

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ: ΛΙΜΑΝΙΑ  
ΜΗΔΕΝΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ  
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**ΚΑΖΑΚΛΑΡΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**

*Διπλωματική Εργασία*

*που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς  
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών  
Σπουδών στη Ναυτιλία*

*Πειραιάς*

*Μάιος 2023*

## **Δήλωση αυθεντικότητας/ζητήματα copyright**

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

Καζακλάρη Γεωργία

## **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

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

Τα μέλη της Επιτροπής:

- Μποϊλέ Μαρία-Πούλια - Επιβλέπουσα
- Δανιήλ Γεώργιος
- Χατζηνικολάου Στέφανος

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

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει κατά πόσο τα ευρωπαϊκά λιμάνια είναι πράσινα και ποιες ενέργειες δύναται να αναληφθούν προς αυτή την κατεύθυνση. Αρχικά, γίνεται αναφορά στη σύγχρονη πραγματικότητα και στις περιβαλλοντικές προκλήσεις με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπος ο τομέας της ναυτιλίας τα τελευταία χρόνια. Έπειτα γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού της έννοιας του πράσινου λιμένα και παρατίθενται περιβαλλοντικοί κανονισμοί που αφορούν τόσο διεθνείς διατάξεις, όπως είναι το Παράρτημα VI MARPOL 73/78, όσο και ευρωπαϊκές.

Στη συνέχεια, περιγράφονται τα χαρακτηριστικά ορισμένων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και τα οφέλη που προσφέρουν στη λιμενική βιομηχανία. Αφού γίνει αντιληπτό το τι μπορεί να προσφέρει μεμονωμένα, καθεμία από αυτές τις πηγές, παρουσιάζεται πώς διάφορα λιμάνια έχουν προχωρήσει στην αξιοποίηση αυτών των πηγών προκειμένου να παράγουν την απαιτούμενη ενέργεια για την διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων τους.

Έπειτα από την παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης ως προς την κατεύθυνση της ανάδειξης ‘πράσινων’ Ευρωπαϊκών λιμένων, ακολουθεί η ανάδειξη επιπρόσθετων μεθόδων που μπορούν να ακολουθήσουν οι λιμένες και να μειώσουν τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η τεχνολογία του cold ironing αλλά και η αξιοποίηση του πράσινου υδρογόνου, το οποίο μεταξύ άλλων, μπορεί να παραχθεί και από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθιστώντας περισσότερο ομαλή την ενεργειακή μετάβαση σε ένα βιώσιμο περιβάλλον. Το τέταρτο κεφάλαιο κλείνει με την έκθεση ξεχωριστών ‘πράσινων’ πρακτικών στα τρία μεγαλύτερα Ευρωπαϊκά λιμάνια.

Σε συνδυασμό με την παρούσα περιβαλλοντική κατάσταση στα λιμάνια της Ευρώπης και τις αντίστοιχες πρακτικές, λαμβάνεται ως μελέτη περίπτωσης το λιμάνι του Πειραιά και γίνονται διάφορες προτάσεις σχετικά με το πώς μπορεί να καταστεί ‘πράσινο’.

Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των συμπερασμάτων και εξετάζεται, κατά πόσο, βάσει της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, τα Ευρωπαϊκά λιμάνια μπορούν να χαρακτηριστούν πράσινα αξιοποιώντας κατά κύριο λόγο τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ποιες δράσεις μπορούν να αναλάβουν για την επίτευξη του παραπάνω στόχου.

## **ABSTRACT**

The present essay aims to examine whether European ports are green and what actions can be taken in this direction. Firstly, a reference is made to the modern reality and the environmental challenges that the shipping sector has been facing in recent years. Second, an attempt is made to define the concept of a green port and environmental regulations that concern both international provisions, such as Annex VI MARPOL 73/78, and European ones, are listed.

Thereafter, both the characteristics of some renewable energy sources and the benefits they offer to the port industry, are described. After realizing what each of these sources can offer individually, it is presented how various ports have proceeded to exploit them, in order to produce the required energy to carry out their own activities.

After the presentation of the current situation in terms of the promotion of 'green' European ports, is presented also the promotion of additional methods that the ports can follow to reduce the emissions of atmospheric pollutants. Specifically, the technology of cold ironing is presented, as well as the utilization of green hydrogen, which, among other things, can be produced from renewable energy sources, making the energy transition to a sustainable environment more smooth. The fourth chapter ends with the presentation of some 'green' practices from the three largest European ports.

In conjunction with the current environmental situation in Europe's ports and the corresponding practices, the port of Piraeus is taken as a case study and various proposals are made regarding how it can become 'green'.

The present essay is completed with the presentation of the conclusions and examines whether, based on the methodology followed, the European ports can be characterized as green by mainly utilizing renewable energy sources and what actions they can take to achieve the above goal.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα λιμάνια της Ευρώπης θεωρούνται ζωτικής σημασίας για το παγκόσμιο εμπόριο, καθώς συνδέουν τους διαδρόμους μεταφοράς της με τον υπόλοιπο κόσμο. Η Ευρώπη διαθέτοντας μερικές από τις καλύτερες λιμενικές εγκαταστάσεις σε διεθνή κλίμακα, πραγματοποιεί το 74% των εισαγωγών και εξαγωγών των εμπορευμάτων της μέσω του θαλάσσιου εμπορίου. Τα λιμάνια της θεωρούνται εξίσου υψίστης σημασίας και για τη μεταφορά αγαθών εντός της εσωτερικής αγοράς όπως και για τη σύνδεση των περιφερειακών και νησιωτικών περιοχών με την ηπειρωτική Ευρώπη.

Τα λιμάνια δεν προορίζονται μόνο για τη μεταφορά εμπορευμάτων αλλά εξυπηρετούν κι άλλους σκοπούς όπως είναι η μεταφορά εκατομμυρίων επιβατών, δημιουργούν θέσεις εργασίας και αποτελούν ενεργειακούς κόμβους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τις τελευταίες δεκαετίες, η αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας που πραγματοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο ως φυσική απόρροια της αύξησης του πληθυσμού και της ενίσχυσης του βιοτικού επιπέδου συνδυαστικά με τις περιορισμένες ποσότητες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αξιοποιούνται, έχουν συμβάλει στην αύξηση των ατμοσφαιρικών ρύπων και των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στη θαλάσσια ρύπανση.

Ως θαλάσσια ρύπανση ορίζεται από ομάδα ειδικών του ΟΗΕ η «εισαγωγή από τον άνθρωπο στο θαλάσσιο περιβάλλον (συμπεριλαμβανομένων και των εκβολών των ποταμών) ουσιών ή ενέργειας, άμεσα ή έμμεσα, με αποτέλεσμα δηλητηριώδεις συνέπειες, όπως βλάβες σε έμβιους οργανισμούς, κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, παρεμπόδιση θαλάσσιων δραστηριοτήτων συμπεριλαμβανομένης της αλιείας, μείωση της ποιότητας για τη χρήση του θαλασσινού νερού και ελάττωση της θελκτικότητας των υδάτων» (Ρούκουνας, Διεθνές Δίκαιο).

Ο τομέας της ναυτιλίας απαντά στις νέες προκλήσεις που προκύπτουν μέσω της δημιουργίας «πράσινων» λιμένων, τα οποία συντελούν στην προστασία του περιβάλλοντος δίχως να παρεμποδίζουν την οποιαδήποτε οικονομική ανάπτυξη. Συνεπώς διαπιστώνεται ότι η επακόλουθη περιβαλλοντική προστασία όχι μόνο δεν πλήττει τη χρήση των οικονομικών πόρων, αλλά προϋποθέτει και την οικονομική αποτελεσματικότητα των επενδύσεων.

Σε ένα πράσινο λιμάνι σε αντίθεση με ένα συμβατικό, αξιοποιούνται οι διαθέσιμοι πόροι των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προκειμένου να παραχθούν οι απαιτούμενες ποσότητες ηλεκτρισμού που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες τόσο των κτιριακών εγκαταστάσεων όσο και των ελλιμενιζόμενων πλοίων. Για να δημιουργηθούν λοιπόν πράσινα λιμάνια σημαντικό είναι να γίνουν επενδύσεις και να αξιοποιηθούν οι υφιστάμενοι ευρωπαϊκοί πόροι για να υλοποιηθεί η ενεργειακή μετάβαση των λιμένων.

Έτσι, **κεντρικό ερώτημα** της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι κατά πόσο τα λιμάνια της Ευρώπης πληρούν τις προϋποθέσεις ώστε να χαρακτηρίζονται «πράσινα» αξιοποιώντας κατά βάση τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τις δραστηριότητες τους και ποιες ενέργειες μπορούν να ακολουθήσουν για να οδηγηθούν προς αυτή την κατεύθυνση. Ως μελέτη περίπτωσης θα εξεταστεί ο Οργανισμός Λιμένος Πειραιά, το μεγαλύτερο λιμάνι της χώρας μας το οποίο βρίσκεται στο σταυροδρόμι της Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής και αποτελεί την κύρια εμπορευματική πύλη της Ελλάδας.

Για να απαντηθεί το παραπάνω ερώτημα, θα τεθεί ως **βασική υπόθεση** ότι τα τρία μεγαλύτερα λιμάνια της Ευρώπης, του Ρότερνταμ, της Αμβέρσας και του Αμβούργου, έχουν στραφεί στις απαραίτητες ενέργειες και διαδικασίες που θα τα καταστήσουν «πράσινα».

Η **μεθοδολογία** που θα ακολουθηθεί θα είναι αρχικά να διευκρινιστεί η έννοια «πράσινα λιμάνια». Στη συνέχεια, θα ακολουθήσει η ανάλυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κατά πόσο αυτές χρησιμοποιούνται από τα ευρωπαϊκά λιμάνια καθώς και άλλες νέες τεχνολογίες που οδηγούν εξίσου στη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Έπειτα, θα παρουσιαστούν παραδείγματα ευρωπαϊκών πράσινων λιμένων και τέλος θα κατατεθούν διάφορες προτάσεις για την ομαλή ενεργειακή μετάβαση του λιμένα του Πειραιά.

Η δομή της εργασίας βάσει των παραπάνω αποτελείται από πέντε κεφαλαία. Συγκεκριμένα, το Κεφάλαιο 1: Πράσινα λιμάνια, το Κεφάλαιο 2: Εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο λιμένες, το Κεφάλαιο 3: Νέες τεχνολογίες μείωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων, το Κεφάλαιο 4: Ανασκόπηση των πράσινων Ευρωπαϊκών λιμένων και το Κεφάλαιο 5: Αξιοποίηση πράσινων πρακτικών στο λιμάνι του Πειραιά. Τέλος θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εν λόγω διπλωματική εργασία.

# **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ, ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΑΡΤΩΝ**

## **Εικόνες**

**Εικόνα 1:** Οι 10 περιβαλλοντικές προτεραιότητες για τους ευρωπαϊκούς λιμένες, όπως επισημαίνονται από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) από το 1996 έως και το 2022.

**Εικόνα 2:** Πλεονεκτήματα των υπεράκτιων αιολικών πάρκων.

**Εικόνα 3:** Απαιτούμενες επενδυτικές ενέργειες για την ενίσχυση του αιολικού δυναμικού.

**Εικόνα 4:** Πηγές και εφαρμογές βιομάζας

**Εικόνα 5:** Γεωθερμικό δυναμικό της Ευρώπης

**Εικόνα 6:** Ηλεκτρική διασύνδεση των πλοίων στα λιμάνια

**Εικόνα 7:** Μετασχηματιστής 230KV 156000 kVA ONAF

**Εικόνα 8:** Switchgear χαμηλής τάσης

**Εικόνα 9:** Σταθεροποιημένα συστήματα ελέγχου καλωδίων βασισμένα στην ακτή

**Εικόνα 10:** Αιολικά πάρκα στη Βόρεια Θάλασσα που συνδέονται με το Ρότερνταμ.

**Εικόνα 11:** Παραβολικοί συλλέκτες θερμικής ενέργειας

**Εικόνα 12:** Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης του λιμένα του Αμβούργου

## **Σχήματα**

**Σχήμα 1:** Μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε θείο στα καύσιμα σύμφωνα με το αναθεωρημένο παράρτημα VI.

**Σχήμα 2:** Αναθεωρημένος Κανονισμός 13 του Παραρτήματος VI MARPOL 73/78 για τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>)

**Σχήμα 3:** Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό

**Σχήμα 4:** Λιμάνια που χρησιμοποιούν την τεχνική του cold ironing.



**Σχήμα 5:** Μείωση CO<sub>2</sub> σε τόνους ανά έτος

**Σχήμα 6:** Κλιματικό μοντέλο σύμφωνα με το Σχέδιο για το Κλίμα του Αμβούργου

### **Διαγράμματα**

**Διάγραμμα 1:** Κατανάλωση ενέργειας από τη μεταποιητική βιομηχανία

**Διάγραμμα 2:** Εγκατεστημένη χωρητικότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

### **Χάρτης**

**Χάρτης 1:** Δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής από Φ/β στην Ελλάδα

## Περιεχόμενα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	4
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	6
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ, ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΑΡΤΩΝ</b> .....	8
<b>Κεφάλαιο 1 Πράσινα λιμάνια</b> .....	12
<b>1.1 Σύγχρονη Πραγματικότητα</b> .....	12
<b>1.2 Η έννοια των πράσινων λιμένων</b> .....	14
<b>1.2.1 Τι είναι Green Port;</b> .....	14
<b>1.2.2 Η ενεργειακή μετάβαση των λιμανιών</b> .....	15
<b>1.3 Περιβαλλοντικοί κανονισμοί</b> .....	18
<b>1.3.1 Διεθνείς διατάξεις - Η Συμφωνία του Παρισιού για τη ναυτιλία</b> .....	18
<b>1.3.1.2 Παράρτημα VI MARPOL 73/78</b> .....	19
<b>1.3.2 Ευρωπαϊκές διατάξεις</b> .....	23
<b>Κεφάλαιο 2 Εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους λιμένες</b> .....	28
<b>2.1 Ηλιακή ενέργεια – Φωτοβολταϊκά συστήματα</b> .....	29
<b>2.1.1 Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας από τους λιμένες</b> .....	31
<b>2.2 Αιολική ενέργεια – Υπεράκτια αιολικά πάρκα</b> .....	33
<b>2.2.1 Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας από τους λιμένες</b> .....	34
<b>2.3 Τεχνολογίες Παραγωγής Ενέργειας από Βιομάζα</b> .....	37
<b>2.3.1 Η αξιοποίηση της βιομάζας από τους λιμένες</b> .....	39
<b>2.4 Γεωθερμία</b> .....	40
<b>2.4.1 Πιλοτικό έργο αξιοποίησης της γεωθερμίας από το λιμάνι του Αμβούργου</b> .....	42
<b>2.5 Κυματική ενέργεια</b> .....	42
<b>2.5.1 Προσπάθειες αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας από Ευρωπαϊκά λιμάνια</b> .....	44
<b>2.6 Οφέλη των λιμένων από την χρήση των ΑΠΕ</b> .....	45

<b>Κεφάλαιο 3 Νέες τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Cold ironing .....</b>	<b>47</b>
3.1.1 Γενικές πληροφορίες.....	47
3.1.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού πλοίων και λιμανιών για την εφαρμογή της μεθόδου.....	51
3.1.2.1 Διεθνής Πολιτική και κανονισμοί για τη μέθοδο Cold Ironing .....	51
3.1.2.2 Παροχή ενέργειας.....	52
3.1.2.3 Εξοπλισμός στα λιμάνια .....	52
3.1.2.4 Εξοπλισμός στα πλοία.....	57
<b>3.2 Υδρογόνο.....</b>	<b>58</b>
3.2.1 Τεχνολογικές προκλήσεις .....	58
3.2.2 Τεχνολογίες υδρογόνου για την ευρωπαϊκή λιμενική βιομηχανία .....	59
<b>Κεφάλαιο 4 Ευρωπαϊκή Ανασκόπηση πράσινων λιμένων .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1 Το λιμάνι του Ρότερνταμ .....</b>	<b>61</b>
4.2 Το λιμάνι της Αμβέρσας .....	63
<b>4.3 Το λιμάνι του Αμβούργου.....</b>	<b>68</b>
<b>Κεφάλαιο 5 Μελέτη περίπτωσης: Το λιμάνι του Πειραιά .....</b>	<b>74</b>
<b>5.1 Γενικές πληροφορίες .....</b>	<b>75</b>
<b>5.2 Εφαρμογή πράσινων πρακτικών στο λιμάνι του Πειραιά.....</b>	<b>76</b>
5.2.1 Παρακολούθηση ποιότητας περιβάλλοντος στον ΟΛΠ.....	78
<b>5.3 Σχεδιασμός μακροπρόθεσμης περιβαλλοντικής στρατηγικής για τον ΟΛΠ .....</b>	<b>82</b>
5.3.1 Φυσικοί Πόροι.....	83
5.3.2 Ποιοτικά Περιβαλλοντικά Χαρακτηριστικά .....	87
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>91</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>95</b>

## **Κεφάλαιο 1 Πράσινα λιμάνια**

### **1.1 Σύγχρονη Πραγματικότητα**

Στην περίπτωση της Ελλάδας, η οποία διαθέτει τη μεγαλύτερη ακτογραμμή συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης και η οποία θεωρείται μια νησιωτική χώρα με στρατηγική γεωγραφική θέση, τα λιμάνια θεωρούνται ένας πολυσύνθετος κόμβος κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης, ασκώντας σημαντική επιρροή στην παγκόσμια μεταφορά εμπορευμάτων και ανθρώπων.

Τα λιμάνια ως οικονομικοί οργανισμοί, συνδυάζουν συστημικά και συστηματικά τους παραγωγικούς συντελεστές, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τους διαθέσιμους πόρους, για την παροχή των λιμενικών υπηρεσιών, επιτυγχάνοντας το μεγαλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με το μικρότερο δυνατό κόστος. Διαδραματίζουν δηλαδή έναν σημαντικό, αφενός μικροοικονομικό κι αφετέρου μακροοικονομικό ρόλο καθώς συμβάλουν τόσο στην επίτευξη των μεταφορών όσο και στην ενίσχυση της εγχώριας οικονομίας αλλά και της ευρύτερης γεωγραφικής περιοχής. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς αυξάνεται το πλεόνασμα και του παραγωγού και του καταναλωτή, αφού ο πρώτος εισάγει-εξάγει τα προϊόντα του αξιοποιώντας το λιμάνι και ο δεύτερος καταναλώνει τα εισαγόμενα αγαθά που μεταφέρονται μέσω του λιμένα, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο πλούτο στη χώρα από την προστιθέμενη αξία των υπηρεσιών που προσφέρονται είτε στα διερχόμενα αγαθά είτε στους επιβάτες. (Χλωμούδης, 2011)

Καθίσταται κατανοητό ότι τα λιμάνια προάγουν τόσο την εθνική όσο και την τοπική ευημερία της κοινωνίας και μπορούν να ενισχύσουν παράλληλα την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, καθώς χωροθετούνται τις περισσότερες φορές κοντά στα αστικά κέντρα, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό το περιβάλλον, τα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία. Συγχρόνως, η επιτακτική ανάγκη αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής αλλά και της βελτίωσης της ποιότητας του αέρα στην ευρύτερη περιοχή φανερώνουν την αναγκαιότητα μείωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των λιμένων μέσω του ενεργειακού μετασχηματισμού τους. Η ενεργειακή μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στην πράσινη ενέργεια αποτελεί μια κρίσιμη τροποποίηση του συστήματος παραγωγής ρεύματος και αποτελεί μια από τις κορυφαίες προτεραιότητες σχεδόν κάθε οργανισμού.

Σήμερα περίπου το 90% του εμπορίου παγκοσμίως μεταφέρεται με ένα στόλο 90.000 πλοίων. Η θαλάσσια μεταφορά επιλέγεται συχνότερα λόγω του ότι είναι ο πιο οικονομικά αποδοτικός και περιβαλλοντικά φιλικός τρόπος μεταφοράς συγκριτικά με τα υπόλοιπα μέσα. Συγκεκριμένα το 2015 υπολογίζεται ότι ο όγκος των θαλάσσιων μεταφορών ανήλθε σε 10 δισεκατομμύρια τόνους, γεγονός που επιβεβαιώνει την παραπάνω άποψη. (Τζωράκη, 2021)

Όπως όλα τα μέσα μεταφοράς έτσι και τα πλοία χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα για την κίνησή τους, με αποτέλεσμα να παράγονται σημαντικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, οι οποίες ενισχύουν την παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με σχετική μελέτη του IMO, η ναυτιλιακή βιομηχανία ευθύνεται περίπου για το 3% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα προκαλώντας αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταφορές, οδικές, σιδηροδρομικές ή αεροπορικές, η ναυτιλία παράγει τρεις έως πέντε φορές λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα.

Όσον αφορά τους ατμοσφαιρικούς ρύπους που δημιουργούν τα σκάφη, οι εκπομπές διοξειδίου του θείου συνδέονται άμεσα με την περιεκτικότητα θείου στα καύσιμα ναυτιλίας, ενώ για την παραγωγή οξειδίου του αζώτου σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η συνύπαρξη ενός συνόλου προϋποθέσεων όπως είναι οι υψηλές θερμοκρασίες καύσης και η ύπαρξη οξυγόνου και αζώτου στους θαλάσσιους κινητήρες Diesel των πλοίων. Οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων, λοιπόν, που δημιουργούνται από τη ναυτιλιακή βιομηχανία ευθύνονται για το 10-15% των ανθρωπογενών εκπομπών θείου (SO<sub>x</sub>) και οξειδίου του αζώτου (NO<sub>x</sub>).

Θα πρέπει κανείς να γνωρίζει ότι πέρα των ατμοσφαιρικών ρύπων που εκπέμπονται από τη ναυτιλία, είτε πρόκειται για αέρια του θερμοκηπίου είτε πρόκειται για σημαντικές ποσότητες θείου και αζώτου, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες που δημιουργούνται από τις θαλάσσιες υπηρεσίες που προσφέρονται δεν περιορίζονται μόνο σε αυτούς. Μέσω της ναυτιλίας προκύπτουν, επίσης, ζητήματα ηχορύπανσης, κυκλοφοριακής συμφόρησης, δημιουργίας αποβλήτων τόσο από τα πλοία όσο κι από τον χώρο λειτουργίας του λιμένα, θαλάσσιας ρύπανσης λόγω των πετρελαιοκηλίδων, υποβάθμισης της ποιότητας του θαλασσινού νερού αλλά και απειλή της θαλάσσιας βιοποικιλότητας λόγω της τοποθέτησης έρματος στα πλοία. (IMO, 2020)

Τα λιμάνια σήμερα, τα οποία θεωρούνται ως ολοκληρωμένα κέντρα μεταφορών και συστημάτων logistics και ο ρόλος τους είναι ζωτικής σημασίας για τις παγκόσμιες μεταφορές, έρχονται αντιμέτωπα με τις σοβαρές προκλήσεις που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή και την

μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Για τον λόγο αυτό, ο τομέας της ναυτιλίας καλείται να προσαρμοστεί τόσο σε διεθνείς συμβάσεις αλλά και να ακολουθήσει ευρωπαϊκές οδηγίες που αφορούν την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων, όπως είναι η πρόληψη της ρύπανσης. Παρά τα μεγάλα εμπόδια που προκύπτουν, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλά περιθώρια προκειμένου να υιοθετηθούν έξυπνες και οικονομικά αποδοτικές προτάσεις, οι οποίες θα ενισχύσουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο και την ανταγωνιστικότητα των λιμένων και θα οδηγήσουν στην ιδέα ενός ‘πράσινου λιμένα’.

## **1.2 Η έννοια των πράσινων λιμένων**

### **1.2.1 Τι είναι Green Port;**

Έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση και έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες για να θεσπιστούν περιβαλλοντικές νομοθεσίες και να προταθούν πολιτικές, οι οποίες θα ενισχύσουν την προστασία του περιβάλλοντος στις περιοχές οι οποίες βρίσκονται κοντά σε λιμάνια και έρχονται αντιμέτωπες με τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις ναυτιλιακές δραστηριότητες. Ωστόσο, η υιοθέτηση αυτών των μέτρων δεν επαρκεί για να θεωρηθεί ένα λιμάνι ‘πράσινο’.

Ένα ‘πράσινο’ λιμάνι είναι αυτό το οποίο θα καταφέρει να επιτύχει την χρυσή τομή ανάμεσα στις μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη, θα εξασφαλίσει τους απαιτούμενους φυσικούς πόρους για το μέλλον χωρίς να θέσει σε κίνδυνο την ισορροπία του φυσικού συστήματος και θα πληροί όλες εκείνες τις προϋποθέσεις προκειμένου να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.

Κύριο σκοπό των πράσινων λιμανιών αποτελεί η ενσωμάτωση φιλικών ως προς το περιβάλλον μεθόδων σε όλες τις λιμενικές δραστηριότητες, σε συνδυασμό με την υψηλότερη οικονομική απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η αύξηση της ενεργειακής τους απόδοσης καθώς και η αειφόρος ανάπτυξη τους. Η ιδέα των πράσινων λιμένων είναι, δηλαδή, να ακολουθήσουν αποτελεσματικούς τρόπους περιορισμού της ατμοσφαιρικής, χερσαίας και θαλάσσιας ρύπανσης γύρω από τις λιμενικές περιοχές και πρόληψης των πιθανών οικολογικών καταστροφών. Βασική αρμοδιότητα τους, επίσης, προκειμένου να αποτελέσουν την αρχή για

τον προσανατολισμό σε λιμάνια του μέλλοντος, συνιστά και η προστασία τόσο των υδάτινων πόρων όσο και του φυσικού λιμενικού περιβάλλοντος. (Damman and Steen, 2021)

Ένα σύγχρονο, ‘πράσινο’ λιμάνι αποσκοπεί στο να αξιοποιήσει με τον πιο αποδοτικό τρόπο τους διαθέσιμους πόρους του, να μειώσει τις αρνητικές επιπτώσεις στην ευρύτερη λιμενική περιοχή προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος καθώς και να βελτιώσει τον τρόπο διαχείρισης των οικολογικών ζητημάτων. Σε οποιαδήποτε δράση και λειτουργία κι αν προχωρήσει ένας λιμένας, στο σύνολο των έργων υποδομής που θα πραγματοποιήσει αλλά και στις πολιτικές βιώσιμης ανάπτυξης που θα ακολουθήσει, οφείλει να μεριμνά πάντοτε για την προστασία του περιβάλλοντος. Μεταξύ των μέτρων που μπορούν να επιβληθούν για τη δημιουργία ενός πράσινου λιμανιού είναι τα εξής: η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις δραστηριότητες του λιμανιού, η επιβολή πολιτικών που στοχεύουν στην μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών όπως είναι η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση διάφορων υλικών, η κατάλληλη αστική ανάπτυξη με την αύξηση των δενδροφυτεύσεων ώστε να περιοριστεί η ηχορύπανση, κ.ά. Από το σύνολο των παραπάνω προτάσεων ορισμένες μπορούν να εφαρμοστούν εύκολα και αποδοτικά, ενώ άλλες απαιτούν προηγμένη τεχνολογία και χρηματοδότηση. (Anastasopoulos, 2011)

## **1.2.2 Η ενεργειακή μετάβαση των λιμανιών**

Η ιδέα για την ενεργειακή μετάβαση ενός λιμανιού σε ‘πράσινο’ λιμάνι στηρίζεται στην προάσπιση μιας βιώσιμης ανάπτυξης, στα πλαίσια της οποίας καταναλώνονται οι απαραίτητοι πόροι, δεν επηρεάζεται αρνητικά το περιβάλλον και παρουσιάζονται δυναμικά αποτελέσματα κλίμακας με επακόλουθο την επίτευξη οικονομικής αποτελεσματικότητας. Η αξιοποίηση των κατάλληλων πόρων σε συνδυασμό με τις αρμόζουσες επενδύσεις, τις τεχνολογικές καινοτομίες αλλά και τις υφιστάμενες θεσμικές αλλαγές μπορούν να φέρουν εις πέρας τους βασικούς στόχους των λιμένων οι οποίοι δεν είναι άλλοι από την μέγιστη οικονομική απόδοση, την κοινωνική ισότητα και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί αυξημένη έμφαση στην ενεργειακή μετάβαση των λιμένων εξαιτίας του μεταβαλλόμενου ανταγωνιστικού περιβάλλοντος, το οποίο ευνοήθηκε έπειτα από την

θέσπιση ολοένα πιο αυστηρών περιβαλλοντικών κανονισμών. Με τους κανονισμούς αυτούς οφείλουν να συμμορφωθούν διάφοροι φορείς που συμμετέχουν στην εφοδιαστική αλυσίδα των θαλάσσιων μεταφορών, όπως οι πλοιοκτήτες, οι ναυτιλιακές εταιρείες αλλά και τα ίδια τα λιμάνια. Για να καταστεί ένα λιμάνι ‘πράσινο’ θα πρέπει να εξισορροπηθούν οι σχέσεις μεταξύ λιμένα, φύσης και ανθρωπογενών μεταφορικών δραστηριοτήτων υπό το πρίσμα ενός οικολογικού περιβάλλοντος. Το σύνολο των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα και συντελούν τόσο στην κατασκευή όσο και στη λειτουργία του λιμένα θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αυξάνεται η αποδοτικότητα της αξιοποίησης των πόρων, να μειώνονται οι αρνητικές συνέπειες και να βελτιώνεται η ποιότητα του περιβάλλοντος στην ευρύτερη λιμενική περιοχή. Μερικές προτάσεις για τη μετάβαση σε ‘πράσινα’ λιμάνια είναι οι εξής:

#### **Μείωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης:**

Η ποιότητα του αέρα στην ευρύτερη περιοχή του λιμένα μπορεί να επηρεαστεί από ένα πλήθος παραγόντων όπως είναι οι εκπομπές καυσαερίων των πλοίων, η χρήση χαμηλής ποιότητας καυσίμων τα οποία περιέχουν υψηλές ποσότητες θείου και βαρέων μετάλλων ακόμη και τα λοιπά μεταφορικά μέσα που εισέρχονται στον χώρο του λιμένα. Βασική προτεραιότητα τους αποτελεί, συνεπώς, η συμμόρφωση με τους υπάρχοντες εθνικούς, ευρωπαϊκούς και διεθνείς κανονισμούς αλλά και η υιοθέτηση αυστηρότερων και αποδοτικότερων πρακτικών και στρατηγικών που αφορούν τις λιμενικές δραστηριότητες.

#### **Μείωση της χερσαίας ρύπανσης και των ιζημάτων:**

Οι προηγούμενες βιομηχανικές χρήσεις, οι εκτεταμένες ρίψεις αποβλήτων και οι μολύνσεις που δημιουργούνται δια μέσου των αποχετεύσεων ρυπαίνουν σε μεγάλο βαθμό το έδαφος και τα ιζήματα στα λιμάνια. Σε περίπτωση που δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα και αποτελεσματικά οποιαδήποτε μόλυνση προκύψει στην χερσαία περιοχή του λιμένα, τότε υπάρχει σοβαρός κίνδυνος για το ανθρώπινο δυναμικό στο εργοτάξιο, τους κατοίκους και το περιβάλλον γύρω από το λιμένα αλλά και πιθανότητα εξάπλωσης της ρύπανσης.



Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να πραγματοποιηθούν σχετικές μελέτες οι οποίες θα προβλέπουν την απομάκρυνση των εντοπισμένων μολύνσεων του εδάφους, θα παρακολουθούν την πορεία των μολυσμένων υπόγειων υδάτων έτσι ώστε να καταστεί σαφές ότι δεν πρόκειται να μεταφερθούν στα λιμενικά ύδατα και τέλος, έπειτα από την διεξαγωγή των κατάλληλων ερευνών για το έδαφος και τα ιζήματα θα φανερώνεται η ύπαρξη τυχών αποβλήτων και θα διαχειρίζονται αποτελεσματικά.

### **Βελτίωση της ποιότητας του νερού:**

Το θαλασινό νερό υφίσταται ρυπάνσεις λόγω της άσκησης ναυτιλιακών δραστηριοτήτων όπως για παράδειγμα είναι η απελευθέρωση των υγρών αποβλήτων, οι διαρροές καυσίμων των πλοίων ύστερα από ατύχημα ή σύγκρουση αλλά και η πιθανή απόρριψη υπολειμμάτων από γράσα, λάδια και βαφές στη θάλασσα. Η ποιότητά του μπορεί να μετρηθεί εξετάζοντας ένα σύνολο παραγόντων: θερμοκρασία, PH, αλατότητα, διαφάνεια, άζωτο (N), θείο (S<sub>2</sub>), υδράργυρος (Hg), μόλυβδος (Pb), φώσφορος (P) κ.ά.

Οι λιμένες οφείλουν να υιοθετήσουν μέτρα και πολιτικές που θα έχουν ως στόχο την πρόληψη ρύπανσης των υδάτων από τις βιομηχανικές, κατασκευαστικές και αναπτυξιακές δραστηριότητες και θα μεριμνούν για τον τακτικό καθαρισμό των ασφαλτοστρωμένων δρόμων έτσι ώστε να αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της αποχέτευσης των λυμάτων. Επίσης, κρίνεται απαραίτητη η σύνδεση της αποχέτευσης του λιμένα με αυτήν της πόλης προκειμένου το μολυσμένο νερό να μην καταλήγει εντός της θάλασσας όπως και η επιβολή κανονισμών και ρυθμίσεων σχετικά με τις απορρίψεις των πλοίων.

### **Μείωση της ηχορύπανσης:**

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση των πλοίων και των οχημάτων εντός του λιμένα παράγει θόρυβο, ο οποίος διαταράσσει την οικολογική ισορροπία. Οι λιμένες με τη σειρά τους είναι σημαντικό να εφεύρουν και να υιοθετήσουν εκείνες τις πολιτικές και στρατηγικές που θα οδηγήσουν στην μείωση της ηχορύπανσης, γεγονός το οποίο αποτελεί βασική περιβαλλοντική προτεραιότητα των ευρωπαϊκών διατάξεων. Θα πρέπει αρχικά, να ανακαλύψουν την πηγή δημιουργίας των θορύβων χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές μέτρησής του σε συγκεκριμένη απόσταση από τα μηχανήματα και έπειτα να τη μετριάσουν.

Έχοντας εντοπίσει λοιπόν τους βασικούς παράγοντες που προκαλούν την δημιουργία των ήχων καθίσταται ευκολότερη η αποτελεσματική αντιμετώπιση της ηχορύπανσης. Ορισμένοι από τους τρόπους αντιμετώπισης της ηχορύπανσης είναι οι παρακάτω: η μονωτική κάλυψη των εξαρτημάτων έντασης ήχου η οποία ελαττώνει την ηχητική ακτινοβολία, η υπηρεσία παρακολούθησης του θορύβου, η χαμηλού θορύβου ή αλλιώς οικολογική οδήγηση, αθόρυβοι σωλήνες εξάτμισης και η ελαχιστοποίηση των νυχτερινών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στην ξηρά με ρυμουλκούμενα μεταφορικά μέσα. (Anastasopoulos, 2021)

## **1.3 Περιβαλλοντικοί κανονισμοί**

### **1.3.1 Διεθνείς διατάξεις - Η Συμφωνία του Παρισιού για τη ναυτιλία**

Πρόκειται για την Συμφωνία η οποία επετεύχθη το 2016, στα πλαίσια της Σύμβασης Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), στόχοι της οποίας είναι η μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων αλλά και η προσαρμογή και ρύθμιση των ανάλογων οικονομικών λεπτομερειών. Σκοπεύει δηλαδή να σταθεροποιήσει μακροπρόθεσμα την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας σε επίπεδα κάτω των 2 °C συγκριτικά με τα προβιομηχανικά επίπεδα και ειδικότερα κάτω του 1,5 βαθμού, καθώς με αυτό τον τρόπο θα ελαττώσει σε σημαντικό βαθμό τις επιπτώσεις και τους κινδύνους που ελλοχεύουν από την κλιματική αλλαγή.

Έπειτα από σχετική απόφαση του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) τον Απρίλιο του 2018, να ακολουθήσει μια υψηλού επιπέδου στρατηγική για την επιπρόσθετη μείωση των εκπομπών αερίων που προέρχονται από τον τομέα της ναυτιλίας, επήλθε ως αποτέλεσμα μια ‘‘πρωτοποριακή’’ Συμφωνία του Παρισιού με επίκεντρο την ναυτιλία, η οποία εμφάνισε ένα αίσθημα φιλοδοξίας για την μελλοντική μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Υποστηρίζεται ότι, αν οι κυβερνήσεις συνεργαστούν μεταξύ τους και συμφωνήσουν στην υιοθέτηση της παραπάνω απόφασης, μπορούν να οδηγήσουν σε μια μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα σε ποσοστό 50% μέχρι και το 2050. Για να οδηγηθούμε σε μία τέτοια σημαντική μείωση, σημαίνει ότι ένα μεγάλο ποσοστό του στόλου παγκοσμίως θα πρέπει να

προχωρήσει στην χρησιμοποίηση καυσίμων μηδενικού CO<sub>2</sub> όπως είναι για παράδειγμα: οι μπαταρίες οι οποίες τροφοδοτούνται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και τα εναλλακτικά καύσιμα όπως το υδρογόνο, η αμμωνία και τα πυρηνικά καύσιμα. Κάθε μία από αυτές τις επιλογές έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία δεν πρέπει να παραληφθούν.

Θα πρέπει να επισημανθεί επίσης ότι, σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Συμβουλίου Καθαρών Μεταφορών (ICCT), το 2015 η συνολική παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα προερχόμενη από την παγκόσμια ναυτιλία, ήταν περίπου 8% χαμηλότερη συγκριτικά με το 2008, παρά το γεγονός ότι το θαλάσσιο εμπόριο παρουσίασε αύξηση της τάξης του 30%. Αν συνυπολογίσουμε και ότι ο τομέας της ναυτιλίας δεν είναι σε θέση να ελέγξει την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τις θαλάσσιες υπηρεσίες, γίνεται φανερό ότι πρόκειται για μια εντυπωσιακή μείωση σε συνολικό επίπεδο των εκπομπών αερίων, η οποία μπορεί να οφείλεται τόσο στην βελτιωμένη διαχείριση ταχύτητας των πλοίων όσο και στην εισαγωγή καινοτόμων τεχνολογιών. Μάλιστα στο Παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL, αναφέρεται ότι τα νεότευκτα πλοία που θα παραδίδονται από το 2025 και μετά, θα πρέπει να είναι 30% το λιγότερο πιο αποδοτικά σε CO<sub>2</sub> από τα πλοία που κατασκευάστηκαν πριν το 2013.

### **1.3.1.2 Παράρτημα VI MARPOL 73/78**

Στα πλαίσια ενός νέου πρωτοκόλλου της σύμβασης MARPOL 73/78, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) προχώρησε το 1997 στην έγκριση ενός παραρτήματος (Παράρτημα VI) στο οποίο αναφέρονται κανονισμοί για την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία. Ο Κανονισμός 14 αυτού του Παραρτήματος, πραγματεύεται τις εκπομπές SO<sub>x</sub> που πραγματοποιούνται από τα πλοία και θέτει ένα παγκόσμιο ανώτατο όριο ως προς την περιεκτικότητα θείου που θα περιέχουν τα καύσιμα των πλοίων, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και σε συγκεκριμένες περιοχές οι οποίες αναφέρονται με τον όρο ECA, δηλαδή Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών SO<sub>x</sub>.

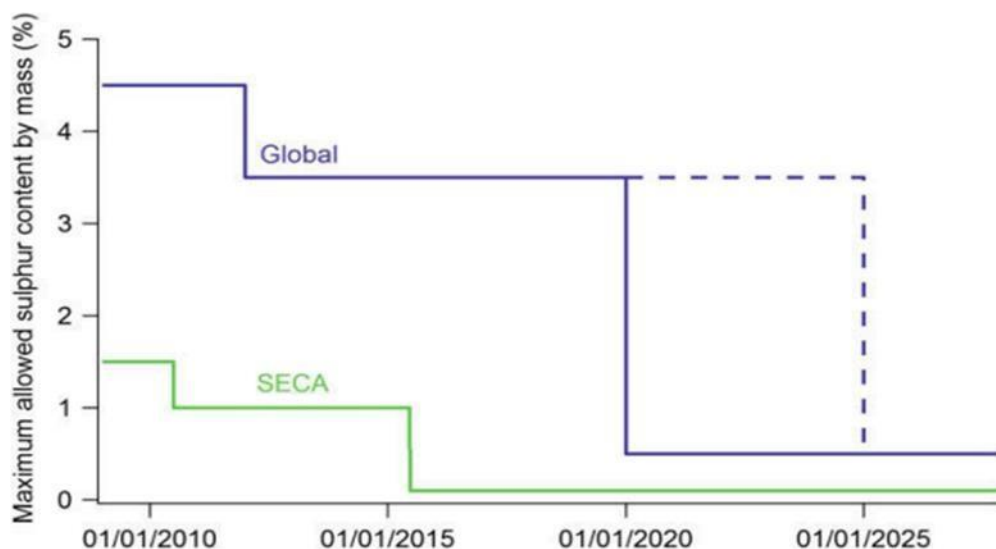
Η απόφαση για την θέσπιση ενός παγκόσμιου αλλά και περιφερειακού ορίου στην περιεκτικότητα θείου στα καύσιμα, ήρθε ως απάντηση στις αρνητικές επιπτώσεις που δημιουργεί η αυξημένη όξυνση σε περιοχές με ιδιαίτερα ευαίσθητα περιβάλλοντα και το κυριότερο ως συμβιβασμός έπειτα από διαπραγματεύσεις για την εύρεση μιας θεμιτής λύσης σε παγκόσμιο επίπεδο στον IMO.

Καθώς στις διαπραγματεύσεις αυτές δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο υψηλό κόστος, ο Κανονισμός 14 μείωσε σε πρώτη φάση την περιεκτικότητα σε θείο σε ποσοστό 4,5% παγκοσμίως και σε 1,5% στις περιοχές ECA.

Μια άλλη λύση η οποία θα μπορούσε να επιφέρει τα ίδια αποτελέσματα στις περιοχές ECA, ήταν η χρησιμοποίηση συστήματος καθαρισμού των καυσαερίων ή άλλων τεχνολογιών μείωσης επάνω στο σκάφος. Παρατηρήθηκε ότι το χρονικό διάστημα από την έγκριση του παραρτήματος, δηλαδή από το 1997 έως και το 2005, την έναρξη ισχύος του, οι εκπομπές διοξειδίου του θείου από τα σκάφη αυξήθηκαν λόγω της ενισχυμένης ναυτιλιακής δραστηριότητας. Η αύξηση αυτή σε συνδυασμό με τις δυσμενείς επιπτώσεις που καταγράφηκαν στην υγεία των ανθρώπων από τα σωματίδια που σχηματίζονται από τις εκπομπές SO<sub>x</sub>, οδήγησαν την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του IMO το 2005 να ξεκινήσει μια διαδικασία αναθεώρησης του Παραρτήματος VI, η οποία εγκρίθηκε το 2008 και τέθηκε τελικά σε λειτουργία την 1η Ιουλίου του 2010.

Σύμφωνα λοιπόν με την τροποποίηση του παραρτήματος VI τέθηκε ως στόχος να μειωθεί περαιτέρω η περιεκτικότητα σε θείο που υπάρχει στα καύσιμα σταδιακά βέβαια από το 2010 έως και το 2020 όπως φανερώνει και το σχήμα 1. Οι κυριότερες αλλαγές αφορούσαν την μείωση εκπομπών διοξειδίου του θείου από τα πλοία σε 3,5% από 4,5% σε παγκόσμιο επίπεδο, με έναρξη λειτουργίας την 1η Ιανουαρίου 2012 και στη συνέχεια σε 0,5% από την 1 Ιανουαρίου 2020, υπό την προϋπόθεση ότι μέχρι και το 2018 το αργότερο θα έχει ολοκληρωθεί μια μελέτη σκοπιμότητας, η οποία θα κατέγραφε τα αποτελέσματα που σχετίζονται με την διαθεσιμότητα συμβατών καυσίμων πετρελαίου για το 2020. Όσον αφορά τις περιοχές ECA οι οποίες βρίσκονται στη Βαλτική Θάλασσα, την Βόρεια Θάλασσα, τη Μάγχη και γύρω από τις ακτές της Βόρειας Αμερικής, αποφασίστηκε την 1η Μαρτίου 2010 τα επιτρεπτά όρια εκπομπών διοξειδίου του θείου να μειωθούν στο 1% από το τρέχον 1,5% και από την 1η Ιανουαρίου 2015 να μειωθούν ακόμη περισσότερο μέχρι να φτάσουν στο 0,1%.

**Σχήμα 1:** Μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε θείο στα καύσιμα σύμφωνα με το αναθεωρημένο παράρτημα VI.

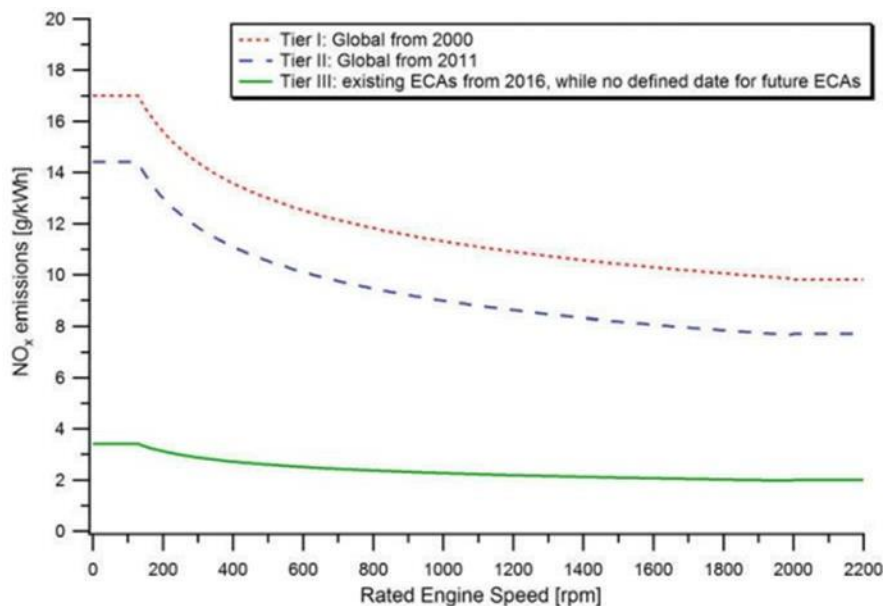


Πηγή: Shipping and the Environment: Improving Environmental Performance in Marine Transportation.

Ο έλεγχος των οξειδίων του αζώτου που εκπέμπονται από τα πλοία, σε παγκόσμιο επίπεδο, προβλέπεται από τον τροποποιημένο Κανονισμό 13 του Παραρτήματος VI MARPOL 73/78 του ΙΜΟ. Ο κανονισμός αυτός εφαρμόζεται σε κάθε μηχανή Diesel με ισχύ εξόδου μεγαλύτερη από 130 kW, που έχει ήδη εγκατασταθεί ή που πρόκειται να εγκατασταθεί στο πλοίο, αλλά και σε κάθε θαλάσσιο κινητήρα Diesel με ισχύ μεγαλύτερη των 130 kW, ο οποίος υπόκειται σε σημαντικές μετατροπές από την 1η Ιανουαρίου 2000 και μετά. Όταν αναφερόμαστε σε σημαντικές μετατροπές, εννοούμε εκείνες τις τροποποιήσεις που έλαβαν χώρα από την 1 Ιανουαρίου 2020 και μετά και δεν έχουν λάβει κάποιου είδους πιστοποίηση σύμφωνα με τα πρότυπα εκπομπών που ορίζει ο αρμόδιος Κανονισμός 13. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι τροποποιήσεις οι οποίες συνδέονται με σημαντικές μετατροπές στους θαλάσσιους κινητήρες Diesel:

- Αντικατάσταση κινητήρα από πετρελαιοκινητήρα θαλάσσης
- Τοποθέτηση επιπρόσθετου κινητήρα Diesel θαλάσσης, όπως ορίζεται από τον Τεχνικό Κώδικα NOx του 2008
- Αύξηση της μέγιστης συνεχούς απόδοσης των στροφών της μηχανής (Maximum Continuous Rating, MCR) περισσότερο από το 10% του αρχικού MCR

**Σχήμα 2:** Αναθεωρημένος Κανονισμός 13 του Παραρτήματος VI MARPOL 73/78 για τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>)



Πηγή: Shipping and the Environment: Improving Environmental Performance in Marine Transportation.

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται τα τρία διαφορετικά επίπεδα εκπομπών οξειδίων του αζώτου, η Βαθμίδα I, η Βαθμίδα II και η Βαθμίδα III όπως ορίζονται από τον Κανονισμό 13 του Παραρτήματος VI.

**Βαθμίδα I (Tier I):** Ισχύει για κάθε θαλάσσιο κινητήρα Diesel που εγκαθίσταται σε πλοίο το οποίο έχει ναυπηγηθεί από την 1η Ιανουαρίου 2000 και πριν από την 1η Ιανουαρίου 2011 και εκπροσωπεί τα πρότυπα 17 g/kW που αναφέρονται στο υφιστάμενο Παράρτημα VI.

**Βαθμίδα II (Tier II):** Η ισχύς της αφορά τα επίπεδα οξειδίου του αζώτου που εκπέμπονται από μια θαλάσσια μηχανή Diesel, η οποία εγκαθίσταται σε πλοίο το οποίο έχει κατασκευαστεί από την 1η Ιανουαρίου 2011 και μετά, τα οποία από 17 g/kW θα μειωνόταν σε 14,4 g/kW.

**Βαθμίδα III (Tier III):** Η συγκεκριμένη βαθμίδα τίθεται σε λειτουργία για πλοία που κατασκευάζονται από την 1η Ιανουαρίου 2016 και είναι αντιπροσωπευτική της μείωσης των εκπομπών NO<sub>x</sub> περίπου κατά 80% σε σχέση με τις εκπομπές που προέρχονται από τους θαλάσσιους κινητήρες Diesel της Βαθμίδας I, δηλαδή από 17 g/kW σε 3,4 g/kW. Επίσης θα πρέπει

να επισημανθεί ότι αφορά μόνο συγκεκριμένες περιοχές στις οποίες κινείται το πλοίο, τις περιοχές ECA. (IMO, 2020)

### **1.3.2 Ευρωπαϊκές διατάξεις**

Τα ευρωπαϊκά λιμάνια αριθμούνται να είναι πάνω από 700, με τα περισσότερα από αυτά να θεωρούνται ζωτικής σημασίας για τις θαλάσσιες μεταφορές καθώς τις συνδέουν μέσω των διαφόρων τρόπων χερσαίας μεταφοράς με την ενδοχώρα. Το 75% του εξωτερικού ευρωπαϊκού εμπορίου πραγματοποιείται μέσω των ευρωπαϊκών λιμένων, ενώ περίπου το ένα τρίτο του διεθνούς εμπορικού στόλου ελέγχεται από την Ευρώπη. Καθίσταται, λοιπόν, σαφές ότι ο ρόλος της ναυτιλιακής βιομηχανίας είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τη σύνδεση του ευρωπαϊκού εμπορίου με τους παγκόσμιους εμπορικούς εταίρους.

Υπολογίζεται ότι εντός των ευρωπαϊκών λιμανιών λαμβάνουν χώρα ετησίως φορτοεκφορτώσεις άνω των 1 δις τόνων φορτίου και μεταβιβάσεις 400 εκατομμυρίων επιβατών με επακόλουθο την παραγωγή 5-7 εκ. τόνων ελαιωδών καταλοίπων και περισσότερο του ενός εκατομμυρίου τόνου στερεών αποβλήτων από τα πλοία. Σύμφωνα με έρευνα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO, European Sea Ports Organization), η οποία πραγματοποιήθηκε κατά το έτος 2020, τα 10 βασικότερα περιβαλλοντικά ζητήματα τα οποία οφείλουν να αντιμετωπίσουν οι λιμενικές αρχές είναι τα παρακάτω, όπως φαίνονται στην Εικόνα 1:

**Εικόνα 1:** Οι 10 περιβαλλοντικές προτεραιότητες για τους ευρωπαϊκούς λιμένες, όπως επισημαίνονται από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) από το 1996 έως και το 2022.

	1996	2009	2013	2018	2019	2020	2021	2022
1	Port development (water)	Noise	Air quality	Air quality	Air quality	Air quality	Air quality	Climate change
2	Water quality	Air quality	Garbage/ Port waste	Energy consumption	Energy consumption	Climate change	Climate change	Air quality
3	Dredging disposal	Garbage/ Port waste	Energy consumption	Noise	Climate change	Energy efficiency	Energy efficiency	Energy efficiency
4	Dredging operations	Dredging operations	Noise	Relationship with the local community	Noise	Noise	Noise	Noise
5	Dust	Dredging disposal	Ship waste	Ship waste	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Water quality
6	Port development (land related)	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Port development (land related)	Ship waste	Ship waste	Water quality	Relationship with the local community
7	Contaminated land	Energy consumption	Dredging operations	Climate change	Garbage/ Port waste	Water quality	Ship waste	Ship waste
8	Habitat loss/ degradation	Dust	Dust	Water quality	Port development (land related)	Garbage/ Port waste	Dredging operations	Garbage/ Port waste
9	Traffic volume	Port development (water)	Port development (land related)	Dredging operations	Dredging operations	Dredging operations	Port development (land related)	Port development (land related)
10	Industrial effluent	Port development (land related)	Water quality	Garbage/ Port waste	Water quality	Port development (land related)	Garbage/ Port waste	Dredging operations

Πηγή: ESPO (<https://www.espo.be>).

Οι κύριες προτεραιότητες, συνεπώς, αφορούν την αντιμετώπιση των επιπτώσεων που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή καθώς και την ενισχυμένη ευαισθητοποίηση για την έκθεση, του κόσμου που ζει και εργάζεται στην ευρύτερη περιοχή, στις τοξικές ουσίες και την ηχορύπανση. Επισημαίνονται ακόμη, οι προτεραιότητες για μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και βελτίωσης της ποιότητας του θαλασσινού νερού έτσι ώστε τελικά να βελτιωθεί η περιβαλλοντική



απόδοση των λιμένων.

Προκειμένου οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να ανταπεξέλθουν σε όλες τις παραπάνω προκλήσεις συνέταξαν την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η οποία εξασφαλίζει μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050 και οικονομική ανάπτυξη η οποία δε θα στηρίζεται πια στη χρησιμοποίηση πόρων, ενώ παράλληλα μεριμνά για την κοινωνική ευημερία τόσο των ανθρώπων όσο και των περιφερειών. Στα πλαίσια της Πράσινης Συμφωνίας, οι λιμενικές αρχές σε συνεργασία με τους φορείς που σχετίζονται με τις θαλάσσιες αλυσίδες εφοδιασμού οφείλουν να ακολουθήσουν πολιτικές που στοχεύουν στη βιώσιμη ανάπτυξη, όπως είναι για παράδειγμα η χρήση των εναλλακτικών καυσίμων αλλά και η αξιοποίηση της έξυπνης τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών.

Προς διευκόλυνση της υλοποίησης της Πράσινης Συμφωνίας, η οποία προβλέπει μείωση των ρύπων κατά 55% έως και το 2030 προτάθηκε τον Ιούλιο του 2021 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ένα επιπρόσθετο πακέτο νομοθετικών προτάσεων για τα λιμάνια, το λεγόμενο Fit-for-55, το οποίο περιλαμβάνει:

- **The Alternative Fuel Infrastructure Regulation (AFIR)**, τον Κανονισμό για την Υποδομή Εναλλακτικών Καυσίμων, ο οποίος αποσκοπεί στην άμεση δημιουργία υποδομών μηδενικών εκπομπών και αναμένεται να περιλαμβάνει απαιτήσεις οι οποίες θα βοηθούν στην παροχή χερσαίας ηλεκτρικής ενέργειας σε ελλιμενισμένα πλοία.
- **Fuel EU Maritime (FEUM)**, το οποίο προβλέπει τη σταδιακή χρήση εναλλακτικών καυσίμων για τα πλοία που πραγματοποιούν εμπορικές μεταφορές εντός της ΕΕ αλλά και τη χρήση χερσαίου τροφοδοτικού όταν αυτό είναι εφικτό.
- **The European Emission Trading System (ETS)**, το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών, το οποίο αν και έχει τεθεί σε ισχύ από το 2005 η ναυτιλιακή βιομηχανία θα είναι σταδιακά έτοιμη να εισέλθει σε αυτό το καθεστώς το 2023. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα θέτει ανώτατο όριο στο δικαίωμα εκπομπής συγκεκριμένων ρύπων και επηρεάζει όλα τα πλοία που πλέουν εντός της ΕΕ καθώς και αυτά που καταπλέουν σε λιμάνι της.
- **Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)**, τον Μηχανισμό Προσαρμογής της Τιμής του Άνθρακα, ο οποίος θα υποχρεώνει τους εισαγωγείς της Ευρωπαϊκής Ένωσης να καταβάλλουν ένα ποσό για την αγορά πιστοποιητικού άνθρακα, σε εκείνη την τιμή του άνθρακα που θα είχε καταβληθεί εάν η παραγωγή των αγαθών είχε γίνει σύμφωνα με τους κανόνες τιμολόγησης της ΕΕ.
- **The EU's Energy Taxation directive**, την οδηγία της ΕΕ για τη φορολογία της ενέργειας, η οποία αναθεωρήθηκε τον Ιούλιο του 2021, αποσκοπεί στην επίτευξη των κλιματικών και περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων δίνοντας τα απαραίτητα κίνητρα για την μετάβαση σε μια ενέργεια φιλικότερη προς το περιβάλλον και σε μια πιο πράσινη βιομηχανία. Οι παραπάνω στόχοι μπορούν να κριθούν αποτελεσματικοί έπειτα από την εναρμόνιση των φορολογικών συντελεστών και την εφαρμογή κανόνων και ελαχίστων φορολογικών δασμών στα ενεργειακά προϊόντα.

Όλο και περισσότερα Ευρωπαϊκά λιμάνια εισέρχονται ακόμη, στο δίκτυο EcoPorts, το οποίο αποτελεί την κύρια περιβαλλοντική πρωτοβουλία του λιμενικού τομέα ήδη από το 1997 και

βασική αρχή του θεωρείται η ευαισθητοποίηση των αρμοδίων φορέων αναφορικά με την προστασία του περιβάλλοντος, η οποία υποστηρίζεται ότι μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την συνεργασία και την ανταλλαγή γνώσεων και πληροφοριών μεταξύ των λιμένων. Το δίκτυο αυτό ενισχύει την πρόθεση των λιμανιών να βρίσκονται στην πρώτη γραμμή της διαχείρισης περιβαλλοντικών ζητημάτων, να αποφασίζουν και να πράττουν αυτοβούλως με σύνεση για θέματα που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος, να μεριμνούν για την φροντίδα της δημόσιας υγείας και να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τις προσκλήσεις που φέρει η κλιματική αλλαγή.

Η EcoPorts πέρα των Περιβαλλοντικών Εκθέσεων που δημοσιεύει, παρέχει στα μέλη της δυο χρήσιμα εργαλεία: την Μέθοδο Αυτοδιάγνωσης, SDM (Self-Diagnosis Method) και το Σύστημα Περιβαλλοντικής Επισκόπησης Λιμένων, PERS (Port Environmental Review System). Το SDM συνιστά μια συγκεντρωτική λίστα ελέγχου την οποία χρησιμοποιούν οι διαχειριστές των λιμένων προκειμένου να αξιολογήσουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο λιμένας ως προς το περιβάλλον με συνιστώσα τις επιδόσεις αφενός των διεθνών προτύπων κ αφετέρου του ίδιου του κλάδου. Το εργαλείο PERS από την άλλη δημιουργήθηκε από τους ίδιους τους λιμένες και αποδεικνύοντας τα στοιχεία συμμόρφωσης που ελέγχονται ανεξάρτητα από το Lloyd's Register, έχει εδραιώσει τη φήμη του ως το μόνο εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης για ορισμένα τμήματα λιμένων. (ESPO, 2020)

## Κεφάλαιο 2 Εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους λιμένες

Τις τελευταίες δεκαετίες γίνονται σημαντικές προσπάθειες για την απαλλαγή από τον άνθρακα και την επίτευξη μηδενικών εκπομπών του, με τη βοήθεια της μειωμένης χρήσης των ορυκτών καυσίμων και την στρόφη σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας με χαμηλές έως και μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub>. Οι λεγόμενες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) περιλαμβάνουν εκείνες τις πηγές οι οποίες χαρακτηρίζονται για το γεγονός ότι μπορεί να θεωρηθούν ανεξάντλητες στο πέρασ των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και συγκεκριμένα την ηλιακή, την αιολική, τη γεωθερμική, την υδροθερμική και την ενέργεια των ωκεανών.

Η ενεργειακή πολιτική της εγκατάλειψης των κύριων στρατηγικών που ακολουθούνται μέχρι σήμερα και της υιοθέτησης νέων, φιλικότερων προς το περιβάλλον αποτελεί, ίσως, τη σπουδαιότερη πρόκληση για τη λιμενική βιομηχανία. Σύμφωνα με τους στόχους που έχει θέσει η Ευρώπη για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την επίτευξη ενεργειακής βιωσιμότητας και οι οποίοι αντικατοπτρίζονται στον οδικό χάρτη της ενέργειας απαιτείται:

- Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ποσοστό 20% συγκριτικά με τη δεκαετία του 1990.
- Η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%.
- Η συμμετοχή των βιοκαυσίμων στη συνολική κατανάλωση καυσίμων μεταφορών σε ποσοστό 10%.

Οι περισσότεροι λιμένες σε όλη την Ευρώπη προχωρούν σε σημαντικές επενδύσεις προκειμένου να δημιουργήσουν τις κατάλληλες υποδομές που θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τις διάφορες εναλλακτικές μορφές ενέργειας και θα καλύψουν σημαντικό μέρος των ενεργειακών αναγκών τους. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2015 από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) σε 86 μέλη του, το 38% αναφέρεται σε επενδύσεις που πραγματοποίησε σχετικά με την αιολική ενέργεια, το 36% σε επενδύσεις σχετικές με την ηλιακή ενέργεια, ενώ μικρότερα ποσοστά του τύπου 26% και 2% αναφέρθηκαν στην βιομάζα και την κυματική ενέργεια αντίστοιχα.

## 2.1 Ηλιακή ενέργεια – Φωτοβολταϊκά συστήματα

Η ηλιακή ενέργεια θεωρείται ως μια αστείρευτη πηγή ενέργειας, η οποία προέρχεται από τον ήλιο και συνιστά έναν από τους σπουδαιότερους παράγοντες του ενεργειακού προφίλ της χώρας μας. Ο ήλιος υποστηρίζεται ότι είναι ένα «μαύρο σώμα» που παράγει ενέργεια κάθετα στις ακτίνες του εκτός της ατμόσφαιρας της γης ανά μονάδα επιφάνειας η οποία ονομάζεται ηλιακή σταθερά και είναι  $S=1367 \text{ W/m}^2$ . Όταν η ηλιακή ακτινοβολία εισχωρεί στην ατμόσφαιρα, ένα μέρος της ηλιακής ενέργειας χάνεται καθώς απορροφάται από τα μόρια του αέρα, τα σύννεφα και από άλλα αιωρούμενα σωματίδια. Η ηλιακή ακτινοβολία η οποία δεν απορροφάται από τα παραπάνω και καταφέρνει να εισχωρήσει στην επιφάνεια της γης ονομάζεται άμεση ακτινοβολία, ενώ έμμεση είναι το τμήμα της ακτινοβολίας που φτάνει τελικά στο έδαφος και έχει πολύ μεγάλες διακυμάνσεις.

Η ενέργεια που δημιουργεί ο ήλιος μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο στην παραγωγή ηλεκτρισμού με την βοήθεια των φωτοβολταϊκών συστημάτων όσο και στην παραγωγή θερμότητας ή ψύξης με τη βοήθεια των ενεργειακών ηλιακών συστημάτων. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα συνιστούν μία από τις εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εμφανίζουν μια σταθερή αυξημένη ζήτηση τα τελευταία χρόνια λόγω των ποικίλων πλεονεκτημάτων που εμφανίζουν.

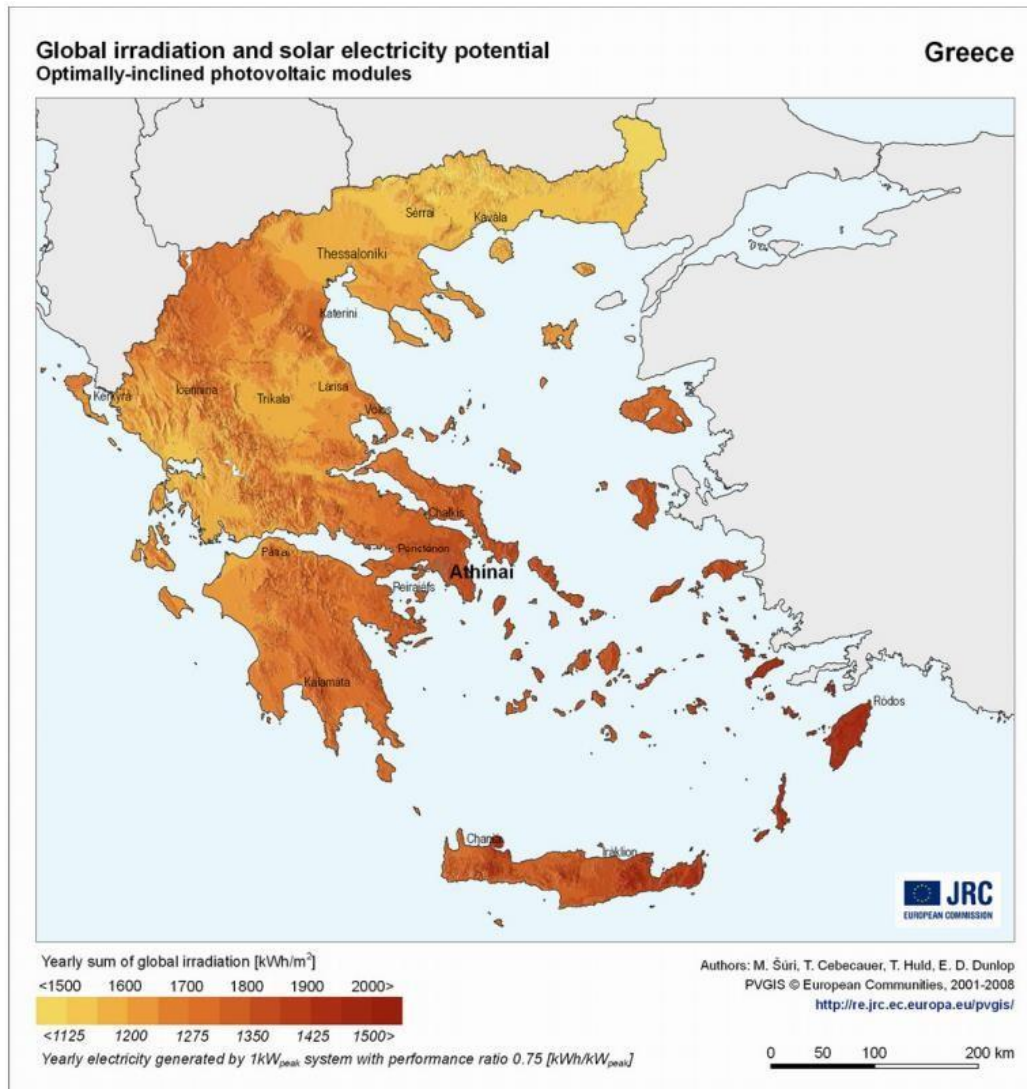
Μερικά από αυτά είναι η εμφάνιση μηδενικού κόστους παραγωγής ενέργειας όπως και το γεγονός ότι αποτελούν την πιο φθηνή επιλογή από τις άλλες εναλλακτικές πηγές, χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση και κρίνονται η καταλληλότερη επιλογή για επιτόπια εφαρμογή σε περίπτωση που είτε δεν υφίσταται είτε δε συμφέρει η επέκταση του ηλεκτρικού δικτύου, θεωρούνται αξιόπιστα και χαρακτηρίζονται από μεγάλη διάρκεια ζωής και το σημαντικότερο προκαλούν μηδενική ρύπανση. Τα πλεονεκτήματα υπερτερούν των μειονεκτημάτων, στα οποία περιλαμβάνεται το υψηλό κόστος επένδυσης, η ανάγκη αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και η μικρότερη απόδοση συγκριτικά με τις υπόλοιπες ΑΠΕ.

Για να παραχθεί, λοιπόν, ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πάρκα το μόνο που χρειάζεται είναι τρία στοιχεία:

- Φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα οποία συντελούν στη μετατροπή των φωτονίων φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια,
- Μετατροπείς, οι οποίοι μετασχηματίζουν το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο και συνεπώς σε ηλεκτρική ενέργεια για κατανάλωση και τέλος,
- Μετασχηματιστές, οι οποίοι αυξάνουν την τάση προκειμένου να μειωθούν οι ηλεκτρικές απώλειες.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η εκτιμώμενη ηλεκτροπαραγωγή που προκύπτει από φωτοβολταϊκά συστήματα στη βέλτιστη γωνία κλίσης για κάθε περιοχή στην Ελλάδα.

## Χάρτης 1: Δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής από Φ/β στην Ελλάδα.



Πηγή: : Institute for Energy and Transport – European Commission.

### 2.1.1 Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας από τους λιμένες

Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πάνελ έχει λάβει μεγάλες διαστάσεις στα Ευρωπαϊκά λιμάνια, κυρίως λόγω του εξαιρετικά χαμηλού κόστους και της, συγκριτικά με άλλες, ευκολότερης διαδικασίας εγκατάστασης. Αρκετά μεγάλα πάνελ φαίνεται να έχουν εγκατασταθεί στις στέγες αποθηκών, ολόκληρων κτιρίων με γραφεία καθώς και σε κτίρια που παρέχουν υπηρεσίες logistics και χωροθετούνται στα λιμάνια του Άμστερνταμ, συντελώντας στην ετήσια παραγωγή 11 GWh

ηλεκτρικής ενέργειας. Στο λιμάνι του Ρότερνταμ συγκεκριμένα, τα τοποθετημένα ηλιακά πάνελ στην κορυφή μιας ψυκτικής αποθήκης αποδίδουν σε ετήσια βάση 750 MWh ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ στο λιμάνι του Γκέτεμποργκ της Σουηδίας οι εγκατεστημένες μονάδες που βρίσκονται πάνω από τα κεντρικά γραφεία της λιμενικής αρχής έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή 55 MWh ηλεκτρικής ενέργειας. Στο λιμάνι του Αμβούργου, επίσης, έχουν δημιουργηθεί εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του νερού στα γραφεία της λιμενικής αρχής όπως και οι λιμένες της Αμβέρσας, της Γένοβας αλλά και της Βενετίας εισέρχονται σε αυτήν την τροχιά ανάπτυξης σχετικά με την ηλιακή ενέργεια. (Sdoukopoulos, Boile, Tromaras & Anastasiadis, 2019)

Αυξημένο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια εμφανίζουν επίσης και τα πλωτά φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία αν και εμφανίζουν αρκετές ομοιότητες με εκείνα που υπάρχουν στην ξηρά, είναι διπλής όψης καθώς το διπλό γυαλί διαθέτει αποδοτικότερη προστασία από την υγρασία και τη διάβρωση. Σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο παράγουν ηλεκτρισμό, αναπτύσσονται κατασκευές παρόμοιες με φορτηγίδα με υψηλή άνωση, οι οποίες λειτουργούν και ως μετατροπείς και ως μετασχηματιστές. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων που εμφανίζουν τα πλωτά φωτοβολταϊκά, είναι μερικά από τα παρακάτω:

- Προστασία του υδάτινου στοιχείου από την υψηλή εξάτμιση και εξοικονόμηση νερού.
- Προστασία από την υπερβολική ανάπτυξη φυκιών ειδικότερα τους καλοκαιρινούς μήνες, με αποτέλεσμα την μείωση του ευτροφισμού.
- Αποτροπή των ισχυρών ριπών του ανέμου να διαβρώσουν τις ακτές.

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα, μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Υψηλότερο κόστος επένδυσης συγκριτικά με τα επίγεια φωτοβολταϊκά.
- Περιπλοκές εργασίες συντήρησης και αβεβαιότητα σχετικά με το κόστος τους.
- Αβεβαιότητα σχετικά με την απόδοση τους σε υγρά η αλατούχα περιβάλλοντα.

Το λιμάνι του Ρότερνταμ πρωτοπορώντας στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, πράττει ένα ακόμη σημαντικό βήμα όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στους λιμένες, τοποθετώντας ένα πλωτό φωτοβολταϊκό πάνελ ισχύος 100 MW, δημιουργώντας πρόσφορο έδαφος για αντίστοιχες μελλοντικές επενδύσεις.



## **2.2 Αιολική ενέργεια – Υπεράκτια αιολικά πάρκα**

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για πρώτη φορά έλαβε χώρα στη χρήση ιστίων των πλοίων και έπειτα στους ανεμόμυλους που υπήρχαν στην ξηρά. Για πάρα πολλά χρόνια, τα πλοία κινούνταν μόνο με τη βοήθεια του ανέμου ενώ οι ανεμόμυλοι λειτούργησαν έως και τα μέσα του 20ου αιώνα. Στην πορεία, το ενδιαφέρον για την αιολική ενεργεία φαίνεται να επανήλθε την δεκαετία του 1970, όταν ήρθε στο προσκήνιο η πρώτη Πετρελαϊκή Κρίση.

Όταν μιλάμε για αιολική ενέργεια, αναφερόμαστε στην κινητική ενέργεια του ανέμου, η οποία δημιουργείται λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας του πλανήτη Γη από τον ήλιο σε όλα τα πιθανά γεωγραφικά πλάτη και μήκη. Η περιστροφή της Γης, η τοπική γεωμορφολογία αλλά και η τραχύτητα του εδάφους συνιστούν παραμέτρους που μπορούν να επηρεάσουν τόσο την κατεύθυνση όσο και την ταχύτητα του ανέμου.

Η σπουδαιότερη αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας σήμερα αντικατοπτρίζεται στη χρήση ανεμογεννητριών οι οποίες μετατρέπουν την αιολική σε ηλεκτρική ενέργεια. Όταν γίνεται εγκατάσταση ενός αριθμού ανεμογεννητριών είτε σε χερσαία είτε σε θαλάσσια περιοχή τότε μιλάμε για αιολικά πάρκα ή αλλιώς αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για την ενίσχυση των ενεργειακών αναγκών μιας περιοχής όσο και για την ολοκληρωτική κάλυψη αυτών. Η παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω της αιολικής ενέργειας, η οποία συνιστά μία από τις πιο ανταγωνιστικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και βρίσκεται, επίσης, σε μια φάση ωριμότητας εμφανίζει μια σειρά πλεονεκτημάτων, την εξής:

- Ο πάγιος εξοπλισμός μπορεί να διατηρηθεί έως και 20 έτη.
- Το κόστος συντήρησης είναι ελάχιστο. 2 MW ενέργειας μπορούν να παραχθούν από μια ανεμογεννήτρια.
- Η απόσβεση πραγματοποιείται σε περίπου 6,5 έτη.
- Ο συντελεστής απόδοσης της εν λόγω τεχνολογίας είναι μεγαλύτερος λόγω της εκμετάλλευσης της τοπογραφικής επιτάχυνσης του ανέμου.

Σημαντική έκταση φαίνεται να παίρνει το ζήτημα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, η οποία αντιστοιχεί σήμερα σε ποσοστό 3% της συνολικής ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια στην ΕΕ. Το σύνολο της εγκατεστημένης υπεράκτιας αιολικής ισχύς στην Ευρώπη την χρονική περίοδο που διανύουμε ανέρχεται στα 28,4 GW, αριθμός ο οποίος προκύπτει από τις 5.795 συνδεδεμένες στο δίκτυο ανεμογεννήτριες και τα 123 υπεράκτια αιολικά πάρκα σε 13 χώρες.

### **2.2.1 Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας από τους λιμένες**

Σημαντικό ρόλο σε αυτήν την ενεργειακή μετάβαση διαδραματίζουν τα λιμάνια, τα οποία χρησιμοποιούν ολοένα και περισσότερο εξελιγμένες μεθόδους στην διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων τους έτσι ώστε να δημιουργήσουν ένα σύστημα υποστήριξης της υπεράκτιας αιολικής ισχύς, να μειώσουν το κόστος τους και να επιτύχουν την μέγιστη αποδοτικότητα. Δεδομένων των εξελιγμένων μεθόδων που χρησιμοποιούνται, η συνεργασία μεταξύ των λιμένων φαίνεται να είναι η ορθότερη στρατηγική που μπορούν να ακολουθήσουν τα ίδια τα λιμάνια.

Η άποψη αυτή επιβεβαιώνεται και από την ενέργεια της WindEurope να δημιουργήσει μια πλατφόρμα με την ονομασία Offshore Wind Ports Platform, στόχος της οποίας είναι να προσελκύσει έναν αριθμό λιμένων τα οποία δείχνουν ενδιαφέρον και χαρακτηρίζονται για τις ενεργές δραστηριότητες τους σχετικά με την υπεράκτια αιολική ενέργεια. Μέσω αυτής της πλατφόρμας, οι υπεράκτιοι αιολικοί λιμένες θα είναι σε θέση να διαδώσουν μεταξύ τους γνώσεις και βέλτιστες πρακτικές αλλά και να κατορθώσουν να συνεργαστούν με την βιομηχανία και να εισακουστούν με μια φωνή οι μέθοδοι και οι προτεραιότητες τους στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής.

Η πλατφόρμα Ports απαρτίζεται από 28 μέλη, το καθένα από τα οποία διαθέτει μια τεχνογνωσία που διαφέρει σε ένα σύνολο δραστηριοτήτων όπως είναι η ενέργεια, ο τουρισμός, οι ενέργειες που σχετίζονται με το ναυπηγείο αλλά και οι υπηρεσίες μεταφορών που αφορούν όλα τα είδη φορτίων. Η πλειονότητα των λιμένων έχει αποκτήσει σημαντική εμπειρία στην υπεράκτια αιολική βιομηχανία αφού σε συνεργασία κατάφεραν να παράγουν 9.000 MW εγκατεστημένης ισχύος και πάνω από 7.000 MW σε δραστηριότητες λειτουργιών και συντήρησης.

Ενώ ορισμένα λιμάνια μπορούν να προβούν στην πλήρη κάλυψη των αναγκών τους μέσω της αιολικής ενέργειας, υπάρχουν ορισμένα τα οποία επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες υπηρεσίες όπως είναι αυτές της λειτουργίας και συντήρησης, της αποθήκευσης, παραγωγής κι αποστολής

εξαρτημάτων αλλά και της προ συναρμολόγησης. Από την άλλη, είναι και τα λιμάνια τα οποία διαθέτουν ελάχιστη ή ακόμη και μηδαμινή εμπειρία στον τομέα της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας και για αυτόν τον λόγο εντάσσονται στην συγκεκριμένη πλατφόρμα έτσι ώστε να αντλήσουν πληροφορίες και λεπτομέρειες για την αγορά καθώς και γνώσεις από την εμπειρία των άλλων λιμένων. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται σαφές αν είναι σε θέση να γίνουν μέλη μιας τέτοιας επιχείρησης και να προχωρήσουν στον στρατηγικό σχεδιασμό των επενδύσεων που αφορούν την επέκταση ή την επαναχρησιμοποίηση των εγκαταστάσεων τους.

Ο ρόλος των λιμένων στην τοπική αλυσίδα εφοδιασμού αλλά και στην εφοδιαστική και υποστηρικτική υποδομή είναι πρωταρχικής σημασίας, ενώ θεωρούνται βασικός παράγοντας για την ανάπτυξη της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας και στην μετέπειτα παραγωγή και διανομή του ανανεώσιμου υδρογόνου. Στους λιμένες πραγματοποιείται η λειτουργία και η συντήρηση των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, η μεταφορά όλων των υπεράκτιων ανεμογεννητριών και λοιπού εξοπλισμού καθώς και η συναρμολόγηση των πλωτών ανεμογεννητριών.

Προκειμένου η ΕΕ να πετύχει τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 έχει δεσμευτεί να παράγει έως και 160 GW υπεράκτιας αιολικής ενέργειας τα επόμενα δέκα χρόνια, μια υπερμεγέθους επέκταση η οποία φανερώνει ότι η ισχύς που θα παράγεται σε ετήσια βάση θα πρέπει να αυξηθεί από 3 GW που είναι σήμερα σε 6 GW στα επόμενα πέντε χρόνια και σχεδόν σε 25 GW έως και το 2030 και να εξυπηρετεί σχεδόν 15.000 τουρμπίνες κάθε χρόνο.

**Εικόνα 2:** Πλεονεκτήματα των υπεράκτιων αιολικών πάρκων.

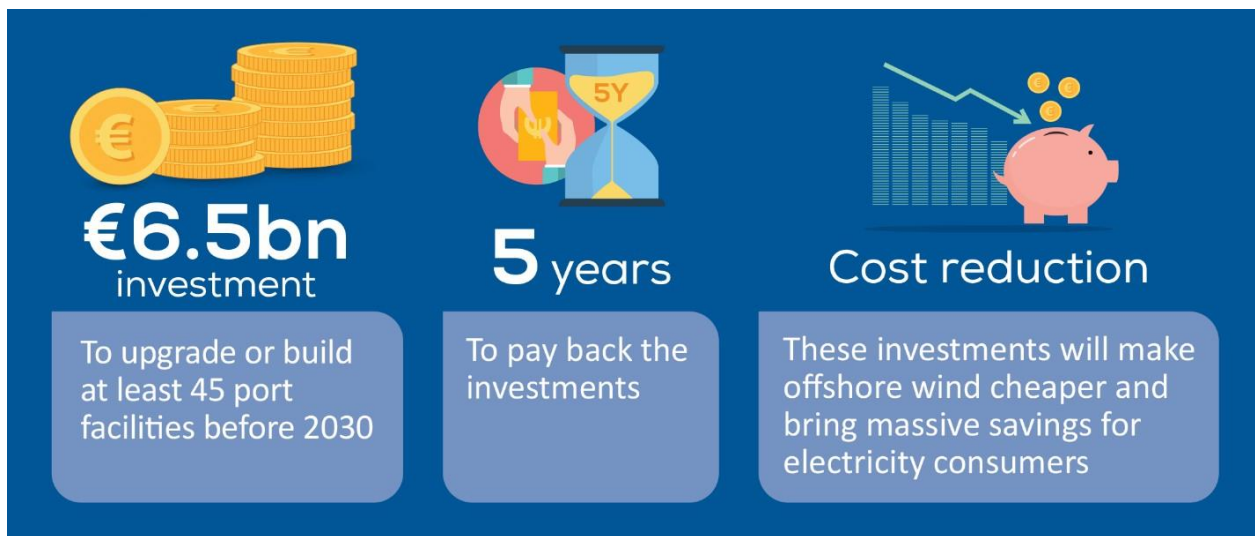


Πηγή: WindEurope

Προκειμένου οι λιμένες να μπορούν να προβούν στην παροχή όλων αυτών των υπηρεσιών θα πρέπει να μπου σε μια ρότα σημαντικών επενδύσεων για την επέκταση και την αναβάθμιση των υποδομών τους. Μεταξύ των επενδύσεων που πρέπει να κάνουν περιλαμβάνεται η επέκταση της γης, η ενίσχυση των κρηπιδωμάτων, η επίτευξη, μέσω των απαραίτητων εργασιών, επαρκούς βάθους νερού για τον ελλιμενισμό των πλοίων αλλά και η κατασκευή (προσωρινών) χώρων αποθήκευσης για την αποθήκευση εξαρτημάτων ανεμογεννητριών κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή της λειτουργίας.

Οφείλουν να μπου σε αυτήν την διαδικασία για να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στην λειτουργία και συντήρηση ενός μεγαλύτερου στόλου, στα επακόλουθα έργα παροπλισμού και στη δημιουργία νέων κέντρων παραγωγής για πλωτά αιολικά πάρκα. Υπολογίζεται ότι το συνολικό κεφαλαίο που θα πρέπει να επενδύσουν οι Ευρωπαϊκοί λιμένες μέχρι και το 2030 για να στηρίξουν την ανάπτυξη της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας ανέρχεται στα 6,5 δις ευρώ. Η εν λόγω επένδυση απαιτεί 5 έτη για να αποπληρωθεί και μπορεί να εξοικονομήσει σημαντικά ποσοστά ενέργειας τόσο για τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας όσο και για την κοινωνία συνολικά.

**Εικόνα 3:** Απαιτούμενες επενδυτικές ενέργειες για την ενίσχυση του αιολικού δυναμικού.



Πηγή: WindEurope

Όσον αφορά τα Ευρωπαϊκά λιμάνια, οι σπουδαιότερες επενδύσεις στην αιολική ενέργεια έχουν πραγματοποιηθεί στα λιμάνια του Ρότερνταμ καθώς οι εγκατεστημένες μονάδες ισχύος

ανέρχονται στα 200 MW, της Αμβέρσας με 45 MW και του Άμστερνταμ με 28,2 MW. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αιολική ενέργεια που παράγεται στο λιμάνι του Ρότερνταμ είναι αντιπροσωπευτική του 10% της αιολικής ενέργειας που παράγεται συνολικά στην Ολλανδία. Μια μεσαίου μεγέθους ανεμογεννήτρια με εγκατεστημένη ισχύ 100 KW συναντάμε επίσης στο λιμάνι της Οστάνδης, με σκοπό να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια για την ολοκληρωμένη υποστήριξη των εργασιών που λαμβάνουν χώρα σε έναν τερματικό σταθμό του λιμένα.

### **2.3 Τεχνολογίες Παραγωγής Ενέργειας από Βιομάζα**

Η βιομάζα είναι μια, ακόμη, ανεξάντλητη πηγή ενέργειας αφού συνιστά μέρος του βιολογικού κύκλου που λειτουργεί στο φυσικό περιβάλλον και ορίζεται ως η βιολογική ύλη που δημιουργείται από ζωντανούς οργανισμούς του πλανήτη. Πρόκειται για έναν από τους κύριους ενεργειακούς πόρους, αν λάβουμε υπόψη ότι περίπου το 35% της ενέργειας που καταναλώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες ικανοποιείται από την χρήση της βιομάζας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένας τεράστιος αριθμός ατόμων, περίπου στα 2,5 δισεκατομμύρια, να είναι εξαρτημένος από τη βιομάζα στις απλές καθημερινές ανάγκες που απαιτούν τη χρήση ενέργειας όπως είναι για παράδειγμα το μαγείρεμα και η θέρμανση.

Η βιομάζα αποτελεί κλάσμα προϊόντων το οποίο πηγάζει από ζωικά απόβλητα και υπολείμματα βιολογικής προέλευσης, από δραστηριότητες που σχετίζονται με τη γεωργία και παραπροϊόντα της αγροτικής παραγωγής όπως το άχυρο, από ενεργειακές καλλιέργειες, π.χ. καλλιέργεια ζαχαροκάλαμου για την παραγωγή αιθανόλης και το βασικότερο από τη χρήση καυσόξυλων και γενικότερα από υπολείμματα υλοτομίας. Όταν η βιομάζα αξιοποιείται ως καύσιμο τότε γίνεται λόγος για στερεά, υγρά και αέρια βιοκαύσιμα. Στερεά βιοκαύσιμα θεωρούνται τα πέλλετ ξύλου, τα ροκανίδια ή τα καυσόξυλα ενώ παραδείγματα υγρών βιοκαυσίμων συνιστούν η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ τα οποία εφαρμόζονται συχνά ως καύσιμα κίνησης.

Η ενεργεία της βιομάζας είναι στην πραγματικότητα μια δευτερογενής ηλιακή ενέργεια, η οποία έχει μετασχηματιστεί από τα φυτά μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Αποτελεί την μοναδική πηγή ενέργειας με άνθρακα, τα αποθέματα της οποίας επαρκούν ώστε να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Σημαντικό πλεονέκτημα της βιομάζας συνιστά το γεγονός ότι εμπεριέχει αποθηκευμένη ενέργεια με χημική μορφή η οποία

μπορεί να αξιοποιηθεί έπειτα από την μετατροπή της σε ένα ποικίλο σύνολο προϊόντων, με διαφορετικές διαδικασίες και με τη χρήση απλής τεχνολογίας. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων που εμφανίζει η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας συγκαταλέγονται και τα παρακάτω:

- Αποφεύγονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση συμβατικών καυσίμων. Η ποσότητα CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται από την καύση της βιομάζας θεωρείται ότι είναι μικρότερη αυτής που έχει δεσμευτεί από το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης.
- Αποφεύγονται, επίσης, και οι εκπομπές SO<sub>2</sub> από την καύση της βιομάζας το οποίο ευθύνεται για την εμφάνιση της όξινης βροχής.
- Η εκάστοτε χώρα περιορίζει την εξάρτηση της από εισαγόμενα καύσιμα και κυρίως από το πετρέλαιο το οποίο είναι το, κατά κύριο λόγο, καύσιμο που αντικαθιστά η βιομάζα.
- Αναπτύσσονται οι αγροτικές περιοχές στις οποίες πραγματοποιείται η παραγωγή της και εξασφαλίζονται παράλληλα επιπρόσθετες θέσεις εργασίας.

Πέρα των πλεονεκτημάτων η χρήση της βιομάζας παρουσιάζει και μειονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής:

- Το υψηλό κόστος εξοπλισμού που απαιτείται για τις σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της.
- Η δυσχέρεια στην ενεργειακή αξιοποίηση της λόγω του αυξημένου όγκου και της μεγάλης περιεκτικότητας σε υγρασία συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα.
- Οι δυσκολίες που εμφανίζονται στις διαδικασίες συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της βιομάζας συντελούν στην αύξηση του κόστους της.

**Εικόνα 4:** Πηγές και εφαρμογές βιομάζας



Πηγή: HellaBiom, 2016.

### 2.3.1 Η αξιοποίηση της βιομάζας από τους λιμένες

Τον δρόμο προς την παραγωγή και εκμετάλλευση της βιομάζας έχουν χαράξει αρκετά Ευρωπαϊκά λιμάνια προκειμένου να πετύχουν τον στόχο της μείωσης διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτει από την χρήση των ορυκτών καυσίμων. Συγκεκριμένα, το λιμάνι του Ρότερνταμ, σκοπεύει να καταστεί σπουδαίος κόμβος βιομάζας στην Ευρώπη, καθώς εξετάζει να αξιοποιήσει ένα ποσοστό της τάξης του 20% έως 30% της βιομάζας που υπάρχει στους ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς στον τερματικό σταθμό Maasvlakte. Στους σταθμούς αυτούς υπάρχουν μεγάλες ποσότητες βιομάζας, κυρίως σε μορφή πέλλετ ξύλου, οι οποίες πέρα από τη διανομή τους για την κάλυψη αναγκών των νοικοκυριών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την κάλυψη ορισμένων ενεργειακών αναγκών του λιμένα. Σύμφωνα με την λιμενική αρχή του Ρότερνταμ, έχει δημιουργηθεί πρόσφορο έδαφος για την υιοθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις

δραστηριότητες των λιμένων και ιδιαίτερα στη χρήση των βιοκαυσίμων, της βιοενέργειας και των χημικών ουσιών που στηρίζονται σε βιολογικά προϊόντα.

Εκτός από το λιμάνι του Ρότερνταμ, σε ενέργειες για την εκμετάλλευση της βιομάζας απορριμμάτων με σκοπό τη θέρμανση, την παραγωγή ζεστού νερού αλλά και την παραγωγή βιοαερίου, προχώρησε και το λιμάνι του Κόπερ στη Σλοβενία πριν από μερικά χρόνια στα πλαίσια του προγράμματος Greenberth. Στην πρώτη εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε υπολογίστηκε ότι εξοικονομήθηκαν 14,1 MWh πρωτογενούς ενέργειας, με την περίοδο απόσβεσης στα περίπου τέσσερα χρόνια. Στην δεύτερη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μορφές αποβλήτων όπως είναι τα φρούτα, τα λαχανικά, η σόγια, τα δημητριακά και η κοπριά πρώτης ύλης με αποτέλεσμα να παραχθούν περίπου 66 MWh ετησίως με περίοδο απόσβεσης τα οκτώ χρόνια.

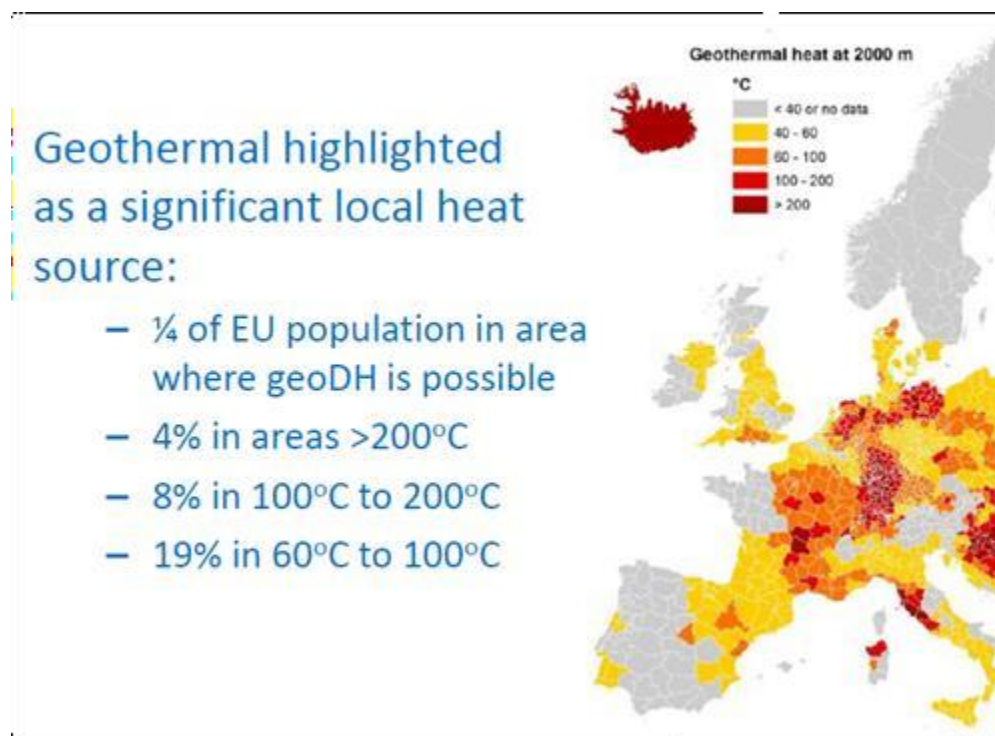
## **2.4 Γεωθερμία**

Ως γεωθερμική ενέργεια ορίζεται η θερμότητα που προκύπτει από το μάγμα στο εσωτερικό της γης και σχετίζεται με την ηφαιστειακή δραστηριότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές συνθήκες μιας περιοχής. Το σύνολο της γεωθερμικής ενέργειας που συγκεντρώνεται στον πλανήτη είναι τεράστιο, καθώς υπολογίζεται ότι περίπου 100 PWh θερμότητας εισέρχονται ημερησίως στην επιφάνεια της γης. Για να μπορέσει όμως να αξιοποιηθεί για οικονομικούς σκοπούς θα πρέπει να είναι συγκεντρωμένη, και μάλιστα σε περιοχές όπου παρατηρείται έντονη ηφαιστειακή και σεισμική δραστηριότητα.

Αν και η χώρα μας διαθέτει ένα ισχυρό δυναμικό γεωθερμικής ενέργειας υπεδάφους, το οποίο παρατηρείται στο ηφαιστειακό τόξο του Νοτίου Αιγαίου (Μήλος, Νίσυρος, Σαντορίνη) εντούτοις δεν διαθέτει ούτε έναν σταθμό γεωθερμίας. Σύμφωνα με μια έκθεση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Γεωθερμικής Ενέργειας που δημοσιεύθηκε τον Μάιο του 2014, έγινε γνωστό ότι η Ευρώπη διαθέτει 4.174 γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης περιοχών που λειτουργούν σε 3.731 πόλεις, εξασφαλίζοντας έτσι ενέργεια για το 25% του πληθυσμού της. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω χάρτη, η εφαρμογή της γεωθερμικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται επιτυχώς σε πολλές χώρες, μεταξύ των οποίων είναι και η Γερμανία, η Γαλλία, η Ολλανδία και η Ουγγαρία.



**Εικόνα 5:** Γεωθερμικό δυναμικό της Ευρώπης



Πηγή: Greenmatch, <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2014/07/10-facts-about-geothermal-energy>

Η γεωθερμική ενέργεια σαν μια ανανεώσιμη πηγή η οποία δεν εξαντλείται, δημιουργείται συνεχώς κάτω από την επιφάνεια της Γης λόγω της θερμότητας που παράγεται από τα πετρώματα. Όταν το γεωθερμικό ρευστό φτάσει σε θερμοκρασίες έως και 60 Βαθμών Κελσίου, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ζεστού νερού, θέρμανση χώρων και θερμοκηπίων αλλά και για τηλεθέρμανση μέσω της διαδικασίας των γεωτρήσεων για να έρθει το ρευστό στην επιφάνεια. Όταν το γεωθερμικό ρευστό φτάσει θερμοκρασίες περίπου 80 βαθμών Κελσίου μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ψύξης ενώ σε θερμοκρασίες 120-180 βαθμών συντελεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μια άλλη χρήση της συγκεκριμένης ενέργειας είναι και η θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού προκειμένου να συλληφθεί πόσιμο νερό κυρίως στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές.

### **2.4.1 Πιλοτικό έργο αξιοποίησης της γεωθερμίας από το λιμάνι του Αμβούργου**

Τόσο η πόλη όσο και το λιμάνι του Αμβούργου έχουν πρωτοστατήσει στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δημιουργώντας διάφορα προγράμματα στήριξης. Λαμβάνοντας κρατική επιχορήγηση ύψους 22,5 εκατομμυρίων ευρώ, το Αμβούργο προχώρησε στην υλοποίηση ενός πιλοτικού έργου με την ονομασία Integrated Heat Transition Wilhelmsburg “IW3” το οποίο υποστηρίζει την έρευνα και την ανάπτυξη στον τομέα των πρωτοποριακών ενεργειακών τεχνολογιών.

Σύμφωνα με την παραπάνω ερευνητική πρωτοβουλία, επρόκειτο να δημιουργηθεί ένα εργοστάσιο βαθιάς γεωθερμικής ενέργειας στο λιμάνι της πόλης, το οποίο θα καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης των πρώτων κατοικιών του Wilhelmsburg από το 2023. Επίσης, το λιμάνι το οποίο διαθέτει την μεγαλύτερη λιμενική σιδηροδρομική υποδομή σε όλη την Ευρώπη περιλαμβάνει περίπου 300 χιλιόμετρα σιδηροδρομικών γραμμών με 880 μεταγωγείς. Ένα πιλοτικό έργο θα δοκιμαστεί και στους 880 μεταγωγείς έτσι ώστε να θερμαίνονται με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας. Πρόκειται για μια αυτορρυθμιζόμενη εγκατάσταση κατά την οποία η μεταφορά της θερμότητας θα ξεκινά όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος φτάσει κάτω από ένα συγκεκριμένο όριο και θα διακόπτεται όταν το ξεπεράσει.

### **2.5 Κυματική ενέργεια**

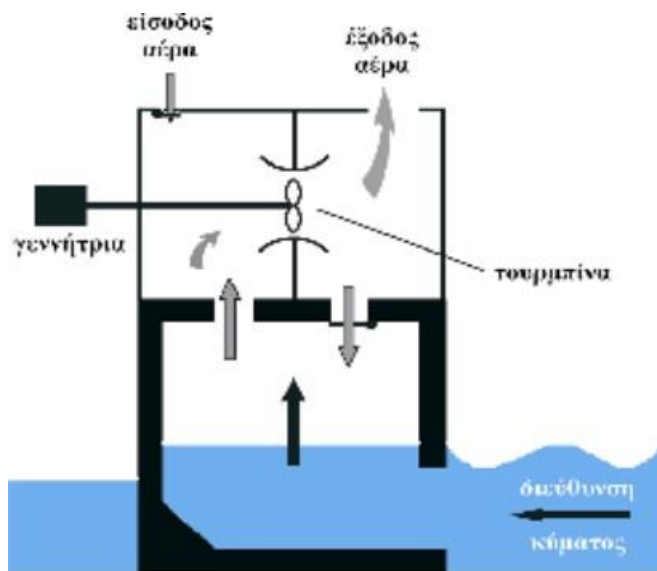
Μια εξαιρετικά μεγάλη ποσότητα ανεξάντλητης ενέργειας, εκείνης που προκύπτει από τους θαλάσσιους κυματισμούς, παραμένει εντελώς αναξιοποίητη. Συγκριτικά με τη συνολική ποσότητα καθαρής ενέργειας που είναι εφικτό να παραχθεί σήμερα, η κυματική ενέργεια είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη. Μιλώντας με ποσοστά, σύμφωνα με το Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας, αν τώρα παράγονται 7.310 τεραβατώρες σε ετήσια βάση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αριθμός ο οποίος αντιστοιχεί στο 26% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας, τότε η ενέργεια που μπορεί να προκληθεί από τα κύματα ισοδυναμεί με 29.500 τεραβατώρες τον χρόνο σε παγκόσμια κλίμακα, με το 14% να αναλογεί στην Ευρώπη.

Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε με τρεις διαφορετικούς τρόπους τα τεράστια ποσά ενέργειας που μας προσφέρουν οι ωκεανοί:

α) από τα κύματα (παλινδρομική κίνηση)

Όπως γίνεται αντιληπτό στο παρακάτω σχήμα, η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να ωθήσει την τουρμπίνα σε περιστροφή. Καθώς ο αέρας πιέζεται προς τα πάνω από την ανυψωτική κίνηση των κυμάτων μέσα στον θάλαμο, ξεκινά η περιστροφική κίνηση της τουρμπίνας με αποτέλεσμα η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας από τους διάφορους τρόπους αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας, η οποία αφού παραχθεί μπορεί να καλύψει τις ανάγκες ενός φάρου, ενός σπιτιού, κλπ.

**Σχήμα 3:** Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό



Πηγή: <http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/59-73.pdf>

Μια επιστημονική ομάδα Ελλήνων καθηγητών που δραστηριοποιούνται σε πανεπιστημιακά ιδρύματα τόσο εντός όσο και εκτός της χώρας μας, προχώρησε στη διεξαγωγή ερευνών με σκοπό να καθορίσουν περιοχές κοντά σε ακτές με σχετικά μικρά βάθη όπου θα είναι εφικτή η ανάπτυξη συστημάτων εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας και να σχεδιάσουν μηχανισμούς μετατροπής της κυματικής σε μηχανική ενέργεια. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι στην κορυφή κυμάτων ύψους ενός μέτρου μπορούν να παραχθούν 208 MWh ετησίως για βάθη νερού έως 100 μέτρα και απόσταση έως 2 χιλιόμετρα από την ακτή. Σε απόσταση 6 και 10 χιλιομέτρων από την ακτή, οι αντίστοιχες τιμές της παραγόμενης ενέργειας ανέρχονται σε 952 και 4.638 MWh. Για να

πραγματοποιηθεί και εμπράκτως η εκμετάλλευση των ανεξερεύνητων κυματικών πόρων θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί ο θαλάσσιος χωροταξικός σχεδιασμός της εκάστοτε χώρας και να έχουν χρηματοδοτηθεί οι ανάλογες πρωτοβουλίες.

β) από τις παλίρροιες (άμπωτη-πλημμυρίδα)

Η εκμετάλλευση της παλιρροιακής ενέργειας έχει εμφανιστεί πριν από εκατοντάδες χρόνια, όταν τα νερά τα οποία αποθηκεύονταν στις εκβολές των ποταμών βοηθούσαν στην κίνηση των νερόμυλων. Συγκεκριμένα, η διαδικασία κατά την οποία παράγεται ηλεκτρισμός από την παλίρροια είναι η εξής: τα νερά που εισέρχονται στην ακτή από την παλίρροια κατά την πλημμυρίδα, την άνοδο δηλαδή της στάθμης του νερού, παγιδεύονται σε φράγματα με αποτέλεσμα όταν η στάθμη του νερού να χαμηλώνει κατά την άμπωτη δηλαδή, τα νερά αυτά να ελευθερώνονται και να κινούν τον υδροστρόβιλο όπως συμβαίνει στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Οι στενές εκβολές των ποταμών είναι η περιοχή η οποία θεωρείται η πλέον κατάλληλη για την κατασκευή σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από την παλίρροια μπορεί να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης έως και 240 χιλιάδων κατοίκων.

γ) από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας και των βαθύτερων στρωμάτων της θάλασσας

Η διαφορά της θερμοκρασίας ανάμεσα στα θερμότερα νερά της επιφάνειας και τα ψυχρότερα νερά του πυθμένα, η οποία πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 βαθμοί Κελσίου, μπορεί να αξιοποιηθεί ώστε να εκμεταλλευτεί η θερμική ενέργεια των ωκεανών.

### **2.5.1 Προσπάθειες αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας από Ευρωπαϊκά λιμάνια**

Οι μορφές ενέργειας που μπορεί να παράγει ο ωκεανός, η κυματική και η παλιρροιακή, βρίσκουν σήμερα εφαρμογή σε Ευρωπαϊκά λιμάνια στον ελάχιστο όμως βαθμό, καθώς οι τεχνολογίες προώθησης των συγκεκριμένων ενεργειών δεν έχουν πετύχει τα απαιτούμενα επίπεδα ωριμότητας και οι σχετικές έρευνες βρίσκονται ακόμη σε στάδιο εξέλιξης. Στο λιμάνι της Νάπολης, όπου το 2016 εγκαταστάθηκε το σύστημα OBREC (Overtopping Breakwater for Energy Conversion),

διακρίνεται η πιο σημαντική εξέλιξη της κυματικής ενέργειας. Το σύστημα αυτό το οποίο έχει μήκος περίπου 5 μέτρα και το κόστος του δεν ξεπερνά κατά πολύ την κατασκευή ενός κλασικού κυματοθραύστη μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έως και 12,6 MWh σε ετήσια βάση με ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αντίστοιχα πιλοτικά έργα και εφαρμογές για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας βρίσκονται σε εξέλιξη στο Ηράκλειο Κρήτης και επρόκειτο να διεξαχθούν στο άμεσο μέλλον στα λιμάνια Leixoes και Las Palmas στην Πορτογαλία και τα Κανάρια νησιά αντίστοιχα.

Όσον αφορά την αξιοποίηση των παλιρροιακών ρευμάτων για την παραγωγή ενέργειας στα λιμάνια, δεν έχει λάβει κάποια σημαντική αναγνωρισιμότητα με μόνη εξαίρεση την εκτέλεση ενός πιλοτικού έργου που πραγματοποιήθηκε το 2015 στο λιμάνι του Ντόβερ, έχοντας λάβει υπόψη τις ευνοϊκές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

## **2.6 Οφέλη των λιμένων από την χρήση των ΑΠΕ**

Οι λιμένες καθώς χαρακτηρίζονται για την υψηλή ενεργειακή ζήτηση την οποία πρέπει να καλύψουν, μπορούν να θεωρηθούν ότι συμβάλλουν στον εφοδιασμό των πόλεων με ανεξάντλητες μορφές ενέργειας κι όχι ότι αποτελούν την κύρια λύση. Εξάγοντας τα πλεονάσματα των ανανεώσιμων ενεργειών, τα λιμάνια μπορούν να αποτελέσουν μέρος ενός μεγαλύτερου ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας έτσι μια σειρά πλεονεκτημάτων τόσο στα ίδια τα λιμάνια όσο και στις ευρύτερες αστικές περιοχές. Προτεραιότητα τους θα πρέπει να είναι πρώτα η κάλυψη των δικών τους ενεργειακών αναγκών σε συνεργασία με τους σχετικά ενδιαφερόμενους φορείς εκμετάλλευσης των δικτύων ενέργειας και έπειτα η επένδυση σε υποδομές για την διευκόλυνση της ανάπτυξης των περιφερειακών αναγκών ενέργειας. Η παραπάνω στρατηγική μπορεί να συντελέσει στην βελτιστοποίηση του χωροταξικού σχεδιασμού αλλά και στις επενδύσεις που πραγματοποιούνται για την ενίσχυση των ενεργειακών υποδομών.

Ο ρόλος των λιμένων, ως ένα βιομηχανικό σύμπλεγμα το οποίο μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε ενεργειακό κόμβο που αλληλεπιδρά με τις γύρω πόλεις, θα πρέπει να λειτουργεί ως εξής:

- Να συντελεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Να αποτελεί την τοποθεσία όπου διεξάγεται η συλλογή και η αναδιανομή της υπεράκτιας ενέργειας.

- Να συνιστά χώρο παραγωγής ανανεώσιμων καυσίμων καθώς και κέντρο και πηγή για τη διανομή θερμότητας και ψύξης.

Προχωρώντας στην έμπρακτη εφαρμογή των προαναφερθέντων, γίνεται αντιληπτό ότι τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στους λιμένες μιας χώρας είναι ποικίλα:

α. Εξασφάλιση καθαρής, αποδοτικής και βιώσιμης ενέργειας η οποία δεν συμβάλλει στην εκπομπή ρύπων και είναι ανεξάντλητη.

β. Δυνατότητα δημιουργίας ανανεώσιμης ενέργειας με πολλές και διαφορετικές μεθόδους με την βοήθεια της συνεχούς ανάπτυξης της τεχνολογίας.

γ. Παροχή ενεργειακής ανεξαρτησίας στην εκάστοτε χώρα, η οποία δε στηρίζεται πια στη χρήση ορυκτών καυσίμων.

δ. Εξασφάλιση σταθερού κόστους σε αντίθεση με την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας από εταιρείες ενέργειας όπου οι αυξομειώσεις στις τιμές είναι απρόβλεπτες.

ε. Μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη που προκαλούνται από την χρήση των ορυκτών καυσίμων τα οποία με τη σειρά τους παράγουν τα αέρια του θερμοκηπίου και βλάπτουν το περιβάλλον.

στ. Βελτίωση της δημόσιας υγείας καθώς τόσο η ατμοσφαιρική όσο και η υδάτινη ρύπανση που προκαλείται από τις μονάδες άνθρακα και φυσικού αερίου συνδέονται με την εμφάνιση αναπνευστικών προβλημάτων, νευρολογικών βλαβών, καρδιακών προσβολών, καρκίνο και άλλα σοβαρά προβλήματα.

ζ. Δημιουργία περισσότερων θέσεων εργασίας συγκριτικά με τις τεχνολογίες των ορυκτών καυσίμων οι οποίες χαρακτηρίζονται εντάσεως κεφαλαίου και όχι εργασίας. Υποστηρίζεται μάλιστα ότι στην Ευρώπη δημιουργούνται 15 θέσεις εργασίας, για κάθε MW εγκατεστημένης ισχύος.

η. Αναβάθμιση της ποιότητας ζωής σε όλη την χώρα που έχει προβεί στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων ενεργειών.

θ. Ηλεκτροδότηση των ελλιμενισμένων πλοίων (AMP: Alternative Maritime Power - Cold Ironing)

ι. Βελτίωση των υποδομών της ευρύτερης περιοχής των λιμένων έτσι ώστε να διευκολύνεται η ηλεκτροδότηση των απομονωμένων νησιών.

κ. Σημαντική οικονομική ανάπτυξη της περιοχής που βρίσκεται κοντά στον λιμένα, καθώς κατά τη διάρκεια της επένδυσης μπορεί να προωθηθεί η απασχόληση τοπικών μονάδων παραγωγής και επαγγελματιών.

λ. Βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας με την παράλληλη προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και την επίτευξη της μείωσης αερίων από τα πλοία

## **Κεφάλαιο 3 Νέες τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων**

### **3.1 Cold ironing**

#### **3.1.1 Γενικές πληροφορίες**

Ο συγκεκριμένος όρος έκανε την εμφάνισή του όταν αρκετά πλοία παλαιότερα ήταν εξοπλισμένα με κινητήρες από πυρωμένο σίδηρο, με αποτέλεσμα να καίνε άνθρακα για την εξυπηρέτηση των αναγκών τους και όταν εκείνα στάθμευαν σε ένα λιμάνι έπαυε να υπάρχει η ανάγκη για επιπλέον καύση οπότε οι μηχανές “ψυχόταν” (cold ironing). Στη σύγχρονη ναυτιλία αναφέρεται απλώς στην ιδέα σύνδεσης ενός πλοίου με μια εξωτερική μονάδα παραγωγής ενέργειας η οποία επιτρέπει την παύση λειτουργίας όλων των ντίζελ κινητήρων. Αυτό έχει ως επακόλουθο την εξάλειψη της ρύπανσης που προκαλείται απευθείας από τους ρύπους που εκπέμπουν τα πλοία και βλάπτουν τις πόλεις-λιμάνια αλλά και τις ευρύτερες περιοχές.

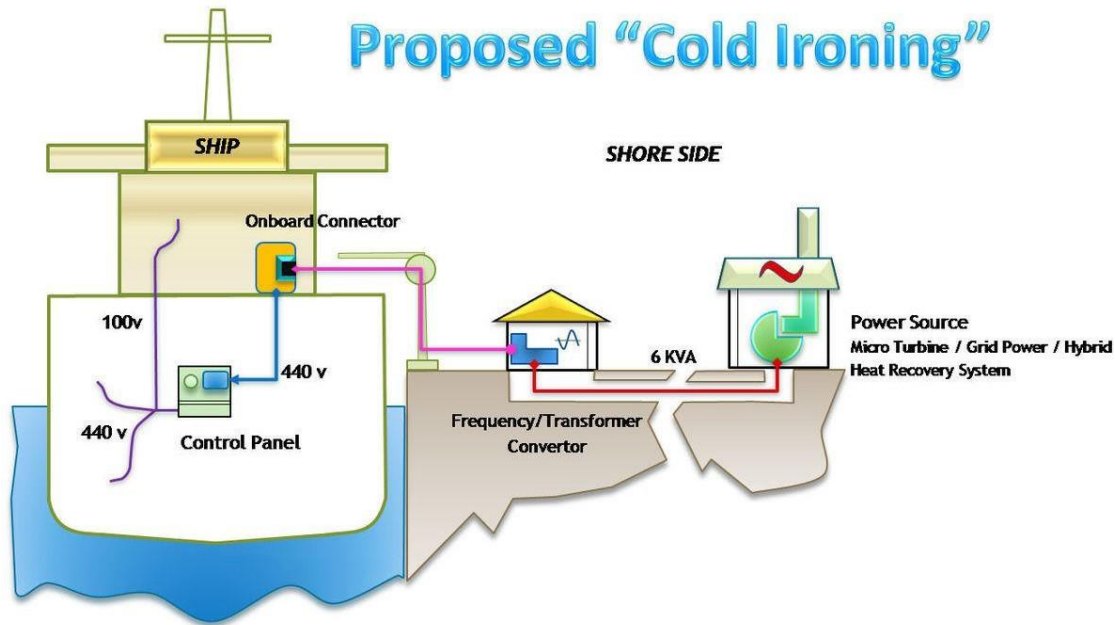
Ο όρος cold ironing αναφέρεται, λοιπόν, στην ηλεκτρική διασύνδεση του πλοίου με παράκτιο δίκτυο ηλεκτρισμού στο λιμάνι, ιδίως όταν οι βοηθητικές του μηχανές είναι σβηστές. Με αυτό τον τρόπο, με τη βοήθεια δηλαδή μιας παράκτιας γεννήτριας ή ακόμη και του ηλεκτρικού δικτύου της πόλης-λιμάνι, παράγεται η ηλεκτρική ισχύς που απαιτείται ώστε να ικανοποιηθούν ανάγκες του

πλοίου όπως είναι η ψύξη, η θέρμανση, ο φωτισμός και άλλες λειτουργίες όσο αυτό βρίσκεται στο λιμάνι. Ένα λιμάνι με τεχνολογία cold ironing θα μπορούσε, επίσης, να τροφοδοτείται μερικώς ή εξ ολοκλήρου από λιγότερο ρυπογόνες μονάδες παραγωγής, οι οποίες στηρίζονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:

- Χερσαίοι Αιολικοί σταθμοί
- Θαλάσσιοι Αιολικοί σταθμοί (με ανεμογεννήτριες εγκατεστημένες είτε στον πυθμένα είτε σε πλατφόρμες)
- Μονάδες παραγωγής ηλιακής ενέργειας
- Μονάδες παραγωγής ενέργειας από τα θαλάσσια κύματα
- Μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα
- Μονάδες παραγωγής ενέργειας από φυσικό αέριο



**Εικόνα 6:** Ηλεκτρική διασύνδεση των πλοίων στα λιμάνια



**Πηγή:** Wikipedia.

Υπάρχουν διάφορες πηγές που μπορούν να παράγουν την ισχύ που χρειάζεται ώστε να εξακολουθήσουν τα πλοία να εκτελούν τις δραστηριότητες τους αγκυροβολημένα. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται το ηλεκτρικό δίκτυο της πόλης-λιμάνι, τα εργοστάσια που βρίσκονται εντός του λιμένα και συντελούν στην παραγωγή ενέργειας και τέλος μέσω της βοήθειας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ΑΠΕ αποδεικνύονται μία από τις πιο αποδοτικές και ωφέλιμες περιβαλλοντικές πρακτικές που μπορούν να εφαρμοστούν για το cold ironing, καθώς αξιοποιώντας μια καθαρή, ανεξάντλητη μορφή ενέργειας μειώνονται δραστικά τις εκπομπές ρύπων καθ' όλη τη διαδικασία.

Σύμφωνα με το WPCI (2017) η τεχνική του cold ironing αξιοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο από 28 μόλις λιμάνια, γεγονός που φανερώνει την χαμηλή απορρόφηση της συγκεκριμένης πρακτικής μέχρι στιγμής. Εξαιρώντας το λιμάνι του Μπέργκεν, στον πίνακα παρουσιάζονται μεγάλα λιμάνια τα οποία απαιτούν σοβαρές ποσότητες ενέργειας για την διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων τους και η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις εμφανίζεται συγκεντρωμένη σε έναν μικρό αριθμό θέσεων ελλιμενισμού κυρίως σε τερματικούς σταθμούς κρουαζιέρας και εμπορευματοκιβωτίων.

**Σχήμα 4:** Λιμάνια που χρησιμοποιούν την τεχνική του cold ironing.

<b>Introduced</b>	<b>Port</b>	<b>Country</b>	<b>Introduced</b>	<b>Port</b>	<b>Country</b>
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

**Πηγή:** WPCI, 2017.

### **3.1.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού πλοίων και λιμανιών για την εφαρμογή της μεθόδου**

Τόσο τα ίδια τα πλοία όσο και τα λιμάνια και τα τοπικά δίκτυα ηλεκτροδότησης οφείλουν να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις έτσι ώστε να λειτουργεί αποτελεσματικά η μέθοδος του cold ironing. Όσον αφορά τα πλοία και τα λιμάνια οι προϋποθέσεις αυτές σχετίζονται με τον εξοπλισμό, ενώ όσον αφορά το δίκτυο ηλεκτροδότησης έμφαση δίνεται στα μεγέθη τάσης και συχνότητας τα οποία επηρεάζουν άμεσα την συμβατότητα.

#### **3.1.2.1 Διεθνής Πολιτική και κανονισμοί για τη μέθοδο Cold Ironing**

*Το IEC/ISO/IEEE 80005-1:2012(E) περιγράφει συστήματα σύνδεσης στην ξηρά υψηλής τάσης (HVSC), επί του πλοίου και στην ακτή, για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στο πλοίο από την ακτή. Αυτό το πρότυπο ισχύει για το σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη δοκιμή συστημάτων HVSC και διευθύνει:*

- Συστήματα διανομής HV στην ξηρά.
- εξοπλισμός σύνδεσης και διασύνδεσης από ακτή με πλοίο.
- μετασχηματιστές/αντιδραστήρες.
- μετατροπείς ημιαγωγών/περιστρεφόμενων.
- συστήματα διανομής πλοίων· και
- συστήματα ελέγχου, παρακολούθησης, διασύνδεσης και διαχείρισης ισχύος.

*Δεν ισχύει για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος κατά τη διάρκεια των περιόδων σύνδεσης, π.χ. σε στεγνή βάση και άλλες εργασίες συντήρησης και επισκευής εκτός λειτουργίας. (ISO, 2012)*

### 3.1.2.2 Παροχή ενέργειας

Η ενέργεια που παρέχεται για το cold ironing συνδέεται τις περισσότερες φορές με το βασικό τοπικό δίκτυο διανομής ηλεκτρικού ρεύματος γεγονός που απομονώνει σε ένα βαθμό τον κύριο διανομέα ενέργειες του τερματικού σταθμού. Και αυτό συμβαίνει για τους παρακάτω λόγους:

- Σε περίπτωση αποτυχίας της μεθόδου μειώνονται οι επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν στο τερματικό σταθμό
- Δημιουργείται μια ανεξάρτητη μετρούμενη υπηρεσία όταν αυτήν απαιτείται.

Η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος που εισέρχεται από το βασικό δίκτυο όταν διανέμεται θα πρέπει να είναι σε ένα επίπεδο από 10 kV έως 40 kV και όταν μεταδίδεται σε ένα επίπεδο από 60 kV και άνω.

Η πλειονότητα των λιμένων κοστολογεί χαμηλότερα τους πελάτες, οι οποίοι συνδέονται στο επίπεδο μετάδοσης της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος με το βασικό δίκτυο. Το κόστος του ηλεκτρισμού, το οποίο τυπικά μετρείται σε cents ανά kWh, εξαρτάται από δύο παράγοντες: την ενέργεια η οποία μετράται σε kWh την ζήτηση. Συνεπώς, όσο μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κάνει κάποιος για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα τόσα περισσότερα χρήματα θα πληρώσει.

### 3.1.2.3 Εξοπλισμός στα λιμάνια

#### α) Μετασχηματιστής

Πρόκειται ουσιαστικά για μια συσκευή η οποία ρυθμίζει την τάση του ηλεκτρικού ρεύματος και προκαλεί αυξομειώσεις στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Μέσω αυτής της συσκευής η υψηλότερη τάση μετατρέπεται σε χαμηλή με σκοπό να μπορέσει να αξιοποιηθεί η ενέργεια για τις ανάγκες των πλοίων. Τα container ships, για παράδειγμα, τα οποία λειτουργούν είτε με τριφασικά 60 Hz είτε με διανομή τάσης από 6.6 kV και άνω απαιτούν έναν μετασχηματιστή ο οποίος θα μειώνει την τάση. Το επιθυμητό επίπεδο είναι αυτό των 6.6 kV προκειμένου να ελαττωθεί η εγκατάσταση της μεγάλης ποσότητας χάλκινων καλωδίων.

**Εικόνα 7:** Μετασχηματιστής 230KV 156000 kVA ONAF



Πηγή: Shenda electric

Η χωρητικότητα και το μέγεθος ενός μετασχηματιστή αν και μπορεί να αγγίξει τις διαστάσεις ενός εμπορευματοκιβωτίου, θα πρέπει να λάβει υπόψη τόσο τις τρέχουσες όσο και τις μεταγενέστερες απαιτήσεις των πλοίων. Τα εμπορευματοκιβώτια ψυγεία (reefer) λόγω χάρη, καλύπτουν ένα σημαντικό ποσοστό των φορτίων με αποτέλεσμα τα πλοία σήμερα να οδηγούνται σε μια νέα κατεύθυνση της αυξημένης χωρητικότητας σε container ψυγεία. Μερικά από τα πλοία χωρητικότητας 14.000 TEU της ναυτιλιακής γραμμής Maersk διαθέτουν 1.300 βύσματα για reefer, ενώ τα πλοία χωρητικότητας 10.150 διαθέτουν 900 γεγονός που σημαίνει ότι απαιτείται σημαντική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας αν αναλογιστούμε ότι ένα μέσο φορτίο χρειάζεται 5 kW για κάθε βύσμα.

### **β) Switchgear στον μετασχηματιστή για την προστασία του εξερχόμενου καλωδίου**

Σε ένα σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, switchgear ονομάζεται η συνάθροιση των ασφαλειών και των διακοπών ενός κυκλώματος τα οποία λειτουργούν με σκοπό να ελέγχουν, να προστατεύουν και να απομονώνουν τις ηλεκτρικές συσκευές. Επίσης χρησιμοποιείται τόσο για

τον καθαρισμό βλαβών όσο και ως μηχανισμός απενεργοποίησης. Η σπουδαιότητα του συγκεκριμένου εξοπλισμού έγκειται στο ότι συνδέεται απευθείας με την αξιοπιστία της παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ τοποθετείται στις πλευρές και χαμηλής αλλά και υψηλής τάσης των μετασχηματιστών μεγάλης ισχύος στους υποσταθμούς.

**Εικόνα 8:** Switchgear χαμηλής τάσης



Πηγή: R&B switchgear services LTD

### **γ) Καλώδια και αγωγοί**

Τα ηλεκτρικά καλώδια αξιοποιούνται με σκοπό να συνδέσουν δύο ή περισσότερες συσκευές όπου θα επιτυγχάνεται η μεταφορά ηλεκτρικών σημάτων αλλά και η τροφοδοσία μεταξύ των συσκευών αυτών. Με τον όρο ηλεκτρικά καλώδια εννοούμε ένα σύνολο το οποίο συγκροτείται από έναν ή περισσότερους αγωγούς οι οποίοι διαθέτουν ξεχωριστές μονώσεις, διαφορετικά καλύμματα και προστασία συναρμολόγησης. Σημαντικές τεχνολογικές προκλήσεις στον τομέα των υψηλών τάσεων θέτει η αναγκαιότητα για εξασφάλιση επαρκούς ηλεκτρικής μόνωσης, η οποία θα επιτρέπει τόσο την μεταφορά θερμότητας μέσω αγωγής όσο και την διάχυση της. Προκειμένου, λοιπόν, τα καλώδια να διατηρηθούν σε λειτουργικό μέγεθος έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να

παρέχουν 4 MVA ενέργειας για τάση 6.6 kV και 6.7 MVA ενέργεια για τάση 11 kV. Συνεπώς για να εξασφαλιστούν 8 MVA απαιτούνται δύο καλώδια σε παράλληλη σύνδεση.

#### **δ) Εγκατάσταση υποδοχής καλωδίων τροφοδοσίας**

Οι εγκαταστάσεις υποδοχής καλωδίων (receptacle pits) συνδέονται με τα κοντινότερα switchgears και βρίσκονται στην άκρη κάθε λιμένα. Έπειτα από την κατάλληλη τοποθέτηση των καλωδίων σε αυτές τις εγκαταστάσεις, αφαιρούνται κάποια κλειδιά. Η χρήση αυτών των κλειδιών σε κατάλληλες κλειδαριές πάνω στο switchgear αποσκοπεί στο να ελέγχεται διαδοχικά και ο εξοπλισμός αλλά και τα μηχανήματα καθώς και να διασφαλίζεται η ασφαλής λειτουργία τους.

Η διαδικασία συνδέσεως τους είναι γενικά η ακόλουθη:

- Όταν το βύσμα από το πλοίο εισέλθει στην εγκατάσταση, τότε το κλειδί μπορεί να αφαιρεθεί. Αυτό κλειδώνει το βύσμα στην υποδοχή αποτρέποντας το από το να κινηθεί. Το ίδιο συμβαίνει και με τα υπόλοιπα βύσματα.
- Τα κλειδιά μεταφέρονται τότε στο πλησιέστερο switchgear που είναι συνήθως συνεχώς τροφοδοτούμενο από το switchgear του μετασχηματιστή. Όλα τα κλειδιά μπαίνουν στην κλειδαρότρυπες στον διακόπτη και περιστρέφονται. Τότε ο διακόπτης μπορεί να κλείσει. Κλείνοντας, ο διακόπτης κρατά τα κλειδιά εγκλωβισμένα.
- Η ηλεκτρική ενέργεια στο πλοίο συγχρονίζεται τότε με την ενέργεια αυτήν στην ξηρά. Όταν επιτευχθεί αυτός ο συγχρονισμός, ο διακόπτης στο πλοίο κλείνει και αρχίζει να λαμβάνει ενέργεια. Οι κινητήρες μπορούν να απενεργοποιηθούν πλέον οποιαδήποτε στιγμή.

**Εικόνα 9:** Σταθεροποιημένα συστήματα ελέγχου καλωδίων βασισμένα στην ακτή



Πηγή: Nautic Expro.

Σύγχρονοι λιμένες έχουν προχωρήσει στην εγκατάσταση υποδοχής καλωδίων τροφοδοσίας κάθε 65 μέτρα, προκειμένου να παρέχουν ευελιξία στις περιπτώσεις όπου δεν είναι ακριβής η τοποθεσία κατα μήκος της αποβάθρας που θα δέσει το πλοίο αλλά και στις περιπτώσεις όπου είναι άγνωστο το πού είναι τοποθετημένα τα καλώδια του κάθε πλοίου. Ως αποτέλεσμα προκύπτουν περίπου 5 με 6 εγκαταστάσεις σε κάθε αποβάθρα. Διάφορες σκέψεις γίνονται τελευταία έτσι ώστε να συνυπολογιστεί η θέση ελλιμενισμού του πλοίου. Η επικρατέστερη από αυτές αφορά την τοποθέτηση δύο εγκαταστάσεων κοντά στην πλώρη και δύο κοντά στην πρύμνη κάθε θέσης ελλιμενισμού των πλοίων, με σκοπό να εξυπηρετείται το δέσιμο τόσο από την δεξιά όσο και από την αριστερή πλευρά του πλοίου.



### 3.1.2.4 Εξοπλισμός στα πλοία

Τα σύγχρονα μεγάλα ποντοπόρα πλοία έχουν τάση διανομής 6.6kV, ενώ η πλειονότητα των υπαρχόντων πλοίων διαθέτει συστήματα διανομής 440 V. Τα τελευταία συστήματα δυστυχώς δεν κρίνονται ιδανικά για την παροχή ενέργειας από την ξηρά καθώς απαιτούν υψηλή ένταση σε ρεύμα. Προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν ζητήματα που σχετίζονται με την πτώση της τάσης, η τροφοδοσία στην αποβάθρα θα πρέπει να είναι υψηλότερης τάσης, όπως 6.6kV, και επίσης θα πρέπει να εγκατασταθεί είτε στην άκρη της αποβάθρας είτε στο πλοίο, ένας μετασχηματιστής ο οποίος θα χαμηλώνει την τάση με σκοπό να παρέχει τα απαιτούμενα 440 V.

Για να πραγματοποιηθεί η μετάβαση από την παροχή ενέργειας από τους κινητήρες των πλοίων, στην ηλεκτροδότηση από την ξηρά προτείνονται οι δύο παρακάτω μέθοδοι. Είτε να απενεργοποιηθεί η εσωτερική ηλεκτροδότηση του πλοίου και έπειτα να συνδεθεί με την ξηρά είτε το πλοίο να παραμείνει ενεργοποιημένο και συγχρονισμένο με την ενέργεια από την στεριά για μια συνεχή και ασφαλέστερη μεταφορά ενέργειας. Η δεύτερη μέθοδος η οποία εξασφαλίζει ασφαλή παροχή ενέργειας αποδεικνύεται μεγάλης σημασίας ιδιαίτερα για τα κρουαζιερόπλοια, εξαιτίας των επιπτώσεων που εμφανίζονται στα συστήματα του σκάφους όταν χαθεί η ισχύς. Αντίθετα, για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων όπου σημαντική μερίδα αποτελούν τα reefers η παραπάνω μέθοδος είναι λιγότερο κρίσιμη καθώς μπορούν να αντέξουν μια σύντομη διακοπή της ισχύος. Οι διακοπές της ηλεκτροδότησης ωστόσο μπορούν να καταστούν επιβλαβείς για την αξιοπιστία του εξοπλισμού και έτσι ακόμη και τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ωθούνται προς την κατεύθυνση της ενσωμάτωσης εξοπλισμού για συγχρονισμό με την τεχνολογία του cold ironing.

## 3.2 Υδρογόνο

### 3.2.1 Τεχνολογικές προκλήσεις

Το υδρογόνο είναι μια καθαρή και αποδοτική πηγή ενέργειας, η οποία μπορεί να παρέχει μεγάλες δυνατότητες στον τομέα των μεταφορών. Μπορεί να παραχθεί από διαφορετικές πηγές όπως είναι για παράδειγμα οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες αν συνδυαστούν με τις κυψέλες καυσίμου μπορούν ενεργειακά να αποδώσουν τα βέλτιστα. Η χρήση του υδρογόνου δεν περιορίζεται μόνο στον ανεφοδιασμό των πλοίων καθώς μπορεί να αξιοποιηθεί και σε ποικίλες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρο στα λιμάνια όπως είναι η τροφοδοσία χερσαίων μεταφορών και βαρέων μηχανημάτων. Έχει παρατηρηθεί ήδη πως στα λιμάνια χρησιμοποιούνται αρκετά μικρά περνοφόρα ανυψωτικά υδρογόνου και καλό θα ήταν η τεχνολογία αυτή να επεκταθεί και σε άλλα βαριά μηχανήματα όπως είναι οι γερανοί. Σοβαρές τεχνολογικές προκλήσεις φαίνεται να παρουσιάζει η χρήση κυψελών καυσίμου σε ναυτιλιακό εξοπλισμό καθώς και η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων πράσινου υδρογόνου τόσο για ανεφοδιασμό όσο και για άλλες χρήσεις.

Οι κυψέλες καυσίμου είναι μια τεχνολογία η οποία εφευρέθηκε το 1839 από τον William Grove με σκοπό την μετατροπή της δυναμικής χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια συνδυάζοντας υδρογόνο και οξυγόνο σε νερό και την παραγωγή θερμότητας ως υποπροϊόν. Αν και έχει αναπτυχθεί για να χρησιμοποιείται στις χερσαίες μεταφορές, διάφορες δοκιμές έχουν λάβει χώρα και στο θαλάσσιο περιβάλλον με τα πρώτα έργα επίδειξης να γνωρίζουν σημαντική επιτυχία και οι κυψέλες καυσίμου να καθίστανται αξιόπιστες και στιβαρές. Όσον αφορά τα μεγαλύτερα πλοία για τον τομέα των καυσίμων επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν σε αυτά κυψέλες πολλαπλών MW οι οποίες ακόμη βρίσκονται υπό ανάπτυξη.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι για ένα πορθμείο θα απαιτούνται περίπου 500 κιλά υδρογόνου ημερησίως, η ανάπτυξη της παραγωγής πράσινου υδρογόνου μετατρέπεται σε ένα πολύ βασικό ζήτημα. Ο μεγαλύτερος ηλεκτρολύτης PEM που υπάρχει σε όλο πλανήτη είναι προς το παρόν 10 MW, αλλά διεξάγονται μελέτες για ηλεκτρολύτες των 100 MW. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Γερμανία εξήχθησαν τα ακόλουθα συμπεράσματα αναφορικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:

- Οι αιολικές και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις σε παγκόσμια κλίμακα έφτασαν το επίπεδο terawatt, γεγονός που μπορεί να μεταφραστεί σε μεγάλη πτώση της τιμής με αποτέλεσμα την αναδιαμόρφωση ολοκλήρου του ενεργειακού τομέα.
- Οι Ώρες Πλήρους Φόρτωσης (FLh) σε ορισμένες περιφέρειες μπορούν να ωθήσουν εταιρείες και κυβερνήσεις σε μια αναλυτικότερη εξέταση της παραγωγής πράσινου υδρογόνου.
- Ένα ακόμη σοβαρό ζήτημα αφορά τα GW ηλεκτρόλυσης που χρειάζονται ώστε να επιτυγχάνονται οι στόχοι του ενεργειακού συστήματος. Παράγονται ακόμη σχετικά μικρές ποσότητες υδρογόνου με ηλεκτρόλυση ενώ με την πάροδο του χρόνου θα πρέπει να παράγονται μεγαλύτερες ποσότητες πράσινου υδρογόνου.

### **3.2.2 Τεχνολογίες υδρογόνου για την ευρωπαϊκή λιμενική βιομηχανία**

Το πράσινο υδρογόνο συνιστά μία από τις βασικότερες πρακτικές για την ενεργειακή μετάβαση σε ένα βιώσιμο περιβάλλον και οικονομία αλλά και για την υλοποίηση του στόχου μηδενικών εκπομπών ρύπων. Τα λιμάνια τα οποία θεωρούνται ζωτικής σημασίας για την αλυσίδα εφοδιασμού και αποτελούν μέρος ενός μεγαλύτερου βιομηχανικού οικοσυστήματος μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην μέθοδο της απανθρακοποίησης. Έμφαση οφείλει να δοθεί, επίσης, στην σπουδαιότητα των λιμενικών υποδομών καθώς μπορούν να συμβάλλουν στην επέκταση και αναβάθμιση των υποδομών υδρογόνου σε ευρωπαϊκή κλίμακα αφού αποτελούν μια φυσική τοποθεσία για μονάδες ηλεκτρόλυσης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζοντας πως οι θαλάσσιοι λιμένες παίζουν καθοριστικό ρόλο στο παγκόσμιο εμπόριο, προέβη στην χρηματοδότηση ενός έργου με τίτλο H2Ports το οποίο έχει θέσει ως στόχο του την ενίσχυση της ενεργειακής μετάβασης της ευρωπαϊκής λιμενικής βιομηχανίας σε ασφαλή μοντέλα χαμηλών ή ακόμη και μηδενικών εκπομπών άνθρακα. Στη συγκεκριμένη δράση θα αξιολογηθούν και θα επιδειχθούν νέες τεχνολογίες κυψελών καυσίμων οι οποίες θα ενισχύσουν τόσο την ενεργειακή απόδοση όσο και την ασφάλεια των τερματικών των λιμένων. Για τον σκοπό αυτό έχουν επιλέγει ως πρωτότυπα ένα ανυψωτικό μηχάνημα reach stacker για τον χειρισμό των εμπορευματοκιβωτίων, ένα τερματικό ρυμουλκό για δραστηριότητες roll-on/roll-off και ένας κινητός σταθμός ανεφοδιασμού υδρογόνου.

Το έργο H2Ports έχει ευθυγραμμίσει τους στόχους και τις ανάγκες του με εκείνα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε συνεργασία πάντα με την λιμενική βιομηχανία έτσι ώστε να παρέχει αποτελεσματικές λύσεις αναφορικά με την εξέλιξη της από μια βιομηχανία στηριζόμενη στα ορυκτά καύσιμα σε μία πράσινη βιομηχανία η οποία δεν θα προκαλεί ρύπανση στο περιβάλλον. Το υδρογόνο, το οποίο προτείνεται από την συγκεκριμένη δράση να εισαχθεί ως εναλλακτικό καύσιμο στον λιμενικό τομέα, αποτελεί σημαντική λύση για την τροφοδοσία μηχανημάτων και οχημάτων στους τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας και των μεταφορών. Επομένως, προτείνονται διαφορά πιλοτικά από το εν λόγω έργο προκειμένου να βρεθεί μια ερμηνεία για το χάσμα μεταξύ των πρωτότυπων και των προ εμπορικών προϊόντων:

- Στο πρώτο πρωτότυπο γίνεται αναφορά σε ένα ανυψωτικό μηχανήμα reach stacker το οποίο θα λειτουργεί με υδρογόνο και θα δοκιμαστεί σε πραγματικό χρόνο σε λιμάνι εμπορευματοκιβωτίων.
- Στο δεύτερο πρωτότυπο θα περιλαμβάνεται ένα τερματικό ρυμουλκό (yard tractor) το οποίο θα είναι εξοπλισμένο με κυψέλες καυσίμου, σχεδιασμένες έτσι ώστε να επιτρέπεται η εκτέλεση λειτουργιών όπως η οριζόντια μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων και οι φορτοεκφορτωτικές δραστηριότητες to-go.
- Το τρίτο πρωτότυπο θα αποτελείται από έναν κινητό σταθμό παροχής υδρογόνου, ο οποίος θα συντελεί στην παροχή του απαραίτητου καυσίμου υπό τις κατάλληλες θερμοδυναμικής συνθήκες στους παραπάνω εξοπλισμούς.

Η δράση H2Ports στοχεύει στη δημιουργία μιας βιώσιμης αλυσίδας ανεφοδιασμού υδρογόνου στους λιμένες φέρνοντας μάλιστα σε συντονισμό όλους τους αρμόδιους φορείς: πελάτες, παραγωγούς υδρογόνου, προμηθευτές κ.λπ. Τα αποτελέσματα που αναμένονται από την παραπάνω δράση είναι η εύρεση εφαρμόσιμων και πραγματικών λύσεων για την εφαρμογή της τεχνολογίας του υδρογόνου στην λιμενική βιομηχανία χωρίς να επηρεάσουν οι λιμενικές δραστηριότητες.

## Κεφάλαιο 4 Ευρωπαϊκή Ανασκόπηση πράσινων λιμένων

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν πράσινα λιμάνια από το εξωτερικό τα οποία χρησιμοποιούν ανανεώσιμους πόρους για τη λειτουργία τους και συγκεκριμένα από την Ευρώπη. Τα λιμάνια αυτά είναι τα παρακάτω:

### 4.1 Το λιμάνι του Ρότερνταμ

Το λιμάνι του Ρότερνταμ, το μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης έχει θέσει ως στόχο τη δημιουργία οικονομικής και κοινωνικής αξίας προκειμένου να πετύχει βιώσιμη ανάπτυξη παγκόσμιας κλάσης και ως όραμα τη σύσταση ενός ‘πράσινου’, κορυφαίου και αποτελεσματικού λιμανιού όπου ενδιαφερόμενοι φορείς και πελάτες θα μπορούν να δραστηριοποιούνται επιτυχώς. Έχει δεσμευτεί συνεπώς, για να επιταχύνει τη βιωσιμότητα του και να μειώσει τις εκπομπές άνθρακα κατά 49% έως το 2030 συγκριτικά με το 1990. Όλο και περισσότερη σημασία δίνεται πλέον στην χρήση του υδρογόνου, το οποίο θεωρείται καίριο για την ενεργειακή μετάβαση και μπορεί σταδιακά να οδηγήσει σε ένα καθαρότερο και ανθεκτικότερο λιμάνι. Αρκετά έργα που αφορούν το υδρογόνο βρίσκονται σε εξέλιξη και εφαρμόζονται στον τομέα των μεταφορών και τη βιομηχανία του Ρότερνταμ εξασφαλίζοντας μείωση των εκπομπών άνθρακα κατά 27% από το 2016.

Τα τελευταία χρόνια αξιοποιήθηκε ένα σύνολο δυνατοτήτων για την ανάπτυξη και αξιολόγηση σχεδίων καθώς και για την διεξαγωγή μελετών σκοπιμότητας. Τα σχέδια τα οποία συστάθηκαν για να βοηθήσουν στην ενίσχυση του ρόλου του λιμένα ως παράγοντας επιτάχυνσης της βιωσιμότητας είναι τα παρακάτω:



#### Πυλώνας 1

Το πρώτο σχέδιο αφορά την ομαλή μετάβαση προς την κλιματική ουδετερότητα και την λήψη αποδοτικών μέτρων. Συγκεκριμένα, η θερμότητα που υπολείπεται θα αξιοποιηθεί για να θερμάνει κατοικίες, εμπορικά κτίρια και θερμοκήπια, ενώ οι ποσότητες άνθρακα θα δεσμεύονται και θα αποθηκεύονται κάτω από την Βόρεια Θάλασσα. Για

να υλοποιηθεί το παραπάνω σχέδιο όμως κρίνεται απαραίτητη η επένδυση και ανάπτυξη σε νέες υποδομές, καλώδια και αγωγούς στη διάρκεια των επόμενων ετών.

Το έργο Porthos αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα για την υλοποίηση του συγκεκριμένου πυλώνα. Σε αυτό το έργο ο λιμένας του Ρότερνταμ συνεργάζεται με δύο εταιρείες έρευνας, παραγωγής, μεταφοράς και πώλησης φυσικού αερίου, την Energie Beheer Nederland και την Gasunie, για τη δημιουργία μιας βασικής υποδομής για τη συλλογή και μεταφορά του άνθρακα στο λιμάνι και ενός βιομηχανικού συγκροτήματος για αποθήκευση των εξαντλημένων κοιτασμάτων αερίου στη Βόρεια Θάλασσα. Για το εν λόγω σχέδιο προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η δέσμευση 102 εκατομμυρίων ευρώ ως επιδότηση, ενώ το 2021 η ολλανδική κυβέρνηση προχώρησε στη δέσμευση 2 εκατομμυρίων ευρώ για 4 εταιρείες που θα προμηθεύουν CO από το 2024 και μετά. Η επιδότηση αυτή γεφυρώνει τις διαφορές ανάμεσα στο κόστος των δικαιωμάτων εκπομπής άνθρακα και στο κόστος δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα και παράλληλα δεν θέτει τις εταιρείες σε ανταγωνιστικό μειονέκτημα.

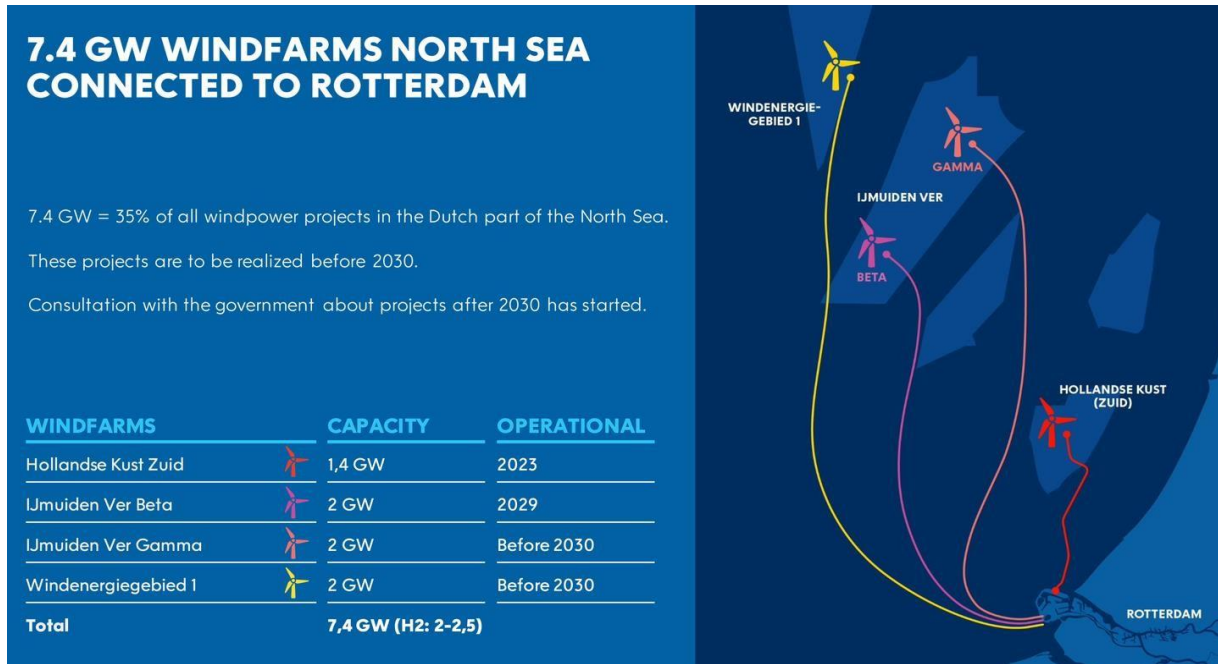


## Πυλώνας 2

Το δεύτερο σχέδιο επικεντρώνεται στην μετατροπή των ενεργειακών συστημάτων και στην στροφή της βιομηχανίας στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και πρασίνου, κατά προτίμηση, υδρογόνου για θέρμανση αντί του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Η Λιμενική Αρχή του Ρότερνταμ έχει ήδη μεριμνήσει για τις τεράστιες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας που πηγάζουν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως είναι λόγω χάρη η αιολική και η ηλιακή και έχει αποτελέσει την κινητήρια δύναμη για την ανάπτυξη έργων με σκοπό την επέκταση των απαιτούμενων ενεργειακών υποδομών.

Ένα παράδειγμα που επιβεβαιώνει την υλοποίηση του παραπάνω πυλώνα είναι η συνεχής προετοιμασία νέων έργων σχετικών με το υδρογόνο και ειδικότερα η σύναψη συμφωνίας με την ενεργειακή εταιρεία Uniper για την ανάπτυξη παραγωγής πράσινου υδρογόνου στο εργοστάσιο Maasvlakte. Τα σχέδια αυτά σχετίζονται με τις νέες υποδομές υδρογόνου που επρόκειτο να κατασκευαστούν καθώς και με την ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση βιώσιμου υδρογόνου που πηγάζει από την βιομηχανία του Ρότερνταμ.

**Εικόνα 10:** Αιολικά πάρκα στη Βόρεια Θάλασσα που συνδέονται με το Ρότερνταμ.



Πηγή: Port of Rotterdam,.



### Πυλώνας 3

Το τρίτο σχέδιο περιλαμβάνει την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα, ανακυκλώσιμα υλικά και πράσινο υδρογόνο. Οι Λιμενικές Αρχές του Ρότερνταμ αναζητούν εταιρείες που θα συμβάλλουν ενεργά στην επίτευξη κυκλικής οικονομίας μέσω διαφόρων προγραμμάτων. Ένα ανάλογο πρόγραμμα είναι το Waste-to-Jet, σύμφωνα με το οποίο αναμένεται να επεξεργάζονται ετησίως έως και 360.000 τόνοι ανακυκλώσιμων υλικών και να παράγονται έως και 80.000 τόνοι ανανεώσιμων προϊόντων, από τους οποίους το 75% περίπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιώσιμα αεροπορικά καύσιμα.



### Πυλώνας 4

Παράλληλα με τη λιμενική βιομηχανία, θα πρέπει και ο τομέας της εφοδιαστικής αλυσίδας να γίνει περισσότερο φιλικός προς το περιβάλλον και να συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών άνθρακα.

Παράδειγμα για την υλοποίηση του παραπάνω στόχου αποτέλεσε η ναυπήγηση σκάφους εσωτερικής ναυσιπλοΐας που λειτουργεί με μπαταρίες, το πρώτο στην Ολλανδία που δεν παράγαγε ρύπους και χρησιμοποιούσε αντικαταστάσιμα δοχεία ενέργειας για πρόωση.

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Στόχο για το κλίμα θα πρέπει έως και το 2050 οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου να έχουν μειωθεί σε ποσοστό περίπου 80-95% συγκριτικά με το 1990. Μεταξύ των καινοτόμων και ριζικών αλλαγών που απαιτούνται στα πλαίσια ολοκλήρωσης αυτού του στόχου περιλαμβάνεται και η κατασκευή αιολικών πάρκων στη Βόρεια Θάλασσα. Οι χώρες που περικλείουν τη Βόρεια Θάλασσα (Ολλανδία, Νορβηγία, Γερμανία, Γαλλία, Δανία, Βέλγιο, Σουηδία) αποφάσισαν να προβούν σε μια εντονότερη συνεργασία για τον σχεδιασμό και την κατασκευή των αιολικών πάρκων στη θάλασσα.

Όσον αφορά την Ολλανδία, δυο εταιρείες κατασκευής ανεμογεννητριών, η GE Renewable Energy και η Future Wind, ανακοίνωσαν την σύναψη συμφωνίας για την εγκατάσταση του πρώτου πρωτότυπου της ανεμογεννήτριας Haliade-X12 MW το καλοκαίρι του 2019 στην περιοχή Maasvlakte με τα πέντε πρώτα έτη να θεωρούνται δοκιμαστικά. Πρόκειται για τη μεγαλύτερη ανεμογεννήτρια στον κόσμο, με πτερύγια μήκους 107 μέτρων, ύψος 248 μέτρα και χωρητικότητα 12 MW, ικανή να παράγει ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να καλύψει περίπου 16000 νοικοκυριά στην περιοχή. Η ολλανδική εταιρεία παραγωγής φυσικού αερίου, ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας Eneco και η σουηδική πολυεθνική εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας Vattenfall εξασφάλισαν μια καινοτόμα και πιο εξελιγμένη έκδοση του αιολικού πάρκου Slufterdam. Οι 17 ανεμογεννήτριες που υπήρχαν στο πάρκο και πρόσφεραν ανανεώσιμη ενέργεια από το 2002 αντικαταστάθηκαν από 14 πολύ πιο αποτελεσματικές ανεμογεννήτριες. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον διπλασιασμό της ισχύς από 25,5 MW σε 50,4 MW και την παραγωγή 180 GWh ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση, επαρκής για να καλύψει την ετήσια κατανάλωση περίπου 60.000 νοικοκυριών.

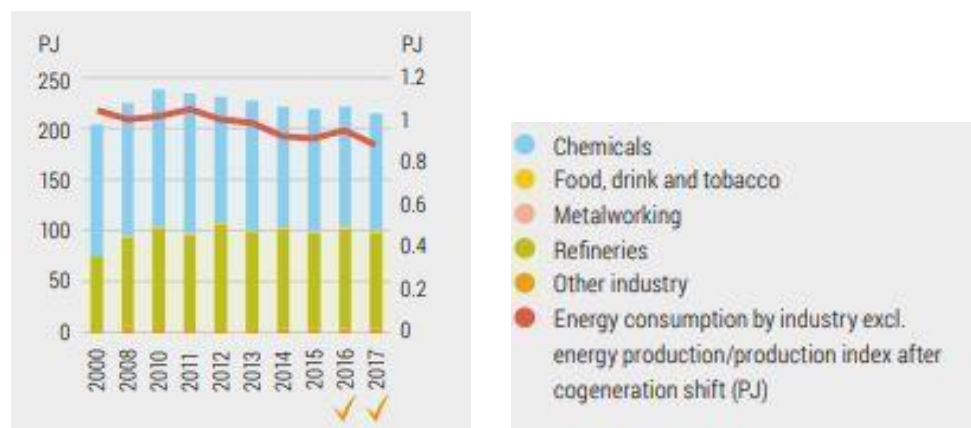


## 4.2 Το λιμάνι της Αμβέρσας

Το λιμάνι της Αμβέρσας κατάφερε τα τελευταία 20 χρόνια να διπλασιάσει τον όγκο των εμπορευμάτων που φορτοεκφορτώθηκαν, σε 240 εκ. τόνους, με αποτέλεσμα να καταστεί το δεύτερο μεγαλύτερο λιμάνι στην Ευρώπη και το μεγαλύτερο στο Βέλγιο. Ο λιμένας θέλοντας να καινοτομήσει στις δραστηριότητες του εργάζεται σημαντικά για τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία με χαμηλές εκπομπές άνθρακα ώστε αφενός να τηρήσει τις διεθνείς δεσμεύσεις για το κλίμα και αφετέρου να ενισχύσει τη βιωσιμότητα του. Έχει δεσμευτεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην κλιματική μετάβαση στην πράσινη ενέργεια και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έτσι ώστε οι υπολειμματικές ροές να ανακυκλωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν αποκτώντας έτσι νέα πνοή.

Σύμφωνα με την Έκθεση Βιωσιμότητας του λιμένα που δημοσιεύτηκε το 2019, τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας του μειώθηκαν το 2017 συγκριτικά με το 2016 από 247,7 PJ σε 242 PJ, ενώ η κατανάλωση ενέργειας στη μεταποιητική βιομηχανία μειώθηκε από 220,7 PJ σε 214 PJ. Οι μειώσεις αυτές υποδεικνύουν τη συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των εταιρειών μέσω της επαναχρησιμοποίησης της υπολειπόμενης θερμότητας για παράδειγμα. Επιπρόσθετες διαδικασίες που μπορούν αν βελτιστοποιηθούν να εξοικονομήσουν αρκετές ποσότητες ενέργειας είναι η ψηφιοποίηση και η τεχνητή νοημοσύνη. Λύση στο παραπάνω ζήτημα μπορεί να δώσει και η συνεργασία μεταξύ των εταιρειών, καθώς ένα πλεόνασμα ενέργειας που διαθέτει μια εταιρεία μπορεί να φανεί χρήσιμο για μια άλλη. Μέσω της ολοκλήρωσης των παραπάνω διαδικασιών μπορεί να αξιοποιηθεί η χρήση της υπολειμματικής ενέργειας και να περιοριστεί η χρήση των ορυκτών καυσίμων.

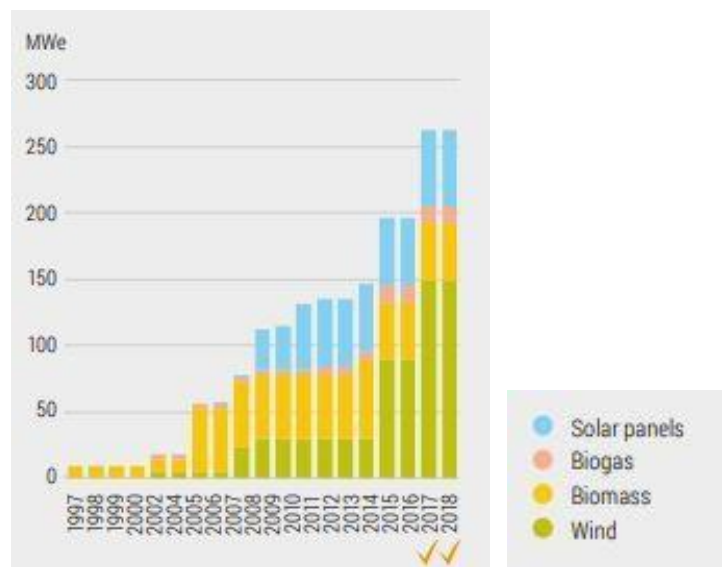
**Διάγραμμα 1:** Κατανάλωση ενέργειας από τη μεταποιητική βιομηχανία



Πηγή: Port of Antwerp Sustainability Report 2019.

Η τάση του λιμανιού της Αμβέρσας προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ήδη εμφανής, ενώ τα επόμενα χρόνια αναμένεται να αυξηθεί με πλήρη ρυθμό. Εξετάζονται μάλιστα νέες και καινοτόμες επιλογές αλλά και ωφέλιμες τοποθεσίες όπου θα μπορούσε να παραχθεί ανανεώσιμη ενέργεια χωρίς να υπάρξουν επιβλαβείς επιπτώσεις τόσο για την φύση όσο και για τον άνθρωπο. Συγκεκριμένα, από το 2009 μέχρι και το 2018 σημειώθηκε αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από 112,6 MWe σε 262,83 MWe. Ειδικότερα, την πρωτιά φαίνεται να κατέχει η αιολική ενέργεια με ποσοστό 57% το 2018, ακολουθεί η ηλιακή ενέργεια με ποσοστό 21,5%, η βιομάζα με 16,6% και το βιοαέριο με 4,9%. Μεταξύ 2014 και 2018, η Λιμενική Αρχή της Αμβέρσας σε συνεργασία με δύο άλλες εταιρείες, την SLBC και την Groene Energie Haven Antwerpen, κατασκεύασαν συνολικά στα πλαίσια του έργου “Wind aan de stroom” 21 ανεμογεννήτριες οι οποίες παρέχουν εγκατεστημένη ισχύ 63,4 MWe ικανή να συντηρήσει 55.000 οικογένειες. Πανω από 130 ανεμογεννήτριες έχουν εγκατασταθεί συνολικά στον λιμένα με ορισμένες από αυτές παράγουν πράσινη ενέργεια η οποία καταναλώνεται απευθείας από τις βιομηχανικές εταιρείες στο λιμάνι και με τις υπόλοιπες να διοχετεύουν την ενέργεια τους στο δίκτυο ηλεκτροδότησης.

**Διάγραμμα 2:** Εγκατεστημένη χωρητικότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας



Πηγή: Port of Antwerp Sustainability Report 2019.

Η ενεργειακή μετάβαση λαμβάνει νέα διάσταση στον λιμένα της Αμβέρσας, με την ενεργειακή εταιρεία Azteq να εγκαθιστά πάνω από το χώρο στάθμευσης της εταιρείας, πάνω από μια σιδηροδρομική γραμμή και κάτω από μία γραμμή υψηλής τάσης το πρώτο αγρόκτημα ηλιακών συμπυκνωτών. Η καινοτόμος τεχνολογία της συμπυκνωμένης ηλιακής θερμικής ενέργειας (CST) συλλέγει το ηλιακό φως που συγκεντρώνεται από τους παραβολικούς καθρέφτες και το μετατρέπει απευθείας σε θερμότητα. Η θερμότητα αυτή μπορεί να φτάσει σε θερμοκρασίες έως και 400 βαθμούς Κελσίου, καθιστώντας εφικτή την αξιοποίηση της θερμότητας υψηλής ποιότητας που παράγεται σε βιομηχανικές διεργασίες. Στην συγκεκριμένη περίπτωση απαιτούνται θερμοκρασίες άνω των 140 βαθμών Κελσίου, ενώ 550 MWh κατανάλωσης φυσικού αερίου αντικαθίσταται προσφέροντας μια εναλλακτική λύση για τις απαιτήσεις της βιομηχανικής θέρμανσης και συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

**Εικόνα 11:** Παραβολικοί συλλέκτες θερμικής ενέργειας



Πηγή: Research Gate.

Μία άλλη εναλλακτική ενεργειακή λύση που προτείνεται από τον λιμένα της Αμβέρσας είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ενός υδροστρόβιλου, ο οποίος μπορεί να αξιοποιήσει το

νερό που ρέει από τις επτά θαλάσσιες κλειδαριές που διατηρούν τη στάθμη του νερού στις αποβάθρες της Αμβέρσας. Οι Λιμενικές Αρχές της Αμβέρσας έχουν προβεί στη δοκιμή υδροστροβίλου στην κλειδαριά Kallo για να παράξουν ηλεκτρική ενέργεια από το τρεχούμενο νερό. Αυτό μπορεί να γίνει πράξη με τη βοήθεια ενός στροβίλου με κατακόρυφο άξονα ο οποίος θα εγκατασταθεί σε ένα κανάλι εξόδου, όπου η βίδα θα χρησιμοποιεί την ισχύ του νερού από την κλειδαριά για να παραχθεί ενέργεια.

Η μετάβαση προς την κλιματική ουδετερότητα μέχρι το 2050 συνιστά μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την τρέχουσα οικονομία. Το πράσινο, ανανεώσιμο υδρογόνο θεωρείται σημαντικό μέσο προς αυτή την κατεύθυνση και οφείλει να διαδραματίσει τον δικό του ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, στις μεταφορές και τον τομέα των χημικών ώστε να καλύψει ανάγκες που εναλλακτικές μορφές ενέργειας δεν θα το έκαναν με τον ίδιο ικανοποιητικό και αποδοτικό τρόπο. Για να καταστεί δυνατή η ευρεία χρήση του υδρογόνου με τη μορφή αερίου αλλά και άλλων φορέων του όπως είναι το μεθάνιο και η μεθανόλη κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη των κατάλληλων υποδομών και συστημάτων σωληνώσεων. Το ανανεώσιμο υδρογόνο θα παράγεται κατά κύριο λόγο από την αιολική και την ηλιακή ενέργεια και θα πρέπει να παρέχεται σε επαρκείς ποσότητες και να είναι προσβάσιμο για όλους τους φορείς και αγοραστές.

### **4.3 Το λιμάνι του Αμβούργου**

Το λιμάνι του Αμβούργου είναι το τρίτο μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης και το πρώτο της Γερμανίας. Η ίδρυση του χρονολογείται πριν από 38 χρόνια, το 1985, στη διάρκεια των οποίων ο σύλλογος έχει υπερασπιστεί επιτυχώς την ευρύτερη περιοχή του λιμένα και της εφοδιαστικής αλυσίδας της πόλης του Αμβούργου. Όλα τα μέλη του λιμένα δραστηριοποιούνται σε διεθνές επίπεδο προκειμένου να ενισχύσουν την θέση του στην αγορά, στα πλαίσια ενός παγκόσμιου ανταγωνισμού. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούν μια θετική εικόνα για τον λιμένα και το καθιστούν αποδοτικό και καινοτόμο. Ο μακροπρόθεσμος στόχος του λιμανιού είναι να μπορέσει να ανταπεξέλθει στις περιβαλλοντικές προκλήσεις που επηρεάζουν τόσο την ευρωπαϊκή λιμενική βιομηχανία και την πόλη του Αμβούργου όσο και τους ίδιους τους κατοίκους προσφέροντας αποτελεσματικές και βιώσιμες λύσεις. Βασική αποστολή του για να επιτύχει τον παραπάνω στόχο είναι η διάθεση αποτελεσματικών και ‘πράσινων’ προϊόντων και υπηρεσιών στο μέλλον τα οποία

θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες των ενδιαφερομένων μερών και θα συμβάλλουν σημαντικά στην βιώσιμη διαχείριση των λιμένων. Οι αρχές του λιμένα του Αμβούργου επιθυμώντας να δώσουν ιδιαίτερη έμφαση σε αυτήν την αποστολή αποφάσισαν στα τέλη του 2020 την σύσταση μιας νέας επιχειρηματικής ιδέας με τίτλο Port Process Solutions, η οποία θα επικεντρώνεται στην ανάπτυξη και την υλοποίηση των λύσεων από το πρωτότυπο έως και το προϊόν.

Η στρατηγική του λιμένα του Αμβούργου για τη βιωσιμότητα στηρίζεται σε εθνικά και διεθνή πλαίσια και πρότυπα όπως είναι για παράδειγμα οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (SDGs), η Οικουμενική Διακήρυξη των Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων, ο Κώδικας Βιωσιμότητας (DKN) και ο Κώδικας Εταιρικής Διακυβέρνησης του Αμβούργου. Τα παραπάνω πλαίσια και πρότυπα ολοκληρώνονται με τις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές και τα συστήματα στόχων που έχουν θεσπιστεί ειδικά για τα λιμάνια και είναι το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Βιωσιμότητας των Λιμένων (WPSP) και η Διεθνής Ένωση Λιμένων (IAPH).

**Εικόνα 12:** Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης του λιμένα του Αμβούργου.



Πηγή: HPA's sustainability report 2020.

Η επέκταση του Κώδικα Εταιρικής Διακυβέρνησης του Αμβούργου συνδυάζεται με την αναγκαιότητα τήρησης των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης στις επιχειρηματικές δραστηριότητες, γεγονός στο οποίο έχουν εστιάσει ιδιαίτερος οι αρχές του λιμένα με την καθιέρωση των τριών μεταβατικών οδών. Οι μεταβατικές αυτοί οδοί διαθέτουν δεσμευτικούς και μετρήσιμους στόχους, καθένας από τους οποίους θεωρείται εξίσου σημαντικός και διακρίνονται από επιμέρους στόχους

καθοδηγώντας τον λιμένα στην πορεία του προς ένα πράσινο και βιώσιμο μέλλον. Το περιεχόμενο τους αφορά τη σχέση του λιμένα ως ένας αξιόπιστος εταίρος με τα υπόλοιπα ενδιαφερόμενα μέρη, τη δημιουργία ενός βιώσιμου λιμανιού αλλά και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Συγκεκριμένα, έχει τεθεί ως στόχος η βιώσιμη ανάπτυξη του λιμένα και μέσω της υπεύθυνης διαχείρισης του η δημιουργία μιας προστιθέμενης αξίας για τους κατοίκους της πόλης συμβάλλοντας έτσι στην επίτευξη μια βιώσιμης πόλης-λιμένα. Για την πραγματοποίηση του παραπάνω στόχου θα πρέπει να υλοποιηθούν έως και το 2025 οι παρακάτω επιμέρους στόχοι:

Η στρατηγική αξιοποίηση του χώρου, θεσπίζοντας ασφαλή και φιλικά προς το περιβάλλον κριτήρια για την κατανομή του για τα οποία θα υπάρξει μέριμνα να τηρούνται στο 100% από τις νέες εταιρείες που θα εγκατασταθούν στο λιμάνι.

- Η αξιολόγηση των σχετικών υποδομών του λιμένα σε καλή κατάσταση έως το 2025, μέσω της αξιολόγησης της κατάστασης της κυκλοφοριακής υποδομής σε ετήσια βάση λαμβάνοντας υπόψη ένα σύστημα σχολικών σημάτων.
- Η ενεργή μετάβαση προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό έτσι ώστε να ενισχυθεί η ανταγωνιστική ικανότητα του λιμένα, μέσω της διεξαγωγής ελέγχων των επιπτώσεων μέχρι και το 2025 αλλά και μέσω της εξέτασης της προστιθέμενης αξίας των νέων έργων smartPORT.
- Η περαιτέρω έμφαση στην αποτελεσματικότητα της αξιοπιστίας των σιδηροδρόμων που χρησιμοποιούνται, οι οποίοι ως μέσο μεταφοράς συμβάλλουν στην χαμηλή εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα περίπου στο 50% της μεταφοράς αγαθών που πραγματοποιείται μεταξύ λιμένα και ενδοχώρας.

Ο άλλος στόχος που έχει τεθεί στο πλαίσιο των μεταβατικών οδών και αφορά την προστασία του περιβάλλοντος είναι εκείνος της ενσωμάτωσης της κλιματικής αλλαγής στις δραστηριότητες τους μέσω της διαρκούς αξιολόγησης των πράξεων του ίδιου του λιμένα λαμβάνοντας μέτρα για τη μείωση των εκπομπών που επηρεάζουν φύση και ανθρώπους. Λεπτομερέστερα, μέχρι το 2025 θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες ώστε να επιτευχθούν τα παρακάτω:

- Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης συγκριτικά με το 2019, μέσω της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας κατά αντίστοιχο ποσοστό σε ετήσια βάση.
- Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 50% συγκριτικά με το 2012.

- Βελτίωση της ποιότητας των ιζημάτων με κριτήριο νέες ολοκληρωμένες στρατηγικές οι οποίες θα ξεπεράσουν τα διοικητικά σύνορα και θα αποσκοπούν στο να μειώσουν τους όγκους βυθοκόρησης και να διατηρήσουν τους πόρους.

Η κλιματική στρατηγική που ακολουθεί σήμερα ο λιμένας του Αμβούργου αποτελείται από τις δυο παρακάτω κατευθυντήριες γραμμές: την στρατηγική που στοχεύει στην προστασία του κλίματος και την στρατηγική που αποσκοπεί στην προσαρμογή του κλίματος με την τελευταία να επικεντρώνεται στις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Όσον αφορά την πρώτη στρατηγική, ο λιμένας ως μια εταιρεία του δημοσίου είναι υποχρεωμένος να εκπληρώσει τους στόχους του σχεδίου για την προστασία του κλίματος του Αμβούργου που δημοσιεύτηκε και τέθηκε σε ισχύ στα τέλη Δεκεμβρίου 2019. Βασικές συνιστώσες στην επίτευξη του παραπάνω στόχου και στον περιορισμό της υπερθέρμανσης της Γης σε λιγότερο από 1,5 βαθμό Κελσίου, είναι η ενεργειακή απόδοση και η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στόχος του λιμένα αποτελεί η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 50% έως το 2025 και κατά 100% το 2040. Χρησιμοποιώντας το κλιματικό μοντέλο προσέγγισης βάσει του μοντέλου της Ελεύθερης και Χανσεατικής πόλης του Αμβούργου, αξιολογεί τους στόχους μείωσης λαμβάνοντας ως έτος βάσης το 1990 οπότε και έγινε η Συμφωνία του Παρισιού. Το 2012 υπολογίστηκε το πρώτο έγκυρο αποτύπωμα άνθρακα του λιμένα, το οποίο ανήλθε σε 20.501 τόνους CO<sub>2</sub>. Καθώς δεν πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων μεταξύ 1990 και 2011, το 2012 είναι τελικά το έτος που χρησιμοποιήθηκε ως σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση των στόχων μείωσης των εκπομπών άνθρακα. Οι πρώτες μειώσεις, λοιπόν, παρατηρήθηκαν στο χρονικό διάστημα μεταξύ 2007 και 2011 όπου και αγοράστηκαν πιστοποιητικά διοξειδίου του άνθρακα. Από το 2011 και μετά έχει χορηγηθεί στο λιμάνι, μέσω της σύμβασης παροχής ρεύματος της Ελεύθερης και Χανσεατικής Πόλης του Αμβούργου, 100% πράσινη ηλεκτρική ενέργεια για την πλειονότητα των περιουσιακών του στοιχείων. Η ενέργεια αυτή διαθέτει συντελεστή εκπομπών 0 kg CO<sub>2</sub>/kWh καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο δυνατή τη ποσοστιαία μείωση εκπομπών κατά το ήμισυ από τη δεκαετία του 1990 ως το 2020 (βλ. Πίνακα 1).

### Σχήμα 5: Μείωση CO2 σε τόνους ανά έτος

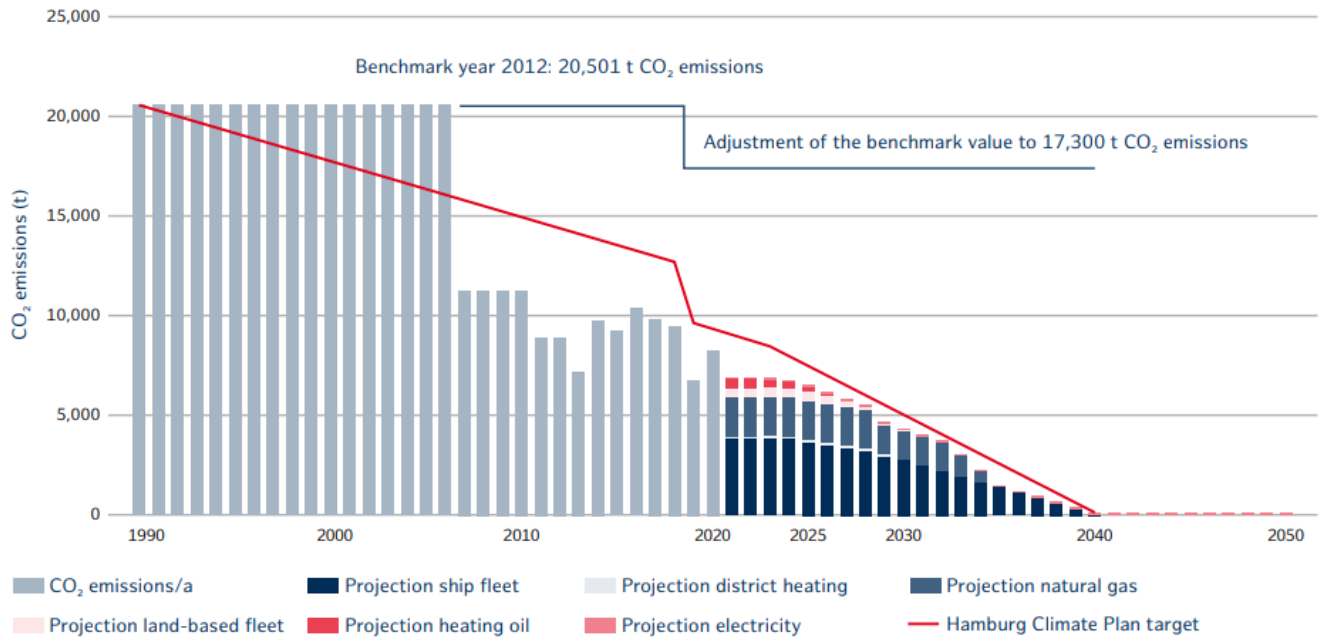
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Target: 2030	Target: 2040
Target value	6,832	7,106	7,379	7,652	7,651	7,962	12,325	17,300
Actual value	<b>11,367</b>	<b>10,248</b>	<b>10,723</b>	<b>11,101</b>	<b>10,508</b>	<b>9,553</b>		

Πηγή: HPA's sustainability report 2020.

Στο παρακάτω σχήμα (βλ. Σχήμα 6) η κόκκινη γραμμή αντικατοπτρίζει την πορεία του στόχου για την μείωση των εκπομπών άνθρακα στο 0 έως το 2040, ενώ η περιοχή πάνω από αυτή την γραμμή αναπαριστά γεωμετρικά τον απόλυτο στόχο μείωσης των ποσοτήτων CO<sub>2</sub>. Οι μπλε ράβδοι φανερώνουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> που γίνονται έως και το 2020 σε ετήσια βάση και καθένας από αυτούς δίνει έναν ξεχωριστό ετήσιο στόχο μείωσης των εκπομπών, ο οποίος υπολογίζεται αναλογικά με βάση τη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Τα στοιχεία που προκύπτουν από το διάγραμμα αντικατοπτρίζουν τη μελλοντική, σταδιακή κατάργηση των ορυκτών καυσίμων, ενώ για την υλοποίηση του στόχου θα πρέπει να παραμείνουμε στη ζώνη κάτωθεν της κόκκινης γραμμής, γεγονός που σημαίνει ότι από το 2021 και μετά θα πρέπει να εξοικονομούνται ετησίως επιπλέον 311 τόνοι άνθρακα. Το έτος-σημείο αναφοράς αλλάζει και προσαρμόζεται στο 2019 όπου το αποτύπωμα του άνθρακα μειώνεται πια σε 17.300 τόνους.



**Σχήμα 6:** Κλιματικό μοντέλο σύμφωνα με το Σχέδιο για το Κλίμα του Αμβούργου



Πηγή: HPA's sustainability report 2020.

Η Πράσινη Συμφωνία της ΕΕ έχει συντελέσει στην καθιέρωση ιδιαίτερα φιλόδοξων στόχων οι οποίοι είναι σύμφωνοι με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης και αφορούν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προσδοκία μηδενικής ρύπανσης για το περιβάλλον. Προς αυτήν την κατεύθυνση φαίνεται να οδηγείται και το λιμάνι του Αμβούργου όπως γίνεται αντιληπτό από τις παρακάτω δραστηριότητες του. Το 2019 προχώρησε στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ και συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας στο κτίριο της εταιρείας Neuwerk με αποτέλεσμα τη διακοπή της χρήσης του συστήματος πετρελαίου θέρμανσης και την επακόλουθη ετήσια εξοικονόμηση περίπου 58 τόνων άνθρακα το 2020. Στον τερματικό σταθμό στην Altona, τα κρουαζιερόπλοια δύνανται να αποφεύγουν την εκπομπή ατμοσφαιρικών ρύπων ενώ είναι ελλειμνισμένα μέσω της πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν να προμηθεύονται ήδη από το 2016 από μια χερσαία εγκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας. Μάλιστα, στον τερματικό σταθμό Steinwerder είναι εφικτή η τροφοδοσία των πλοίων, όντας ελλειμνισμένα, και με υδροποιημένο φυσικό αέριο.

Σημαντικό έργο αποτελεί επίσης η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας με ισχύ 2,4 MWh σε τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων με απώτερο σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% ανά εμπορευματοκιβώτιο μέχρι το 2020. Η ενέργεια που παράγεται από τις δυο ανεμογεννήτριες που εγκαταστάθηκαν δίπλα στην προηγούμενη συμβάλλουν στην κάλυψη περίπου του 20% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στον χώρο του λιμένα. Τα δυο τρίτα της ενέργειας που καταναλώνονται στον τερματικό σταθμό του Αμβούργου πηγάζουν από τις ανανεώσιμες πηγές, γεγονός που σηματοδοτεί την σταδιακή ενεργειακή μετάβαση.

Αξιοσημείωτη είναι και η πρωτοβουλία που αναλήφθηκε από την παγκόσμια εταιρεία logistics Samskip μέσω της θυγατρικής frigoCare και της ολλανδικής εταιρείας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας Zon Exploitatie Nederland (ZEN) σε στενή συνεργασία με τις Λιμενικές Αρχές του Ρότερνταμ για την εγκατάσταση του μεγαλύτερου συστήματος φωτοβολταϊκών στον λιμένα. Συγκεκριμένα, εγκαταστάθηκαν 3.100 ηλιακά πάνελ στην οροφή της ψυκτικής αποθήκης χωρητικότητας 14.000 παλετών της frigoCare στο Ρότερνταμ. Καλύπτουν συνολικά έκταση 7.500 m<sup>2</sup> και μπορούν να παράγουν 750.000 kWh ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση, μια ποσότητα επαρκή για να καλύψει τη μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση 250 νοικοκυριών, οδηγώντας σε σημαντική μείωση το αποτύπωμα άνθρακα στον λιμένα. Η ψυκτική αποθήκη απαιτεί ετησίως περίπου 2,7 GWh, με τα φωτοβολταϊκά πάνελ να καλύπτουν περίπου το 30% αυτής της απαίτησης.

## **Κεφάλαιο 5 Μελέτη περίπτωσης: Το λιμάνι του Πειραιά**

Με την παρούσα διπλωματική εργασία εξετάστηκε αν τα ευρωπαϊκά λιμάνια έχουν προβεί στην ανάληψη εκείνων των ενεργειών που θα τα χαρακτήριζαν πράσινα. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου ελέχθησαν τα τρία μεγαλύτερα λιμάνια της Ευρώπης, του Ρότερνταμ, της Αμβέρσας και του Αμβούργου τα οποία και επιβεβαίωσαν την συγκεκριμένη θεωρία. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα εξεταστεί ως μελέτη περίπτωσης ο λιμένας του Πειραιά, όπου θα αναλυθούν οι εφαρμογές πράσινων πρακτικών στις οποίες έχει προχωρήσει το λιμάνι καθώς και η χάραξη μακροπρόθεσμης πράσινης στρατηγικής. Έπειτα από την παραπάνω ανάλυση θα προταθεί και ένας σχεδιασμός περιβαλλοντικής δράσης για μεμονωμένες δραστηριότητες στο λιμάνι του Πειραιά.

## 5.1 Γενικές πληροφορίες

Ο Πειραιάς διαθέτει ένα από τα μεγαλύτερα λιμάνια στον κόσμο όσον αφορά την επιβατική κίνηση αν ληφθεί υπόψη ότι περισσότεροι από είκοσι εκατομμύρια επιβάτες μετακινούνται ετησίως μέσα από αυτό. Αποτελεί τόσο τον συνδετικό κρίκο μεταξύ της ηπειρωτικής με τη νησιωτική Ελλάδα και την Κρήτη όσο και την κύρια θαλάσσια πύλη προς την υπόλοιπη Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η ιστορία του λιμανιού του Πειραιά ξεκινά από τα αρχαία χρόνια και συγκεκριμένα μεταξύ 2600-2000 π.Χ. όταν ο Πειραιάς ήταν ακόμη αποκομμένος από την υπόλοιπη Αττική και η ένωσή τους δημιούργησε τον λιμένα. Το 1833 ο Πειραιάς κατάφερε να ανακηρυχθεί ως ανεξάρτητος Δήμος, ενώ ένα χρόνο αργότερα το 1834, όταν η πρωτεύουσα της Ελλάδας μεταφέρθηκε από το Ναύπλιο στην Αθήνα, ο Πειραιάς αναβαθμίστηκε και παρατηρήθηκε ιδιαίτερη κίνηση στον λιμένα με αποτέλεσμα να ιδρυθεί το Τελωνείο και το Υπολιμεναρχείο του Πειραιά. Ήδη, μέχρι το 1850 η ετήσια κίνηση που πραγματοποιούνταν στο λιμάνι ανερχόταν σε περίπου 7000 πλοία και 30000 επιβάτες με τα νούμερα αυτά να αυξάνονται ολοένα και περισσότερο και 80 χρόνια μετά το 1930, να οδηγείτε στην ίδρυση του αυτόνομου οργανισμού διοίκησης του λιμένα του “Οργανισμού Λιμένος Πειραιώς (Ο.Λ.Π.), με βάση το Νόμο 4748.

Έπειτα, λοιπόν, από το πέρασμα αρκετών αιώνων με πολλές καταστροφές και πολέμους και συγκεκριμένα από τα αρχαία χρόνια, στα βυζαντινά, στην οθωμανική κυριαρχία και τέλος στα νεότερα, υπογράφηκε το 2002 η σύμβαση παραχώρησης μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και του Ο.Λ.Π. Α.Ε., σύμφωνα με την οποία το Ελληνικό Δημόσιο παραχώρησε για 40 χρόνια το αποκλειστικό δικαίωμα χρήσης και εκμετάλλευσης των γηπέδων, κτιρίων και εγκαταστάσεων της χερσαίας λιμενικής ζώνης του Λιμένος Πειραιώς στον Ο.Λ.Π. Α.Ε. Το 2003 ο Ο.Λ.Π. Α.Ε. εισήχθη στο Χρηματιστήριο Αθηνών με διάθεση από το Ελληνικό Δημόσιο ποσοστού 25,5% μετόχων κυριότητας του και το 2009 επισυνάφθηκε η συμφωνία μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της κινεζικής εταιρείας Cosco, για την παραχώρηση του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων του λιμένα για 40 χρόνια. Το 2021 μάλιστα, η COSCO Shipping Co., Limited αύξησε το ποσοστό των μετόχων της ΟΛΠ κατά 16%, από 51% σε 67%

Η διοίκηση και η λειτουργία του Λιμένος Πειραιώς είναι ο πρωταρχικός σκοπός της Ο.Λ.Π. Α.Ε. ο οποίος υλοποιείται μέσω της παροχής υπηρεσιών ελλιμενισμού των πλοίων και διακίνησης φορτίων και επιβατών από και προς το λιμάνι και με την εγκατάσταση, οργάνωση και

εκμετάλλευση κάθε είδους λιμενικής υποδομής (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Κοινωνία της Πληροφορίας, 2008).

## **5.2 Εφαρμογή πράσινων πρακτικών στο λιμάνι του Πειραιά**

Η θαλάσσια ρύπανση στον λιμένα του Πειραιά πηγάζει από δραστηριότητες που σχετίζονται με τη βυρσοδεψία, με τις περίπου 140 μονάδες παραγωγής χρωμάτων, με τα επιμεταλλωτήρια, τις 350 ναυπηγοεπισκευαστικές μονάδες και τις εταιρείες αποθήκευσης πετρελαίου. Οι παραπάνω εγκαταστάσεις δε χωροθετούνται αποκλειστικά εντός του λιμένα του Πειραιά, αλλά παρέχουν τις υπηρεσίες του εντός εκείνου ρυπαίνοντας έτσι τη θαλάσσια περιοχή.

Ο Ο.Λ.Π. Α.Ε. στην προσπάθεια του να αναβαθμίσει και να εκσυγχρονίσει τον λιμένα έχει θέσει ως κύρια προτεραιότητα του τον σεβασμό και την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και την ανάληψη εκείνων των μέτρων που θα συντελέσουν στον περιορισμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Οι Λιμενικές Αρχές του Πειραιά αναγνωρίζοντας τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν αφενός από τις λειτουργίες του λιμένα και αφετέρου από τις δεσμεύσεις τους για ανταγωνιστικές και σύγχρονες εγκαταστάσεις και υπηρεσίες, έχουν προβεί στην διαμόρφωση και την εφαρμογή συγκεκριμένης περιβαλλοντικής πολιτικής σύμφωνης με την Ευρωπαϊκή και Εθνική Περιβαλλοντική Νομοθεσία αλλά και τους Διεθνείς Κανονισμούς. Επίσης, ο Ο.Λ.Π. έχει δημιουργήσει έναν μηχανισμό ο οποίος αξιολογεί με περιβαλλοντικά κριτήρια τις δραστηριότητες του λιμανιού και φιλοδοξεί να εξελιχθεί περαιτέρω προχωρώντας σε ένα πλέον καινοτόμο στάδιο διαχείρισης μέσω των παρακάτω ενεργειών:

1. Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης Θαλάσσιας Ρύπανσης.
2. Παρακολούθηση της Ποιότητας του Περιβάλλοντος.
3. Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων Πλοίων.
4. Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.

Το λιμάνι του Πειραιά συγκαταλέγεται στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο λιμένων με “Ecoport status” και αποτελεί επομένως ένα “Ecoport”. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, αυτό το δίκτυο λιμένων συνίσταται από Ευρωπαϊκά λιμάνια τα οποία έχουν αξιολογήσει την περιβαλλοντική τους επίδοση σύμφωνα με τη μέθοδο Ecoport Self Diagnosis Method (SDM) του Ευρωπαϊκού Οργανισμού

Λιμένων ESPO. Τα κριτήρια αξιολόγησης έχουν καθοριστεί από τον ESPO, σύμφωνα με την καταγεγραμμένη περιβαλλοντική επίδοση που εμφανίζουν να έχουν τα Ευρωπαϊκά λιμάνια συνολικά και σύμφωνα με τις βασικές προϋποθέσεις των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης, όπως είναι το διεθνές πρότυπο ISO 14001 και το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης λιμένων PERS (Port Environmental Review System).

Μεταξύ των διαφορετικών μεγεθών και δραστηριοτήτων Ευρωπαϊκών λιμανιών που απαρτίζουν το δίκτυο Ecorport, ο Ο.Λ.Π. Α.Ε. είναι από το μεγαλύτερα Μεσογειακά λιμάνια που ανήκουν σε αυτό το δίκτυο.

Η περιβαλλοντική διαχείριση που έχει θέσει σε εφαρμογή ο ΟΛΠ είναι πιστοποιημένη από το 2004 σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Σύστημα PERS του ESPO. Το 2017 μάλιστα, η εφαρμογή του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σύμφωνα με τις αρχές και τις απαιτήσεις του αναθεωρημένου PERS (version 5) πιστοποιήθηκε για πέμπτη συνεχόμενη φορά.

Καθώς τα λιμάνια θεωρούνται ο βασικός άξονας του παγκόσμιου εμπορίου, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τηρούν τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης με περισσότερη έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος, η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την οικονομική βιωσιμότητα και ανάπτυξη κάθε δραστηριότητας. Το λιμάνι του Πειραιά συγκεκριμένα το οποίο διαδραματίζει ηγετικό ρόλο στην Μεσόγειο και κατέχει κομβική θέση στον Ευρωπαϊκό χώρο, βρίσκεται συνεχώς σε μια τροχιά ανάπτυξης, σύμφωνη με τις αρχές της αειφορίας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Σχετικά με το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης PERS, ο ΟΛΠ έχει υιοθετήσει και εφαρμόζει συγκεκριμένη περιβαλλοντική πολιτική και καταγράφει διαρκώς τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που σχετίζονται με τις δραστηριότητες του, ενώ ταυτόχρονα στοχεύει στη συνεχή βελτίωση της περιβαλλοντικής του απόδοσης ακολουθώντας τα Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα.

### **5.2.1 Παρακολούθηση ποιότητας περιβάλλοντος στον ΟΛΠ**

Ο ΟΛΠ σε συνεργασία με Πανεπιστημιακούς Φορείς και Ειδικούς Επιστημονικούς Συνεργάτες έχει προχωρήσει στην εφαρμογή προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιότητας του περιβάλλοντος. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα παραπάνω προγράμματα επισημαίνουν περιοχές και θέματα που χρήζουν βελτίωσης και σε γενικές γραμμές διευκολύνουν τον ΟΛΠ να εκτιμήσει την περιβαλλοντική κατάσταση και να οδηγηθεί στη λήψη των κατάλληλων διορθωτικών μέτρων.

#### **– Ποιότητα θαλάσσιου περιβάλλοντος**

Ο ΟΛΠ ΑΕ σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Πειραιά και το Πανεπιστήμιο του Cardiff (UK) παρακολουθούν δύο φορές ετησίως μέσω προγραμμάτων την ποιότητα του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται λήψη δειγμάτων νερού και ιζήματος από το σύνολο της λιμενικής περιοχής που βρίσκεται στην αρμοδιότητα του ΟΛΠ ΑΕ και εξετάζονται ως προς μικροβιολογικούς, φυσικούς και χημικούς παράγοντες. Επιπλέον, να σημειωθεί ότι έχει πραγματοποιηθεί ειδική τεχνική μελέτη για την ορθολογική διαχείριση των υλικών εκβάθυνσης, στα πλαίσια υλοποίησης του έργου εκβάθυνσης του Κεντρικού Λιμένα.

#### **– Ποιότητα ακουστικού περιβάλλοντος**

Ο ΟΛΠ ΑΕ εφαρμόζει επίσης για όλη την έκταση της λιμενικής περιοχής Πρόγραμμα Παρακολούθησης Ακουστικού περιβάλλοντος. Έπειτα από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τις εν λόγω μελέτες και μετρήσεις, έχουν λάβει δραστικά μέτρα όπως είναι η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων κατά μήκος σχολείου του Δήμου Περάματος που βρίσκεται κοντά στις εγκαταστάσεις του ΟΛΠ ΑΕ. Ταυτόχρονα έχουν προγραμματιστεί δένδροφυτεύσεις οι οποίες θα καταφέρουν αφενός να απορροφήσουν ήχους και αφετέρου να επιτύχουν αισθητική αναβάθμιση, σε σημεία της ευρύτερης περιοχής που μπορεί έστω και έμμεσα να επηρεάζονται από τις λιμενικές δραστηριότητες.

### – Ποιότητα ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος

Τόσο η κλιματική αλλαγή όσο και το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελούν μείζον θέματα που ταλανίζουν την σύγχρονη κοινωνία. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι εκείνες που οφείλονται κατά κύριο λόγο στην παραγωγή ποσοτήτων CO<sub>2</sub> που συντείνουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα να αναζητούνται δραστικές λύσεις για την αποτελεσματική αντιμετώπιση του.

Ο ΟΛΠ ΑΕ, αν και οι δραστηριότητες του δεν συμμετέχουν άμεσα στη λύση του προβλήματος, αναγνωρίζει τη σοβαρότητα του ζητήματος και αναλαμβάνει την πρωτοβουλία να εφαρμόσει πιλοτικό πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος που σχετίζεται με άμεσες και έμμεσες λιμενικές δραστηριότητες. Με σκοπό να υλοποιηθεί το εν λόγω πρόγραμμα έχει γίνει η εγκατάσταση και λειτουργία ενός Σταθμού Παρακολούθησης Αερίων Ρύπων σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ - Σχολή Χημικών Μηχανικών), στη Β-ΒΔ πλευρά του Κεντρικού Λιμένα Πειραιά, ο οποίος έχει εξοπλιστεί κατάλληλα έτσι ώστε να μπορεί να καταγράφει τις συγκεντρώσεις αερίων ρύπων σε ημερήσια βάση. Από την αξιολόγηση αυτών των καταγραφών είναι δυνατό να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τα επίπεδα επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας καθώς και με τις βασικές πηγές προέλευσης αυτών των ρύπων.

### – Φωτοβολταϊκά συστήματα

Το 2016 τέθηκε σε λειτουργία και συνδέθηκε με το δίκτυο της ΔΕΗ ο πρώτος σταθμός του Φωτοβολταϊκού Πάρκου του ΟΛΠ ΑΕ στο εμπορικό λιμάνι του Πειραιά, μήκους 1080 μέτρων και ισχύος 430KWr. Σύμφωνα με τις Λιμενικές Αρχές του Πειραιά πρόκειται για ένα ιδιαίτερα σημαντικό και φιλικό προς το περιβάλλον έργο, το οποίο πραγματοποιήθηκε ύστερα από διεθνή ανοιχτό διαγωνισμό στην πλέον ηλεκτροβόρα περιοχή του εμπορικού λιμένα, όπου λειτουργούν οι γερανογέφυρες φορτοεκφόρτωσης και τοποθέτησης εμπορευματοκιβωτίων.

Με την υλοποίηση του παραπάνω έργου, παράγονται 635.000 πράσινες KWh σε ετήσια βάση στο διασυνδεδεμένο δίκτυο που ισοδυναμεί με την ετήσια αποφυγή της εκπομπής 635 τόνων CO<sub>2</sub>

χρησιμοποιώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το λιμάνι του Πειραιά με αυτόν τον τρόπο αποδεικνύει έμπρακτα το ενδιαφέρον του σε ζητήματα που αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος και συμβάλει σε μια βιώσιμη ανάπτυξη.

#### – **Φυτοτεχνική Διαμόρφωση χερσαίας ζώνης**

Ο ΟΛΠ μαζί με το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών πραγματοποίησε Μελέτη των Φυτοτεχνικών διαμορφώσεων για τη συνολική χερσαία ζώνη του λιμένα με απώτερο σκοπό να επιτύχει αισθητική αναβάθμιση, να βελτιώσει τις μικροκλιματικές συνθήκες με τη δέσμευση αερίων ρύπων και να μεγιστοποιήσει την απόδοση των συνθηκών συντήρησης του πρασίνου μέσω λόγου χάρη της εξοικονόμησης νερού και της ελεγχόμενης χρήσης φυτοφαρμάκων.

Κάνοντας, λοιπόν, πράξη τις προτάσεις του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, ο ΟΛΠ ενισχύει το υφιστάμενο πράσινο, φυτεύοντας νέα δέντρα και θάμνους τα οποία κρίνονται συμβατά με τα ήδη υπάρχοντα αλλά και με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Έτσι βελτιώνεται το μικροκλίμα της περιοχής καθώς και η αισθητική του παρακείμενου οικιστικού ιστού και επιτυγχάνεται αναβάθμιση της ποιότητας ζωής για τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής.

#### – **Ενεργειακή διαχείριση**

Ο ΟΛΠ ΑΕ αναλαμβάνει να ενημερώσει τους εργαζόμενους του αναφορικά με τις πράσινες πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας και ταυτόχρονα προχωρά στις αντίστοιχες ενέργειες που οδηγούν προς την κατεύθυνση αυτή και είναι οι παρακάτω:

- Παροχή ηλεκτρικών συσκευών με κριτήρια ενεργειακής κλάσης και ενεργειακών πιστοποιήσεων
- Συστηματική συντήρηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού
- Χρήση λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας αντί των συμβατικών

Παράλληλα, οι Λιμενικές Αρχές του Πειραιά ανέλαβαν στα πλαίσια της προσπάθειας τους να εξοικονομήσουν ενέργεια, να κατασκευάσουν πράσινη ταράτσα στο νέο κτίριο γραφείων του



Σταθμού Εμπορευματοκιβωτίων ΟΛΠ στην οποία έχουν φυτευτεί θαμνώδη είδη όπως είναι η λεβάντα, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου τόσο για θέρμανση το χειμώνα όσο και για ψύξη το καλοκαίρι. Η πράσινη ταράτσα προσδίδει ένα όμορφο αισθητικά στοιχείο στην εικόνα του κτιρίου το οποίο οδηγεί παράλληλα στη βελτίωση της αισθητικής των κατοίκων στην συγκεκριμένη περιοχή του Περάματος.

#### – Διαχείριση αποβλήτων

Ο ΟΛΠ λειτουργεί Σύστημα Διαχείρισης Αποβλήτων που παράγονται στις εγκαταστάσεις του (γραφεία, συνεργεία, αποθήκες κλπ) και ακολουθείται από πρόγραμμα διαχωρισμού και ανακύκλωσης. Ως απόβλητα γραφείου θεωρούνται τα χαρτιά, το γυαλί, άδεια δοχεία μελανιών, φορητές ηλεκτρικές στήλες, συσσωρευτές και απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Στα απόβλητα των συνεργείων και λοιπών χώρων συγκαταλέγονται τα λειτουργικά απόβλητα συνεργείων και δεξαμενών, τα υπολείμματα ξυλείας, διάφορα άχρηστα μεταλλικά αντικείμενα, τα απόβλητα λιπαντικών ελαίων, εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων καθώς και τα ελαστικά οχημάτων. Με σκοπό να υλοποιηθεί το συγκεκριμένο πρόγραμμα, ο ΟΛΠ σε συνεργασία με αδειοδοτημένα Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων και με εταιρείες συλλογής, μεριμνά σε μόνιμη βάση για την τήρηση της καθαριότητας στα σημεία συλλογής στα οποία έχουν τοποθετηθεί κατάλληλοι κάδοι με την αντίστοιχη σήμανση, για την αποφυγή των περιστατικών υπερπλήρωσης των κάδων αλλά και για τη συνεχή ενημέρωση των εργαζόμενων και των χρηστών του λιμανιού.

#### – Αντιμετώπιση Έκτακτων Περιστατικών Θαλάσσιας Ρύπανσης

Το Διοικητικό Συμβούλιο της MARPOL 73/78 έχει καταστήσει της περιοχή της Μεσογείου ως μια «ειδική περιοχή» στην οποία απαγορεύεται η οποιαδήποτε απόρριψη πετρελαίου, χημικών ουσιών ή λοιπών στερεών και υγρών αποβλήτων. Εκατομμύρια τόνοι πετρελαίου και μεταποιημένων προϊόντων μεταφέρονται σε ετήσια βάση μέσω της Μεσογείου, στη διάρκεια των οποίων μπορούν να προκύψουν ατυχήματα όπως είναι η σύγκρουση μεταξύ πλοίων ή η προσάραξη και παρά τα μέτρα που έχουν ληφθεί, να προκληθεί ρύπανση των υδάτων, η λεγόμενη τυχαία ρύπανση. Η ρύπανση αυτή προκαλείται έπειτα από τη διαρροή εξαιρετικά μεγάλων

ποσοτήτων πετρελαιοειδών ή χημικών ουσιών με συνέπεια ο άμεσος περιορισμός τους να κρίνεται καθοριστικός για τις επακόλουθες επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα και την κοινωνία.

Ο ΟΛΠ εφαρμόζει τις διατάξεις της Διεθνούς Συμβάσεως για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο OPRC (1990), του Πρωτοκόλλου για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες OPRC-HNS (2000) και της εθνικής νομοθεσίας και έχει καταρτίσει έτσι εγκεκριμένο από την οικεία Λιμενική Αρχή, Σχέδιο Αντιμετώπισης Έκτακτων Περιστατικών Θαλάσσιας Ρύπανσης για να αντιμετωπίσει περιστατικά ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες, εντός της λιμενικής ζώνης του ΟΛΠ.

### **5.3 Σχεδιασμός μακροπρόθεσμης περιβαλλοντικής στρατηγικής για τον ΟΛΠ**

Έπειτα από την ανάλυση της παρούσας κατάστασης στον λιμένα του Πειραιά αλλά και των παραδειγμάτων των μεγαλύτερων ευρωπαϊκών λιμανιών προκύπτει ότι και από τον ΟΛΠ δεν απουσιάζουν τόσο η πραγματοποίηση δράσεων όσο και στρατηγικών που αφορούν την αιεφόρο ανάπτυξή του. Μάλιστα, γίνεται αντιληπτό ότι όλο και περισσότερα, σημαντικά βήματα λαμβάνουν χώρα προκειμένου ο λιμένας να καταστεί πράσινος.

Ωστόσο, υπάρχουν κάποιοι τομείς οι οποίοι υστερούν συγκριτικά με άλλους τομείς που αφορούν τον ΟΛΠ και δεν έχουν καταφέρει να εφαρμόσουν τις απαιτούμενες περιβαλλοντικές πολιτικές. Μερικά παραδείγματα είναι η έλλειψη ελέγχου των ατμοσφαιρικών ρύπων που πηγάζουν από τα φορτηγά που εισέρχονται και εξέρχονται στον λιμένα αλλά και των αερίων του θερμοκηπίου, η αδυναμία καταπολέμησης της ηχορύπανσης αλλά και η αναγκαιότητα λήψης περισσότερων μέτρων για την βελτίωση και ανάπτυξη της κοινωνίας που κατοικεί στην ευρύτερη οικιστική ζώνη.

Βάσει των προαναφερθέντων στρατηγικών των ευρωπαϊκών λιμένων, παρατηρούμε ότι και τα ελληνικά λιμάνια δύναται να ακολουθήσουν μια κατεύθυνση πράσινης ανάπτυξης, προσαρμοσμένη πάντα στα ελληνικά δεδομένα. Λεπτομερέστερα και διακρίνοντας τις δράσεις που μπορούν να αναληφθούν σε αυτές που σχετίζονται με τους φυσικούς πόρους και σε αυτές που

σχετίζονται με τα ποιοτικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά, με την κάθε ομάδα να περιλαμβάνει αντίστοιχα από τέσσερα πεδία εφαρμογής περιβαλλοντικών πολιτικών.

### 5.3.1 Φυσικοί Πόροι

ΥΛΙΚΑ				
Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Αύξηση της παραγωγής υλικών φιλικών προς το περιβάλλον	Μείωση της χρήσης πλαστικών υλικών. Αύξηση της χρήσης πιστοποιημένων πράσινων υλικών και της πράσινης ξυλείας.	Σπουδαία περιβαλλοντικά οφέλη με ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα	Ευκολία στην εφαρμογή αυτού του μέτρου καθώς τα πιστοποιημένα πράσινα υλικά αυξάνονται ολοένα και περισσότερο	Υπάρχει αποδοτικότητα παρά το υψηλό κόστος των πράσινων υλικών
Χρήση πράσινων υλικών	Αξιοποίηση ανθεκτικών υλικών με χαμηλό κόστος συντήρησης. Προμήθεια υλικών από την τοπική αγορά με σκοπό να περιοριστεί το κόστος μεταφοράς.	Μείωση των ποσοτήτων κατανάλωσης ενέργειας, των ρύπων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα καθώς και των αποβλήτων.	Σχετικά εύκολη εφαρμογή του συγκεκριμένου μέτρου	Το μειωμένο κόστος μεταφοράς εξοικονομεί χρηματικούς πόρους, ενώ χρηματικά οφέλη προκύπτουν και από την μείωση της συντήρησης.
Πρόβλεψη διαδικασίας αποδόμησης υλικών και κτιριακών εγκαταστάσεων.	Μελέτη δυνατότητας ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης κτιριακών εγκαταστάσεων και υλικών.	Σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη προκύπτουν από την αποφυγή μελλοντικής σπατάλης.	Μέτρια ευκολία στην εφαρμογή καθώς απαιτείται σωστός και ακριβής σχεδιασμός.	Προκύπτουν σημαντικά χρηματικά οφέλη

## ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Διαχείριση και αποθήκευση επικίνδυνων αποβλήτων	Εντοπισμός επικίνδυνων αποβλήτων, περισυλλογή και μεταφορά τους από κατάλληλα και επαρκώς εξοπλισμένα μέσα μεταφοράς και αποθήκευση σε ειδικούς χώρους	Εξαιρετικά σημαντικά οφέλη τόσο για το περιβάλλον όσο και για την υγεία του ανθρώπου	Ο βαθμός δυσκολίας διαφέρει ανάλογα με το τύπο των αποβλήτων.	Η αποδοτικότητα εξαρτάται από τον τύπο των αποβλήτων.
Μείωση της παραγωγής αποβλήτων	Υλοποίηση σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων. Αξιοποίηση υλικών που παράγονται επιτόπου στο χώρο λειτουργίας τους. Περιορισμός των υλικών συσκευασίας.	Ελαχιστοποίηση της ποσότητας και του όγκου των αποβλήτων	Μέτρια ευκολία καθώς χρειάζεται προετοιμασία για την πραγματοποίηση σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων αλλά και καλή συνεννόηση με τους προμηθευτές των προϊόντων.	Σημαντικά οικονομικά οφέλη από την μείωση των αποβλήτων τα οποία προκύπτουν από το μικρό κόστος που απαιτείται για την εκπόνηση του σχεδίου.
Ενίσχυση της ανακύκλωσης των αποβλήτων	Διαχωρισμός από τα επικίνδυνα απόβλητα και δημιουργία ειδικών εγκαταστάσεων για την συλλογή, αποθήκευση και ανακύκλωσή τους	Κάθε τόνος χαρτιού που ανακυκλώνεται σώζει δώδεκα δέντρα καθώς και ενέργεια, λάδι και νερό που θα αξιοποιούνταν για το κόψιμο των δέντρων.	Με τον κατάλληλο σχεδιασμό και εξοπλισμού αλλά και την ύπαρξη ειδικών χώρων το μέτρο αυτό διαθέτει μεγάλη ευκολία εφαρμογής.	Υψηλό κόστος συγκριτικά με τα περιβαλλοντικά οφέλη.

## ΥΔΑΤΙΝΟΙ ΠΟΡΟΙ

Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Μείωση της κατανάλωσης υδάτινων πόρων	Χρήση 'ανακυκλώσιμου' νερού. Εγκατάσταση συσκευών για την αποτελεσματικότερη χρήση του νερού ακόμη και στα κτίρια.	Μείωση έως και 30% της κατανάλωσης υδάτινων πόρων.	Ευκολία στην εφαρμογή καθώς υπάρχουν διαθέσιμα στην αγορά αρκετά προϊόντα μείωσης της κατανάλωσης νερού.	Άμεση οικονομική και περιβαλλοντική αποτελεσματικότητα.
Διαχείριση υδάτινων πόρων	Υλοποίηση σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων. Αξιοποίηση υλικών που παράγονται επιτόπου στο χώρο λειτουργίας τους. Περιορισμός των υλικών συσκευασίας.	Ελαχιστοποίηση της ποσότητας και του όγκου των αποβλήτων	Μέτρια ευκολία καθώς χρειάζεται προετοιμασία για την πραγματοποίηση σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων αλλά και καλή συνεννόηση με τους προμηθευτές των προϊόντων.	Σημαντικά οικονομικά οφέλη από την μείωση των αποβλήτων τα οποία προκύπτουν από το μικρό κόστος που απαιτείται για την εκπόνηση του σχεδίου.
Ανακύκλωση υδάτινων πόρων	Δημιουργία συστήματος καθαρισμού των υδάτινων πόρων και αξιοποίηση του βρόχινου νερού.	Εξαιρετικά σημαντική ελάττωση της ποσότητας πόσιμου ερού που καταναλώνεται.	Σχετικά εύκολη εφαρμογή των αντίστοιχων δράσεων.	Απαιτείται αρκετά υψηλό κόστος σε σχέση με την αποτελεσματικότητα η οποία μπορεί να επέλθει έπειτα από δέκα χρόνια υλοποίησης του μέτρου.

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Ενεργειακή διαχείριση	Σχεδιασμός, εγκατάσταση και χρησιμοποίηση ολοκληρωμένου συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.	Άμεσα και σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.	Σχετικά εύκολη εφαρμογή του συγκεκριμένου μέτρου.	Αν και απαιτούνται υψηλοί πόροι για το εν λόγω μέτρο, η επερχόμενη περιβαλλοντική και οικονομική απόδοση είναι γρήγορη και άμεση.
Μείωση ποσοτήτων CO <sub>2</sub> και της ενεργειακής κατανάλωσης	Εγκατάσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων, φυσικός φωτισμός και αερισμός. Αξιοποίηση ηλεκτρικών συσκευών φιλικών προς το περιβάλλον. Χρησιμοποίηση αυτόματων χρονοδιακοπών και αισθητήρων κίνησης για φωτισμό.	Άμεσα και σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη για το σύνολο της κοινωνίας.	Αν και απαιτείται κατάλληλος σχεδιασμός και μεθοδικότητα, η εφαρμογή αυτού του μέτρου είναι αρκετά εύκολη.	Άμεση αποδοτικότητα η οποία εξαρτάται από τις εκάστοτε δράσεις που θα ακολουθηθούν.
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	Παραγωγή ηλεκτρισμού από φωτοβολταϊκά και αιολικά πάρκα	Εξαιρετικά σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.	Αρκετά λεπτομερής σχεδιασμός, αλλά η εφαρμογή θεωρείται σχετικά εύκολη.	Εξαιρετικά υψηλό κόστος και η οικονομική απόδοση επιτυγχάνεται μακροπρόθεσμα.

### 5.3.2 Ποιοτικά Περιβαλλοντικά Χαρακτηριστικά

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				
Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Βελτίωση της ποιότητας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους.	Χρησιμοποίηση εξαερισμού. Έλεγχος εσωτερικής υγρασίας. Τοποθέτηση φυτών εσωτερικού χώρου.	Αν και τα περιβαλλοντικά οφέλη για την υγεία των μελών της κοινωνίας είναι πολλά, το σύστημα είναι ενεργοβόρο.	Πολύ εύκολη εφαρμογή.	Η απόδοση εξαρτάται από το κόστος κάθε προτεινόμενης δράσης.
Εσωτερικός φωτισμός	Χρήση περσίδων. Μελέτη, σχεδιασμός και δημιουργία παραθύρων που επιτρέπουν το φυσικό φωτισμό.	Υψηλά περιβαλλοντικά οφέλη ως προς τη μείωση κατανάλωσης ηλεκτρισμού, ενώ ελαττώνονται και τα προβλήματα υγείας.	Σχετικά εύκολη εφαρμογή.	Ικανοποιητική και δραστική απόδοση ως προς την κατανάλωση ηλεκτρικών φορτίων.
Θόρυβος	Περιορισμό του θορύβου με την δένδροφύτευση και τη χρήση κατάλληλων συσκευών και εξοπλισμού.	Οφέλη που αφορούν την υγεία του συνόλου της κοινωνίας.	Μέτρια ευκολία εφαρμογής.	Εξαρτάται από τον σχεδιασμό των δράσεων και αν έχουν γίνει ορθές προβλέψεις.

## ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ

Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Μείωση εκπομπής των ρύπων που σχετίζονται με την τρύπα του όζοντος	Έλεγχος και παρακολούθηση για τυχόν διαρροές σε σημεία υψηλού κινδύνου. Αποτροπή της χρησιμοποίησης υλικών όπως είναι τα θερμομονωτικά που βλάπτουν την στιβάδα του όζοντος.	Σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη για το σύνολο της κοινωνίας.	Αρκετά εύκολη εφαρμογή.	Σχετικά υψηλή απόδοση.
Ελαχιστοποίηση θορύβου	Λήψη μέτρων για την μείωση της ηχορρύπανσης όπως οι μονώσεις. Έλεγχος, παρακολούθηση και αντιμετώπιση των υψηλών επιπέδων θορύβου κατά τη διάρκεια των λιμενικών δραστηριοτήτων.	Ικανοποιητικά περιβαλλοντικά οφέλη. Ωστόσο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο λιμενικό περιβάλλον.	Μέτρια ευκολία εφαρμογής αν και υπάρχουν προϊόντα και συστήματα διαχείρισης του θορύβου.	Πολύ υψηλό κόστος και μικρή αποδοτικότητα.
Περιορισμός ατμοσφαιρικών ρύπων	Παρακολούθηση και εξέταση των δραστηριοτήτων που παράγουν ρύπους.	Υψηλά περιβαλλοντικά οφέλη.	Ο βαθμός δυσκολίας εξαρτάται από τη διάθεση για χρηματικές επενδύσεις.	Υψηλή απόδοση αν οι εν λόγω δράσεις επιτευχθούν με τον κατάλληλο τρόπο.



## ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Ανοικοδόμηση μολυσμένων, βλαβερών χώρων	Έλεγχος και αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης σε μολυσμένους χώρους και λήψη δραστικών μέτρων αποκατάστασης και βελτίωσης.	Άμεσα και σημαντικά οφέλη τόσο για το περιβάλλον όσο και για την κοινωνία.	Ο βαθμός δυσκολίας είναι ανάλογος του μεγέθους μόλυνσης.	Χαμηλή αποδοτικότητα λόγω υψηλού κόστους και μικρής οικονομικής απόδοσης.
Βελτίωση της βιοποικιλότητας	Αξιολόγηση της τοπικής βιοποικιλότητας και ενίσχυσή της με ανάλογα είδη. Χρησιμοποίηση φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων στους εξωτερικούς χώρους. Κατάργηση χρήσης υλικών που μπορούν να βλάψουν την βιοποικιλότητα.	Εξαιρετικά περιβαλλοντικά οφέλη για το σύνολο της κοινωνίας.	Αρκετά εύκολη εφαρμογή καθώς στην αγορά υπάρχει ευρεία ποικιλία των κατάλληλων προϊόντων.	Μέτρια αποδοτικότητα καθώς το κόστος είναι υψηλό και η οικονομική απόδοση μέτρια προς καλή.
Βελτίωση της αισθητικής	Περιβαλλοντική διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων έτσι ώστε να εναρμονιστεί καλαίσθητα με το περιβάλλον γύρω από τον λιμένα.	Σχετικά ικανοποιητικά περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη.	Σχετικά εύκολη εφαρμογή.	Μέτρια αποδοτικότητα λόγω του αρκετά υψηλού κόστους σε σχέση με τα οφέλη που προκύπτουν.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Στόχος	Προτεινόμενες δράσεις	Περιβαλλοντικά, κοινωνικά οφέλη	Ευκολία εφαρμογής	Αποδοτικότητα
Εντοπισμός, αντιμετώπιση και οριοθέτηση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μεγιστοποίηση των προνομίων	Σχεδιασμός και εφαρμογή ολοκληρωμένου περιβαλλοντικού συστήματος. Κινητοποίηση των εταιρών στην μελέτη και υλοποίηση νέων καινοτομιών που αφορούν το περιβάλλον.	Σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη για το σύνολο της κοινωνίας.	Σχετικά εύκολη εφαρμογή καθώς απαιτούνται επενδύσεις.	Υψηλό κόστος λόγω των επενδύσεων και μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα.

Ενημέρωση και εκπαίδευση εργαζομένων, κατοίκων και εταιρειών για την πράσινη ανάπτυξη	Έκδοση οδηγού ως προς την αιχμή ανάπτυξη. Υλοποίηση προγράμματος αξιολόγησης του περιβαλλοντικού αντικτύπου των δράσεων των ομάδων που απαρτίζουν το περιβάλλον του λιμένα.	Αν εφαρμοστούν ορθά οι εν λόγω δράσεις μπορούν να προκύψουν σημαντικά οφέλη.	Σχετικά εύκολη εφαρμογή με το κατάλληλα καταρτισμένο προσωπικό.	Ικανοποιητική αποδοτικότητα.
---	---	--	---	------------------------------

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανησυχία του πλανήτη για την κλιματική αλλαγή εντείνεται ολοένα και περισσότερο όταν οι επιπτώσεις της είναι άμεσα ορατές στην καθημερινότητα των πολιτών. Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού σε συνδυασμό με τα δυσμενή πολιτισμικά πρότυπα κατανάλωσης και συμπεριφοράς καθιστούν αντιληπτό το γεγονός ότι η σημερινή κοινωνία δεν αντιλαμβάνεται τις περιορισμένες ποσότητες φυσικών πόρων που έχουν απομείνει και οδηγείται στην ενεργειακή υπερκατανάλωση. Παράλληλα, ως φυσικό επακόλουθο, έχει παρατηρηθεί την τελευταία δεκαετία ο πολλαπλασιασμός της παραγωγής πετρελαίου και της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια. Τα προαναφερθέντα έχουν συντελέσει, μαζί με την περιορισμένη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στην αύξηση των ρύπων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας έτσι περιβαλλοντική υποβάθμιση και μολύνοντας, έως και καταστρέφοντας, τα οικοσυστήματα.

Η κλιματική κρίση έχει καταστήσει επιτακτική την ανάγκη για εύρεση αποτελεσματικών τρόπων για την μετατροπή των δυσκολιών σε ευκαιρίες για βιώσιμη ανάπτυξη. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να εξεταστεί η μέθοδος υπολογισμού του μεριδίου της κάθε χώρας στις εκπομπές και τις ποσότητες ρύπων που ενισχύουν την κλιματική αλλαγή, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τις οικονομίες που βρίσκονται ακόμα σε διαδικασία εκβιομηχάνισης ή έχουν παραμείνει σε αναπτυξιακό επίπεδο. Έτσι, στο λεξιλόγιο της παγκόσμιας κοινότητας έχουν προστεθεί καινούργιοι όροι όπως είναι η πράσινη κατοικία και τα υβριδικά μέσα μεταφοράς, ενώ στον τομέα της ναυτιλίας ιδιαίτερη έμφαση για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος δίνεται στα πράσινα λιμάνια.

Τα «πράσινα λιμάνια» αποτελούν σημαντική λύση στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα έχοντας ως κύρια φιλοσοφία την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης χωρίς όμως να υποβαθμίζεται η σπουδαιότητα της ταυτόχρονης κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής αναβάθμισης. Οι ενέργειες που λαμβάνονται προς αυτή την κατεύθυνση σχετίζονται με τη προστασία των πολιτών στην ευρύτερη περιοχή από τις επιβλαβείς λιμενικές δραστηριότητες για το περιβάλλον, την εκπαίδευση τους για ζητήματα περιβαλλοντικής προστασίας, τη χρήση τεχνολογικών καινοτομιών για τη μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων αλλά και την ενίσχυση του ηγετικού ρόλου του λιμένα για την προστασία του περιβάλλοντος. Εξίσου σημαντικό είναι και θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη πως για να αναπτυχθούν ολοκληρωμένες πράσινες πρακτικές στη

λιμενική βιομηχανία, θα πρέπει το θαλάσσιο τμήμα με το τμήμα του λιμένα έως και την ενδοχώρα που εξυπηρετεί να εναρμονιστεί και να συντονιστεί πλήρως και αποτελεσματικά.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να εξετάσει κατά πόσο τα λιμάνια της Ευρώπης πληρούν τις προϋποθέσεις ώστε να χαρακτηριστούν πράσινα με την αξιοποίηση, πάντα, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για αυτόν τον σκοπό, εξετάστηκε εάν τα τρία μεγαλύτερα λιμάνια της Ευρώπης έχουν προβεί σε εκείνες τις ενέργειες και διαδικασίες, οι οποίες θα τα καθιστούσαν «πράσινα». Αφού λοιπόν προσδιορίστηκε η έννοια του «πράσινου λιμένα», έγινε ανάλυση της παρούσας κατάστασης στους λιμένες του Ρότερνταμ, της Αμβέρσας και του Αμβούργου.

Έχει κριθεί σαφές το γεγονός ότι και τα τρία παραπάνω λιμάνια αναλαμβάνουν διαρκώς δράσεις για να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μέσα στα επόμενα χρόνια. Ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζουν να πετύχουν τον εν λόγω στόχο είναι αφενός βελτιώνοντας την απόδοση για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και αφετέρου αξιοποιώντας πηγές ενέργειας με μικρότερη απόδοση άνθρακα, όπως είναι η αιολική και η ηλιακή ενέργεια. Η Λιμενική Αρχή του Αμβούργου, για παράδειγμα, η οποία έχει δεσμευτεί στην μηδενική εκπομπή άνθρακα έως το 2050, παρέχει κίνητρα στους χρήστες λιμένων να υιοθετήσουν στρατηγικές μείωσης του άνθρακα, όπως είναι οι εκπτώσεις στα λιμενικά τέλη σε πλοία που έχουν θεωρούνται ότι είναι αρκετά «πράσινα».

Το σπουδαιότερο δίδαγμα που προκύπτει από την μελέτη των τριών βιώσιμων λιμένων της Ευρώπης δεν είναι οι πράσινες δράσεις τις οποίες αναλαμβάνουν, αλλά η μέθοδος που έχουν επιλέξει να χρησιμοποιήσουν για να κατευθυνθούν προς αυτές τις ενέργειες.

Η περιβαλλοντική πολιτική που ακολουθούν τα λιμάνια είναι ξεχωριστή καθώς χαρακτηρίζεται για την ποσοτικοποίηση των στόχων. Ειδικότερα, η μελέτη των δράσεων που έχουν πραγματοποιηθεί επιτυγχάνεται μέσω των ετήσιων αναλυτικών απολογισμών ως προς τη βιώσιμη ανάπτυξη του λιμένα. Ταυτόχρονα, για να επιτευχθούν οι μακροπρόθεσμοι περιβαλλοντικοί στόχοι, ενθαρρύνεται η συνεργασία με τους τοπικούς φορείς, τις εδρεύουσες επιχειρήσεις αλλά και την ευρύτερη τοπική κοινότητα.

Σχετικά με το κεντρικό ερώτημα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, το πόρισμα που προκύπτει είναι ότι τα Ευρωπαϊκά λιμάνια έχουν αναλάβει ποικίλες δράσεις στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης και του χαρακτηρισμού τους ως «πράσινα». Το λιμάνι του Πειραιά, το οποίο

επιλέχθηκε ως μελέτη περίπτωσης, φαίνεται ότι και εκείνο έχει αναλάβει και έχει ολοκληρώσει αρκετές νέες πρωτοβουλίες στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης του. Μάλιστα, διαθέτει τόσο την αξιολόγηση PERS αλλά συγκαταλέγεται και στο δίκτυο των Ecoports.

Παρόλα αυτά, συγκριτικά με τα τρία μεγαλύτερα Ευρωπαϊκά λιμάνια, φάνηκε ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτίωσης για τον λιμένα του Πειραιά, και ως προς τις βιώσιμες πρακτικές που μπορούν να αξιοποιηθούν αλλά και ως προς τη μέθοδο επιλογής αυτών των πρακτικών. Αν και έχει προχωρήσει στην ανάληψη διαφόρων πράσινων δραστηριοτήτων δηλαδή, οφείλει να χαράξει μια ολοκληρωμένη βιώσιμη στρατηγική ανάπτυξη απέναντι στο σύνολο της ελληνικής κοινωνίας.

Για τον λόγο αυτό, κατασκευάστηκε ένας Οδηγός περιβαλλοντικής διαχείρισης ο οποίος συνίσταται από δύο μέρη, όπου το πρώτο αφορά την προστασία των φυσικών πόρων και το δεύτερο τα ποιοτικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του ΟΛΠ. Ο Οδηγός αυτός μπορεί να ακολουθηθεί τόσο και από άλλα ελληνικά λιμάνια όσο και να αποτελέσει ακόμη ένα εργαλείο μιας ευρύτερης πράσινης λιμενικής πολιτικής.

Η πρώτη κατηγορία που σχετίζεται με τη προστασία των φυσικών πόρων περιλαμβάνει δραστηριότητες για τα υλικά που αξιοποιούνται εντός του λιμένα, για τη διαχείριση των αποβλήτων και των υδάτινων πόρων, την ενεργειακή κατανάλωση και τις μεταφορές. Η δεύτερη κατηγορία που σχετίζεται με τα ποιοτικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του λιμένα περιλαμβάνει δράσεις που αφορούν τη διαχείριση του εσωτερικού περιβάλλοντος, τις εκπομπές ρύπων, την ποιότητα του νερού, τις χρήσεις γης και την ευρύτερη περιβαλλοντική διαχείριση.

Να σημειωθεί ότι το λιμάνι του Πειραιά δεν επιλέχθηκε επειδή δεν ακολουθεί ένα σημαντικό αριθμό πράσινων πρακτικών, αλλά επειδή πραγματοποιείται μεγάλος όγκος δραστηριοτήτων σε εκείνο και η σημασία του για το ελληνικό εμπόριο είναι υψίστης σημασίας. Ως εκ τούτου στον Οδηγό που αναλύθηκε στο τελευταίο κεφάλαιο προτείνεται ένα σύνολο δράσεων, μερικές εκ των οποίων ο ΟΛΠ έχει ήδη εφαρμόσει, ώστε να δοθεί μια ολοκληρωμένη στρατηγική προσέγγιση.

Η υφιστάμενη εθνική οικονομική κατάσταση της Ελλάδας τα τελευταία χρόνια δεν ευνοεί την πραγματοποίηση πράσινων επενδύσεων στους ελληνικούς λιμένες και ειδικότερα στο μεγαλύτερο λιμάνι της χώρας μας. Εντούτοις, πρέπει να εξεταστεί και να εφαρμοστεί μια στρατηγική με

ποσοτικοποιημένους στόχους, η οποία θα ενσωματώνει το όραμα για το λιμάνι του Πειραιά αλλά και για τα υπόλοιπα ελληνικά λιμάνια, πάντα με γνώμονα την βιώσιμη ανάπτυξη.

Καθώς λοιπόν τα λιμάνια αποτελούν σε παγκόσμια κλίμακα τον βασικό άξονα του εμπορίου, γίνεται αντιληπτό ότι χρειάζονται και εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες ενέργειας για την διεκπεραίωση των εργασιών τους, ρυπαίνοντας με αυτόν τον τρόπο το περιβάλλον. Έτσι, δημιουργείται το χρέος απέναντι στο σύνολο της κοινωνίας, εκ μέρους των λιμένων ,να προωθούν τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη προστασία του περιβάλλοντος, η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την οικονομική βιωσιμότητα και ανάπτυξη κάθε δράσης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Γερασίμου Α., (2013) ‘Αγροτική Βιομάζα και δυνατότητες αξιοποίησης της στην Ελλάδα’ Ελληνική Εταιρία Ανάπτυξης Βιομάζας, ανακτήθηκε από [http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B\\_event\\_8\\_4\\_16/04\\_GERASIMOU.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B_event_8_4_16/04_GERASIMOU.pdf)

Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης και Αυτοδιοίκησης (2010) ‘Θεσμικό Πλαίσιο Αδειοδότησης και Εφαρμογές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Ευθυμίου, Καραγιαννάκης, (2005) ‘Ενέργεια από Κύματα’ Εκδ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Καραϊσκάκη Τ., (2020) ‘Καθαρή ηλεκτρική ενέργεια από τα κύματα της θάλασσας’, ανακτήθηκε από <https://www.kathimerini.gr/society/561103738/kathari-ilektriki-energeia-apo-ta-kymata-tis-thalassas/>

Κουμανιώτη Γ., Μπερκέτη Ι. και Σκαφιδά Α., (2015) ‘Ελληνικοί λιμένες - Βασικοί παίκτες στη παραγωγή ενέργειας μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας’. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ανακτήθηκε από <https://jmce.gr/portal/wp-content/uploads/2017/04/SkafidaMperkethKoumaniwthEllhnikoiLimenes.pdf>

Παπαμιχαήλ. Γ., (2019) ‘Παράκτια ηλεκτρική διασύνδεση πλοίων στους λιμένες της Ρόδου’ Εκδ. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο.

Ο.Λ.Π. Α.Ε (2020) ‘Προστασία περιβάλλοντος-Πράσινο λιμάνι’, ανακτήθηκε από <https://www.olp.gr/el/prostasia-perivallontos/prostasia-perivallontos-prasino-limani>

Ο.Λ.Π. Α.Ε (2020) ‘Παροχή υψηλής ποιότητας πιστοποιημένων υπηρεσιών’, ανακτήθηκε από <https://www.olp.gr/el/poiotikos-elegchos/pistopoiiseis>

Ρούκουνας Ε., (2006) *Διεθνές Δίκαιο*, Εκδ. Σάκουλα.

Τζωράκη Ε., (2021) ‘Συστημικές τεχνολογίες στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας για την αναβάθμιση λιμενικών εγκαταστάσεων’ Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Υγείας (2012) ‘Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός: Οδικός χάρτης για το 2050’. Ανακτήθηκε από <http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2012/04/energeiakos-sxediasmos.pdf>

Υψηλάντη Ε., (2012) ‘Πράσινα λιμάνια: Η περίπτωση της Ελλάδας’ Εκδ. Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Χλωμούδης Κ., (2011) *Τάσεις και εξελίξεις στη λιμενική βιομηχανία: Λιμενικές επιχειρήσεις και συστήματα στην εποχή της οργάνωσης και λειτουργίας ανταγωνιστικών λιμανιών*, Εκδ. Παπαζήση.

ENH

Anastasiadis N., Boile M., Tromaras A. & Sdoukopoulos E. (2019) 'Energy Efficiency in European Ports: State-Of-Practice and Insights on the Way Forward', Elsevier Ltd, p. 15-20.

Anastasopoulou D., Kolios S. & Stylios C. (2011) 'How will Greek Ports become Green Ports?', to Geo-Eco-Marina, 17/2011, p. 1-5.

Bjerkana Y. & Setera H. (2019) 'Reviewing tools and technologies for sustainable ports: Does research enable decision making in ports?', Elsevier Ltd, p.244-252

Damman S. & Steen M. (2021) 'A socio-technical perspective on the scope for ports to enable energy transition', Elsevier Ltd, p. 3-11

Deckere E. (2012) 'Sustainability reporting: A trigger towards sustainable development of a port', Port Technology International.

ESPO (2021) 'Espo Green Guide 2021 A manual for European Ports towards a green future' Available from URL: <https://www.espo.be/media/ESPO%20Green%20Guide%202021%20-%20FINAL.pdf>

ESPO (2022) 'The new energy landscape Impact on and implications for European ports' Available from URL: <https://www.espo.be/media/The%20new%20energy%20landscape.pdf>

European Commission (2022) 'PVGIS Online Tool', available from URL: [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system_en)

Greenmatch (2023) '10 Facts About Geothermal Energy', available from URL: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2014/07/10-facts-about-geothermal-energy>

Iberdrola (2023) 'Floating Photovoltaic Solar Energy', available from URL: <https://www.iberdrola.com/innovation/floating-photovoltaic>

IMO. (2020). Fourth IMO Greenhouse Gas Study, available from URL: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20-%20Full%20report%20and%20annexes.pdf>

International Chamber of Shipping. (2018). Reducing CO2 Emissions to Zero: The 'Paris Agreement for Shipping' Implementing the Initial Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships (adopted by the UN International Maritime Organization), Marisec Publications.

ISO/IEC/IEEE 80005-1:2012 'Utility connections in port — Part 1: High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems — General requirements'.

LogistikExpress (2016), 'Largest solar panel system in the Rotterdam port', available from URL: <https://www.logistik-express.com/largest-solar-panel-system-in-the-rotterdam-port/>



Piperis S. & Yiota T. (2022) ‘Marine renewable energy perspectives in the Mediterranean region\_ planning priorities in a climate neutrality era’, Elsevier Ltd.

Port of Antwerp Bruges (2022) ‘Facts and Figures’, available from URL: <https://www.portofantwerpbruges.com/en/faq/where-can-i-find-facts-figures-and-statistics-about-port>

PortStrategy (2016), ‘Solar power at Rotterdam’, available from URL: <https://www.portstrategy.com/solar-power-at-rotterdam/837129.article>

Port of Antwerp Bruges (2019), ‘Sustainability report 2019’.

Port of Hamburg (2020), ‘HPA Sustainability report 2019/2020’.

Port of Hamburg (2021) ‘Energy Transition in the Port: an Economic Success Story’, available from URL: <https://marketing-hamburg-de.translate.goog/energy-transition-in-hamburgs-port.html? x tr sl=en& x tr tl=el& x tr hl=el& x tr pto=wapp>

Port of Rotterdam (2019), ‘Eneco and Vattenfall open Slufterdam 2.0 wind farm with twice as much power’, available from URL: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/eneco-and-vattenfall-open-slufterdam-20-wind-farm-twice-much-power>

Port of Rotterdam (2020), ‘Rotterdam Offshore Wind Coalition’, available from URL: <https://www.portofrotterdam.com/en/setting/location-options/offshore/rotterdam-offshore-wind-coalition>

Richter A. (2020) ‘Hamburg geothermal project secures EUR 22.5m government grant’, ThinkGeoEnergy.

Rodriguez L. (2022) ‘Sustainable smart ports to create prosperity for all in times of disruption and uncertainty’, UNCTAD Transport and Trade Facilitation Newsletter N°95 - Third Quarter 2022.

Safety4sea (2020) ‘Do you know what cold ironing is?’, available from URL: <https://safety4sea.com/cm-do-you-know-what-cold-ironing-is/>

Safety4sea (2019) ‘Cold Ironing: The role of ports in reducing shipping emissions’, available from URL: <https://safety4sea.com/cm-cold-ironing-the-role-of-ports-in-reducing-shipping-emissions/>

Sifakis N., Konidakis S. & Tsoutsos T. (2021) ‘Hybrid renewable energy system optimum design and smart dispatch for nearly Zero Energy Ports’, Elsevier Ltd.

Sifakis N. & Tsoutsos T. (2021) ‘Planning zero-emissions ports through the nearly Zero Energy Port’, Elsevier Ltd, p. 2-13

Solar naturally (2018) ‘The 10 Keys Advantages of Renewable Energy’, available from URL: <https://solarnaturally.com.au/the-10-key-advantages-of-renewable-energy/>

Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A. (2007) “Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries”. *Solar Energy*, 81, 1295–1305.

Union of Concerned Scientists (2017) ‘Benefits of Renewable Energy Use’, available from URL: <https://www.ucsusa.org/resources/benefits-renewable-energy-use>

Visvardis G. (2019) ‘Green Ports: The case of Greek ports’, University of Piraeus.

WindEurope (2021) ‘A 2030 Vision for European Offshore Wind Ports: Trends and Opportunities’, available from URL: <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/a-2030-vision-for-european-offshore-wind-ports-trends-and-opportunities/>

WindEurope (2022) ‘WindEurope Ports Platform’, available from URL: <https://windeurope.org/policy/topics/offshore-wind-ports/>