τον χρόνο τους για την ανάγνωση της.

Αφιερωμένη στην οικογένεια μου και στον σύντροφό μου

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή.....	9
Κεφάλαιο 2 ^ο : Βιώσιμη Ναυτιλία.....	
2.1 Ορισμός Βιωσιμότητας.....	11
2.2 Οι τρεις πυλώνες της Βιωσιμότητας.....	12
2.3 Η βιωσιμότητα στη Ναυτιλία.....	13
Κεφάλαιο 3 ^ο : Ο προσανατολισμός στην Πράσινη Ναυτιλία.....	
3.1 Προγράμματα Περιβαλλοντικής Βιωσιμότητας.....	14
3.1.1 Πρόγραμμα « Fit for 55».....	16
3.1.2 Κανονισμός IMO 2020.....	17
3.3 «Πράσινα Πλοία» και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	20
Κεφάλαιο 4 ^ο : Η ιδέα του Green Port.....	
4.1 «Πράσινοι Λιμένες» και Πρότυπα παραδείγματα.....	24
4.2 Η συμβολή του IMO στην Πράσινη ναυτιλία.....	28
4.3 Ευρωπαϊκή Ένωση και Πράσινη Ναυτιλία.....	29
4.4 Οι εφαρμογές περιβαλλοντικών προγραμμάτων στους λιμένες της ΕΕ.....	30
Κεφάλαιο 5 ^ο : Μεθοδολογία.....	32
Κεφάλαιο 6 ^ο : Εννοιολογική Προσέγγιση του Cold Ironing	
6. 1 Ηλεκτροδότηση πλοίων από το δίκτυο ξηράς (Cold Ironing).....	33
6.1.1 Πλεονεκτήματα Cold Ironing.....	35
6.1.2 Εμπόδια Cold Ironing.....	38
Κεφάλαιο 7 ^ο : Μελέτες Περίπτωσης εφαρμογών Cold Ironing στα Παγκόσμια Λιμάνια.....	40
7.1 Λιμάνια της Καλιφόρνια.....	43
7.1.1 Λιμάνι Λος Άντζελες.....	44

7.1.2 Λιμάνι Long Beach.....	46
7.2 Λιμάνι Gothenburg.....	48
7.3 Cold Ironing : Εξοικονόμηση Κόστους Υγείας στο Λιμάνι της Κοπεγχάγης.....	50
Κεφάλαιο 8^ο: Συγκριτικές Μελέτες Cold Ironing στα Ευρωπαϊκά Λιμάνια	
8.1 Μελέτη στο Λιμάνι της Κοπεγχάγης.....	52
8.2 Μελέτη στο Λιμάνι Aberdeen.....	53
8.3 Cold Ironing : Προοπτικές εφαρμογής Cold Ironing στους λιμένες της Ελλάδας.....	54
Κεφάλαιο 9^ο: Συμπεράσματα- Συζήτηση.....	56

Κατάλογος Εικόνων:

Εικόνα 1 : Το τρίγωνο της βιωσιμότητας. Πηγή: <https://www.oryktosploutos.net>

Εικόνα 2: Ελληνικός Κώδικας Βιωσιμότητας. Πηγή: www.consultation.sustainablegreece2020.com

Εικόνα 3 : ECA& SECA περιοχές. Πηγή: <https://www.thormarinetrading.com/bunker-trading/seca-eca/>

Εικόνα 1: Τα πέντε βασικά οφέλη εφαρμογής του κανονισμού IMO 2022. Πηγή: www.imo.org

Εικόνα 2: Όρια περιεκτικότητας καυσίμων σε θείο. - Πηγή: www.miamiherald.com

Εικόνα 3: Τα scrubbers είναι τριών ειδών, ανοικτού βρόχου, κλειστού βρόχου και υβριδικά. Όλα ανεξαιρέτως παράγουν ένα είδος λάσπης, το οποίο αποτελεί απόβλητο και πρέπει να απορρίπτεται με ασφαλείς διαδικασίες στη στεριά. Πηγή: www.miamiherald.com

Εικόνα 4: Χρήση Εναλλακτικών Πηγών Πρώτων Υλών. Πηγή: www.titan.gr

Εικόνα 5: Το Σχέδιο ενός Υβριδικού - Πράσινου Πλοίου με Κυλινδρικά Ιστία, Ηλιακά Πάνελ και Κινητήρες LNG. Πηγή: www.naftikachronika.gr

Εικόνα 6: Έτερο Σχέδιο Υβριδικού - Πράσινου Πλοίου με Επίπεδα Ιστία και Ηλιακά Πάνελ επί των Ιστιών. Πηγή: www.naftemporiki.gr

Εικόνα 10 : Επισκόπηση της σύνδεσης ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά.

Πηγή : <https://media-exp1.licdn.com>

Εικόνα 11: Κόστος ανά (τοπικό) μειωμένο τόνο ρύπων για NOx και CO2. Πηγή: Zis 2019

Εικόνα 12 : Χάρτης των χωρικών κλιμάκων στις οποίες συγκρίθηκαν οι εκπομπές από τα λιμάνια του Λος Άντζελες (POLA) και το Long Beach (POLB) και εκείνων από τους αυτοκινητόδρομους: α) Τοπική (δηλαδή, ζώνη πρόσκρουσης). και β) περιφερειακή (δηλαδή ολόκληρη η κομητεία του Λος Άντζελες (πηγή: Mousavi et al., 2018).

Κατάλογος Πινάκων:

Πίνακας 1 : Μέσος συντελεστής εκπομπών για τα ευρωπαϊκά δίκτυα το 2017.

Πηγή: Martínez-López et al. (2021)

Πίνακας 2: Λιμάνια σε όλο τον κόσμο έχουν ήδη εφαρμόσει ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά WPCI, 2017

Πίνακας 3 : Εξωτερικό κόστος εκπομπών στις θάλασσες στην Ε.Ε . πηγή: Zis 2019

Πίνακας 4: Ποσοστό Επισκέψεων του στόλου σε κάθε λιμάνι της Καλιφόρνια.

Πίνακας 5: Εξωτερικά κόστη υγείας πηγή: Ballini & Bozzo, 2015.

Πίνακας 6. Κόστος όφελος του 60% των κρουαζιερόπλοιων που χρησιμοποιούν ενέργεια από την ξηρά στο λιμάνι της Κοπεγχάγης (θερινή περίοδος 2012). πηγή: Ballini & Bozzo, 2015.

Πίνακας 7: Εξοικονόμηση Nox, PM και CO₂ με χρήση OPS. πηγή: Innes & Monios, 2018.

Συντομογραφίες:

Cold Ironing : *CI*

ή *Alternative Maritime Power* :(AMP)

ή *On-Shore Power Supply*, ή *Shore Connection* : *OSP*

International Maritime Organization: *IMO*

Επεξήγηση Αγγλικής Ορολογίας :

Cold Ironing : ψυχρή τροφοδότηση, ή ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, ή μέθοδο της παροχής ενέργειας σε πλοία κατά τον ελλιμενισμό.

Sulphur : θείο

ECA : οι Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών

SECA: οι Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών Θείου

Supply ships ή *OSV*: πλοία υποστήριξης ανοικτής θαλάσσης

Περίληψη

Οι χώρες στην Ευρώπη -αλλά και σε όλο τον κόσμο-αναπτύσσουν στρατηγικές, τεχνολογίες και συντάσσουν νόμους και κανονισμούς για τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Η ατμοσφαιρική ρύπανση από τα καυσαέρια των πλοίων έχει αρνητικό αντίκτυπο στον περιβάλλοντα χώρο των λιμανιών και των παράκτιων ζωνών. Αυτή η ερευνητική εργασία παρέχει μια επισκόπηση του πράσινου λιμανιού και των βιώσιμων ναυτιλιακών πρακτικών εντός του ευρωπαϊκού δικτύου θαλάσσιων μεταφορών, αλλά και κατά μήκος της Βόρειας Αμερικής. Η ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, είναι μία σύγχρονη τεχνολογία που έχει ως σκοπό να συντελέσει σε σημαντικές περικοπές στους ατμοσφαιρικούς ρύπους και στις εκπομπές CO₂, αλλά και σε αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας, αποτελώντας μία από τις διαθέσιμες εναλλακτικές πρακτικές για την βιωσιμότητα στην ναυτιλία.

Γι' αυτό το λόγο η ερευνητική εργασία θα μελετήσει την εφαρμογή της πρωτοποριακής μεθόδου Cold Ironing σε λιμάνια τόσο ευρωπαϊκά όσο και της Αμερικής. Ταυτόχρονα γίνεται η ανάλυση και ποσοτικοποίηση του κοινωνικού οφέλους-κόστους της μεθόδου μέσα από μελέτες περιπτώσεων. Επομένως, αυτή η εργασία εξετάζει τη σκοπιμότητα εγκατάστασης ψυχρής τροφοδότησης σε λιμένες μεσαίοι μεγέθους με πολλές μικρές θέσεις ελλιμενισμού, όπου τέλος συζητάμε μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας σε εθνικούς λιμένες.

Λέξεις κλειδιά: ψυχρή τροφοδότηση, ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, ή μέθοδο της παροχής ενέργειας σε πλοία κατά τον ελλιμενισμό, πράσινη ναυτιλία, πράσινα λιμάνια, βιωσιμότητα στην ναυτιλία.

Summary

Countries in Europe - but also around the world - are developing strategies, technologies and drafting laws and regulations to mitigate the environmental impact of the shipping industry. Atmospheric pollution from ships has a negative impact on the surrounding area of ports and coastal zones. This research paper provides an overview of Green Harbor and sustainable maritime practices within the European Maritime Transport Network and across North America. The development of the onshore power supply system is a modern technology that aims to contribute to significant reductions in air pollutants and CO₂ emissions, but also to significant energy savings, being one of the available alternative practices for sustainability in shipping.

For this reason, the research work will study the application of the innovative Cold Ironing method in ports in both European and American. At the same time, the social benefit-cost of the method is analyzed and quantified through case studies. Therefore, this paper examines the feasibility of installing cold water supply in medium-sized ports with many small berths, where we finally discuss future research directions in national ports.

Key Words: Cold ironing, Alternative Marine Power, AMP, Onshore Power Supply, OPS, Shore side electricity, green ports, sustainable maritime, ECA, SECA, sustainability in shipping.

Εισαγωγή

Η ναυτιλία όντας ένας κλάδος που παίζει σημαντικότατο ρόλο στην παγκόσμια οικονομία και πολιτική, κινώντας πολλές φορές τα νήματα για τη λήψη πάσης φύσεως αποφάσεων, ενισχύοντας ή δυσχεραίνοντας κατ' επέκταση την κοινωνική και οικονομική βιωσιμότητα, επί της ουσίας αποτελεί μια ισχυρότατη σφαίρα επιρροής αναφορικά με τα πεπραγμένα στον εμπορικό, κοινωνικό και πολιτικό κλάδο. Η θαλάσσια ναυτιλία θεωρείται ο πιο αποδοτικός τρόπος μεταφοράς από άποψη καυσίμων σε τόνους μίλια και μετακινεί περίπου το 90% του παγκόσμιου εμπορίου. Οι μελέτες που έχει πραγματοποιήσει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός -ΙΜΟ- εκτιμούν ότι η ναυτιλία αντιπροσωπεύει περίπου το 2,2% των παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών CO₂. Ωστόσο, ο τομέας δέχεται αυξανόμενες πιέσεις, μέσω των νέων κανονισμών, να βελτιώσει τις περιβαλλοντικές του επιδόσεις, ιδίως υπό το φως της συμβολής του στις επιβλαβείς εκπομπές ρύπων για την ανθρώπινη υγεία. Ο ρόλος του λιμανιού στην αλυσίδα μεταφορών έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιδόσεις στα συστήματα μεταφορών που εκτείνονται σε ολόκληρο τον κόσμο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία θα επικεντρωθεί στη προσέγγιση της Πράσινης Ναυτιλίας πώς μπορεί να πραγματοποιηθεί η σύνδεση των πράσινων ναυτιλιακών πρακτικών με τη διαχείριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και παρουσιάζονται πρωτοπόρες τεχνολογίες αιχμής πρόωσης.

Στο δεύτερο γίνεται επισκόπηση της βιβλιογραφίας, όπου εισάγεται ορισμός της βιωσιμότητας και αποδεικνύεται η σύνδεση της με τη βιώσιμη ναυτιλία. Στο τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο, η «πράσινη ναυτιλία» και οι «πράσινοι λιμένες», θα αποτελέσουν εννοιολογικές προσεγγίσεις καθώς επίσης και τις ναυτιλιακές πρακτικές και τους σχετικούς διεθνής και ευρωπαϊκούς κανονισμούς για μια περιβαλλοντικά βιώσιμη ναυτιλία. Ακολουθούν ορισμένοι ενέργεια κανονισμοί και προγράμματα οι οποίοι οδήγησαν τη ναυτιλία ένα βήμα πιο κοντά στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα νομοθετικής μετάβασης στην πράσινη ναυτιλία αποτελεί η ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά. Όπως αναλύονται τα οφέλη και τα εμπόδια της εφαρμογής του συστήματος Cold Ironing στο κεφάλαιο έκτο. Εν συνεχεία, στο κεφάλαιο έβδομο και όγδοο παρουσιάζονται τα ευρήματα της διπλωματικής έρευνας, για τις εφαρμογές του

συστήματος Cold Ironing. Συγκεκριμένα, έγινε ενδοσκόπηση της βιβλιογραφικής έρευνας σε μελέτες περιπτώσεων πάνω στην χρήση της μεθόδου ψυχρής τροφοδότησης πλοίων από τη ξηρά, σε εγκαταστάσεις που βρίσκονται κατά μήκος της Βόρειας Αμερικής (Los Angeles, και Long Beach), καθώς στην Βαλτική Θάλασσα (Gothenburg). Μεταξύ άλλων παρουσιάζονται και ανασκόπηση που αφορούν διάφορους παράγοντες που ευθύνονται για τη ρύπανση στον χώρο του σύγχρονου λιμένα, προερχόμενη από τα ελλιμενίζονται πλοία, καθώς και εναλλακτικές πρακτικές που σε συνδυασμό με την ψυχρή τροφοδότησης πλοίων ενισχύουν την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Εν κατακλείδι, η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε συμπεράσματα που αφορούν την εξοικονόμηση στο κόστος της υγείας και στην ποσοτικοποίηση του κοινωνικού οφέλους εφαρμόζοντας τη μέθοδο Cold Ironing (CI), με βάση την περίπτωση του λιμένα Κοπεγχάγης. Προηγούμενη έρευνα είχε επικεντρωθεί στην εγκατάσταση της τεχνολογίας σε μεγάλα λιμάνια, αλλά εάν πρόκειται να επιτευχθούν οι στόχοι πολιτικής- ειδικά στη ΕΕ, τότε και μικρότερα λιμάνια πρέπει να εγκαταστήσουν την τεχνολογία. Επομένως, αυτή η μελέτη εξετάζει τη σκοπιμότητα εγκατάστασης ψυχρής τροφοδότησης σε λιμένες μεσαίου μεγέθους με πολλές μικρές θέσεις ελλιμενισμού, με βάση την περίπτωση του Aberdeen, όπου τέλος συζητάμε μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας στην περίπτωση των εθνικών λιμένων Ηγουμενίτσας και Ηρακλείου.

2.1 Ορισμός Βιωσιμότητας

Η βιωσιμότητα είναι ένας ορισμός με πολλαπλές ερμηνείες ανά κλάδο ενδιαφέροντος, με τις επικρατέστερες να αφορούν την οικονομία, τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η έννοια της βιωσιμότητας πρωτοειπώθηκε στην πρώτη παγκόσμια σύνοδο κορυφής, που εκτελέστηκε στο Ρίο της Βραζιλίας εν έτη 1992 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2018). Η πρώτη επίσημη διάσκεψη για τη Βιωσιμότητα πραγματοποιήθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission on Environment and Development), γνωστή και ως Επιτροπή Μπρούντλαντ (Brundtland Commission) το 1987, από την οποία προέκυψε η μελέτη "Our Common Future", το κοινό μας μέλλον που έθεσε τον ορισμό της Βιώσιμης Ανάπτυξης όπως τον γνωρίζουμε σήμερα.

Ο σκοπός της Βιώσιμης Ανάπτυξης και συνάμα ο ορισμός της Επιτροπής Μπρούντλαντ είναι να: *"καλύψει τις ανάγκες των παρόντων γενεών χωρίς να διακυβεύσει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δίκες τους ανάγκες"* (Eliot, 2006).

Κατά την επικρατέστερη και γενικά αποδεκτή άποψη, διαφορετικά μπορεί να λεχθεί ως βιωσιμότητα ορίζεται η ανταπόκριση του ανθρώπου στις ανάγκες του μέσω της χρησιμοποίησης της ελάχιστης δυνατής αρχικής ύλης με την προοπτική πως η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων θα είναι μικρότερη από το ρυθμό με τον οποίο ανανεώνονται, χωρίς να διακυβεύονται οι ανάγκες εξυπηρέτησης των επερχόμενων γενεών από πρώτες ύλες και υγιές περιβάλλον. Αν σε μακρύ χρονικό διάστημα δεν επιτυγχάνεται βιωσιμότητα, υφίσταται περιβαλλοντική υποβάθμιση, με όσες συνέπειες προβλέπουμε ή αντιμετωπίζουμε ήδη (www.unimc.it, 2020).



Εικόνα 7: Το τρίγωνο της βιωσιμότητας . Πηγή: <https://www.oryktosploutos.net>

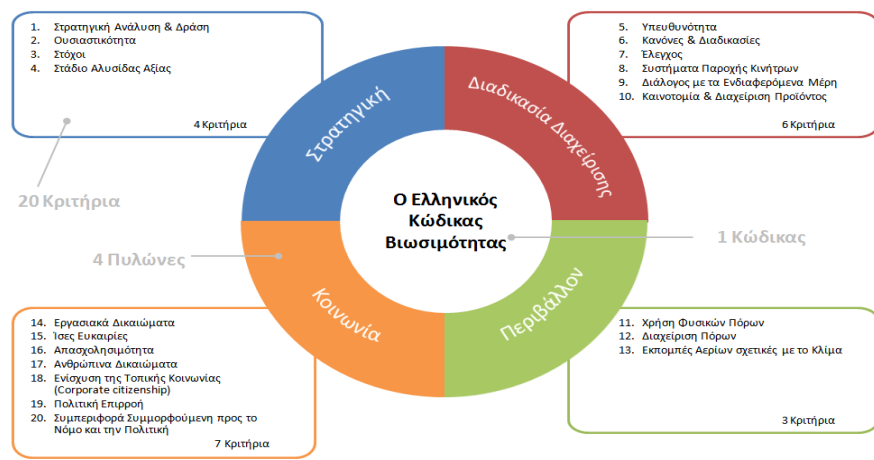
2.2 Οι Τρεις (3) Πυλώνες Της Βιωσιμότητας

Εν ολίγοις, η βιωσιμότητα αναφέρεται στη διατήρηση των ισορροπιών σε οποιονδήποτε τομέα. Επομένως, Για να αντιληφθεί κάποιος τη Βιωσιμότητα, πρέπει να λάβει υπόψη τις τρεις κύριες ζώνες επιρροής, τους λεγόμενους «Τρεις Πυλώνες της Βιωσιμότητας».

Η Παγκόσμια Σύνοδος Κορυφής του ΟΗΕ το 2005, αναγνώρισε τρεις (3) πυλώνες, στην αρμονική συνύπαρξη των οποίων στηρίζεται η βιωσιμότητα: την κοινωνική, την περιβαλλοντική και την οικονομική. Το 2012, 20 χρόνια μετά την Διάσκεψη της Γη, πραγματοποιήθηκε η Διάσκεψη του Ρίο, στην οποία η παγκόσμια κοινότητα κλήθηκε να διασφαλίσει την ύπαρξη συμφωνίας για την μετατόπιση των παγκόσμιων οικονομιών προς την βιωσιμότητα. Αναφορικά με τον τομέα της ναυτιλίας, η βιωσιμότητα αφορά και τις τρεις κύριες υποδιαρέσεις της, καθώς ασκεί επιρροή τόσο περιβαλλοντικά, όσο και κοινωνικοοικονομικά. Επομένως, πριν αναφερθούμε στη βιωσιμότητα της ναυτιλίας, θα κάνουμε μια εισαγωγή σχετικά με τις υποδιαρέσεις της (Eliot, 2006)

- **Κοινωνική Βιωσιμότητα:** Αποτελεί την ικανότητα μιας κοινωνίας ανεξαρτήτως μεγέθους (από μια ολιγομελή οικογένεια έως ένα ολόκληρο κράτος), να λειτουργεί αρμονικά και ευημερών, αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά τα τυχόντα προβλήματα. Η κακή οικονομική κατάσταση ενός κοινωνικού συνόλου, το χαμηλό μορφωτικό επίπεδο, τα βίαια επεισόδια και ο πόλεμος αποτελούν μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα ενός κοινωνικά μη βιώσιμου συστήματος.
- **Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα:** Αποτελεί την ικανότητα του περιβάλλοντος να διατηρεί την ποιότητα της ατμόσφαιρας, της θάλασσας και της ξηράς σε υγιή για τον άνθρωπο και τον πλανήτη επίπεδα υποστηρίζοντας την αέναη εξόρυξη φυσικών πόρων. Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα αποτελεί ένα εκ των κορυφαίων προς επίλυση ζητημάτων στη διεθνή ατζέντα τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς η κλιματική αλλαγή και διατάραξη του περιβάλλοντος είναι αισθητή σε όλον τον πλανήτη, δηλαδή η αύξηση μέσης θερμοκρασίας Γης, η τρύπα του όζοντος, η μείωση και η εξαφάνιση πανίδας, οι υπέρμετρες μολύνσεις, οι γενόμενες και μη, από ατυχήματα.
- **Οικονομική βιωσιμότητα:** Αποτελεί την αδιάλειπτη οικονομική

δυνατότητα ενός κοινωνικού συνόλου να υποστηρίξει ένα επίπεδο ποιότητας ζωής και παραγωγής. Ιστορικά έχουν καταγραφεί πολυάριθμες οικονομικές καταρρεύσεις ή υφέσεις με πιο πρόσφατες και σημαντικές την κρίση που έλαβε χώρα το 1930 στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, μένοντας στην ιστορία με τον τίτλο «The Great Depression» αλλά και την πρόσφατη παγκόσμια ύφεση του 2008, η οποία έθεσε σε κίνδυνο βιωσιμότητας πολυάριθμες χώρες, ανεπτυγμένες και μη (ESPO, 2012, Blewitt, 2014).



Εικόνα 2: Ελληνικός Κώδικας Βιωσιμότητας

Πηγή: www.consultation.sustainablegreece2020.com

2.3 Η Βιωσιμότητα στη Ναυτιλία

Η ναυτιλία όντας ένας κλάδος που παίζει σημαντικότατο ρόλο στην παγκόσμια οικονομία και πολιτική, κινώντας πολλές φορές τα νήματα για τη λήψη πάσης φύσεως αποφάσεων, ενισχύοντας ή δυσχεραίνοντας κατ' επέκταση την κοινωνική και οικονομική βιωσιμότητα, αποτελεί μια ισχυρότατη σφαίρα επιρροής αναφορικά με τα πεπραγμένα στον εμπορικό, κοινωνικό και πολιτικό κλάδο (Ματθαίος, 2020).

Πέραν των ανωτέρω, η ναυτιλία επηρεάζει άμεσα και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, καθώς οι ναυτιλιακές εργασίες αποτελούν εξαιρετικά ρυπογόνες δραστηριότητες. Λαμβάνοντας υπ' όψη τα πολυάριθμα μέτωπα ρύπανσης, όπως είναι τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα, τα τοξικά απόβλητα στη ξηρά και τη θάλασσα, τα

«νεκροταφεία» πλοίων καθώς και πολλές ακόμα δραστηριότητες, συμπεραίνουμε τον αρνητικό ρόλο της ναυτιλίας στη διατήρηση του περιβάλλοντος (Ματθαίος, 2020).

Επομένως, κρίνεται ως επιτακτική, η ανάγκη εξισορρόπησης της κατάστασης, μειώνοντας τους ρύπους όλων των ειδών, περιστελλοντας την κατανάλωση ενεργειακών πόρων και χρησιμοποιώντας τη σύγχρονη τεχνολογία, στοχεύοντας στη βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση των φυσικών και τεχνητών πόρων υπέρ του ανθρώπου, θεσπίζοντας άκρικο σεβασμό στο περιβάλλον (Stopford, 2010).

Συνοψίζοντας, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας η «πράσινη ναυτιλία» και οι «πράσινοι λιμένες», θα αποτελέσουν επιχειρήσεις που θα βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βιοκαύσιμα, φιλικές προς το περιβάλλον πρώτες ύλες, περιορισμένες εκπομπές ρύπων και μικρότερη εξόρυξη πρώτων υλών, *συγκριτικά με το ρυθμό ανανέωσής τους* (Stopford, 2010).

Κεφάλαιο 3^ο : Ο προσανατολισμός στην Πράσινη Ναυτιλία

3.1 Πράσινη Ανάπτυξη

Ως «Πράσινη Ανάπτυξη» ή αλλιώς «Αειφόρος Ανάπτυξη» ορίζεται η βέλτιστη δυνατή εκμετάλλευση φυσικών πόρων χωρίς να περιορίζεται ή να επηρεάζεται η φυσική παραγωγή τους, μέσω της λογικευόμενης εξόρυξης – χρήσης πρώτων υλών ή της αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο βωμό της περιβαλλοντικής προστασίας (Καπαρέλος & Φουφλή, 2016).

Όσον αφορά τη ναυτιλία, η πράσινη ανάπτυξη αποτελεί πολύ σημαντικό τομέα μελέτης, επενδύσεων αλλά και προβληματισμών, επιστημόνων και πλοιοκτητών, λόγω της όλο και μεγαλύτερης ευαισθητοποίησης του σύγχρονου πολιτισμού στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και των ολοένα και αυστηρότερων μέτρων και κανονισμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και της παγκόσμιας πολιτικής σκηνής.

Σαν αποτέλεσμα, έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας, περιστολής και ανακύκλωσης ρύπων, φιλτραρίσματος και πλύσης καυσαερίων, προστασίας ευαίσθητων περιοχών (βλ. «Περιοχές Natura»), οικολογικά καύσιμα, εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ακόμα και βελτίωση ναυπηγικών σχεδίων (Καπαρέλος & Φουφλή, 2016). Οι εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρατηρούνται σε όλα τα στάδια πρόωσης των πλοίων. Τα ειδή των ανανεώσιμων πηγών που μπορούν να εφαρμοστούν στον κλάδο της ναυτιλίας είναι η αιολική, η

ηλιακή, η κυματική και τα βιοκαύσιμα. Η χρήση αυτών των πηγών ενέργειας προσδίδει σημαντική ώθηση στην οικονομία, με την προϋπόθεση της άρτιας ενσωμάτωσης τους στους νέους σχεδιασμούς των πλοίων, αλλά και σε υπάρχοντα σκάφη.

Εν προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) των πλοίων, υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων πρόωσης πλοίων, η οποία θα εξεταστεί σε ξεχωριστή ενότητα στην παρούσα ερευνητική εργασία. Συνεπώς, υπάρχουν πολιτικές, κανονισμοί και μέτρα μείωσης των εκπομπών όπου προτείνονται και εφαρμόζονται για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και τον έλεγχο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Όπως, έχουν καθοριστεί **οι Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών (ECA)** ή **Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών Θείου (SECA)**, σύμφωνα με το Πρωτοκόλλο [MARPOL](#) του 1997. Δηλαδή, πρόκειται για θαλάσσιες περιοχές στις οποίες θεσπίστηκαν αυστηρότεροι έλεγχοι για την ελαχιστοποίηση των αερομεταφερόμενων εκπομπών από τα πλοία όπως ορίζονται για τον έλεγχο των NO_x, SO_x και σωματιδίων -PM- από τους κανονισμούς που τέθηκαν σε ισχύ από τον Μάιο του 2005. Έχουν ενταχθεί περιοχές της Βαλτικής Θάλασσας, Βόρειας Θάλασσας, της Βόρειας Αμερικής και των Ηνωμένων Πολιτειών της Καραϊβικής Θάλασσας (European Commission, 2009).

Οι τροποποιήσεις στο Παράρτημα VI της MARPOL για πλοία που λειτουργούν εντός περιοχής ελέγχου εκπομπών θείου (SECA) τέθηκαν σε ισχύ την 1η Ιουλίου 2010. Από εκείνη την ημερομηνία, τα πλοία που δραστηριοποιούνται εντός των δύο υφιστάμενων SECA, δηλαδή της περιοχής της Βαλτικής και της Βόρειας Θάλασσας, συμπεριλαμβανομένης της Μάγχης, δεν πρέπει να παράγουν περισσότερο από 1,0% οξείδιο του θείου (SO_x) κατά μάζα, μείωση από το προηγούμενο όριο 1,5%. Το παράρτημα VI της MARPOL απαιτεί τα πλοία εντός SECA να συμμορφώνονται με το όριο εκπομπών SO_x μαραίνονται με την κατανάλωση καυσίμου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο ή με τη χρήση συστήματος καθαρισμού καυσαερίων ή οποιασδήποτε άλλης τεχνολογικής μεθόδου που έχει εγκριθεί από την αρχή των πλοίων (European Commission, 2005, ESP0 2020).



Εικόνα 3 : ECA& SECA περιοχές Πηγή: <https://www.thormarinetrading.com/bunker-trading/seca-eca/>

3.2 Προγράμματα Περιβαλλοντικής Βιωσιμότητας

3.2.1 «Fit for 55»

Ακολουθούν ορισμένοι εν ενεργεία κανονισμοί και προγράμματα, οι οποίοι οδήγησαν τη ναυτιλία ένα βήμα πιο κοντά στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα νομοθετικής μετάβασης στην πράσινη ναυτιλία αποτελεί η συνεχής ανάπτυξη του προγράμματος «Fit for 55» της Ε.Ε., το οποίο προτάθηκε το καλοκαίρι του 2021 και αποτελεί σχέδιο μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030.

Στον τομέα της ναυτιλίας το εν λόγω σχέδιο προβλέπει πως όλα τα πλοία, ανεξαρτήτου σημαίας, τα οποία αποπλέουν ή καταπλέουν σε λιμένες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλουν να αγοράζουν και να παραδίδουν δικαιώματα (*allowances*) για το σύνολο των εκπομπών τους. Το συγκεκριμένο γεγονός που έχει προκαλέσει αντιδράσεις στο σύνολο των πλοιοκτητών, ειδικά των Ελλήνων, εφόσον αποτελούν αρωγούς του κλάδου στην Ε.Ε. Εν προκειμένω, οι πλοιοκτήτες, επιδιώκουν να μεταβιβάσουν τη «νέα υποχρέωση» των δικαιωμάτων εκπομπών στους ναυλωτές, οι οποίοι είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνοι για τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα και έλαια, τα δρομολόγια και τις εργασίες επί των λιμένων.

Επιπλέον, το πρόγραμμα «Fit for 55», επιγραμματικά προβλέπει τα κάτωθι:

- Φορολόγηση ορυκτών ναυτιλιακών καυσίμων για πλόες μεταξύ λιμένων Ε.Ε.
- Προώθηση χρήσης καυσίμων χαμηλών εκπομπών σε άνθρακα.

- Ηλεκτροδότηση των πλοίων εν όρμω με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, για τη διευκόλυνση των πλοίων που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) αλλά και προώθηση εναλλακτικών μορφών καυσίμου, όπως υδρογόνο και αμμωνία (www.naftemporiki.gr, 2021).

3.2.2. Κανονισμός «IMO 2020»

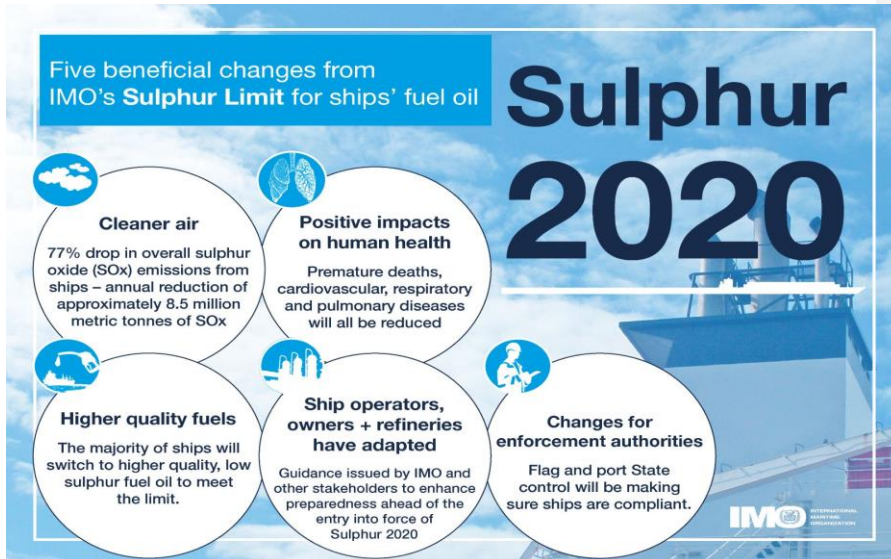
λ

Έτερος κανονισμός διαφύλαξης του περιβάλλοντος, στο πλαίσιο της πράσινης ανάπτυξης και δη της ναυτιλίας αποτελεί ο κανονισμός «IMO 2020», ο οποίος προβλέπει ελαχιστοποίηση των εκπομπών θείου (Sulphur), μέσω των καυσαερίων των πλοίων (Ματθαίος,2020). Συγκεκριμένα, από την 1^η Ιανουαρίου 2020 ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization-IMO) έθεσε σε ισχύ τον κανονισμό περί μείωσης θείου (Sulphur), ο οποίος προβλέπει μείωση εκπομπών του οξειδίου του αζώτου κατά 85% στις εκπομπές καυσαερίων των πλοίων. Η εφαρμογή του κανονισμού επηρέασε τη διακίνηση και τις τιμές των καυσίμων, των διυλιστηρίων καθώς και την αγορά πετρελαίου παγκοσμίως. Αξίζει να σημειωθεί πως στις ζώνες περιβαλλοντικού ελέγχου (ζώνες ECA), προϋπάρχει αντίστοιχος κανονισμός με άκρως αυστηρότερα κριτήρια, περιορίζοντας την επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε θείο σε ποσοστό 0,1%. Υπεύθυνη για τον έλεγχο τήρησης του ανωτέρω κανονισμού αποτελεί η εκάστη λιμενική αρχή, η οποία οφείλει να ελέγχει τα ημερολόγια των πλοίων, και να είναι εφοδιασμένη με συσκευές sniffer ή UAV sniffers, δηλαδή συσκευές που μετρούν την περιεκτικότητα των εκπομπών σε θείο. Δεδομένης της σοβαρότητας του κανονισμού, σε περίπτωση μη συμμόρφωσης, προβλέπονται υψηλά πρόστιμα, σύλληψη των πλοίων μέχρι και φυλάκιση του καπετάνιου (Ματθαίος,2020).

Εκτιμάται πως μέχρι το 2025 οι συνολικές εκπομπές θείου θα έχουν περισταλεί περί το 77 % στο πλαίσιο της πράσινης ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στη ναυτιλία. Επιπροσθέτως, ο εν λόγω κανονισμός, αποσκοπεί στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έως 68% παγκοσμίως, ειδικότερα σε παράκτιες περιοχές της Λατινικής Αμερικής, της Αφρικής, της Ασίας και του Ειρηνικού ωκεανού. (Sihyun, 2014)

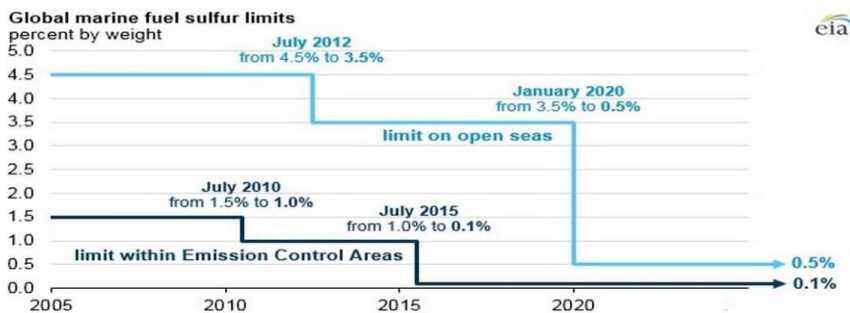


Με σχόλια [ΗΠ1]:



Εικόνα 8: Τα πέντε βασικά οφέλη εφαρμογής του κανονισμού IMO 2020 Πηγή: www.imo.org

Υφίστανται τρεις τρόποι μείωσης της περιεκτικότητας των εκπομπών σε θείο, α) η χρήση κοστοβόρων καυσίμων, μειωμένης περιεκτικότητας σε θείο, β) η εγκατάσταση μηχανισμών απόπλυσης των καυσαερίων (scrubbers) και γ) η μετατροπή των μηχανών έτσι ώστε να χρησιμοποιούν ως καύσιμο υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG).



Εικόνα 9: Όρια περιεκτικότητας καυσίμων σε θείο. - Πηγή: www.miamiherald.com

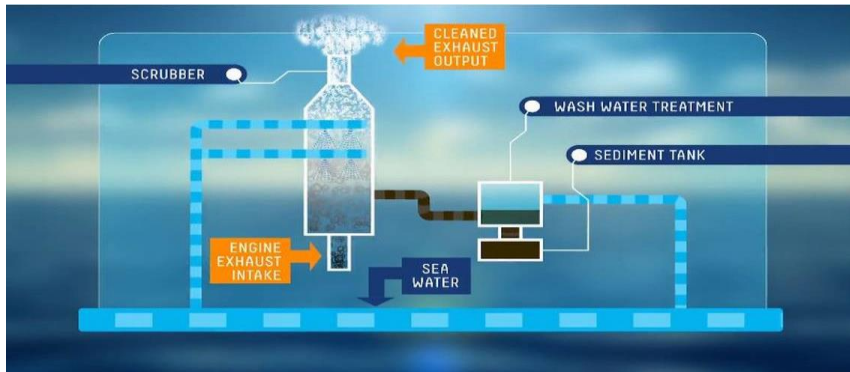
Η προς ώρας πιο διαδεδομένη λύση, αφορά τη χρήση καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (VLSFO), τα οποία περιέχουν το εν λόγω ρυπογόνο στοιχείο

σε ποσοστό μόλις 0,5% συγκριτικά με τα συμβατικά καύσιμα η περιεκτικότητα των οποίων κυμαίνεται στο 3.5%. Ωστόσο, το κόστος είναι υψηλότερο κατά 150-200\$ ανά βαρέλι σε σχέση με το συμβατικό καύσιμο, πιέζοντας τους πλοιοκτήτες να εφαρμόσουν πράσινη τεχνολογία επί των πλοίων τους. Ενδεικτικά, η τιμή του VLSFO στον λιμένα του Πειραιά την 24^η Ιανουαρίου 2022, ήταν 700\$/mt, ενώ η τιμή του HSFO ήταν 530\$/mt (Sihyun,2014).

Έτερη επιλογή συμμόρφωσης με τον κανονισμό είναι η εγκατάσταση συστημάτων καθαρισμού καυσαερίων (Scrubbers). Τα scrubbers δίνουν τη δυνατότητα καύσης HSFO καθώς μέσω της τεχνολογίας τους, εκτελείται απόπλυση του θείου και άλλων ρυπογόνων σωματιδίων από τα καυσαέρια. Στην αντίθετη όχθη, η απόρριψη των αποβλήτων των συστημάτων πλύσης καυσαερίων προκαλεί διαμάχες στην παγκόσμια ναυτιλιακή και οικολογική κοινότητα, καθώς και ένα ακόμα πρόβλημα στους πλοιοκτήτες. Επίσης σημαντικός αρνητικός παράγοντας αποτροπής από την ανωτέρω λύση, είναι τα αυξημένα λειτουργικά έξοδα του συστήματος (ηλεκτρισμός, έλαια κλπ.). Ωστόσο, υπολογίζεται πως στην επόμενη τριετία το 25% του παγκόσμιου στόλου θα έχει εγκαταστήσει Scrubbers.

Τελευταία και πιο κοστοβόρα ως προς την εκτέλεσή της, επιλογή συμμόρφωσης με τον κανονισμό είναι η τροποποίηση / αντικατάσταση των μηχανών ώστε να χρησιμοποιούν υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) ως καύσιμη ύλη. Μετά τη μετατροπή ωστόσο, οι πλοιοκτήτες θα έχουν περιορισμένη κατανάλωση καυσίμου, αλλά και φθηνότερο καύσιμο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, εκτελούνται ενέργειες ώστε το υγροποιημένο φυσικό αέριο να είναι διαθέσιμο στο σύνολο, καθώς απαιτούνται υψηλής τεχνολογίας εγκαταστάσεις για την αποθήκευση και διανομή του, γεγονός που έχει αποθήσει πολλούς λιμένες από την εγκατάσταση παροχών LNG

(Sihyun,2014).



Εικόνα 10: Τα scrubbers είναι τριών ειδών, ανοικτού βρόγου, κλειστού βρόγου και υβριδικά. Όλα ανεξαιρέτως παράγουν ένα είδος λάσπης, το οποίο αποτελεί απόβλητο και πρέπει να απορρίπτεται με ασφαλείς διαδικασίες στη στεριά. – Πηγή: www.miamiherald.com

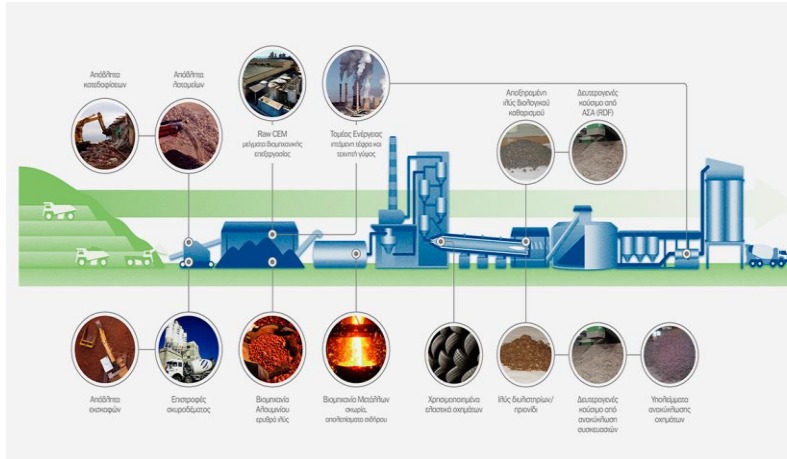
3.3 «Πράσινα Πλοία» και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η σύγχρονη τεχνολογία και η συνεχής βελτίωση και αυστηροποίηση της νομοθεσίας του δυτικού κόσμου, έχουν συμβάλλει δραστικά στην πράσινη ανάπτυξη, τον περιορισμό των εκπομπών ρυπογόνων ουσιών, τη χρήση αβλαβών για το περιβάλλον ενεργειακών πόρων και λύσεων και την αδιάλειπτη βελτίωση και επαναφορά του περιβάλλοντος σε υγιή επίπεδα.

Οι εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρατηρούνται σε όλα τα στάδια πρόωσης των πλοίων. Τα είδη των ανανεώσιμων πηγών που μπορούν να εφαρμοστούν στον κλάδο της ναυτιλίας είναι η αιολική, η ηλιακή, η κυματική και τα βιοκαύσιμα. Η χρήση αυτών των πηγών προσδίδει σημαντική ώθηση στην οικονομία, με την προϋπόθεση της άρτιας ενσωμάτωσης τους στους νέους σχεδιασμούς των πλοίων, αλλά και σε υπάρχοντα πλοία (ESPO,2020)

Η ναυπήγηση νεότευκτων «πράσινων» πλοίων ή η μετατροπή μηχανών των πλοίων με σκοπό την κατανάλωση μείγματος βιοκαυσίμων και πετρελαίου ή ηλιακής - αιολικής ενέργειας ως κύριο καύσιμο αποτελεί την μελλοντική ενασχόληση της ναυπήγησης και της θαλάσσιας μηχανικής.

Εν έτη 2021, εκτελέστηκαν ήδη οι πρώτοι πλόες εμπορικών πλοίων με χρήση βιοκαυσίμων, επισπεύδοντας την απανθρακοποίηση των καυσίμων, μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος ταξιδιού, καθώς τα βιοκαύσιμα είναι πιο οικονομικά από το πετρέλαιο (www.naftikachronika.gr, 2020).



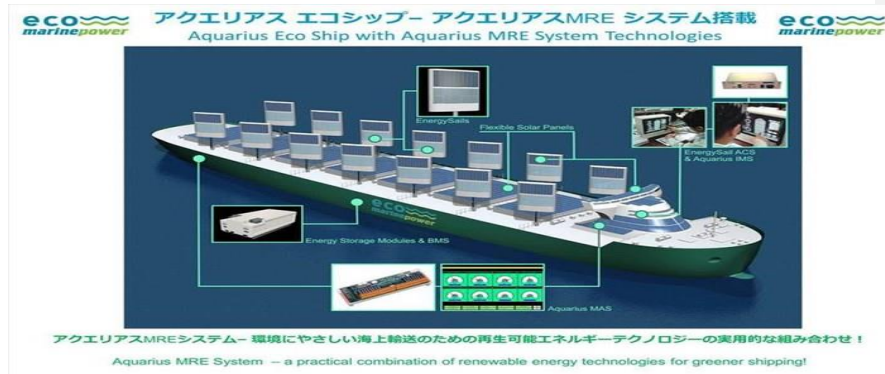
Εικόνα 11: Χρήση Εναλλακτικών Πηγών Πρώτων Υλών. Πηγή: www.titan.gr

Αναφορικά με το πλάνο εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η ναυπηγική έχει εκτελέσει άλματα προς την περιορισμένη έως πλήρη αυτονομία των πλοίων. Συγκεκριμένα, βρίσκονται ήδη υπό ναυπήγηση, υβριδικά πλοία, στο σχεδιασμό των οποίων ενσωματώνονται κινητήρες διπλού καυσίμου LNG, κυλινδρικά και επίπεδα άκαμπτα ιστία, κατασκευασμένα από ίνες άνθρακα ή χάλυβα, καθώς και ηλιακά πάνελ σε κάθε ελεύθερη επιφάνεια, ακόμα και επί των ιστίων, (στην περίπτωση των επίπεδων) (www.naftemporiki.gr,2020).



Εικόνα 12: Το Σχέδιο ενός Υβριδικού - Πράσινου Πλοίου με Κυλινδρικά Ιστία, Ηλιακά Πάνελ και Κινητήρες LNG. Πηγή: www.naftikachronika.gr

Με την προαναφερθείσα τεχνολογία, είναι δεδομένη η μείωση των ρύπων κατά 25%, ενώ εκτιμάται πως σύντομα το ποσοστό αυτό θα ανέβει στο 45%, οδεύοντας ένα βήμα πιο κοντά στον ουτοπικό εκμηδενισμό των ρύπων αλλά και την πλήρη αυτονομία των πλοίων (www.naftikachronika.gr ,2020).



Εικόνα 13: Έτερο Σχέδιο Υβριδικού - Πράσινου Πλοίου με Επίπεδα Ιστία και Ηλιακά Πάνελ επί των Ιστιών. Πηγή: www.naftemporiki.gr

Πρόωση με αξιοποίηση ηλεκτρικής ενέργειας

Η κίνηση του πλοίου με ηλεκτρική ενέργεια άρχισε να εφαρμόζεται πριν περίπου 55 χρόνια. Ως ηλεκτροπρόωση ορίζεται η πρόωση όπου οι άξονες του πλοίου κινούνται απευθείας από τους ηλεκτρικούς κινητήρες και όχι από άλλες μηχανές diesel, αεροστροβίλους, είτε αμοστροβίλους. Οι κινητήρες diesel συνεχίζουν να λειτουργούν, καθώς τροφοδοτούν τις ηλεκτρικές γεννήτριες. Το πλεονέκτημα της ηλεκτροπρόωσης είναι ο μικρός χώρος που καταλαμβάνει η απαιτούμενη εγκατάσταση. Η χρήση της είναι δυνατή σε διάφορους τύπους πλοίων επί παραδείγματι: (Χατζηλάου και άλλοι, 2006)

- A. Σκάφη με υψηλές απαιτήσεις ελκτικών ικανοτήτων.
- B. Σκάφη με μεγάλη ισχύ βοηθητικών μηχανημάτων.
- C. Σκάφη με μεγάλα φορτία ενδίαίτησης και έντονη διακύμανση της ισχύος πρόωσης.
- D. Σκάφη εξοπλισμένα με πολλές ταχύστροφες μη αναστρέψιμες μηχανές.
- E. Υποβρύχια και βαθυσκάφη

Τεχνολογία Zero Emission Mode Systems

Άλλη μια υβριδική τεχνολογία πρόωσης που συνδυάζει την αξιοπιστία μιας ντιζελομηχανής που όταν επιλέγεται μεταδίδει κίνηση απευθείας στους άξονες και τις προπέλες. Το ταξίδι πραγματοποιείται χωρίς αναθυμιάσεις από την καύση σε

Zero Emission Mode όπου η πρόωση γίνεται με 2 συγχρονισμένους ηλεκτροκινητήρες 70kw και χρησιμοποιεί καθαρές μορφές ενέργειας. Η φόρτιση μπορεί να πραγματοποιηθεί από την ξηρά. Το σύστημα υβριδικής πρόωσης ZEM (Zero Emission Mode), αποκλειστική πατέντα Ferretti, μπορεί να λειτουργήσει σε 5 διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας:

1) Προώθηση DIESEL και αποθήκευση ενέργειας:

Οι κινητήρες ντίζελ, καθώς και ο χειρισμός της κανονικής πρόωσης, λειτουργούν τους ηλεκτρικούς κινητήρες. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργούν ως γεννήτριες, επαναφορτίζοντας γρήγορα το πακέτο μπαταριών πρόωσης.

2) DIESEL-ELECTRIC:

Οι ηλεκτροκινητήρες, αποδεδειγμένοι από το ντίζελ, κινούν τους έλικες και τροφοδοτούνται από τις ενσωματωμένες γεννήτριες και το πακέτο μπαταριών πρόωσης.

3) Πρόωση ZEM:

Οι έλικες τροφοδοτούνται από τους ηλεκτρικούς κινητήρες, αποδεδειγμένοι από το ντίζελ και λειτουργούν αποκλειστικά από το πακέτο μπαταριών πρόωσης, παρέχοντας εντελώς αθόρυβες λειτουργίες μηδενικών εκπομπών.

4) Λειτουργία ZEM:

Όλα τα ενσωματωμένα βοηθητικά προγράμματα τροφοδοτούνται από το πακέτο μπαταριών πρόωσης, συμπεριλαμβανομένου του κλιματισμού, του λέβητα και του ARG, επιτρέποντας την εντελώς αθόρυβη λειτουργία του σκάφους με μηδενικές εκπομπές ρύπων (Ferreti Group, 2008).

Πρόωση με αξιοποίηση αιολικής ενέργειας

Μια τεχνολογική εξέλιξη που χρησιμοποιεί νέες μορφές ενέργειας είναι το πρόγραμμα Wind Challenger που υλοποιήθηκε από το πανεπιστήμιο του Τόκιο σε συνεργασία με τις ιαπωνικές ναυτιλιακές εταιρίες και έχει ως ιδέα τη χρήση της αιολικής ενέργειας ως κύρια πηγή για την πρόωση ενός μεγάλου πλοίου μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Το πλοίο είναι εξοπλισμένο με μεγάλα άκαμπτα πανιά στο πάνω κατάστρωμα που χρησιμοποιούνται ως κινητήρια δύναμη του σκάφους. Τα

πανιά έχουν τη δυνατότητα αλλαγής πορείας ανάλογα με την κατεύθυνση του ανέμου, έτσι ώστε να αξιοποιούν στο έπακρο την αιολική ενέργεια που έχουν στη διάθεση τους (Ouchi et al., 2013).

Κεφάλαιο 4^ο: Η ιδέα του Green Port

4.1 «Πράσινο Λιμένας» και Πρότυπα παραδείγματα

Ένα οικολογικό λιμάνι, γνωστό και ως πράσινο λιμάνι ή Green Port σύμφωνα με την αγγλική ορολογία, είναι ένα λιμάνι αειφόρου ανάπτυξης, το οποίο όχι μόνο ανταποκρίνεται στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις, αλλά αυξάνει και τα οικονομικά τους συμφέροντα. Το βασικό ζήτημα του πράσινου λιμένα είναι να βρεθεί ένα σημείο ισορροπίας μεταξύ των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των οικονομικών συμφερόντων. Η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη των λιμανιών δεν πρέπει να υπερβαίνει τη φέρουσα ικανότητα του αντίστοιχου φυσικού συστήματος. Το εύλογο σημείο ισορροπίας βασίζεται στη σωστή κρίση της περιβαλλοντικής κατανάλωσης και των οικονομικών συμφερόντων και πληροί την απαίτηση ότι οι αναστρέψιμες περιβαλλοντικές αλλαγές δεν συμβαίνουν ποτέ. Ο κύριος στόχος του πράσινου λιμένα είναι να δημιουργήσει ένα καλό οικολογικό περιβάλλον και υψηλή οικονομική απόδοση στο λιμάνι, να εξασφαλίσει τη συνολική αρμονική και βιώσιμη κατασκευή του πολυσύνθετου οικοσυστήματος κοινότητας-οικονομίας-περιβάλλοντος στο λιμάνι και να εδραιώσει την ηγετική θέση του λιμένα στο σύγχρονες μεταφορές, logistics, λιμενικές υπηρεσίες και ολοκληρωμένο βιομηχανικό σύστημα (Bergqvist & Monios, 2019).

Ωστόσο, τα λιμάνια παγκοσμίως, διαφέρουν μεταξύ τους σε ενεργειακές ανάγκες, μέγεθος, λειτουργίες και περιβαλλοντικές συνθήκες και προτεραιότητες. Επιπλέον, ανήκουν σε χώρες με διαφορετικές οικονομικές συνθήκες και δυνατότητες εξέλιξης. Πέραν των ανωτέρω, πολύ σημαντικός ευεργετικός ή αποτρεπτικός παράγοντας είναι αυτός της νομοθεσίας που επικρατεί σε κάθε χώρα αναφορικά με τη διοίκηση, αξιοποίηση και χρήση των λιμένων (Anastasopoulou, et al, 2011).

Συνοψίζοντας, ως πράσινο λιμένας νοείται ένα είδος οράματος, βέλτιστων δυνατών συνθηκών που θα οδηγήσουν τα λιμάνια στην αειφορία, με αποτέλεσμα να μην αποτελεί προτεραιότητα για το κάθε κράτος Η ιδέα του «Green Port» είναι η

ενσωμάτωση φιλικών προς το περιβάλλον μεθόδων στις λιμενικές δραστηριότητες, λειτουργίες και διαχείριση. Ένα πράσινο λιμάνι στοχεύει να αξιοποιήσει αποτελεσματικά τους πόρους του, να μειώσει τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιφερειακό περιβάλλον, να ανυψώσει το επίπεδο διαχείρισης του περιβάλλοντος και να βελτιώσει την ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής του λιμανιού. Η ιδέα του «Green Port» περιλαμβάνει την ιδέα της προστασίας του περιβάλλοντος σε όλα τα έργα υποδομής του, στις ακολουθούμενες πολιτικές βιώσιμης ανάπτυξης και σε όλες τις δραστηριότητες και λειτουργίες που διεξάγονται στην περιοχή. Υπάρχουν πολλά μέτρα που μπορούν να ληφθούν για τη δημιουργία ενός πράσινου λιμένα, όπως η επιβολή πολιτικών που μειώνουν τις ατμοσφαιρικές εκπομπές ή ο σωστός σχεδιασμός του τοπίου του λιμανιού ώστε να συμπεριληφθούν δέντρα που απορροφούν το θόρυβο και μειώνουν τη ρύπανση. Άλλα μέτρα περιλαμβάνουν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες του λιμανιού ή για την επιβολή βιώσιμων πρακτικών, όπως είναι το Cold Ironing όπου θα εξεταστεί ενδελεχώς στην παρούσα ερευνητική εργασία (Bergqvist & Monios, 2019).

Ως παραδείγματα πρότυπων πράσινων λιμένων χαρακτηρίζονται πέραν των άλλων οι κάτωθι:

Λιμένας Πειραιά, Ελλάδα: Ο λιμένας του Πειραιά (Ο.Λ.Π.) δραστηριοποιείται στις εξής ενέργειες που τον καθιστούν πράσινο λιμένα:

-Ποιότητα θαλάσσιου περιβάλλοντος: Εκτελείται λήψη δείγματος θαλασσινού νερού και βυθομετρήσεις με σκοπό τη μελέτη μικροβιολογικών παραγόντων προς αποφυγή περιβαλλοντικών ανωμαλιών.

-Ποιότητα ακουστικού περιβάλλοντος: Ο λιμένας του Πειραιά για την προστασία γειτνιαζόντων σχολείων από την ηχορύπανση έχει τοποθετήσει ηχοπετάσματα κατά μήκος των σχολείων πλησίον του λιμένα.

-Ποιότητα ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος: Στον Ο.Λ.Π. λειτουργεί Σταθμός Παρακολούθησης Αερίων Ρύπων για την καταγραφή των συγκεντρώσεων αερίων ρύπων σε 24ωρη βάση.

-Φυτοτεχνική διαμόρφωση χερσαίας ζώνης: Στο λιμένα του Πειραιά έχει ενισχυθεί ήδη η δενδροφύτευση με νέα δέντρα, ικανά να ανταπεξέλθουν στις

υπάρχουσες κλιματικές συνθήκες, βελτιώνοντας το λιμένα περιβαλλοντικά αλλά και αισθητικά.

-Ενεργειακή διαχείριση: Τέλος, στο λιμένα του Πειραιά, οι κτιριακές εγκαταστάσεις και οι ηλεκτρικές συσκευές ανταποκρίνονται στις υψηλότερες προδιαγραφές ενεργειακών κλάσεων του εκάστου είδους και εφαρμόζεται σύστημα διαχείρισης αποβλήτων εκ των εγκαταστάσεων του.

Λιμένας Αμβέρσας, Βέλγιο:

-Περιορισμός των εκπομπών CO₂ μέσω νέων τύπων σκαφών: Τα σκάφη υποβοήθησης του λιμένα Αμβέρσας (ρυμουλκά, βυθοκόροι, σκάφη ασφαλείας κ.α.) είναι πλήρως εκσυγχρονισμένα με πράσινη τεχνολογία, όπως εναλλακτικά καύσιμα, ηλιακή ενέργεια κλπ.

-Περιορισμός των εκπομπών CO₂ μέσω παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά: Είναι υπό εξέλιξη πρόγραμμα το οποίο αποσκοπεί στην πλήρη ηλεκτροδότηση του συνόλου των σκαφών που ελλιμενίζονται στην Αμβέρσα από «πράσινες» γεννήτριες της ξηράς.

-Παροχή κινήτρων για μειώσεις στη ρύπανση: Ο λιμένας μειώνει τα κόστη ενλιμενισμού ανάλογα με τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων από κάθε σκάφος παρέχοντας έτσι κίνητρο στους πλοιοκτήτες να βρουν τη βέλτιστη λύση για τις εκπομπές των πλοίων τους.

- Περιορισμός μόλυνσης από πλαστικό: Ο λιμένας της Αμβέρσας επιδοτεί προγράμματα ανακύκλωσης πλαστικού στο λιμένα, παρέχοντας ευκαιρίες κέρδους στα συμβαλλόμενα πλοία.

Λιμένας Όσλο, Νορβηγία:

-Διαφοροποίηση των λιμενικών τελών με σκοπό την επιβράβευση πλοίων χαμηλών εκπομπών: Ως προαναφέρθηκε για λιμένα Αμβέρσας, έτσι και στο Όσλο, οι χρεώσεις ελλιμενισμού γίνονται βάσει του δείκτη «Environmental Ship Index» - ESI ο οποίος εστιάζει κυρίως στις εκπομπές ρύπων εν πλω και όχι εν όρμω. Αυτό το μέτρο περιλαμβάνει την εισαγωγή του δείκτη «Environmental Ship Index» - ESI).

-Πρόγραμμα Grønt Kystfartsprogram: Το εν λόγω πρόγραμμα εν ολίγοις ωθεί την παράκτια ναυτιλιακή κυκλοφορία να λειτουργεί εξ' ολοκλήρου ή εν μέρει με μπαταρίες, παρέχοντας άκρως ελκυστικά οφέλη.

-Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά: Οι εγκαταστάσεις λειτουργούν για δυο συγκεκριμένες πλοιοκτήτριες εταιρείες και εξυπηρετούν έως και 3 πλοία συνολικά, με το λιμένα να οραματίζεται στην επέκταση των γεννητριών με σκοπό τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων και της ηχορύπανσης.

Συνοψίζοντας, ως προτεραιότητες των πράσινων λιμένων, συνοψίζονται οι κάτωθι:

- Ποιότητα της Ατμόσφαιρας: Στην ποιότητα της ατμόσφαιρας λογίζεται ο περιορισμός των αέριων ρύπων με κάθε δυνατό τρόπο. Σημαντικά παραδείγματα αποτελούν η ηλεκτροδότηση πλοίων από την ξηρά, τα βιοκαύσιμα, η ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η χρήση μπαταριών στα παράκτια σκάφη κλπ.
- Ενεργειακή Απόδοση: Η ενεργειακή απόδοση στις λιμενικές εγκαταστάσεις αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα της πράσινης ανάπτυξης, καθώς οι ενεργειακές τους απαιτήσεις είναι πολύ υψηλές και οι εγκαταστάσεις τους εξαιρετικά ενεργοβόρες. Επιπλέον, ένας πρότυπος πράσινος λιμένας οφείλει να δίνει το παράδειγμα στα ελλειμενιζόμενα σκάφη με σκοπό την αειφορία.
- Κλιματική Αλλαγή: Η ναυτιλία, όντας ιδιαίτερα ρυπογόνα δραστηριότητα, οφείλει να τροποποιήσει τον τρόπο σκέψης και εργασίας της προς την πράσινη πλευρά, επιβραδύνοντας έτσι την επερχόμενη από τον άνθρωπο κλιματική αλλαγή.
- Ηχορύπανση: Οι γεννήτριες των λιμένων, οι γερανοί, οι λιμενικές εργασίες και οι μηχανές των πλοίων αποτελούν άκρως ηχορυπαντικές δραστηριότητες. Η μείωση της ηχορύπανσης προς την αειφορία και το κοινωνικό όφελος αποτελούν σημαντικούς παράγοντες δραστηριοποίησης ενός πράσινου λιμένα.
- Διαχείριση Αποβλήτων Πλοίων: Η διαχείριση των αποβλήτων των πλοίων και η αυστηροποίηση των ποινών μόλυνσης είναι εξαιρετικής σημασίας για την ισορροπία και την προστασία της θαλάσσιας χλωρίδας και πανίδας.

- Διαχείριση Αποβλήτων Λιμένων: Τα λιμενικά απόβλητα απαγορεύονται να απορρίπτονται στη θάλασσα, καθώς είναι άκρως τοξικά, και θέτουν σε κίνδυνο τόσο το περιβάλλον όσο και τον άνθρωπο. Οι λιμένες οφείλουν να απομακρύνουν τα απόβλητά τους σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους.
- Ποιότητα Υδάτων: Η ποιότητα των υδάτων πλησίον των λιμένων είναι αποκλειστική ευθύνη εκάστου λιμένα, με τα κρατικά όργανα να οφείλουν να εκτελούν συνεχώς τυπικούς ελέγχους.
- Κοινωνικές Σχέσεις: Οι λιμενικές περιοχές αποτελούν συνήθως άκρως πυκνοκατοικημένους οικισμούς. Στο πλαίσιο του ευ ζην και της ομαλής ροής των πραγμάτων, οι λιμένες οφείλουν να παρέχουν δραστηριότητες και να φροντίζουν για την καλή ποιότητα ζωής των κατοίκων της περιοχής ευθύνης τους (Chiu et al, 2014, Bergqvist & Monios, 2019).

4.2 Η συμβολή του IMO στην βιώσιμη ναυτιλία

Έως σήμερα έχουν υπάρξει πάρα πολλές πρωτοβουλίες σε διεθνές επίπεδο, κυρίως μέσω του IMO, σε περιφερειακό επίπεδο (ΕΕ), ή σε εθνικό επίπεδο, οι οποίες αντιμετώπισαν επιμέρους θέματα της ναυτιλίας και δη της ασφάλειας με αρκετή αποτελεσματικότητα. Ένα νέο πρόβλημα αναδύθηκε τα τελευταία έτη από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (International Maritime Organization-IMO), ο οποίος καθιέρωσε ένα παγκόσμιο πρότυπο για την πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τα πλοία, είτε επιχειρησιακά είτε άλλοτε τυχαία αίτια (International Maritime Organisation, 2022).

Τα αρχικά παραρτήματα επικεντρώθηκαν μόνο στην πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Η MARPOL ενημερώνεται τακτικά από τότε και το 2005 τέθηκε σε ισχύ το Παράρτημα VI της MARPOL με στόχο την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία. Η κύρια εστίασή του ήταν στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης θέτοντας ένα όριο στις εκπομπές NOx, SOx και PM από την καύση καυσίμου. Το παράρτημα VI αναθεωρήθηκε και τέθηκε σε ισχύ μια τροποποίηση το 2010 με στόχο τη σταδιακή επιβολή αυστηρότερων ορίων και την εισαγωγή Περιοχών Ελέγχου Εκπομπών (ECA). Τα ECA βρίσκονται στη Βόρεια Θάλασσα, στη Βαλτική Θάλασσα, στην περιοχή της Βόρειας Αμερικής και στην περιοχή των Ηνωμένων Πολιτειών της Καραϊβικής. Η τροπολογία αποσκοπεί στη

μείωση του ανώτατου ορίου θείου στα καύσιμα από 3,5% σε 0,5% έως το 2020. Στις ECA το όριο μειώθηκε στο 0,1% το 2015. Η αναθεωρημένη τροπολογία επέβαλε επίσης αυστηρότερους περιορισμούς στα NOx εισάγοντας τον κανονισμό 13. Αυτός ο συγκεκριμένος κανονισμός επιβάλλει περιορισμούς για τα NOx πλοία ανάλογα με το πότε ναυπηγήθηκαν χωρίζοντας τα πλοία σε τρεις κατηγορίες, Tier I, Tier II και Tier III. Η εισαγωγή του Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) και του Σχεδίου Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίων (SEEMP) συμφωνήθηκε το 2011 από τη διάσκεψη της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του IMO και εγκρίθηκε στο Παράρτημα VI της MARPOL. Απαιτεί ορισμένα νέα πλοία να συμμορφώνονται με το Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης και όλα τα πλοία στο SEEMP (International Maritime Organisation, 2022).

4.3 Ευρωπαϊκή Ένωση και Πράσινη Ναυτιλία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) προέτρεψε, τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) να εφαρμόσει παγκόσμια μέτρα, για την εσωτερίκευση του εξωτερικού κόστους από τις θαλάσσιες μεταφορές (Οδηγία 2009/29/ΕΚ). Πράγματι, το 2017, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο αποφάσισε να συμπεριλάβει τη «Ναυτιλία για το 2023» στο Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ εφόσον, η στρατηγική του IMO ήταν σχεδόν ανεπαρκής. Αυτή η ανησυχία συγκεντρώθηκε στην Λευκή Βίβλο για τις μεταφορές το έτος 2011, συμπεριλαμβάνοντας τον οδηγό ευρωπαϊκής πολιτικής (COM 2011), που θεσπίζει την αποφυγή έξυπνων στρεβλώσεων τιμών και φορολογίας μέσω της εσωτερίκευσης του εξωτερικού κόστους για όλους τους τρόπους μεταφοράς. Μεταξύ άλλων εναλλακτικών λύσεων για την «πράσινη λειτουργία λιμένων», οι δύο απαιτούσαν σημαντικές λιμενικές επενδύσεις: εγκαταστάσεις ανεφοδιασμού τροφοδοσίας στην ξηρά (OPS) και υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG). Μέσω της Οδηγίας 2014/94/ΕΕ, η ΕΕ ανάγκασε τα ευρωπαϊκά λιμάνια να παρέχουν διευκολύνσεις για να καταστεί δυνατή η χρήση τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά έως το 2025. Ωστόσο, παρά αυτή την πολιτική οδηγία, σημαντικές δημόσιες επενδύσεις για την παροχή εγκαταστάσεων ανεφοδιασμού τροφοδοσίας στην ξηρά και τα ευρύτερα πλεονεκτήματα βιωσιμότητας σε σχέση με άλλες λύσεις (η εξάλειψη των απορριμμάτων του λιμανιού, του θορύβου, των κραδασμών κ.λπ.) η χρήση της ηλεκτροδότησης από τη ξηρά παραμένει εθελοντική στην ΕΕ. Έτσι, ο τρέχων ευρωπαϊκός κανονισμός (European Commission, 2005) έχει στηρίξει την ευθύνη της

χρήσης πράσινων εναλλακτικών λύσεων στην προθυμία των πλοιοκτητών. Αυτή η στάση έρχεται σε αντίθεση με την πολιτική της ΕΕ έναντι άλλων τρόπων μεταφοράς, όπως η συνεπής εφαρμογή των αρχών «ο ρυπαίνων πληρώνει» και «ο χρήστης πληρώνει» που συμπεριλαμβάνεται από την Ευρωπαϊκή Πολιτική, που παρουσιάζεται στον Κανονισμό (ESPO, 2020), και εφαρμόζεται μέσω φόρων και τελών. Υπό το πρίσμα των ανωτέρω, λοιπόν αναμένεται προοδευτική αύξηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που εισάγει η ΕΕ για τις θαλάσσιες μεταφορές γενικά και για τις λιμενικές επιχειρήσεις ειδικότερα. Έτσι, παρόμοια μεταχείριση με τις οδικές μεταφορές φαίνεται λογική και για τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών στο εγγύς μέλλον.

Πίνακας 1 : Μέσος συντελεστής εκπομπών για τα ευρωπαϊκά δίκτυα το 2017.

	NO _x (g/kW.h)	SO ₂ (g/kW.h)	PM _{2.5} (g/kW.h)	PM ₁₀ (g/kW.h)	CO ₂ (g/kW.h)
SPAIN (continental)	0.567	0.402	0.012	0.013	291.369
FRANCE	0.066	0.042	0.001	0.001	4.301
GRAN CANARY ISLAND	1.796	0.785	0.030	0.015	656.034
TENERIFE ISLAND	2.344	0.762	0.033	0.016	645.609

(Πηγή: Martínez-López et al. (2021))

4.4 Η εφαρμογή περιβαλλοντικών προγραμμάτων στους λιμένες της ΕΕ

Από το 2025 και μετά, τα λιμάνια της Ευρωπαϊκής Ένωσης που ανήκουν στα Διευρωπαϊκά Δίκτυα (TEN-T -Core Network) θα μπορούν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια στην ξηρά σε πλοία (Οδηγία 2014/94/ΕΕ) και, κατά συνέπεια, η αυστηρότερη και εναρμονισμένη νομοθεσία για τις εκπομπές λιμένων αναμένεται να εξασφαλίσει εσωτερίκευση του εξωτερικού κόστους: συμπεριλαμβανομένης της υποχρεωτικής χρέωσης εξωτερικού κόστους για να αντικατοπτρίζει την περιβαλλοντική επιβάρυνση από τη δραστηριότητα των πλοίων στο λιμάνι (Martinez-Lopez et all, 2021).

Έτσι, βραχυπρόθεσμα έως μεσοπρόθεσμα, μπορεί να δικαιολογηθεί μια «πράσινη» εξέλιξη στα λιμάνια προς τις περιβαλλοντικές αρχές που διέπουν τις τρέχουσες οδικές μεταφορές της ΕΕ (φόροι ιδιοκτησίας και τέλη υποδομής) (Shroten et al., 2019). Αυτό είναι ένα υποχρεωτικό σύστημα χρέωσης της ΕΕ για τη χρήση υποδομής με βάση μια διακύμανση των τελών ανάλογα με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των πλοίων στο λιμάνι, ίδιες βασικές αρχές υπολογισμού όπως στις οδικές μεταφορές της ΕΕ. Ως εκ τούτου, ενώ για τα πλοία που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας η

χρέωση εξωτερικού κόστους είναι ελάχιστη, τα πλοία που δεν χρησιμοποιούν βιώσιμη ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να πληρώνουν μεταβλητή χρέωση για τις επιπλέον εκπομπές πάνω από τα επίπεδα εκπομπών ψυχρής τροφοδότησης στην ξηρά. Παρόλο που το ποσό της χρέωσης εξαρτάται από την τοποθεσία του λιμένα, η χρέωση θα είναι αναμενόμενα κοινή και εναρμονισμένη για όλα τα κράτη μέλη, με βάση το μέγεθος του πλοίου και την περιβαλλοντική τους τεχνολογία (Martinez-Lopez et al, 2021).

Από αυτή την άποψη, κατά τους Martinez-Lopez και άλλοι, (2021) ενώ τα βασικά λιμενικά τέλη πρέπει να επιβάλλονται για την ανάκτηση του κόστους κατασκευής, συντήρησης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων- **το προτεινόμενο περιβαλλοντικό τέλος θα πρέπει να καλύπτει τις επιβαρύνσεις για το περιβάλλον που προκαλούνται από τις εκπομπές των πλοίων στον αέρα στο λιμάνι.** Συνεπώς, λόγω της σημαντικής λιμενικής επένδυσης που απαιτείται για την παροχή εγκαταστάσεων ψυχρής τροφοδότησης, όπως επί παραδείγματι 7,4 εκατομμύρια ευρώ για το λιμάνι Aberdeen (Innes and Monios, 2018), σε ένα επόμενο βήμα, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί προσεκτική αναθεώρηση των βασικών λιμενικών τελών για να διασφαλιστεί η ανάκτηση αυτών των επενδύσεων στη δομή χρέωσης. Σε αντίθεση με τα τρέχοντα ευρωπαϊκά λιμενικά τέλη τα οποία δεν περιλαμβάνουν υπολογισμό εξωτερικού κόστους από το νόμο. Τα περισσότερα τρέχοντα περιβαλλοντικά προγράμματα που εφαρμόζονται από ευρωπαϊκά λιμάνια βασίζονται σε περιβαλλοντικούς δείκτες ή πιστοποιήσεις όπως: α. Energy Efficiency Design Index-EEDI-, β. Environmental Ship Index-ESI, γ. Green Award. Με αυτόν τον τρόπο τα πιστοποιημένα πλοία μπορούν να λαμβάνουν εκπτώσεις στα βασικά λιμενικά τέλη. Η εφαρμογή περιβαλλοντικών προγραμμάτων στους λιμένες της ΕΕ (κυρίως συστήματα εκπτώσεων) δεν εξαρτάται από το μέγεθος του λιμένα. Ωστόσο, τα μεγάλα λιμάνια, λόγω της μεγαλύτερης οικονομικής τους ικανότητας, μπορούν πιο εύκολα να εφαρμόσουν ένα σύστημα περιβαλλοντικής χρέωσης (European Commission, 2017).

Μεταξύ άλλων, το **Όσλο, η Μασσαλία και το Γκέτεμποργκ**, εφαρμόζουν περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις στα λιμενικά τέλη που βασίζονται σε μείωση για τα πλοία που χρησιμοποιούν ψυχρή τροφοδότηση από την ξηρά. Το λιμάνι της Στοκχόλμης, για παράδειγμα, όχι μόνο εφαρμόζει αυτές τις μειώσεις, αλλά προσφέρει επίσης επιχορήγηση 1 εκατομμυρίου SEK (99.000 €) για τη μετασκευή πλοίων Ro-Pax που καταπλέουν τακτικά στο λιμάνι (Ports of Stockholm, 2020)

Κεφάλαιο 5^ο: Μεθοδολογία

Κατά την διάρκεια της εκπόνησης της συγκεκριμένης ερευνητικής εργασίας δημιουργήθηκαν ορισμένα ερωτήματα, τα οποία απαντώνται στην συνέχεια του κεφαλαίου

Ερευνητικό Ερώτημα 1: Μπορεί να θεωρηθεί η χρήση ηλεκτροδότησης από την ξηρά (cold ironing) στα σύγχρονα παγκόσμια λιμάνια, μια βιώσιμη και περιβαλλοντική λύση, δηλαδή να συμπεριληφθεί ως πρακτική στον όρο «πράσινα λιμάνια»;

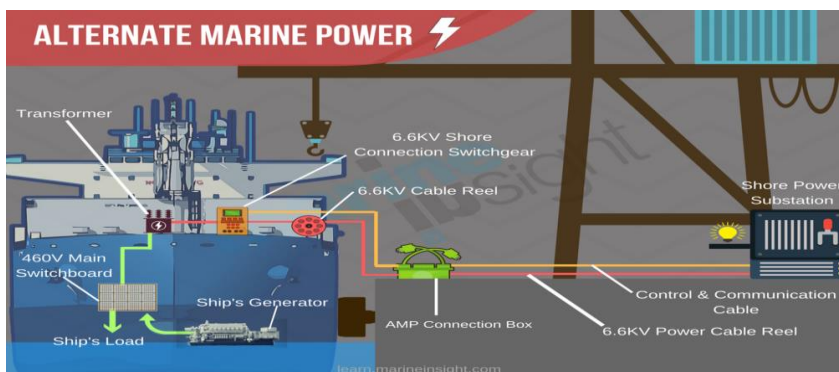
Ερευνητικό Ερώτημα 2 : Ποια είναι τα ευρήματα που επικεντρώνονται στην ανάλυση και ποσοτικοποίηση του κοινωνικού οφέλους- κόστους της μεθόδου του Cold Ironing ;

Στα Κεφάλαια έκτο, έβδομο, όγδοο παρουσιάζονται τα ευρήματα της διπλωματικής έρευνας. Συγκεκριμένα, έγινε ενδοσκόπηση της βιβλιογραφικής έρευνας σε μελέτες περιπτώσεων πάνω στην χρήση της μεθόδου ψυχρής τροφοδότησης πλοίων από τη ξηρά. Μεταξύ άλλων παρουσιάζονται και ανασκόπηση που αφορούν διάφορους παράγοντες που ευθύνονται για τη ρύπανση στον χώρο του σύγχρονου λιμένα, προερχόμενη από τα ελλιμενίζονται πλοία, καθώς και εναλλακτικές πρακτικές που σε συνδυασμό με την ψυχρή τροφοδότησης πλοίων ενισχύουν την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Εν κατακλείδι, η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε συμπεράσματα που αφορούν την εξοικονόμηση στο κόστος της υγείας και στην ποσοτικοποίηση του κοινωνικού οφέλους εφαρμόζοντας τη μέθοδο Cold Ironing (CI).

Κεφάλαιο 6^ο : Εννοιολογική Προσέγγιση του Cold Ironing

6.1 Ηλεκτροδότηση πλοίων από το δίκτυο ξηράς (Cold Ironing)

Το Cold Ironing ή Alternative Maritime Power (AMP) ή On-Shore Power Supply, ή Shore Connection, αποτελούν όρους ταυτόσημους μεταξύ τους και είναι στην ουσία μια διαδικασία που επιτρέπει σε ένα πλοίο να σβήνει τις μηχανές του, ενώ είναι ελλιμενισμένο και να συνδέεται σε μια χερσαία πηγή ενέργειας. Πιο αναλυτικά, η διαδικασία ηλεκτροδότησης των πλοίων από την ξηρά ονομάζεται ψυχρή τροφοδότηση, στην ελληνική ορολογία, εξαιτίας ότι το πλοίο κλείνει τις μηχανές και έτσι μειώνει την θερμοκρασία του. Επεξηγώντας ακόμη περισσότερο, το φορτίο ισχύος του πλοίου μεταφέρεται στην παροχή ρεύματος από την ξηρά χωρίς διακοπή των υπηρεσιών επί του πλοίου, ενώ οι βασικοί και βοηθητικοί κινητήρες είναι απενεργοποιημένοι κατά τον ελλιμενισμό στην πλειονότητα των περιπτώσεων. Η διαδικασία απενεργοποίησης όλων των μηχανών εσωτερικής καύσης του σκάφους έδωσε στο όνομα της μεθόδου τον όρο "cold" καθώς, εκτός από το να εκμηδενίζει τις εκπομπές, μειώνει και την θερμοκρασία του πλοίου. Η ηλεκτροδότηση του πλοίου από το δίκτυο του λιμανιού, Cold Ironing, πραγματοποιείται ώστε να καλύψει ανάγκες κατά την φορτοεκφόρτωση και ανεφοδιασμού του κατά την διάρκεια παραμονής στο λιμάνι, όπως επίσης και για την παροχή φωτισμού του πλοίου, τον κλιματισμό ή ακόμη και την θέρμανση (Ericsson & Fazlagic, 2008).



Εικόνα 10 : Επισκόπηση της σύνδεσης ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά. Πηγή : <https://media-exp1.licdn.com>

Η ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, είναι μία σύγχρονη τεχνολογία που έχει ως σκοπό να συντελέσει σε

σημαντικές περικοπές στους ατμοσφαιρικούς ρύπους και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), αλλά και σε αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας, αποτελώντας μία από τις διαθέσιμες εναλλακτικές πρακτικές για την βιωσιμότητα στην ναυτιλία. Η επίτευξη των στόχων αυτών απαιτεί σημαντική χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας με χαμηλό οικολογικό αποτύπωμα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη της μεθόδου είναι τόσο οι μονάδες ηλιακής και αιολικής ενέργειας όσο και οι σταθμοί που αξιοποιούν την κυματική ενέργεια αλλά και οι μονάδες παραγωγής φυσικού αερίου. Άλλες εναλλακτικές λύσεις για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας είναι το διαθέσιμο ηλεκτρικό δίκτυο της πόλης, ή ακόμη και την λειτουργία βοηθητικών πετρελαιοκινητήρων είτε με αέριο (LNG ή LPG) είτε με καύσιμα σε χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (Ericsson & Fazlagic, 2008).

Οι Innes και Monios (2018), συμπεριλαμβάνουν μια σύντομη ανάλυση σχετικά με την ψυχρή τροφοδότηση πλοίων ως μια ευεργετική λύση για τους χειριστές πλοίων λαμβάνοντας υπόψη την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας έναντι της τιμής του καυσίμου (ετήσια εξοικονόμηση λειτουργικών δαπανών). Ωστόσο από την άλλη πλευρά, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2017) παρουσίασε μια έκθεση της οποίας τα αποτελέσματα ήταν λιγότερο ευνοϊκά. Η έκθεση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι για πλοία Ro-Ro 25000 GT -(30 κλήσεις/έτος), (είναι τύπος εμπορικού πλοίου, σχεδιασμένο για την μεταφορά τροχοφόρων φορτίων, όπως αυτοκίνητα, φορτηγά, ρυμουλκούμενα και βαγόνια), το ετήσιο κόστος για την ψυχρή τροφοδότηση από την ξηρά, ήταν υψηλότερο σε σύγκριση με την ενσωματωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πάνω στο πλοίο και μόνο ύστερα από εκπτώσεις έως και 50% των λιμενικών τελών κατέστη δυνατή η αποπληρωμή του, εντός 10 ετών. Όπως υποστηρίζουν, οι Innes και Monios (2018), η τρέχουσα ενσωματωμένη ηλεκτρική ενέργεια στο πλοίο είναι αφορολόγητη ενώ, η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται από τα λιμάνια φορολογείται σύμφωνα με τους κανονισμούς της ΕΕ. Συνεπώς, μια σημαντική μείωση του φόρου στην ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται στο λιμάνι είναι το κύριο δημοσιονομικό κίνητρο που προτάθηκε από προηγούμενη έρευνα (Winkel et al., 2016) για την ενίσχυση της χρήσης της ψυχρή τροφοδότησης. Έτσι, ορισμένα κράτη-μέλη Ε.Ε εφαρμόζουν ήδη μειωμένο φορολογικό συντελεστή για αυτή την προμήθεια. Άλλες πρακτικές ενθάρρυνσης για τη χρήση του Cold Ironing έχουν υιοθετηθεί από ορισμένα λιμάνια στον κόσμο, με τη δημιουργία ενός περιβαλλοντικού δείκτη που μετράει τις εκπομπές αερίων από τα πλοία και δίνει αντίστοιχα βαθμούς καλής διαγωγής, έτσι μ' αυτόν τον τρόπο

επιτυγχάνεται η μείωση φόρων σε ναυτιλιακές εταιρείες. Επιπλέον, τα πράσινα πλοία μπορούν να απολαύσουν εκπτώσεις ως και 10% στην φορολογία των ναυτιλιακών εταιριών. Επομένως, τα ελλειμνισμένα πλοία μπορούν με δύο τρόπους να συμβαδίσουν με τα περιβαλλοντικά πρότυπα: είτε να παράγουν τη δική τους ενέργεια μέσω χρήσης καθαρών καυσίμων, είτε να συνδεθούν με το λιμάνι για παροχή ενέργειας (Arduino et al, 2011).

Σύμφωνα με τον Hall (2010), η χρήση Cold Ironing θα μπορούσε να επιτύχει μείωση σχεδόν 25% των εκπομπών CO₂ σε αντίθεση με τα συστήματα ισχύος των πλοίων στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Το 2000, το λιμάνι του Γκέτεμποργκ εγκατέστησε για πρώτη φορά την υποδομή Cold Ironing (CI) για πλοία Ro-Ro, έκτοτε λιμάνια στη Φινλανδία (Ελσίνκι για τα πλοία Ro-Ro), τη Γερμανία (Lübeck για τα πλοία Ro-Ro), το Αμβούργο για την κρουαζιέρα που τροφοδοτούνται από φορτηγίδες LNG), οι ΗΠΑ (Λος Άντζελες, Λονγκ Μπιτς για όλα τα θαλάσσια πλοία κ.λπ.) έχουν επίσης αναπτύξει τα δικά τους συστήματα Cold Ironing (Zis, 2019).

6.1.1 Πλεονεκτήματα Cold Ironing

Κατά την διάρκεια της εκπόνησης της συγκεκριμένης εργασίας προκύπτει το εξής ερώτημα: αν η χρήση της ηλεκτροδότησης από την ξηρά (cold ironing) στα σύγχρονα παγκόσμια λιμάνια, μπορεί να αποτελέσει μια βιώσιμη και περιβαλλοντική λύση, δηλαδή να συμπεριληφθεί ως πρακτική στον όρο «πράσινα λιμάνια». Όπως σημειώθηκε παραπάνω, η μέθοδος του CI εφαρμόζεται σε όλο ένα και περισσότερα λιμάνια στον κόσμο ως ένα μέτρο που ανήκει στην εννοιολογική προσέγγιση “Green Ports” ή αλλιώς «Πράσινα Λιμάνια».

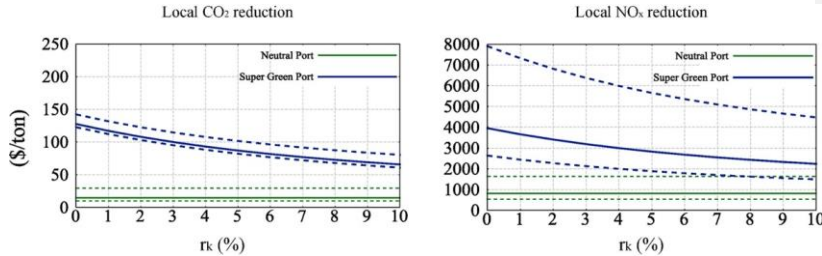
Αυτή η έννοια αναφέρεται σε ένα σύνολο μέτρων που στοχεύουν στην επίτευξη βιωσιμότητας στα λιμάνια, λαμβάνοντας υπόψη ότι ένα λιμάνι όχι μόνο πληροί όλα τα περιβαλλοντικά πρότυπα στις καθημερινές του δραστηριότητες, αλλά έχει επίσης ένα μακροπρόθεσμο σχέδιο για τη συνεχή βελτίωση των περιβαλλοντικών του επιδόσεων. Οι βοηθητικοί κινητήρες των πλοίων παράγουν στα λιμάνια μεγάλες εκπομπές οξειδίων του θείου (SO_x), οξειδίων του αζώτου (NO_x), διοξειδίων του άνθρακα (CO₂), καθώς επίσης ηχορύπανση και κραδασμούς. Αυτοί οι ρύποι προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον στις γύρω κοινότητες. Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά τις επικίνδυνες εκπομπές

(π.χ. SO_x, NO_x, VOC, PM, CO, N₂O, CH₄) στο τοπικό περιβάλλον σημαντικά (Khersonsky, 2007).

Αρκετές επιστημονικές μελέτες (Innes & Monios, 2018, Zis, 2019), συνηγορούν ότι από την γενικότερη εφαρμογή του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, (Cold Ironing) θα προκύψουν πολλά *περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη*. Οι περισσότερες μελέτες σχετικά με την χρήση και εγκατάσταση της ηλεκτροδότησης από τη ξηρά, όπως θα αναφερθούν στην συνέχεια διεξοδικά, αξιολογούν τα κοινωνικά οφέλη, *με τη δημιουργία εσόδων από τον αντίκτυπο στην υγεία και την περίοδο απόσβεσης των λιμενικών επενδύσεων, λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά ποσοστά εισχώρησης στη χρήση σκαφών*. Οι περισσότερες μελέτες σχετικά με την On-Shore Supply Energy αποδεικνύουν τα κοινωνικά οφέλη, **με τη δημιουργία εσόδων από τον αντίκτυπο στην υγεία και την περίοδο απόσβεσης των λιμενικών επενδύσεων, λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά ποσοστά εισχώρησης στη χρήση σκαφών** (Zis et al., 2015, Ballini & Bozzo, 2015 Innes & Monios, 2018, Zis, 2019, μεταξύ άλλων), όπως θα τα αναλύσουμε στο κεφάλαιο έβδομο. Τα περιβαλλοντικά οφέλη του CI εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν το μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την On-Shore Supply Energy παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας -ΑΠΕ-, (Winkel et al., 2015), αυτές αποδείχθηκαν κατά πλειοψηφία θετικές (Ballini & Bozzo, 2015, Innes & Monios, 2018, Zis, 2019).

Δεδομένου ότι αυτή η καινοτόμος τεχνολογία εφαρμόζεται σωστά, δύναται να συμβάλει (Ballini & Bozzo, 2015). α. *στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, μειώνοντας τις εκπομπές οξειδίων του άνθρακα που παράγουν τα πλοία στα λιμάνια*. Εξαιτίας ότι η ισχύς που παρέχεται από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής υπόκειται σε αυστηρότερο έλεγχο εκπομπών οξειδίων του θείου (SO_x), οξειδίων του αζώτου (NO_x), διοξειδίων του άνθρακα (CO₂), από ότι η ισχύς που παρέχεται από βοηθητικούς κινητήρες, έτσι το συνολικό επίπεδο των εκπομπών καυσαερίων από τα πλοία που χρησιμοποιούν ηλεκτροδότηση από την ξηρά μειώνεται σημαντικά. Πράγματι, το σύστημα ψυχρής τροφοδοσίας (CI), λόγω της υψηλής απόδοσης του μαζί με τις «εγκαταστάσεις περιορισμένων εκπομπών», επιτρέπει β. *την εξοικονόμηση περισσότερο από 30% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και περισσότερο από 95% οξυγόνου και σωματιδίων αζώτου* (Innes & Monios, 2018). Για παράδειγμα, σύμφωνα με έρευνα των Arduino et al. (2011) έχει αποδειχθεί ότι, σε 10 ώρες στάσης

ενός κρουαζιερόπλοιου, οι εν λόγω εκπομπές μειώνονται από 72,2 σε 50,1 τόνους CO₂, από 1,47 σε 0,04 τόνους οξειδίου του αζώτου και από 1,23 σε 0,04 τόνους οξειδίου του θείου. Επιπλέον, αυτό το σύστημα επιτρέπει τη μείωση της ηχορύπανσης. Άλλες θετικές επιπτώσεις είναι γ. η καλύτερη άνεση επί του πλοίου στο λιμάνι, το πράσινο προφίλ για πλοιοκτήτες και πελάτες, καθώς και το μειωμένο κόστος κύκλου ζωής του πλοίου με μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και κόστος συντήρησης. Για να εξασφαλιστεί ότι η ψυχρή τροφοδότηση πλοίων είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική για το περιβάλλον, οι παρακάτω μελέτες έχουν επικεντρωθεί δ. στην συμπερίληψη της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως μέρος ενός έργου τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, -Cold Ironing. Οι Kotrikla et al. (2017), σχεδίασαν ένα υβριδικό σύστημα που αποτελείται από τέσσερις ανεμογεννήτριες ισχύος 1,5 MW σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκά- 5 MW για την παραγωγή όλης της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη μέθοδο. Επιπλέον, οι Ballini και Bozzo (2015), διερευνήσαν τη δυνατότητα υπεράκτιων ανεμογεννητριών που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια στα πλοία που βρίσκονται σε άγκυρα. Άλλο ένα κίνητρο αποτελεί ότι η χρήση των βοηθητικών κινητήρων στα πλοία θα είναι περιορισμένη με την χρήση της ψυχρής τροφοδότησης πλοίων συνεπαγόμενα το λειτουργικό κόστος και η επένδυση σ' αυτούς τους κινητήρες θα είναι σημαντικά μειωμένο. Παρακάτω παρουσιάζονται αποτελέσματα της έρευνας Zis (2019), όπως φαίνονται στο Σχήμα 1, παρατηρώντας ότι το κόστος ανά μειωμένο τόνο, μειώνεται με μεγαλύτερη χρήση της εγκατάστασης συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά. Για το ουδέτερο λιμάνι, (είναι εκείνο που πουλάει την ισχύ ακριβώς στο κόστος της αγοραστικής δύναμης από το δίκτυο) αυτό το κόστος μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ \$10 και \$30 ανά τόνο CO₂ και μεταξύ \$540 και \$1600 ανά τόνο NO_x. Αυτά τα νούμερα είναι ελπιδοφόρα σε σύγκριση με τις εκτιμήσεις του εξωτερικού κόστους μεταφοράς. Για λόγους σύγκρισης, ο Πίνακας 3 παρουσιάζει στην συνέχεια τις μέσες τιμές στην Ευρώπη με βάση το Εγχειρίδιο για το εξωτερικό κόστος των μεταφορών στην Ευρώπη (Ricardo-AEA, 2014) που ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή.



Εικόνα 11. Κόστος ανά (τοπικό) μειωμένο τόνο ρύπων για NOx και CO2. Πηγή: Zis 2011

Pollutant	Unit values for main pollutants in sea areas (€/ton)			
	CO ₂	SO ₂	NO _x	PM _{2.5}
Baltic Sea	90	5250	4700	13,800
Black Sea		7950	4200	22,550
Mediterranean		6700	1850	18,500
North Sea		7600	5950	25,800

Πίνακας 12 : Εξωτερικό κόστος εκπομπών στις θάλασσες στην Ε.Ε . Πηγή: Zis 2019

6.1.2 Εμπόδια Cold Ironing

Ωστόσο, ορισμένα από αυτά έχουν ήδη υπογραμμίσει οι Arduino et al. (2011) αναφέρονται ότι υφίσταται ακόμη η παρουσία αρκετών εμποδίων κατά τη χρήση της ηλεκτροδότησης από την ξηρά (cold ironing) στα σύγχρονα ευρωπαϊκά λιμάνια, όπως το κόστος ενέργειας και κόστος υποδομής, ενώ συνυπάρχει επιπλέον η έλλειψη τυποποίησης για τον εξοπλισμό και η έλλειψη της ευρωπαϊκής νομοθεσίας εξαιτίας ότι, ο τρέχων ευρωπαϊκός κανονισμός (European Commission, 2005) έχει στηρίξει την ευθύνη της χρήσης πράσινων εναλλακτικών λύσεων στην προθυμία των πλοιοκτητών.✶

Το κόστος της ενέργειας αντιπροσωπεύει ένα πρώτο εμπόδιο στην εξάπλωση του Cold Ironing στην Ευρώπη (Arduino et al., 2011). Στην Βόρεια Αμερική και συγκεκριμένα στην Αλάσκα μπορεί να αναζητηθεί η πρώτη περίπτωση επιτυχούς εφαρμογής Cold Ironing πριν από περίπου είκοσι χρόνια. Ο λόγος της επιτυχίας στην Αλάσκα οφείλεται κυρίως σε έναν οικονομικό παράγοντα: το κόστος της ενέργειας, η οποία είναι αρκετά χαμηλότερη σε σχέση με την Ευρώπη, λόγω της τεράστιας διαθεσιμότητας ενέργειας στην εν λόγω χώρα. Το κόστος της ανέρχεται περίπου σε 0,05 USD ανά κιλοβατώρα (A). Παράλληλα και στην Καλιφόρνια, το ενεργειακό κόστος είναι χαμηλότερο από ό,τι στην Ευρώπη, είναι ίσο με 0,11 USD ανά κιλοβατώρα (Sisson & Mc Bride, 2010). Σε αντίθεση με την τιμή των καυσίμων, η οποία είναι αρκετά σταθερή παγκοσμίως, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να

Μορφοποιήθηκε: Εσοχή: Πρώτη γραμμή: 1,17 εκ., Διάστημα Πριν: 0 στ., Μετά: 0 στ., Διάστιχο: 1,5 γραμμές

ποικίλλει πολύ ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που τα περισσότερα ευρωπαϊκά λιμάνια έχουν ως προτεραιότητα τη χρήση καυσίμων πιο φιλικών στο περιβάλλον παρά τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για την εφαρμογή του Cold Ironing.

Ένα άλλο εμπόδιο συναντάται στην υποδομή *Cold Ironing* κάτω στους θαλάσσιους τερματικούς σταθμούς, η οποία απαιτεί επιπλέον ηλεκτρική χωρητικότητα, αγωγούς καθώς και την υποδομή «βύσματος» που θα δέχεται καλώδια ρεύματος από ένα σκάφος. Ένα μεγάλο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων συνήθως απαιτεί περίπου 1.600 κιλοβάτ (kW) ισχύος ενώ βρίσκεται σε ελλιμενισμό (Sisson & Mc Bride, 2010). Δηλαδή, οι απαιτήσεις ισχύος στα τερματικά είναι μεγαλύτερες από τις πραγματικές ανάγκες ενός πλοίου, οπότε η επένδυση της ψυχρής τροφοδότησης χαρακτηρίζεται πολυέξοδη. Συγκεκριμένα μιλώντας, (Winkel et al., 2015) είναι αναγκαίος ένας υποσταθμός να λαμβάνει/λαμβάνει την ισχύος—απο από το τοπικό/τοπικό δίκτυο και ένας/ένας μετασχηματιστής/μετασχηματιστής που μειώνει/μειώνει τη τάση/τάση ώστε/ώστε να είναι/είναι συμβατή/συμβατή με τις ηλεκτρικές/ηλεκτρικές προδιαγραφές/προδιαγραφές του σκάφους/σκάφους. Συνεπαγόμενα, πρέπει να γίνουν σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου σε χερσαίες επιχειρήσεις παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (Ballini & Bozzo, 2015).

Από την άλλη πλευρά, ο εξοπλισμός μιας ηλεκτρικής υποδομής λιμένων *Cold Ironing* κοστίζει περισσότερο από ένα συμβατικό τερματικό και αντιπροσωπεύει μια επένδυση μη συμβατή από όλους τους λιμένες (Sisson & Mc Bride, 2010). Μια πιθανή εναλλακτική λύση για την παροχή κινήτρων στους λιμένες να επενδύσουν σε αυτή τη νέα τεχνολογία είναι η χρήση πιστώσεων μείωσης των εκπομπών, όπου θα μπορούσαν να συμβάλουν στην αντιστάθμιση αυτής της δαπάνης και να παρέχουν βραχυπρόθεσμα κίνητρα στους πλοιοκτήτες και στις διαχειρίστριες ναυτιλιακές εταιρείες (Sisson & Mc Bride, 2010).

Επιπλέον, κατά τον Ballini & Bozzo (2015), η ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτείται από βοηθητικούς κινητήρες είναι γενικά φθηνότερη από την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στην ξηρά. Παράλληλα, η τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά μπορεί να παρέχεται μόνο όταν το πλοίο είναι ελλιμενισμένο και όχι κατά τους ελιγμούς ή κατά τη διάρκεια της ναυσιπλοΐας. Ως εκ τούτου, ο περιβάλλοντας

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη)
+ Επικεφαλίδες CS (Times New Roman), Μοτίβο:
Διαφανές

χώρος γύρω από τους λιμένες θα εξακολουθούν να υπόκεινται σε ένα ορισμένο επίπεδο εκπομπών (Sisson & Mc Bride, 2010).

Το κυριότερο εμπόδιο στην ευρύτερη χρήση του Cold Ironing είναι η έλλειψη συμβατότητας μεταξύ του πλοίου και του δικτύου καθώς δεν υπάρχει ομοιόμορφη τάση και συχνότητα σε όλο τον κόσμο (Winkel et al, 2015). Η έλλειψη τυποποίησης στην κύρια τάση διανομής οδήγησε σε μια διακύμανση από 440V σε 11kV, ενώ ορισμένα πλοία χρησιμοποιούν 220V στα 50 ή 60Hz και άλλα βασίζονται σε ρεύμα 110V (Arduino et al., 2011). Μια ακόμη αμφιβολία για την διεύρυνση της μεθόδου συναντάται σχετικά με τη σταθερότητα του δικτύου, ένα τεχνικό πρόβλημα πολύ σημαντικό, που μπορεί όμως να λυθεί με προηγμένη μοντελοποίηση ή γραμμικό προγραμματισμό και ενδελεχή έρευνα των προοπτικών (Winkel et al., 2015).

Οι Khersonsky et al. (2007) σημειώνουν άλλες δύο σημαντικές δυσκολίες στην περαιτέρω επέκταση του Cold Ironing στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο πρώτος σκόπελος είναι το επιπρόσθετο κόστος της μετασκευής των υπαρχόντων πλοίων για να είναι έτοιμα. Το δεύτερο εμπόδιο αφορά τον περιορισμένο χώρο στα λιμάνια για τη στέγαση των παράκτιων συστημάτων, αφού η διαθεσιμότητα θέσεων ελλιμενισμού είναι περιορισμένη πράγμα το οποίο ~~που~~ αποδεικνύεται ότι είναι βασικός παράγοντας για την ανταγωνιστικότητα ενός λιμανιού. ~~είναι περιορ~~

Τροχοπέδη αποτελεί και η φορολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στη σύνδεση με τη ξηρά σε αντίθεση με τη χρήση των καυσίμων που δε φορολογούνται (Sisson & Mc Bride, 2010). Ωστόσο, η ΕΕ το 2011, χορήγησε εξαιρέσεις στη Γερμανία και τη Σουηδία για να επιτρέψει σε αυτές τις χώρες να προμηθεύουν ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά με μειωμένο συντελεστή (δηλαδή χωρίς να πληρώνουν τοπικούς περιβαλλοντικούς ενεργειακούς φόρους) ως κίνητρο στις ναυτιλιακές εταιρείες να χρησιμοποιούν ενέργεια από την ξηρά ενέργειας (Ballini & Bozzo, 2015). Μια ακόμη αμφιβολία για την διεύρυνση της μεθόδου συναντάται σχετικά με τη σταθερότητα του δικτύου, ένα τεχνικό πρόβλημα πολύ σημαντικό, που μπορεί όμως να λυθεί με προηγμένη μοντελοποίηση ή γραμμικό προγραμματισμό και ενδελεχή έρευνα των προοπτικών (Winkel et al., 2015).

Εν κατακλείδι, επικρατεί μεγάλη ανασφάλεια στην ναυτιλιακή αγορά για τη χρήση της μεθόδου της παροχής ενέργειας σε πλοία κατά τον ελλιμενισμό, **καθώς το**

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη)
+ Επικεφαλίδες CS (Times New Roman)

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη)
+ Επικεφαλίδες CS (Times New Roman), Πλάγια

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη)
+ Επικεφαλίδες CS (Times New Roman)

κόστος υλοποίησης είναι υψηλό και η εφαρμογή του βρίσκεται σε εμβρυικό στάδιο. Από την άλλη πλευρά, τα περιβαλλοντικά οφέλη δεν δύναται να ποσοτικοποιηθούν.

Κεφάλαιο 7^ο : Μελέτες Περίπτωσης εφαρμογών Cold Ironing στα Σύγχρονα Λιμάνια

Οι περισσότερες εγκαταστάσεις βρίσκονται κατά μήκος της Βόρειας Αμερικής και της Βόρειας Ευρώπης, λόγω της ισχυρής περιβαλλοντικής νομοθεσίας, την μεγάλη κοινωνική ευθύνη που διακατέχει της χώρες σε εκείνες της περιοχές. Παρατηρούμε πως το Cold Ironing εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια και πολλά σύγχρονα λιμάνια το έχουν υιοθετήσει.

Ο σχεδιασμός του συστήματος μπορεί να χωριστεί σε διάφορες ενότητες:

- ⇒ Κύριος εισερχόμενος σταθμός: Γίνεται σύνδεση με το εθνικό δίκτυο που μεταφέρει επίπεδα ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης σε έναν τοπικό υποσταθμό, όπου η τάση μειώνεται σε χαμηλότερο επίπεδο από έναν μετασχηματιστή. Μπορεί της να είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί η μετατροπή ισχύος εδώ, καθώς είναι σύνηθες να διαφέρουν η συχνότητα από την πλευρά της ακτής και η συχνότητα του πλοίου.
- ⇒ Καλώδια τροφοδοσίας: τα καλώδια υψηλής τάσης παρέχουν την ισχύ από τον υποσταθμό στον παράκτιο υποσταθμό στο τερματικό λιμένα.
- ⇒ Παραθαλάσσιος υποσταθμός: Εδώ η τάση μειώνεται περαιτέρω.
- ⇒ Κουκέτα: Τα καλώδια τοποθετούνται υπόγεια και συνδέονται σε σύστημα καρούλι καλωδίων για αποφυγή χειρισμός υψηλών τάσεων. Χρησιμοποιείται ένα δακτύλιο για την ανύψωση και το κατέβασμα του καλωδίου στο σκάφος.
- ⇒ Εγκατάσταση επί του σκάφους: Το σύστημα διαχείρισης καλωδίων χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του καλωδίου σε μια υποδοχή στο σκάφος.
- ⇒ Στη συνέχεια, η ισχύς τροφοδοτείται σε έναν τελικό μετασχηματιστή υποβάθμισης όπου η τάση μετατρέπεται στο επίπεδο που απαιτείται στο πλοίο.

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις είναι ο σχεδιασμός του συστήματος. Οι Coppola et al. (2016) επισημαίνουν ότι «από τεχνική άποψη το πιο κρίσιμο ζήτημα στη σύνδεση του ηλεκτρικού συστήματος του πλοίου με το κύριο δίκτυο οφείλεται στη διαφορά μεταξύ των ονομαστικών τάσεων και των συχνότητων τους». Αυτός ήταν συχνά ένας από τους κύριους αποφασιστικούς παράγοντες που αναφέρθηκαν σε μελέτες σκοπιμότητας για λιμάνια και ναυτιλιακές εταιρείες που τις εμπόδισαν να υιοθετήσουν την τεχνολογία (Khersonsky, 2007). Επιπλέον, οι Coppola et al. (2016) πρόσθεσαν ότι τα δύο κύρια ζητήματα είναι η ποιότητα της ενέργειας και τα θέματα ασφάλειας.

Πίνακας 3: Λιμάνια σε όλο τον κόσμο έχουν ήδη εφαρμόσει ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά (πηγή: WPCI, 2017).

Introduced	Port	Country	Introduced	Port	Country
2000	Gothenburg	Sweden	2010	Verko, Karlskrona	Sweden
2000	Zeebrugge	Belgium	2010	Amsterdam	Netherlands
2001	Juneau	USA	2011	Long Beach	USA
2004	Los Angeles	USA	2011	Oslo	Norway
2005	Seattle	USA	2011	Prince Rupert	Canada
2006	Kemi	Finland	2012	Rotterdam	Netherlands
2006	Kotka	Finland	2012	Oakland	USA
2006	Oulu	Finland	2012	Ystad	Sweden
2006	Stockholm	Sweden	2012	Helsinki	Finland
2008	Antwerp	Belgium	2013	Trelleborg	Sweden
2008	Lubeck	Germany	2014	Riga	Latvia
2009	Vancouver	Canada	2015	Bergen	Norway
2010	San Diego	USA	2015	Hamburg	Germany
2010	San Francisco	USA	2015	Civitavecchia	Italy

Αρκετά λιμάνια σε όλο τον κόσμο έχουν ήδη εφαρμόσει ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά. Στην Ευρώπη 28 λιμάνια έχουν υιοθετήσει τη μέθοδο ψυχρής τροφοδότησης

των πλοίων κατά τον ελλιμενισμό τους. Για παράδειγμα στα παρακάτω ευρωπαϊκά λιμάνια :Antwerp- Βέλγιο, στο Gothenburg- Σουηδία, Lubeck- Γερμανία, Ουλου-Φιλανδία. Ενώ, στην Αμερική έχει εφαρμοστεί στις πόλεις Los Angeles, Long Beach, Juneau- Αλάσκα, Vancouver, και Seattle (Innes & Monios, 2018). Στην επόμενη ενότητα, θα εξεταστούν εφαρμογές χερσαίων συστημάτων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά όπως παρουσιάζονται Gothenburg- Σουηδία και στην Αμερική Los Angeles, Long Beach.

7.1 Λιμάνια της Καλιφόρνια

Από την 1η Ιανουαρίου 2014, οι στόλοι που καταπλέαν στα λιμάνια της Καλιφόρνιας έπρεπε να σβήσουν τις βοηθητικές τους μηχανές και να συνδέσουν στο ηλεκτρικό δίκτυο ενώ βρίσκονται σε αγκυροβόλιο. Οι στόλοι πρέπει να συνδέονται στα ακόλουθα επίπεδα και να μειώνουν την ενσωματωμένη ισχύ κατά αυτά τα επίπεδα:

Πίνακας 4: Ποσοστό Επισκέψεων του στόλου σε κάθε λιμάνι της Καλιφόρνια. (πηγή : www.polb.com, 2022).

Κανονισμός ισχύος στην ακτή	
(% των επισκέψεων του στόλου σε κάθε λιμάνι της Καλιφόρνια)	
2014-2016	-> 50%
2017-2019	-> 70%
2020+	-> 80%

Επιπλέον, εάν ένα πλοίο είναι επί του παρόντος εξοπλισμένο για τροφοδοσία στην ξηρά και υπάρχει διαθέσιμη θέση αγκυροβόλησης για την ακτή, το πλοίο πρέπει να συνδεθεί με ρεύμα στην ξηρά. Ο κανονισμός ισχύει για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, πλοίων και κρουαζιερόπλοιων. Σύμφωνα με τον κανονισμό, τα λιμάνια του Long Beach και του Los Angeles θεωρούνται ένα λιμάνι με έναν μόνο στόλο. Υπάρχουν δύο συνιστώσες για την ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά: α. η υποδομή στην ξηρά και β. τροποποιήσεις ισχύος στο πλοίο. Τα παραπάνω λιμάνια

έχουν κατασκευάσει την υποδομή εδάφους. Οι ναυτιλιακές γραμμές είναι υπεύθυνοι για τις τροποποιήσεις μέσα στο πλοίο. Οι χειριστές πλοίων αντιμετωπίζουν οικονομικές κυρώσεις για μη συμμόρφωση με τον κανονισμό. Οι ποινές γράφονται στο Καλιφόρνια Κώδικας Υγείας και Ασφάλειας. Κυμαίνονται από 1.000\$ έως 75.000 \$ ανά παράβαση και εξαρτάται από τις περιστάσεις. Η Καλιφόρνια υπολογίζει τις παραβιάσεις, κατά τον τρόπο με τον οποίο, οποιαδήποτε ναυτιλιακή εταιρεία θα μπορούσε να συγκεντρώσει πολλαπλές παραβιάσεις για μία επίσκεψη πλοίου, που δεν συνδέθηκε με την εγκατάσταση ψυχρής τροφοδοσίας στην ξηρά (www.polb.com,2022).



Εικόνα 12. Χάρτης των χωρικών κλιμάκων στις οποίες συγκρίθηκαν οι εκπομπές από τα λιμάνια του Λος Άντζελες (POLA) και το Long Beach (POLB) και εκείνων από τους αυτοκινητόδρομους: α) Τοπική (δηλαδή, ζώνη πρόσκρουσης). και β) περιφερειακή (δηλαδή ολόκληρη η κομητεία του Λος Άντζελες (πηγή: Mousavi et al., 2018).

7.1.1 Λιμάνι Los Angeles

Η **τεχνολογία ψυχρής τροφοδότησης** ή Alternative Marine Power “AMP” όπως έχει ονομασθεί στο λιμάνι του Los Angeles, (Port of Angeles- POLA) είναι ένα μοναδικό στο είδος του πρόγραμμα για την ποιότητα του αέρα που εστιάζει στη μείωση των εκπομπών από τα ελλιμενιζόμενα εμπορευματοκιβώτια πλοία . Το λιμάνι του Los

Angeles είναι το πρώτο λιμάνι στον κόσμο που χρησιμοποιεί την ψυχρή τροφοδότηση για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Styhre et al. 2017).

Στις 21 Ιουνίου 2004 οι λιμενικές αρχές, ανακοίνωσαν το άνοιγμα 100 θέσεων ελλιμενισμού με δυνατότητες τεχνολογία ψυχρής τροφοδότησης, στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων West Basin. Η ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, έχει καθοριστικό ρόλο στην προσπάθεια μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από τα συγκεκριμένα μεγάλα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που καταπλέουν στο POLA. Στις 24 Φεβρουαρίου 2011, το λιμάνι του Los Angeles, έγινε το πρώτο λιμάνι παγκοσμίως που παρείχε -Alternative Marine Power- “AMP”- σε τρεις ξεχωριστές γραμμές κρουαζιέρας. Η Disney Cruise Line, η Princess Cruises και η Norwegian Cruise Line έχουν εκμεταλλευτεί τη μοναδική τεχνολογία AMP Mobile που αναπτύχθηκε επίσημα για το World Cruise Center. Σύμφωνα με την AMP τεχνολογία, η οποία χειρίζεται τη σύνδεση δύο μεμονωμένων κρουαζιερόπλοιων ταυτόχρονα λόγω ότι η τάση που χρησιμοποιείται στα περισσότερα συστήματα διανομής ηλεκτρικών πλοίων κρουαζιερόπλοιων είναι 6,6 kV ή 11 kV στις θέσεις ελλιμενισμού με δυνατότητα ψυχρής ανατροφοδότησης. Επί του παρόντος, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεταξύ 8 MW g έως 40 MW ισχύος σε δύο κρουαζιερόπλοια, 20 MW για κάθε σκάφος (www.portoflosangeles.org, 2022).

Η χερσαία εγκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας ή αλλιώς συνδέσεις OPS (on-shore Power Supply) είναι το αποτέλεσμα του προγράμματος που ξεκίνησε το 2001–No Net Emission Increase (NNEI), από τη δημοτική αρχή του Λος Άντζελες για το λιμάνι. Σκοπός της πολιτικής ήταν η συγκράτηση και η διατήρηση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα, όπως είναι τα κοινά παραπροϊόντα NOx και SOx των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από τις δραστηριότητες του λιμένα. Έτσι δημιουργήθηκε μια ομάδα εργασίας για την εκπόνηση ενός σχεδίου για την επίτευξη των στόχων του NNEI και ως αποτέλεσμα ξεκίνησε το πρόγραμμα Alternative Maritime Power (Δανιήλ, 2018).

Το λιμάνι για να αναπτύξει συνδέσεις Alternative Maritime Power – AMP- ενισχύει οικονομικά τα πλοία με τον ποσό των \$800.000 για την εγκατάσταση του εξοπλισμού για το κόστος εγκατάστασης του απαραίτητου εξοπλισμού AMP στο πρώτο πλοίο κάθε ιδιοκτήτη πλοίου που ήταν πελάτης του λιμανιού. Αυτό το καθεστώς αποζημίωσης είναι πολύ ελκυστικό για τους εφοπλιστές και οδήγησε σε ένα σύνολο 52

πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων νέας κατασκευής (5000 TEU) που εξοπλίστηκαν με τον κατάλληλο εξοπλισμό μεταξύ 2005 και 2008. Η επιτυχία του έργου οδήγησε σε 52 νέα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων εξοπλισμένα με συστήματα σύνδεσης από την ξηρά κατά τη διάρκεια της περιόδου 2005-2008, ενώ επίσης και άλλα λιμάνια των ΗΠΑ άρχισαν να λαμβάνουν υπόψη το πρόγραμμα, ειδικά στην περιοχή της Καλιφόρνιας, όπως θα εξεταστεί στην επόμενη ενότητα το λιμάνι Long Beach. Το πρόγραμμα Alternative Maritime Power -AMP- συνέβαλλε τόσο στην ανακατασκευή των πλοίων όσο και στην κατασκευή νέων πλοίων που θα είναι εξοπλισμένα με συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά στα επόμενα έτη (www.portoflosangeles.org, 2022).

7.1.2 Λιμάνι Long Beach

Το λιμάνι Long Beach (Port of Long Beach- POLB) κατατάσσεται επί του παρόντος στο δεύτερο πιο πολυσύχναστο λιμάνι εμπορευματοκιβωτίων στις ΗΠΑ, παρέχοντας άμεσα ή έμμεσα 30.000 θέσεις εργασίας στην περιοχή. Το οικονομικό έτος 2002, 65,5 εκατομμύρια μετρικοί τόνοι φορτίου αξίας άνω των 100 δισεκατομμυρίων USD διακινήθηκαν μέσω του συγκεκριμένου λιμένα (www.polb.com, 2022).

Η Environ εξέδωσε μια μελέτη σκοπιμότητας για χρήση της ηλεκτροδότησης από τη ξηρά για το λιμάνι του Long Beach καταλήγοντας σε πολλά ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Το πρώτο συμπέρασμα είναι η δραστική μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από φορτηγά πλοία που έφτασε στο λιμάνι του Long Beach με την ολοκλήρωση μιας νέας προβλήτας στην προβλήτα G. Το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας στην αποβάθρα G έχει χωρητικότητα 7,5 MVA, ή περίπου 6 MW, αρκετή για να τροφοδοτήσει περίπου 4.000 σπίτια (Styhre et al. 2017, www.environcorp.com, 2022).

Η εισαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από την πλευρά της ξηράς στην προβλήτα G είναι μέρος μιας μεγάλης 10ετούς ανακατασκευής 800 εκατομμυρίων δολαρίων του τερματικού σταθμού από το λιμάνι για τον ενοικιαστή, ο οποίος είναι η Υπηρεσία Διεθνών Μεταφορών. Στην προβλήτα G, βρίσκεται το επονομαζόμενο αγκυροβόλιο 232 και στα μελλοντικά βήματα είναι να καλωδιωθεί η ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά σε όλες τις θέσεις ελλιμενισμού που λειτουργούν. Η ηλεκτροκίνητη αγκυροβόλια στην προβλήτα G θα χειρίζεται 50 κλήσεις πλοίων ετησίως. Περίπου 8 εκατομμύρια

δολάρια δαπανήθηκαν από το λιμάνι του Long Beach για να εξοπλίσει την αποβάθρα G με ηλεκτρισμό στην ξηρά (Mousavi et al., 2018).

Στο λιμάνι της Αμερικής του Long Beach έχει αναπτυχθεί σύστημα τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά από το λιμάνι και την British Petroleum (BP) το οποίο τέθηκε σε λειτουργία το 2008. Αυτό το έργο είναι ξεχωριστό, καθώς αποτελεί την πρώτη ηλεκτρική σύνδεση στον κόσμο που έχει αναπτυχθεί για δεξαμενόπλοια. Δύο δεξαμενόπλοια έχουν εξοπλιστεί με τον απαραίτητο εξοπλισμό για να χρησιμοποιήσουν την ηλεκτρική τροφοδοσία. Το λιμάνι ολοκλήρωσε τις εργασίες για τον εξοπλισμό BP Terminal τερματικό υγρού χύδην πετρελαίου με ισχύ στην ξηρά. Το κοινό σχέδιο, που υλοποιήθηκε σε εθελοντική βάση, ολοκληρώθηκε με κόστος 23,7 εκατομμυρίων δολαρίων εκ των οποίων 17,5 εκατομμύρια δολάρια προήλθαν από το λιμάνι και 6,2 εκατομμύρια δολάρια από την BP (Mousavi et al., 2018).

Στην πράξη λοιπόν, κατά το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων ψυχρής τροφοδότησης στην προβλήτα G, εφαρμόστηκαν ορισμένες ειδικές πτυχές: όπως ότι η τάση μετατρέπεται από 12 kV σε τάση λειτουργίας 6,6 kV, παρέχοντας έως και 6 MW σε ισχύ. Τα συστήματα παροχής ψυχρής τροφοδότηση πλοίων απαιτούν επίσης υποσταθμούς, μετασχηματιστές ηλεκτρικού ρεύματος, διακόπτες, αγωγούς, καλώδια και πρίζες (Mousavi et al., 2018).

Παρακάτω παρατίθενται συνοπτικά, οι υποθέσεις σχεδιασμού για το Shore Power to Ship Power για ένα πλοίο σε θέση ελλιμενισμού, οι οποίες θα αποτελέσουν τη βάση για το σχεδιασμό του υποσταθμού, των τροφοδοτικών και των υποδοχών παροχής ισχύος στην ξηρά και των βυσμάτων πλοίου. Το Λιμάνι του Long Beach έχει σχεδιάσει και παρέχει εγκατάσταση σύμφωνα με τα στοιχεία 1 έως 9 που αναφέρονται παρακάτω : (www.polb.com, 2022)

1. Η εισερχόμενη τάση σέρβις στον υποσταθμό ηλεκτρικής ενέργειας στην ξηρά θα είναι 12.000 volt που θα τροφοδοτηθεί από την τοπική εταιρεία κοινής ωφέλειας ή από έναν τροφοδότη από ηλεκτρικό υποσταθμό.
2. Το σύστημα ισχύος στην ξηρά θα παρέχει ισχύ στις εξόδους της προβλήτας στα 6.600 volt, 3 φάσεις, 60 Hertz με αγωγό κυκλώματος γείωσης.
3. Το φορτίο σχεδιασμού για κάθε πλοίο είναι 7.500 KVA.

4. Κάθε αγκυροβόλιο θα έχει πρόσβαση σε εξόδους ρεύματος στην ξηρά σε πέντε θέσεις κατά μήκος της προβλήτας, σε απόσταση περίπου 220 πόδια (67 μέτρα) μεταξύ τους, καθεμία από τις οποίες θα έχει σχεδιαστεί για να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια 7.500 KVA. (Το αγκυροβόλιο ορίζεται ως ο χώρος που καταλαμβάνει ένα πλοίο κατά μήκος της προβλήτας). Στο μέλλον ενδέχεται να εγκατασταθεί λιγότερος αριθμός πριζών λόγω της βελτιωμένης τυπικής σχεδίασης του συστήματος.
5. Θα σχεδιαστεί υποσταθμός χωρητικότητας περίπου 7.500 KVA, με δυνατότητα τροφοδοσίας μιας θέσης με φορτίο σχεδιασμού ισάριθμου ρεύματος 7.500 KVA ανά αγκυροβόλιο.
6. Σε κάθε αγκυροβόλιο, ο υποσταθμός θα έχει χωρητικότητα για ένα μέγιστο ηλεκτρικό ρεύμα στην ξηρά που λειτουργεί κάθε φορά, με πλήρες φορτίο. Μια φυσική διάταξη ασφάλισης, όπως μια κλειδαριά κλειδώματος, θα σχεδιαστεί στις εξόδους ρεύματος στην ξηρά και στους σχετικούς διακόπτες κυκλώματος στον υποσταθμό για να αποτρέψει τη σύνδεση του προσωπικού στις πρίζες, εκτός εάν ο διακόπτης κυκλώματος είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δεν είναι ενεργοποιημένο.
7. Ο πίνακας μεταγωγής του υποσταθμού θα σχεδιαστεί για να τροφοδοτεί μία από τις πέντε παράκτιες πρίζες ρεύματος κάθε φορά, ανά θέση ελλιμενισμού. Ο πίνακας διανομής θα σχεδιαστεί για πέντε σημεία εξόδου. Ένας διακόπτης κυκλώματος για κάθε τροφοδότη εξόδου θα παρέχεται στη σχεδίαση του συστήματος διανομής. Καθένας από τους παράλληλους αγωγούς που χρησιμοποιούνται για τροφοδότες, θα έχει έναν αισθητήρα ηλεκτρικού ρεύματος για την παρακολούθηση της ισχύος του αγωγού. Αυτός ο αισθητήρας ρεύματος θα προκαλέσει την ενεργοποίηση του διακόπτη κυκλώματος σε περίπτωση υπέρβασης της μέγιστης ισχύος σε οποιονδήποτε παράλληλο αγωγό. Αυτό θα εφαρμοστεί για να περιοριστεί η χωρητικότητα ρεύματος για να αποφευχθεί η εξάντληση των αγωγών.
8. Ο υποσταθμός ηλεκτροπαραγωγής στην ξηρά θα βρίσκεται κοντά στην προβλήτα, αλλά όχι στην προβλήτα, για να αποφευχθούν παρεμβολές στις λειτουργίες του τερματικού σταθμού.
9. Ο παράκτιος υποσταθμός ηλεκτροπαραγωγής θα σχεδιαστεί με μετασχηματιστές ξηρού τύπου, αντί για μετασχηματιστές υγρού. Ένας

μετασηματιστής ξηρού τύπου 7.500 KVA θα σχεδιαστεί στον υποσταθμό, με δυνατότητα συνεχούς παροχής ρεύματος σε πλοίο.

7.2 Λιμάνι Gothenburg

Ο διευθυντής του λιμένα του Gothenburg, Magnus Karestedt, έχει τονίσει ότι “Το Gothenburg είναι ένα ζωντανό λιμάνι και η ναυτιλία είναι μέρος της ψυχής της πόλης. Είναι θέμα διασφάλισης ότι η πολύ μεγάλη κυκλοφορία των ferry-boat είναι όσο το δυνατόν πιο βέλτιστη από περιβαλλοντική άποψη, ιδιαίτερα κοντά σε το κέντρο της πόλης. Η σύνδεση των πλοίων με την παροχή ρεύματος στην ξηρά είναι ένα ισχυρό μέτρο μείωσης εκπομπών και θορύβου” (www.port.se, 2022).

Δεδομένου ότι, το λιμάνι του Gothenburg είναι το μεγαλύτερο λιμάνι της σκανδιναβικής περιοχής του, εξαιτίας τόσο η γεωγραφική θέση όσο και τα 26 καθημερινά σιδηροδρομικά λεωφορεία αποτελούν βασικές διαδρομές για τις εξαγωγικές εταιρείες, όπου ανήκουν στο σύνολό τους στην Σκανδιναβία. Η πλεονεκτική του θέση κάνει το συγκεκριμένο λιμάνι να έχει μεγάλη γκάμα από θαλάσσιες διαδρομές εντός και εκτός Ευρώπη. Ενώ ταυτοχρόνως, είναι το μόνο λιμάνι στη Σουηδία με δυνατότητα υποδοχής από τα μεγαλύτερα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων με απευθείας συνδέσεις με άλλα μέρη του κόσμου. Επιπροσθέτως, διαθέτει τερματικούς σταθμούς για εμπορεύματα Ro-Ro, εμπορευματοκιβώτια, επιβάτες, πετρέλαιο και οχήματα. Μεταξύ άλλων, το λιμάνι του Gothenburg ήταν το πρώτο στον κόσμο που εφάρμοσε την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά για τα πλοία. Έτσι, τα πλοία στο αγκυροβόλιο εφοδιάστηκαν με ηλεκτρική ισχύ υψηλής τάσης με αποτέλεσμα την πλήρη διακοπή λειτουργίας των κύριων μηχανών και των βοηθητικών γεννητριών τους. Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μεθόδων ψυχρής τροφοδότησης χρονολογείται από το έτος του 2000 στον τερματικό σταθμό Ro/Ro (www.portgot.se, 2022). Πριν από τη δημιουργία αυτής της σύνδεσης υψηλής τάσης, το λιμάνι ήδη προσέφερε (και εξακολουθεί να προσφέρει) ηλεκτρική ενέργεια χαμηλής τάσης από το 1989 για μέχρι τρία πλοία επιβατών / RoRo (ROPAX) (Δανιήλ, 2018).

Σήμερα, τα έργα παραγωγής ενέργειας στην ξηρά έχουν εξελιχθεί στο όριο που σχεδόν ένα στα τρία πλοία που καταπλέουν στο λιμάνι του Gothenburg μπορεί να βασίζεται πλήρως σε συστήματα ψυχρής τροφοδότησης, κλείνοντας έτσι όλους τους ρυπογόνους κινητήρες τους. Επίσης, η χρήση δύο τοπικών ανεμογεννητριών για την

παραγωγή «πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας» διασφαλίζει με αυτόν τον τρόπο ότι παράγεται η ισχύς με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο, συμβάλλοντας στη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως είναι τα κοινά παραπροϊόντα NOx και SOx των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Με την ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, οι λιμενικές αρχές ισχυρίζονται ότι ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις των εκπομπών ρύπων βοηθητικών κινητήρων, ενώ βρίσκονται στο λιμάνι (Mousavi et al., 2018).

Η χερσαία εγκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν συνεργασία μεταξύ του λιμένα του Gothenburg, της ABB και της Stena Lines. Η ιδιωτική εταιρεία Stena Lines εγκαίνιασε ένα ακτοπλοϊκό εργοστάσιο παροχής ρεύματος που λειτουργεί μεταξύ Γερμανίας και Σουηδίας. Όταν ολοκληρωθούν, και τα πέντε πορθμεία και επιβατηγά πλοία της StenaLines θα μπορούν να συνδέσουν τις λιμενικές εγκαταστάσεις για ηλεκτροδότηση, με αποτέλεσμα το 33% να χρησιμοποιεί συστήματα ψυχρής τροφοδότησης από όλα τα πλοία που καταπλέουν στο λιμάνι, ένα μοναδικό ποσοστό για τους διεθνείς όρους. Στο λιμάνι του Gothenburg ο χρόνος που χρειάζεται για μια ολοκληρωμένη σύνδεση πλοίου με το λιμάνι είναι 10 λεπτά (Zis et al., 2015).

7.3 Cold Ironing : Εξοικονόμηση Κόστους Υγείας στο Λιμάνι της Κοπεγχάγης

Η πεποίθηση είναι ότι η τεχνολογία ψυχρής τροφοδότησης είναι μια αποτελεσματική μέθοδος μείωσης των επιβλαβών εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα, εξαιτίας του δεδομένου αυτού, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση στον τομέα της υγείας. Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε για το λιμάνι της Κοπεγχάγης στην Δανία (Ballini & Bozzo, 2015), μελετήθηκε ο αντίκτυπος των επιβλαβών αερίων που ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από τα κρουαζιερόπλοια που ελλιμενίζονται στο λιμάνι. Ο κοινωνικοοικονομικός αντίκτυπος των εκπομπών καυσαερίων από κρουαζιερόπλοια στο λιμάνι της Κοπεγχάγης, όσον αφορά το εξωτερικό κόστος υγείας είναι σημαντικός. Έτσι λοιπόν, βρέθηκε πως κάθε χρόνο πεθαίνουν 3000-4000 άνθρωποι από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Τα ευρήματα της έρευνας επικεντρώνονται στην ανάλυση και ποσοτικοποίηση του κοινωνικό-οικονομικού οφέλους -κόστους της μεθόδου του Cold Ironing, στηριζόμενη σ' ένα μοντέλο για την εκτίμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης βασισμένη στο κόστος υγείας για κάθε άτομο, επιζητώντας

τα θετικά αποτελέσματα από τη χρήση της μεθόδου (Ballini & Bozzo, 2015). Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα σχετίζεται με την εξωτερική εκτίμησή της ρύπανσης (External Valuation of Air Pollution Model). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το συνολικό ετήσιο όφελος στο εξωτερικό κόστος υγείας, εάν το 60% των κρουαζιερόπλοιων που επισκέπτονταν το λιμάνι χρησιμοποιούσαν τη μέθοδο του Cold Ironing, (Nordic Energy Mix) αντί για ισχύ που παράγεται από βοηθητικούς κινητήρες (0,1% θείο MGO), η αποταμίευση θα μπορούσε να φτάσει τα 2,8 εκατομμύρια ευρώ με ποσοστό εξοικονόμησης 48% διοξείδιο του θείου, 96% οξείδια του αζώτου και 85% αιωρούμενα σωματίδια, χωρίς να περικλείει το όφελος από τις μειωμένες εκπομπές CO₂ (Ballini & Bozzo, 2015). Το 60% αντιστοιχεί περίπου στη συνολική χωρητικότητα της προτεινόμενης εταιρείας υποδομής Cold Ironing στην Κοπεγχάγη. Το υπόλοιπο 40% θα δύναται να συνεχίσει χρησιμοποιώντας ενέργεια που παράγεται από AG.

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά ο αναφερόμενος πίνακας: Πίνακας 5: Εξωτερικά κόστη υγείας (πηγή: Ballini & Bozzo, 2015).

Table 8
External health costs with 60% of vessels using shore power.

Vessels	SO ₂	NO _x	PM	CO ₂	Energy demand (MWh/season)
<i>No facility for shore power. All vessels use AE-generated power (0.1 sulphur MGO)</i>					
Vessels using AE power	€ 73,166,25	€ 4,569,754,741	€ 332,573,85	€ 408,590,73	€31,674
<i>60% vessels adapted to shore power (based on Nordic energy mix). All the other use AE-generated power (0.1 sulphur MGO)</i>					
Vessels using shore power	€ 15,365	€ 66,469	€ 19,954	€ 161,916	€ 19,004
Vessels using AE power	€ 29,266	€ 1,827,902	€ 133,030	€ 163,436	€ 19,669
Total	€ 44,631	€ 1,894,371	€ 152,984	€ 325,352	€ 31,674
Difference	€ 28,535	€ 2,675,384	€ 179,590	€ 83,238	
Percentage	48%	96%	85%	1%	
Total external saving cost using cold ironing				€ 2,833,508	
Total external saving cost using cold ironing (including CO ₂)				€ 2,966,747	

Το συνολικό κόστος κεφαλαίου για την ίδρυση μιας παράκτιας εταιρείας ηλεκτρικής ενέργειας στην Κοπεγχάγη που παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε τρεις θέσεις ελλιμενισμού ταυτόχρονα, όπως περιγράφεται στον Πίνακα , ανέρχεται σε περίπου. € 37 εκατομμύρια. Από κοινωνικοοικονομική άποψη, αυτό το κόστος κεφαλαίου θα ανακτηθεί από το εξοικονομούμενο κόστος υγείας σε 12-13 χρόνια, με έτος αναφοράς το καλοκαίρι του 2012 (Ballini & Bozzo, 2015).

Πίνακας 6. Κόστος όφελος του 60% των κρουαζιερόπλοιων που χρησιμοποιούν ενέργεια από την ξηρά στο λιμάνι της Κοπεγχάγης (θερινή περίοδος 2012). (πηγή: Ballini & Bozzo, 2015).

ΠΡΑΣΙΝΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΩΣΗΣ

Emission	1st Year	5th Year	10th Year	15th Year	20th Year
SO ₂	€ 28,535	€ 142,674	€ 285,348	€ 428,023	€ 570,697
NO _x	€ 2,675,384	€ 13,376,918	€ 26,753,837	€ 40,130,755	€ 53,507,674
PM	€ 179,590	€ 897,949	€ 1,795,899	€ 2,693,848	€ 3,591,798
Total	€ 2,883,508	€ 14,417,542	€ 28,835,084	€ 43,252,626	€ 57,670,168
CO ₂	€ 83,238	€ 416,192	€ 832,385	€ 1,248,577	€ 1,664,770
Total	€ 2,966,747	€ 14,833,734	€ 29,667,469	€ 44,501,203	€ 59,334,938

Κεφάλαιο 8^ο: Συγκριτικές Μελέτες Cold Ironing στα Ευρωπαϊκά Λιμάνια

8.1 Μελέτη στο Λιμάνι Κοπεγχάγης

Η ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, για κρουαζιερόπλοια σε λιμάνια της Βαλτικής Θάλασσας, κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Το 10-16% περίπου κυρίως των νεότερων κρουαζιερόπλοιων που δραστηριοποιούνται σε αυτές τις περιοχές έχουν δυνατότητα ψυχρής τροφοδότησης.

Σύμφωνα με την μελέτη των Ballini & Bozzo (2015) συνολικά 70 διαφορετικά κρουαζιερόπλοια επιβιβάστηκαν στην Κοπεγχάγη κατά τη θερινή περίοδο αιχμής (Μάιος-Αύγουστος) το 2012. Από αυτά, μόνο 6 είχαν την ικανότητα χρήσης ηλεκτροδότησης από τη ξηρά. Αυτά τα 6 πλοία πραγματοποίησαν 38 επισκέψεις στην Κοπεγχάγη, που αντιπροσωπεύουν μόλις το 12% των συνολικών επισκέψεων κρουαζιερόπλοιων - 308 για τη θερινή περίοδο, και πέρασαν συνολικά 426,5 ώρες στην Κοπεγχάγη. Τα χαμηλά ποσοστά χρήσης ψυχρής τροφοδότησης των κρουαζιερόπλοιων οφείλεται στα ζητήματα συμβατότητας που περιλαμβάνουν το γεγονός ότι η πλειονότητα τους είναι εξοπλισμένα με τεχνολογία που κυμαίνεται στη συχνότητα των 60 Hz (25) που αντιστοιχεί στην Βόρεια Αμερική (σε αντίθεση με το ευρωπαϊκό πρότυπο 50 Hz). Επιπλέον παράγοντας για την περιορισμένη χρήση ψυχρής τροφοδότησης αποτελεί η υπάρχουσα τεχνολογία σε κρουαζιερόπλοια η οποία συχνά

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη)
+ Επικεφαλίδες CS (Times New Roman), Ελληνικά

Μορφοποιήθηκε: Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη)
+ Επικεφαλίδες CS (Times New Roman), Ελληνικά

δεν συμμορφώνεται με τα νέα διεθνές πρότυπα ISO για τις συνδέσεις ξηράς υψηλής τάσης (HVSC) που υιοθετήθηκαν από το έτος του 2012 (Ballini & Bozzo, 2015).

Από τα κρουαζιερόπλοια που δραστηριοποιούνται στη περιοχή της Βαλτικής Θάλασσας, το 60% των κρουαζιερόπλοιων (σε σχέση με τη χωρητικότητα επιβατών) είναι νέα και μεγάλα πλοία που θα μπορούσαν ενδεχομένως να εξοπλιστούν εκ των υστέρων, με συμβατά ευρωπαϊκά πρότυπα, εάν εγκατασταθούν επιχειρήσεις κοινής ωφελείας στην ξηρά στους λιμένες της Βαλτικής (Ballini & Bozzo, 2015).

Εν κατακλείδι, η μετασκευή του υπάρχοντος στόλου κρουαζιερόπλοιων που δραστηριοποιούνται στη Βαλτική Θάλασσα θεωρείται το κλειδί της επιτυχίας για την προσαρμογή της τεχνολογίας ψυχρής τροφοδότησης. Διαφορετικά, αν η μετάβαση στην μέθοδο της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά, στην εν λόγω περιοχή βασιζόταν μόνο στην ανανέωση του στόλου με νεότερα πλοία με ικανότητα Cold Ironing, θα χρειαζούν έως και 20 χρόνια για να είναι έτοιμο το 80% ολόκληρου του στόλου στην περιοχή (Ballini & Bozzo, 2015).

8.2 Μελέτη στο Λιμάνι Aberdeen

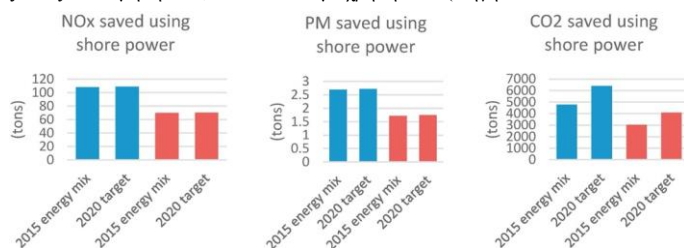
Μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην τρίτη μεγαλύτερη πόλη της Σκωτίας που βρίσκεται στη Βόρεια θάλασσα και εξυπηρετεί ιδιαίτερα τη βιομηχανία πετρελαίου, εξετάζει τη σκοπιμότητα εγκατάστασης παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από τη ξηρά στα ελλιμενισμένα πλοία, σε λιμένα μεσαίου μεγέθους με πολλές μικρές θέσεις ελλιμενισμού, με βάση την περίπτωση του Aberdeen (Innes & Monios, 2018).

Από την ανακάλυψη του πετρελαίου της Βόρειας Θάλασσας τη δεκαετία του 1970, το Aberdeen ήταν ο κύριος κόμβος πετρελαίου στην Ευρώπη. Δεδομένης της φήμης του λιμανιού του Aberdeen ως «πετρελαϊκής πρωτεύουσας της Ευρώπης», δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η πλειονότητα της θαλάσσιας κυκλοφορίας στο Aberdeen προέρχεται από πλοία υποστήριξης ανοικτής θαλάσσης, με αυτούς τους τύπους πλοίων να αντιπροσωπεύουν το 67% των συνολικών επισκέψεων το 2016. Τα πλοία υποστήριξης ανοικτής θαλάσσης (Supply ships ή OSV) είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση των διαφόρων τύπων πλοίων που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για την υποστήριξη της βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου. Αυτό περιλαμβάνει χειριστές άγκυρας, πλοία εφοδιασμού πλατφόρμας, υποθαλάσσια πλοία υποστήριξης και σκάφη αναμονής (Innes & Monios, 2018).

Η μελέτη των Innes & Monios, (2018), εξέτασε τα δεδομένα κλήσεων πλοίων όπου αναλύθηκαν για τον υπολογισμό της ζήτησης ενέργειας και σχεδιάστηκε ένα σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά, συμπεριλαμβανομένων ξεχωριστών μονάδων OPS για πολλές μικρές θέσεις ελλιμενισμού. Το συνολικό κόστος κεφαλαίου ήταν 7,4 εκατ. ευρώ και το σύστημα μπορούσε να εξοικονομήσει ετήσιες εκπομπές 108 τόνων NOx, 2,7 τόνων PM και 4.767 τόνων εκπομπών CO₂ αξίας 1,4 εκατ. ευρώ. Τα σενάρια απόσβεσης εξετάστηκαν μέσω κοινωνικού κόστους-οφέλους, με βάση το εξωτερικό κόστος της πιθανής εξοικονόμησης εκπομπών. Στην καλύτερη περίπτωση, τα σημαντικά οφέλη εξωτερικού κόστους θα επέστρεφαν το κεφάλαιο και το λειτουργικό κόστος του συστήματος σε μόλις 7,0 χρόνια ή 3,5 χρόνια εάν επιδοτηθούν κατά 50% από την ΕΕ. Οι προκλήσεις προκύπτουν από πολλές μικρές θέσεις ελλιμενισμού που χρειάζονται μεμονωμένες μονάδες OPS, μακριά καλώδια και αποθήκευση ρολού καλωδίου, καθώς και από την ανάγκη για πολλά πλοία να εγκαταστήσουν την ενσωματωμένη τεχνολογία (Innes & Monios, 2018).

Ο πίνακας 7, συγκρίνει σενάρια εξοικονόμησης εκπομπών για διαφορετικούς ρύπους, σύμφωνα με το ένα σενάριο : Όλα τα OSV και τα πορθμεία - μπλε στήλες) και το δεύτερο σενάριο τα 21 OSV που εντοπίστηκαν και τα πορθμεία - κόκκινες στήλες), όπως παρουσιάστηκε στην έρευνα των Innes & Monios, (2018).

Πίνακας 7: Εξοικονόμηση Nox, PM και CO₂ με χρήση OPS (πηγή: Innes & Monios, 2018)



8.3 Cold Ironing :Προοπτικές εφαρμογής Cold Ironing στους λιμένες της Ελλάδας

A. Λιμάνι Ηγουμενίτσας

Το λιμάνι της Ηγουμενίτσας κατέχει στρατηγική θέση, καθώς έχει συγκριτικά του πλεονεκτήματα έναντι άλλων λιμένων. Αυτό οφείλεται, στις δυνατότητες που

προσφέρει η βελτιωμένη διατροφική διαδρομή κατά μήκος του διάδρομου Αδριατικής-Ιονίου που μπορεί να στηρίξει την ένταξη των Θαλάσσιων Διαδρόμων σε μια σύνθετη αλυσίδα εφοδιασμού μεταξύ της Νοτιοανατολικής Ευρώπης (Ελλάδα, Αλβανία, Βουλγαρία, ΠΓΔΜ, Τουρκία) και σε άλλες χώρες των Βαλκανίων (Κροατία, Βοσνία-Ερζεγοβίνη, Σερβία, Μαυροβούνιο, Ρουμανία), καθώς και την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη (Βόρεια και Κεντρική Ιταλία, Αυστρία, Γερμανία, Σλοβενία, Γαλλία, Ισπανία). Οι στρατηγικοί στόχοι που επιδιώκονται για το επόμενο διάστημα, δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην ενίσχυση του λιμανιού ως «Πράσινου λιμένα» και “Zero Energy Port”, στην ανάπτυξη έργων υποδομής για την παροχή υπηρεσιών στα ασυνόδευτα φορτία, την καθιέρωση της Ηγουμενίτσας ως προορισμού Κρουαζιέρα, καθώς και στην ανάπτυξη δικτύου για τις Μαρίνες (www.esos.gr, 2021). Όπως πραγματοποιήθηκε πρόσφατα τον Σεπτέμβριο 2021, στο Άμστερνταμ, με θέμα “Change crises to opportunities and climate friendly operation”, τονίζοντας ο Διευθύνων Σύμβουλος του Λιμένα της Ηγουμενίτσας κ. Αθανάσιος Πορφύρης, κατά την διάρκεια του συνεδρίου, για την άμεση προοπτική για ηλεκτροδότηση των πλοίων δια ξηράς, τη δημιουργία κεντρικού συστήματος ενεργειακής διαχείρισης και τηλεμετρικής παρακολούθησης, όπως και τη δημιουργία συστήματος αποθήκευσης ενέργειας. Μέσω των καινοτομιών αυτών, προβλέπεται να εξασφαλισθεί η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας στο λιμένα της Ηγουμενίτσας και της γύρω περιοχής. Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου έργου αναμένεται να αποτελέσουν σημείο αναφοράς σε επίπεδο μεθοδολογίας και τεχνικών προδιαγραφών σε πολλούς εθνικούς και ευρωπαϊκούς λιμένες. Παράλληλα, ο *Οργανισμός Λιμένος Ηγουμενίτσας (Ο.Λ.ΗΓ. Α.Ε.)* και το *Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων της Σχολής Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής μέσω του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) «Οργάνωση, Λειτουργία, Ανάπτυξη και Διοίκηση Λιμένων»* προχώρησαν στην υπογραφή *Πρωτοκόλλου Συνεργασίας*. Βασικός στόχος της συνεργασίας είναι η ανταλλαγή γνώσης και εφαρμοσμένων βέλτιστων πρακτικών μεταξύ των δύο πλευρών (www.naftemporiki.gr, 2021).

B. Λιμένας Ηρακλείου

Οι προοπτικές μεγάλου αναπτυξιακού έργου που θα μετασχηματίσει το λιμάνι του Ηρακλείου σε ένα πράσινο Λιμάνι με τη δημιουργία εγκαταστάσεων ηλεκτροδότησης πλοίων από την ξηρά (Cold Ironing), συζητήθηκαν στην

Ημερίδα, «ELECTRIPORT –Ευκαιρίες και Δυνατότητες σε Λιμενικές Εγκαταστάσεις και Παραλιμένες Πόλεις», που πραγματοποιήθηκε από τον Οργανισμό Λιμένος Ηρακλείου. Στην σημαντικότητα του έργου Cold Ironing για Λιμάνι του Ηρακλείου, αναφέρθηκαν οι περισσότεροι εμπλεκόμενοι, η διοίκηση του Οργανισμού Λιμένος Ηρακλείου, η Περιφέρεια Κρήτης και ο Δήμος. Επισημαίνοντας χαρακτηριστικά ο Διευθύνων Σύμβουλος κ. Μηνάς Παπαδάκης ότι «η εγκατάσταση Cold Ironing θα αλλάξει το δραματικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της πόλης μας και φιλοδοξούμε να είναι το λιμάνι του Ηρακλείου το πρώτο που θα αποκτήσει τέτοιου είδους εγκαταστάσεις στην Ελλάδα». Η χρονική στιγμή ορίζεται ως εξαιρετική, για την υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου, λόγω της διασύνδεσης της Κρήτης με το ηλεκτρικό δίκτυο της Ηπειρωτικής Ελλάδας, που καθιστά την ανάπτυξη εγκαταστάσεων Cold Ironing στο λιμάνι του Ηρακλείου βιώσιμη και τεχνικά εφικτή (www.newmoney.gr, 2021).

Συμπεράσματα- Συζήτηση

Το τελευταίο ερώτημα που πρέπει να τεθεί είναι γιατί η βιωσιμότητα θεωρείται πάντα το τελευταίο πράγμα; Ως ακαδημαϊκοί πρέπει να αντιμετωπίσουμε αυτό το ερώτημα οι ίδιοι, ακόμη και όπως το ζητάμε από τη ναυτιλιακή βιομηχανία και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Είναι η μείωση της ρύπανσης απλώς ένα πιθανό πρόσθετο που πρέπει να αξιολογηθεί και να εξεταστεί ή πρέπει να είναι μια ουσιαστική ενέργεια που πρέπει να αναληφθεί και να εσωτερικοποιηθεί το πρόσθετο κόστος; Η επανάσταση των εμπορευματοκιβωτίων σήμαινε ότι το κόστος θαλάσσιων μεταφορών σήμερα αντιπροσωπεύει μόνο ένα κλάσμα του συνολικού κόστους των εμπορευμάτων. Παγκοσμίως, το κόστος μεταφοράς είναι κατά μέσο όρο μόνο 3% της αξίας των αγαθών, και για πολλά καταναλωτικά αγαθά το ποσοστό είναι ακόμη μικρότερο.

Ένα οικολογικό λιμάνι, γνωστό και ως πράσινο λιμάνι ή Green Port σύμφωνα με την αγγλική ορολογία, είναι ένα λιμάνι αειφόρου ανάπτυξης, το οποίο όχι μόνο ανταποκρίνεται στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις, αλλά αυξάνει και τα οικονομικά τους συμφέροντα. Το βασικό ζήτημα του πράσινου λιμένα είναι να βρεθεί ένα σημείο ισορροπίας μεταξύ των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των οικονομικών συμφερόντων. Η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη των λιμανιών δεν πρέπει να υπερβαίνει τη φέρουσα ικανότητα του αντίστοιχου φυσικού συστήματος. Το εύλογο

σημείο ισορροπίας βασίζεται στη σωστή κρίση της περιβαλλοντικής κατανάλωσης και των οικονομικών συμφερόντων και πληροί την απαίτηση ότι οι αναστρέψιμες περιβαλλοντικές αλλαγές δεν συμβαίνουν ποτέ. Ο κύριος στόχος του πράσινου λιμένα είναι να δημιουργήσει ένα καλό οικολογικό περιβάλλον και υψηλή οικονομική απόδοση στο λιμάνι, να εξασφαλίσει τη συνολική αρμονική και βιώσιμη κατασκευή του πολυσύνθετου οικοσυστήματος κοινότητας-οικονομίας-περιβάλλοντος στο λιμάνι και να εδραιώσει την ηγετική θέση του λιμένα στο σύγχρονες μεταφορές, logistics, λιμενικές υπηρεσίες και ολοκληρωμένο βιομηχανικό σύστημα.

Κατά την διάρκεια της εκπόνησης της συγκεκριμένης εργασίας προέκυψε το εξής ερώτημα: αν η χρήση της ηλεκτροδότησης από την ξηρά (cold ironing) στα σύγχρονα παγκόσμια λιμάνια, μπορεί να αποτελέσει μια βιώσιμη και περιβαλλοντική λύση, δηλαδή να συμπεριληφθεί ως πρακτική στον όρο «πράσινα λιμάνια». Όπως αναλύθηκε παραπάνω, η μέθοδος του CI εφαρμόζεται σε όλο ένα και περισσότερα λιμάνια στον κόσμο ως ένα μέτρο που ανήκει στην εννοιολογική προσέγγιση “Green Ports” ή αλλιώς «Πράσινα Λιμάνια».

Η ανάπτυξη του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, είναι μία σύγχρονη τεχνολογία που έχει ως σκοπό να συντελέσει σε σημαντικές περικοπές στους ατμοσφαιρικούς ρύπους και στις εκπομπές CO₂, αλλά και σε αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας, αποτελώντας μία από τις διαθέσιμες εναλλακτικές πρακτικές για την βιωσιμότητα στην ναυτιλία. Αρκετές επιστημονικές μελέτες που αναλύθηκαν παραπάνω συνηγορούν ότι από την γενικότερη εφαρμογή του συστήματος τροφοδοσίας των πλοίων με ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά, (Cold Ironing) θα προκύψουν πολλά περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη ώστε να αντισταθμιστεί το υψηλό κόστος επένδυσης.

Οι περισσότερες μελέτες, σχετικά με την On-Shore Supply Energy αποδεικνύουν τα κοινωνικά οφέλη, **με τη δημιουργία εσόδων από τον αντίκτυπο στην υγεία και την περίοδο απόσβεσης των λιμενικών επενδύσεων, λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά ποσοστά εισχώρησης στη χρήση** Τα περιβαλλοντικά οφέλη του CI εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν το μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την On-Shore Supply Energy παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας -ΑΠΕ-, αυτές αποδείχθηκαν κατά πλειοψηφία θετικές. Τα ευρήματα της βιβλιογραφικής έρευνας επικεντρώνονται στην ανάλυση και ποσοτικοποίηση του κοινωνικού οφέλους -κόστους της μεθόδου του Cold

Ironing, παρουσιάζοντας το συνολικό ετήσιο όφελος στο εξωτερικό κόστος υγείας, εάν το 60% των κρουαζιερόπλοιων που επισκέπτονταν το λιμάνι της Κοπεγχάγης χρησιμοποιούσαν τη μέθοδο του Cold Ironing, αντί για ισχύ που παράγεται από βοηθητικούς κινητήρες (0,1% θείο MGO), η αποταμίευση θα μπορούσε να φτάσει τα 2,8 εκατομμύρια ευρώ με ποσοστό εξοικονόμησης 48% διοξείδιο του θείου, 96% οξείδια του αζώτου και 85% αιωρούμενα σωματίδια. Η μελέτη στον λιμένα της Σκωτίας, εξετάσε τα δεδομένα κλήσεων πλοίων όπου αναλύθηκαν για τον υπολογισμό της ζήτησης ενέργειας και σχεδιάστηκε ένα σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά, συμπεριλαμβανομένων ξεχωριστών μονάδων OPS για πολλές μικρές θέσεις ελλιμενισμού. Το συνολικό κόστος κεφαλαίου ήταν 7,4 εκατ. ευρώ και το σύστημα μπορούσε να εξοικονομήσει ετήσιες εκπομπές 108 τόνων NOx, 2,7 τόνων PM και 4.767 τόνων εκπομπών CO₂ αξίας 1,4 εκατ. ευρώ. Τα σενάρια απόσβεσης εξετάστηκαν μέσω κοινωνικού κόστους-οφέλους, με βάση το εξωτερικό κόστος της πιθανής εξοικονόμησης εκπομπών. Στην καλύτερη περίπτωση, τα σημαντικά οφέλη εξωτερικού κόστους θα επέστρεφαν το κεφάλαιο και το λειτουργικό κόστος του συστήματος σε μόλις 7,0 χρόνια ή 3,5 χρόνια εάν επιδοτηθούν κατά 50% από την ΕΕ. Όπως αναλύσαμε ήδη, οι περισσότερες εγκαταστάσεις βρίσκονται κατά μήκος της Βόρειας Αμερικής και της Βόρειας Ευρώπης, λόγω της ισχυρής περιβαλλοντικής νομοθεσίας, την μεγάλη κοινωνική ευθύνη που διακατέχει τις χώρες σε εκείνες τις περιοχές.

Παρατηρούμε πως το Cold Ironing εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια και πολλά σύγχρονα λιμάνια το έχουν υιοθετήσει. Αυτή η εξάρτηση από κοινωνικά οφέλη για να δικαιολογήσει την επένδυση εξηγεί γιατί προς το παρόν ότι η τεχνολογία εφαρμόζεται μόνο σε χώρες όπου έχει προσφερθεί οικονομική στήριξη από κυβερνήσεις και άλλες εξωτερικές πηγές. Προηγούμενη έρευνα είχε επικεντρωθεί στην εγκατάσταση της τεχνολογίας σε μεγάλα λιμάνια, αλλά εάν πρόκειται να επιτευχθούν οι στόχοι πολιτικής (ειδικά στην ΕΕ), τότε και μικρότερα λιμάνια πρέπει να εγκαταστήσουν την τεχνολογία. Επομένως, αυτή η ερευνητική εργασία εξετάζει τη σκοπιμότητα εγκατάστασης ψυχρής τροφοδότησης σε λιμένες μεσαίου μεγέθους με πολλές μικρές θέσεις ελλιμενισμού, με βάση την περίπτωση του Aberdeen, όπου οι μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας δύναται να εφαρμοστούν στην περίπτωση των εθνικών λιμένων Ηγουμένιτσας και Ηρακλείου. Οι στρατηγικοί στόχοι που επιδιώκονται για το επόμενο διάστημα, δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην ενίσχυση του

λιμανιού Ηγουμενίτσας ως «Πράσινου λιμένα» και “Zero Energy Port”, καθώς και οι προοπτικές ενός μεγάλου αναπτυξιακού έργου που θα μετασχηματίσει το λιμάνι του Ηρακλείου σε ένα πράσινο Λιμάνι με τη δημιουργία εγκαταστάσεων ηλεκτροδότησης πλοίων από την ξηρά (Cold Ironing),

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Anastasopoulou Despina & Kolios, Stavros & Chrysostomos Stylios. (2011). *How will Greek ports become green ports?*. Geo-Eco-Marina. 17. 73-80.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.09.044>.
2. Arduino, G., Murillo, D.C., Ferrari, C., (2011). *Key factors and barriers to the adoption of cold ironing in Europe (No. 1115)*.
3. Ballini F. , R. Bozzo *Air pollution from ships in ports: The socio-economic benefit of cold-ironing technology* Res. Transport. Bus. Manage., 17 (2015), pp. 92-98.
4. Bergqvist, R., Monios, J. (2019). *Green ports in theory and practice*. In: Bergqvist, R., Monios, J. (Eds). *Green Ports; Inland and Seaside Sustainable Transportation Strategies*. Elsevier: Cambridge, MA. Pp.1-17
5. Blewitt, J. (2014). *Understanding sustainable development*. London, England: Routledge.
6. Eliot J. *An introduction to sustainable development*. New York.
7. Chiu, R., Lin, L., & Ting, S. (2014). *Evaluation of Green Port Factors and Performance: A Fuzzy AHP Analysis*. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-12. doi:10.1155/2014/802976
8. Coppola, T. *et al. (2016) A sustainable electrical interface to mitigate emissions due to power supply in ports*. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 54, pp. 816-823
9. ESPO. (2012), *Green Guide*, [online], Διαθέσιμο στο: https://www.espo.be/media/espopublications/espo_green%20guide_october%202012_final.pdf, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 21 Ιανουαρίου 2022].

10. ESPO. (2020), ESPO's Roadmap to implement the European Green Deal objectives in ports [Position Paper]. [online], Διαθέσιμο στο: [https://www.espo.be/media/ESPO Green Deal position paper Green Deal- FINAL.pdf](https://www.espo.be/media/ESPO%20Green%20Deal%20position%20paper%20Green%20Deal-FINAL.pdf), [Ημερομηνία Πρόσβασης: 21 Ιανουαρίου 2022].
11. ESPO. (2020), ESPO Environmental Report 2020 [Environmental Report]. [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.espo.be/publications/espo-environmental-report-2020>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 22 Ιανουαρίου 2022].
12. Ericsson, P. & Fazlagic I. (2008). *Shore Side Power Supply: A feasibility study and a technical solution for an onshore electrical infrastructure to supply vessels with electrical power while in port*. Department of Energy and Environment Division of electric power engineering. Masters program in Electric Power Engineering. chalmers university of technology. Göteborg, Sweden. Διαθέσιμο στο: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/174062/174062.pdf>
13. International Maritime Organisation, (2022). Maritime Security. Διαθέσιμο στο : <https://www.imo.org/en/OurWork/Security/Pages/Default.aspx> [Ημερομηνία Πρόσβασης: 17 Φεβρουαρίου 2022].
14. European Commission, (2005). Directive 2005/33/EC amending Directive 1999/32/EC as regards the sulphur content of marine fuels.
15. European Commission, (2009). Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community (Text with EEA relevance).
16. European Commission, (2017). Study on differentiated port infrastructure charges to promote environmentally friendly maritime transport activities and sustainable transportation.
17. EU COM (2011) 144 Final, (2011). WHITE PAPER Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. Brussels.
18. Ferretti Group. (2008). *Ferretti technology: the hybrid "Zero Emission Mode" system*. Ανάκτηση από <https://www.ferrettigroup.com/en-us/News-and-Events/Detail/t/Ferretti-technology-the-hybrid-Zero-Emission-Mode/y/2008/n/558>
19. Innes, A., & Monios, J. (2018). *Identifying the unique challenges of installing cold ironing at small and medium ports – The case of Aberdeen*, Transportation Research Part
20. Khersonsky Y. , M. Islam, K. Peterson, (2007). *Challenges of connecting shipboard marine systems to medium voltage shoreside electrical power*. *EEE Trans. Ind. Appl.*, 43 (3) (2007), pp. 838-844
21. Martinez-Lopez A., Romero-Filgueira A., Chica M. (2021) *Specific environmental charges to boost Cold Ironing use in the European Short Sea Shipping*, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102775>.

22. Mousavi A., (2018). *Impact of particulate matter (PM) emissions from ships, locomotives, and freeways in the communities near the ports of Los Angeles (POLA) and Long Beach (POLB) on the air quality in the Los Angeles county.*
23. Ouchi et al. (2013). “*Wind Challenger*” the Next Generation Hybrid Sailing Vessel.
24. Ports of Stockholm, 2020. *Onshore power connection for vessels.* Available at: Onshore power connection for vessels - portsofstockholm.com (ανάκτηση January, 2021).
25. Sisson, M., McBride, K. (2010) “*The economics of cold ironing*”, available online: www.porttechnology.org
26. Stopford, D. (2010). *How shipping has changed the world & the social impact of shipping.*
27. Styhre et al. (2017). *Greenhouse gas emissions from ships in ports – Case studies in four continents*, Transportation Research Part D.
28. Winkel et al. (2015). *Potential for Shore Side Electricity in Europe FINAL REPORT.* Ανάκτηση από <https://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2014-potential-for-shore-side-electricity-in-europe.pdf>
29. Zis T. ,(2019). *Prospects of cold ironing as an emissions reduction option.* Transp. Res. Part A, 119 , pp. 82-95.
30. Zis T., et al. (2015). *Environmental balance of shipping emissions reduction strategies* Transport. Res. Record: J. Transport. Res. Board, 2479, pp. 25-33
31. Global limit on sulphur in ships' fuel oil reduced from 01 January 2020, [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/34-IMO-2020-sulphur-limit.aspx>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 22 Ιανουαρίου 2022].
32. What is an advanced air quality system or “scrubber”?, [online], Διαθέσιμο στο: <https://carnivalaaqs.com/>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 23 Ιανουαρίου 2022].
33. Ships at berth can plug into landside electricity, drastically reducing emissions, [on line] Διαθέσιμο στο: <https://polb.com/environment/shore-power/#shore-power-faqs> [Ημερομηνία Πρόσβασης: 22 Ιανουαρίου 2022].
34. HIGH VOLTAGE SHORE CONNECTION (HVSC)* | Port of Los Angeles https://www.portoflosangeles.org/getmedia/c85eed58-2034-4197-9e88-85af73bf25a3/AMP_Power_Transfer_Conference [on line] Διαθέσιμο στο: [Ημερομηνία Πρόσβασης: 22 Ιανουαρίου 2022].
35. Shore Power Program. <https://polb.com/environment/shore-power#shore-power-program-details>. [on line] Διαθέσιμο στο: [Ημερομηνία Πρόσβασης: 22 Ιανουαρίου 2022].
36. Shore Power Program. <https://polb.com/civica/filebank/blobdload.asp?BlobID=2158>. [on line] Διαθέσιμο στο: [Ημερομηνία Πρόσβασης: 22 Ιανουαρίου 2022].

37. Δανιήλ, Α., (2018), Διερεύνηση Μεθόδων Ενεργειακής Αναβάθμισης στο Λιμάνι της Πάτρας. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων-Μηχανικών.
38. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (2018), έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο σχετικά με την εφαρμογή και τη συμμόρφωση με τα πρότυπα για το θείο στα καύσιμα πλοίων, όπως ορίζονται στην οδηγία (ΕΕ) 2016/802 σχετικά με τη μείωση της περιεκτικότητας ορισμένων υγρών καυσίμων σε θείο. Διαθέσιμο από: <https://www.ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EL/COM-2018-188-F1-EL-MAIN-PART-1.PDF>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2022].
39. Καπαρέλος Λ., Φουφλή Σ., (2016), Αειφόρος και βιώσιμη ανάπτυξη και οι επιπτώσεις της στις νέες επιχειρήσεις, [online], Διαθέσιμο στο: <http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2849/%CE%91%CE%B5%CE%B9%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%B2%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B7%20%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%BF%CE%B9%20%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CF%84%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CF%84%CE%B7%CF%82%20%CF%83%CF%84%CE%B9%CF%82%20%CE%BD%CE%AD%CE%B5%CF%82%20%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf?sequence=1>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 20 Ιανουαρίου 2022]
40. Ματθαίος Δ., (2020), Οι νέοι περιβαλλοντολογικοί κανονισμοί του IMO σε εφαρμογή από 1/1/2020,[online], (02 Ιανουαρίου 2020), Διαθέσιμο από: <https://www.naftemporiki.gr/story/1547488/oi-neoi-periballontologikoi-kanonismoi-tou-imo-se-efarmogi-apo-1-1-2020>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2022].
41. Τριχιάς Μ., (2019), IMO 2020: Η πράσινη πρόκληση στη ναυτιλία, [online], (19 Δεκεμβρίου 2020), Διαθέσιμο στο: <https://www.rsm.global/greece/news/imo-2020-i-prasini-proklisi-sti-navtilia>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2022].
42. Χατζηλάου και άλλοι, (2006). *Εξελίξεις στην ηλεκτροπρόωση πλοίων και ανασκόπηση ζητημάτων σχεδιασμού στο πλήρως εξηλεκτρισμένο*

- πλοίο. Διαθέσιμο από : http://library.tee.gr/digital/m2102/m2102_hatzilaou.pdf, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2022].
43. www.energypress.gr, (2016), Από το 2020 το νέο καύσιμο μειωμένου θείου στα πλοία, [online], (01 Νοεμβρίου 2016), Διαθέσιμο από: <https://energypress.gr/news/apo-2020-neo-kaysimo-meiomenoy-theioy-sta-ploia>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2022].
44. www.esos.gr (2021), Συνεργασία του ΠΑΔΑ με τον Οργανισμό Λιμένος Ηγουμενίτσας, την πρώτη Ελληνική προσπάθεια ολιστικής μετατροπής σε πράσινο λιμάνι, Διαθέσιμο στο: <https://www.esos.gr/arthra/75171/synergasia-toy-pada-me-ton-organismo-limenos-igoymenitsas-tin-proti-elliniki> [Ημερομηνία Πρόσβασης: 25 Φεβρουαρίου 2022]
45. www.kuehne-nagel.com, (2019), Μείωση εκπομπών οξειδίου του θείου, Κανονισμός IMO 2020, [online], (Ιούνιος 2019), Διαθέσιμο στο: https://gr.kuehne-nagel.com/fileadmin/country_page_structure/EE/Greece/Documents/FS/IMO_2020_FAQ_June_2019_GR.pdf, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2022].
46. www.naftikachronika.gr, (2020), Τα βιοκαύσιμα στη φαρέτρα της HMM, [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.naftikachronika.gr/2021/12/24/ta-viokafsima-sti-faretra-tis-hmm>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 18 Ιανουαρίου 2022].
47. www.naftikachronika.gr, (2020), Η MTM επεκτείνει τη χρήση βιοκαυσίμων μετά από επιτυχή δοκιμή, [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.reporter.gr/content/tag/%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9A%CE%91%CE%A5%CE%A3%CE%99%CE%9C%CE%91%20%CE%9D%CE%91%CE%A5%CE%A4%CE%99%CE%9B%CE%99%CE%91>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 18 Ιανουαρίου 2022].
48. www.naftikachronika.gr, (2020), Κινητήρας διπλού καυσίμου, ιστία και ηλιακά πάνελ σε ένα πλοίο, [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.naftikachronika.gr/2020/06/14/kinitiras-diplou-kafsimou-istia-kai-iliaka-panel-se-ena-ploio/>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 19 Ιανουαρίου 2022].
49. www.naftemporiki.gr, (2018), Ιαπωνία: Άκαμπα ηλιακά πανιά για την ταυτόχρονη εκμετάλλευση της δύναμης του ήλιου και του ανέμου, [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.naftikachronika.gr/2020/06/14/kinitiras-diplou-kafsimou-istia-kai-iliaka-panel-se-ena-ploio/>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 19 Ιανουαρίου 2022].

50. www.naftemporiki.gr , (2021), Οι Έλληνες εφοπλιστές για τη δέσμη μέτρων της ΕΕ «Fit for 55», [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.naftemporiki.gr/finance/story/1749786/oi-ellines-efoplistes-gia-ti-desmi-metron-tis-ee-fit-for-55>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 19 Ιανουαρίου 2022].
51. www.naftemporiki.gr , (2021), «Fit for 55» και ναυτιλία: Πώς θα επιτευχθεί η ενεργειακή μετάβαση, [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.naftemporiki.gr/finance/story/1749786/oi-ellines-efoplistes-gia-ti-desmi-metron-tis-ee-fit-for-55>, [Ημερομηνία Πρόσβασης: 19 Ιανουαρίου 2022].
52. www.unimc.it, (2020), Τι είναι η βιωσιμότητα;, [online], Διαθέσιμο στο: <https://www.unimc.it/farminc/el/mod4/unit4.html> , [Ημερομηνία Πρόσβασης: 18 Ιανουαρίου 2022].
53. www.naftemporiki.gr (2021) Πράσινο λιμάνι ο στόχος για την Ηγουμενίτσα. Διαθέσιμο στο : <https://www.naftemporiki.gr/finance/story/1781270/prasino-limani-o-stoxos-gia-tin-igoumenitsa> [Ημερομηνία Πρόσβασης: 25 Φεβρουαρίου 2022]ΟΛΗ:
54. www.newmoney.gr (2021) ΟΛΗ: Πράσινο λιμάνι μέσω της ηλεκτροδότησης πλοίων. Διαθέσιμο στο : <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/nautilia/oli-prasino-limani-meso-tis-ilektrodotisis-plion/> [Ημερομηνία Πρόσβασης: 25 Φεβρουαρίου 2022]

