

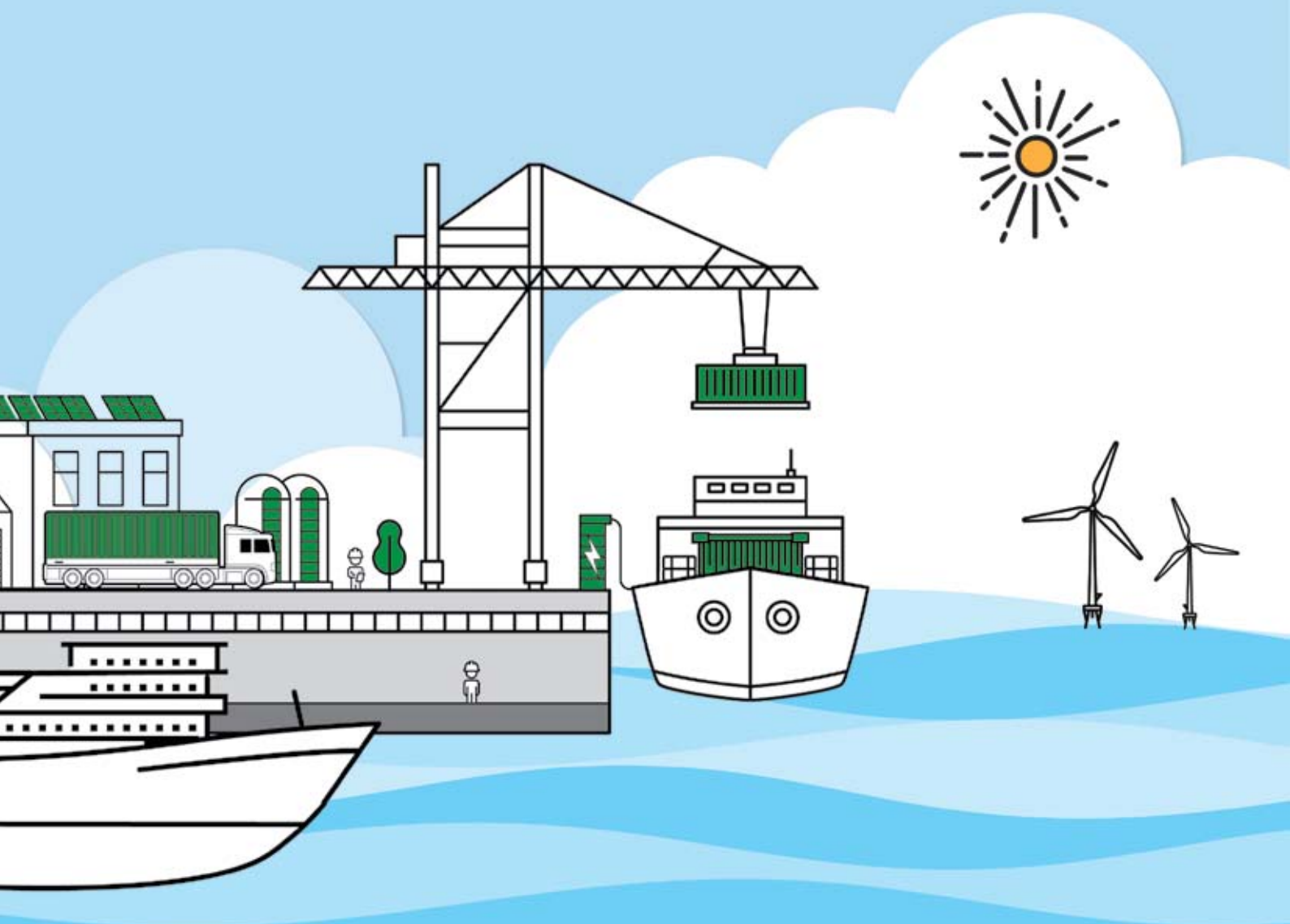


Green Ports

Green Transition in Ports

ΛΙΜΑΝΙΑ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ

Πρακτικός οδηγός για λιμάνια μηδενικών εκπομπών



Ο οδηγός **ΛΙΜΑΝΙΑ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ** δημιουργήθηκε από το Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Επιστημονική επιμέλεια:

Καθ. Θεοχάρης Τσούτσος, Σταυρούλα Τουρνάκη (Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων, Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης)

Συγγραφείς:

Νικόλαος Σκαράκης, Γεωργία Σκινήτη, Αφροδίτη Στρατή, Σταυρούλα Τουρνάκη, Σοφία Τσεμεκίδη, Μαρία Φράγκου, Θεοχάρης Τσούτσος

Συντονισμός έκδοσης:

Μαρία Φράγκου, Σταυρούλα Τουρνάκη (Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων, Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης)

Γραφιστική επιμέλεια, εξώφυλλο, σελιδοποίηση:

Νεκτάριος Δρουδάκης, Γιώργος Καρουζάκης

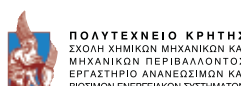
Η έκδοση του παρόντος οδηγού υποστηρίχτηκε από το Ίδρυμα Χάινριχ Μπελ, Γραφείο Θεσσαλονίκης (www.gr.boell.org).

ISBN 978-618-5558-10-9

Πρώτη έκδοση στα Ελληνικά, Δεκέμβριος 2023

Ο οδηγός διατίθεται με την άδεια Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 DEED: Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές. Για το συμφωνητικό άδειας επισκεφτείτε το <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>. el. Μεμονωμένο περιεχόμενο από την παρούσα έκδοση μπορεί να αναπαραχθεί μόνο για μη εμπορική χρήση, και κατόπιν ενημέρωσης των δημιουργών και υπό την προϋπόθεση της αναφοράς των δημιουργών του ως εξής «Οδηγός ΛΙΜΑΝΙΑ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ, Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων Πολυτεχνείου Κρήτης, CC BY-NC-ND 4.0 DEED».

Όλα τα δικαιώματα των εικόνων που εμφανίζονται σε όλες τις σελίδες του οδηγού προστατεύονται (All rights Reserved).



ΛΙΜΑΝΙΑ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ

Πρακτικός οδηγός για λιμάνια μηδενικών εκπομπών

ΠΡΟΛΟΓΟΣ



Η ναυσιπλοΐα διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο για την ευρωπαϊκή οικονομία, με το 77% του εξωτερικού εμπορίου και το 35% του ενδοκοινοτικού εμπορίου να πραγματοποιείται με θαλάσσιες μεταφορές. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι θαλάσσιες μεταφορές γνώρισαν παγκόσμια ταχεία και σημαντική αύξηση λόγω της μεγέθυνσης των διεθνών συναλλαγών και των εμπορικών απαιτήσεων. Σήμερα, πάνω από το 80% των παγκόσμιων εμπορευμάτων μεταφέρονται μέσω θαλάσσης. Η Ευρώπη φιλοξενεί πάνω από 1.400 λιμάνια, θαλάσσια και εσωτερικής ναυσιπλοΐας, ενώ τα 18.000 νηολογημένα πλοία με σημαία ευρωπαϊκών κρατών-μελών αντιπροσωπεύουν περίπου το ένα πέμπτο του συνολικού παγκόσμιου στόλου. Πάνω από το 80% αυτού του στόλου είναι πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, πετρελαιοφόρα και πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Στην Ελλάδα μόνο, υπάρχουν περισσότερα από 300 λιμάνια, μεσαία και, στη συντριπτική πλειοψηφία, μικρά. Παράλληλα, η χώρα μας παραμένει παγκόσμια η μεγαλύτερη ναυτιλιακή χώρα, καθώς ο ελληνικός εφοπλισμός ελέγχει το 21% της παγκόσμιας χωρητικότητας, με στόλο 5.520 πλοίων, και το 60% του κοινοτικού στόλου. Η συνολική συνεισφορά της ναυτιλίας στην ελληνική οικονομία αγγίζει το 7% του ΑΕΠ.

Τα λιμάνια εξυπηρετούν εμπορεύματα και επιβάτες συνδέοντας τη θάλασσα με την ξηρά με διαφορετικούς τρόπους μεταφοράς, αποτελώντας δυναμικούς χώρους για καινοτομία και πράσινες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Αποτελούν βασικούς κόμβους στην ανάπτυξη και τη λειτουργία διαφορετικών τομέων της γαλάζιας οικονομίας, από τις θαλάσσιες μεταφορές έως τον παράκτιο και θαλάσσιο τουρισμό και, ως εκ τούτου, θα παίξουν σημαντικό ρόλο στη μετάβαση στη βιώσιμη γαλάζια οικονομία. Έχουν σημαντική ευθύνη να εξασφαλίζουν καθαρές ενεργειακές υποδομές για το τμήμα της θαλάσσιας αλυσίδας εφοδιασμού που διαχειρίζονται. Επιπλέον, επειδή το 90% των λιμανιών της Ευρώπης είναι αστικά, αλληλεπιδρούν με το πληθύνον οικιστικό σύστημα και αποτελούν ευκαιρίες για πράσινες λύσεις στον αστικό χώρο και στη βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων.

Ακόμα και σήμερα, το μείγμα καυσίμου στον ναυτιλιακό τομέα βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε ορυκτά καύσιμα. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, προκειμένου να επιτευχθεί η πράσινη μετάβαση, η Ευρωπαϊκή Ένωση πρέπει να μειώσει τις εκπομπές από τις μεταφορές κατά 90% έως το 2050 συγκριτικά με τα επίπεδα του 1990. Ειδικότερα, ο κανονισμός FuelEU Maritime προβλέπει τη σταδιακή μείωση της έντασης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την ενέργεια που καταναλώνεται πάνω στο πλοίο, κατά 80% μέχρι το 2050, για πλοία άνω των 5.000 τόνων ολικής χωρητικότητας.

Στις 17 Μαΐου 2021, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε την προσέγγιση για βιώσιμη γαλάζια οικονομία. Οι κύριες κατευθύνσεις που αφορούν τα λιμάνια είναι:

- Η επίτευξη των στόχων απανθρακοποίησης, με την ανάπτυξη υπεράκτιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις θαλάσσιες μεταφορές, την πράσινη μετάβαση των λιμανιών και την αναβάθμισή τους σε ενεργειακούς κόμβους.
- Η στήριξη της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και της ανθεκτικότητας, με πράσινες υποδομές σε παράκτιες περιοχές και την προστασία των ακτών από τη διάβρωση και τις πλημμύρες, συμβάλλοντας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και του παράκτιου περιβάλλοντος, αλλά και στην ανάπτυξη του τουρισμού και της οικονομίας.
- Η μετάβαση σε κυκλική οικονομία, μέσω της ανακύκλωσης πλοίων, τον παροπλισμό υπεράκτιων πλατφορμών και τη λήψη μέτρων για τη μείωση της ρύπανσης από πλαστικά και μικροπλαστικά.

Ιδιαίτερα για τις υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά ότι είναι ρεαλιστικός ο στόχος για εγκατεστημένη υπεράκτια αιολική ισχύ τουλάχιστον 60 GW (από 12 GW που είναι σήμερα) και ωκεάνια τουλάχιστον 1 GW έως το 2030, με απώτερο στόχο εγκατεστημένη ισχύ τουλάχιστον 300 GW και 40 GW, αντίστοιχα, έως το 2050.

Ο παρών οδηγός, αξιοποιώντας τη συστηματική δουλειά που έχει γίνει στο Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων του Πολυτεχνείου Κρήτης τα τελευταία χρόνια, έχει στόχο να αποτελέσει χρήσιμο εγχειρίδιο για την πράσινη μετάβαση των λιμανιών, και απευθύνεται σε όσους ασχολούνται με τα λιμάνια είτε άμεσα (διοίκηση, προσωπικό, δημόσιες αρχές), είτε έμμεσα (τοπικές αρχές, τεχνολογικοί πάροχοι, τεχνικοί σύμβουλοι), αλλά και στο ευρύ κοινό.

Η ερευνητική ομάδα του εργαστηρίου μας προσπάθησε να ενσωματωθούν τα συχνότερα διαθέσιμα μέτρα και τεχνολογίες που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα λιμάνι προς τη βιωσιμότητα, την ανεξάρτηση από τις ανθρακούχες εκπομπές στις λειτουργίες του και την τελική μετατροπή του σε λιμάνι μηδενικών εκπομπών. Τα μέτρα και οι τεχνολογίες ομαδοποιούνται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, πάντα με έμφαση στην ενέργεια: την εξοικονόμηση, τις ανανεώσιμες πηγές, τα εναλλακτικά καύσιμα και την αποθήκευση. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν μέτρα όπως τα έξυπνα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης, η παροχή ρεύματος στα πλοία από την ξηρά, ο έλεγχος της ταχύτητας των πλοίων πλησίον του λιμανιού, ο εξηλεκτρισμός του λιμενικού εξοπλισμού και άλλα. Όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες στα λιμάνια είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα και οι ανεμογεννήτριες, χειραίες, παράκτιες ή υπεράκτιες. Στον οδηγό εξετάζονται επίσης και τα εναλλακτικά καύσιμα, όπως η βιομάζα, το υδρογόνο και η μετατροπή αποβλήτων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδοσία λιμενικών λειτουργιών. Οι πράσινες τεχνολογίες μπορούν να συνδυαστούν με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας και έξυπνα μικροδίκτυα, για τη βέλτιστη ενσωμάτωση και διαχείριση καθαρής ενέργειας. Ο οδηγός περιλαμβάνει επίσης χρήσιμα παραδείγματα από ευρωπαϊκά λιμάνια που εφαρμόζουν με επιτυχία ορισμένες από αυτές τις τεχνολογίες και γενικότερα βιώσιμες πρακτικές για την μείωση του περιβαλλοντικού τους αποτυπώματος.

Ευχαριστούμε το Ίδρυμα Χάινριχ Μπελ, Γραφείο Θεσσαλονίκης για τη διαρκή υποστήριξη και ευχόμαστε ο οδηγός να αξιοποιηθεί και να προφέρει έμπνευση, καλές πρακτικές και βιώσιμες λύσεις στο ανθρώπινο δυναμικό που απασχολείται άμεσα ή έμμεσα στα ελληνικά λιμάνια.

Θεοχάρης Τσούτσος

Καθηγητής, Δ/ντης Εργαστηρίου Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ	6
2	Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ, ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	12
3	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	19
4	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ	27
5	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΛΙΜΑΝΙΑ	36
6	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΤΡΟΦΟΔΟΤΩΝΤΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ «ΝΕΚΡΟ» ΧΡΟΝΟ	41
7	ΛΙΜΑΝΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	52
8	ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ	60
9	ΠΗΓΕΣ	67

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
BESS	Battery Energy Storage Systems
CAES	Compressed Air Energy Storage (Σύστημα Αποθήκευσης Ενέργειας Συμπιεσμένου Αέρα)
FESS	Flywheel Energy Storage System (Σύστημα Αποθήκευσης Ενέργειας με Φυγοκεντρική Μονάδα)
HES	Hydrogen Energy Storage Systems (Σύστημα Αποθήκευσης Ενέργειας Υδρογόνου)
HVAC	Heating, Ventilation, and Air-conditioning (Θέρμανση, Εξαερισμός και Κλιματισμός)
LNG	Liquefied Natural Gas (Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο)
ODS	Ozone-depleting Substance (Ουσίες που καταστρέφουν το όζον)
PERS	Ecoports Port Environmental Review System
PHES	Pumped Hydro Energy Storage (Σύστημα Αποθήκευσης Ενέργειας με Αντλησιοταμίευση)
PM	Particulate Matter (Αιωρούμενα Σωματίδια)
PRF	Port Reception Facilities (Λιμενικές Εγκαταστάσεις Υποδοχής Αποβλήτων)
SDGs	Sustainable Development Goals (Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης)
VOC	Volatile Organic Compound (Πτητικές Οργανικές Ενώσεις)
ZEP	Zero Energy Port (Λιμάνι Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης)

Τα λιμάνια είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην κλιματική κρίση, καθώς, λόγω της φυσικής τους θέσης, πλήττονται τόσο από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας όσο και από τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Από την άλλη, τα ίδια, και οι λειτουργίες που συνδέονται με αυτά, αποτελούν σημαντικούς ρυπαντές. Η ανάληψη δράσης είναι μονόδρομος.

Οι επιπτώσεις από την κλιματική κρίση είναι πλέον φανερές, τόσο για το περιβάλλον όσο και για την οικονομία. Πιο ειδικά, τα λιμάνια είναι ευάλωτα λόγω της ιδιαίτερης θέσης τους, της εγγύτητάς τους στη θάλασσα και της άμεσης έκθεσής τους στις φυσικές καταστροφές. Η εμφάνιση έντονων καιρικών φαινομένων, όπως ακραίες θερμοκρασίες, ξηρασίες, ισχυρές καταιγίδες και άνεμοι, πλημμύρες, έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής. Η παρουσία αυτών των συνθηκών μπορεί να αποτελέσει απειλή για την ανάπτυξη των λιμένων και των πόλεων, προκαλώντας οικονομι-



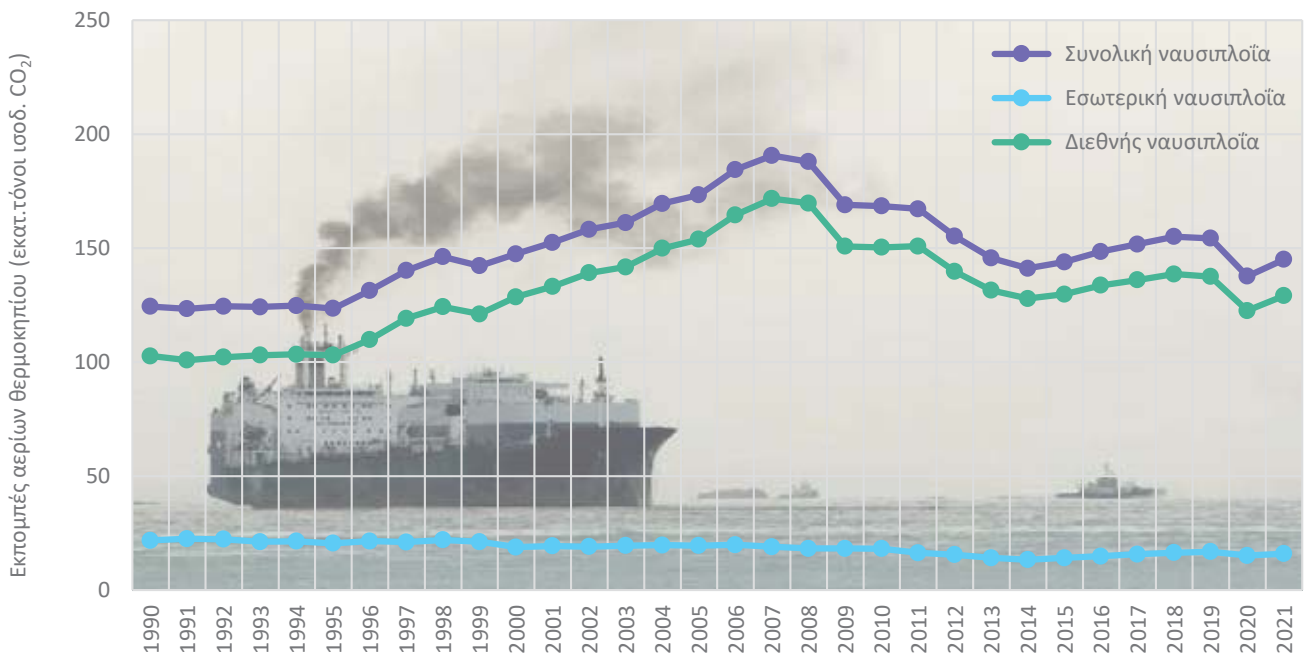
Η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά 97 mm από το 1993. Σε συνδυασμό με τα ακραία καιρικά φαινόμενα που σφείλονται στην κλιματική αλλαγή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές οικονομικές απώλειες στα λιμάνια.

κές απώλειες και προβλήματα οργάνωσης σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.

Από την άλλη πλευρά, οι λιμενικές δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένων των κτιρίων, των πλοίων και άλλων υποδομών) επίσης συμβάλλουν στην κλιματική κρίση και αποτελούν εμπόδιο για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας, ενώ αποτελούν εν δυνάμει κίνδυνο για τις πόλεις και την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων. Η ναυσιπλοΐα, ο ελλιμενισμός, οι δραστηριότητες συντήρησης των πλοίων καθώς και η χρήση των λιμενικών κτιρίων και αποθηκών, απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ

Χρονική μεταβολή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την ναυσιπλοΐα, στο σύνολο των 27 Κρατών-Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, από το 1990 έως το 2021



Πηγή: ReSEL TUC με δεδομένα από DG MOVE, 2022

Η ποσότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την ναυσιπλοΐα είναι ένα πολυπαραγοντικό ζήτημα, που εξαρτάται από τον όγκο των ναυτιλιακών μεταφορών, τα μέτρα που λαμβάνει ο τομέας, αλλά και από απρόβλεπτους εξωγενείς παράγοντες, όπως η πανδημία COVID-19 που κυριάρχησε το έτος 2020.



Επιπλέον, η πλειονότητα της ενέργειας που καταναλώνεται στα λιμάνια, και ιδίως από τα πλοία, εξακολουθεί να παράγεται από ορυκτά καύσιμα (κυρίως πετρέλαιο και προϊόντα πετρελαίου) και λιγότερο από βιοκαύσιμα, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ή άλλες βιώσιμες πηγές, καθιστώντας τον κλάδο ιδιαίτερα κρίσιμο όσον αφορά τη συμβολή του στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στην επιδείνωση της ποιότητας του αέρα.

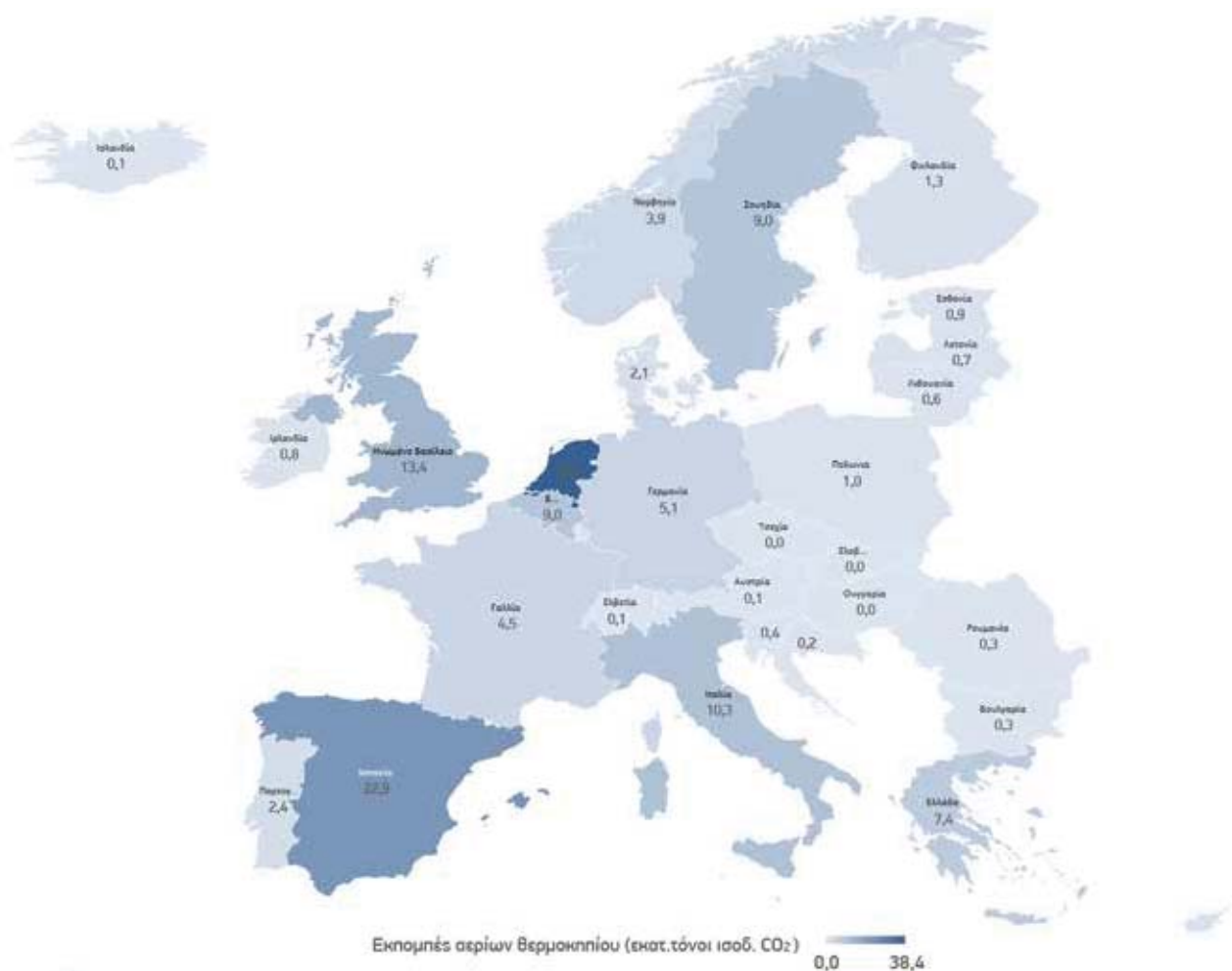
Στο παρόν κεφάλαιο, αξιολογούνται οι διαστάσεις της κλιματικής αλλαγής που σχετίζονται με τις λιμενικές δραστηριότητες, ενώ παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία και αριθμοί από επίσημες πηγές, σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση στα ευρωπαϊκά λιμάνια.

ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συμβάλλουν σημαντικά στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Ο τομέας των θαλάσσιων μεταφορών έχει σημαντικό ρόλο, καθώς είναι υπεύθυνος για το 2,9% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως. Με βάση τα πιο πρόσφατα στοιχεία του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, όλες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση που παράγονται από τη διεθνή ναυσιπλοΐα, αυξήθηκαν κατά 7% από το 2020 έως το 2021. Ταυτόχρονα, η διεθνής ναυσιπλοΐα ήταν υπεύθυνη για το 3,75% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όλων των τομέων

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ

Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παραγόμενες από τη ναυσιπλοΐα (εγχώρια και διεθνή) σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της Ευρωπαϊκής Ζώνης Ελεύθερων Συναλλαγών και του Ηνωμένου Βασιλείου, 2020



Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των 10 πρώτων χωρών στην Ευρώπη στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παραγόμενες από τη ναυσιπλοΐα



στην Ευρώπη, και για το 4,62% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) όλων των τομέων, ξεπερνώντας τον τομέα των διεθνών αερομεταφορών.

Σημαντική ποσότητα αυτών των εκπομπών παράγεται στα λιμάνια κατά τη διάρκεια των περιόδων ελλιμενισμού, αποτελώντας επιβαρυντικό παράγοντα για την υγεία των τοπικών πληθυσμών. Τα λιμάνια είναι επίσης υπεύθυνα για τις εκπομπές που παράγονται από τις δραστηριότητες των λιμενικών κτιρίων και άλλες λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στη συνολική περιοχή τους.

Οι κύριοι τύποι καυσίμων που χρησιμοποιούνται στη ναυσιπλοΐα είναι μακράν το πετρέλαιο και τα προϊόντα του πετρελαίου. Το 99% της κατανάλωσης της ναυσιπλοΐας στην Ευρωπαϊκή Ένωση προέρχεται από πετρέλαιο και πετρελαιοειδή, ενώ για το υπόλοιπο 1% χρησιμοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια φυσικό αέριο και ΑΠΕ/βιοκαύσιμα. Επιπλέον, τα λιμάνια περιλαμβάνουν μηχανήματα που μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένες εκπομπές, για παράδειγμα τερματικοί ανελκυστήρες, ανυψωτήρες κ.λπ.

Αντίθετα, για τις άλλες λειτουργίες, διατίθενται πολλές τεχνολογίες και καύσιμα χαμηλών εκπομπών άνθρακα, τα οποία είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν ευρέως κατά την προσεχή περίοδο. Παραδείγματα αποτελούν η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (εκτός των πλοίων) εντός του χώρου των λιμένων, η χρήση ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας, οι τεχνολογίες εξοικονόμησης και αποθήκευσης ενέργειας, η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο και επεξεργασία δεδομένων. Ο εξηλεκτρισμός των λιμανιών, η χερσαία ηλεκτροδότηση, ο σχεδιασμός διαχείρισης της ενέργειας που καταναλώνεται, είναι μερικά από τα μέτρα που χρησιμοποιούνται για τη μείωση των εκπομπών που παράγονται από τα λιμάνια και τα πλοία. Αυτές αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια.



Οι εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO₂) από πλοία που καταπλέουν σε ευρωπαϊκά λιμάνια ανήλθαν σε περίπου 1,63 εκατομμύρια τόνους το 2019.

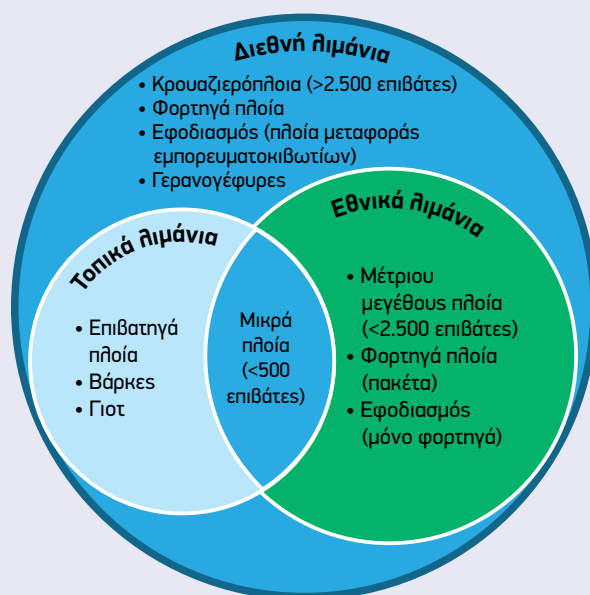
ΤΥΠΟΛΟΓΙΕΣ ΛΙΜΑΝΙΩΝ

Τα λιμάνια μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους, όπως: ο τύπος και ο όγκος των πλοίων που εξυπηρετούν, η γύρω περιοχή (πόλη), οι λειτουργίες και υπηρεσίες που υποστηρίζονται, ο ετήσιος αριθμός επιβατών και ο ετήσιος αριθμός των πλοίων που ελλιμενίζονται και αναχωρούν από το λιμάνι.

Τοπικά λιμάνια: Καλύπτουν τις ανάγκες ενός μικρού νησιού και συνήθως εξυπηρετούν πλοία δρομολογίων και όχι κρουαζιερόπλοια, επειδή έχουν περιορισμένο χώρο και δυναμικότητα. Λόγω της -συνήθως- εποχικής τους λειτουργίας, δεν μπορούν να στηρίξουν πολύπλοκες εφοδιαστικές διαδικασίες.

Εθνικά λιμάνια: Μπορούν να καλύψουν τις μεταφορικές ανάγκες μιας χώρας (ενδοχώρα) και είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από τα τοπικά λιμάνια. Εξυπηρετούν όλους τους τύπους πλοίων, ακόμα και κρουαζιερόπλοια (συνήθως εποχικά). Διαθέτουν μικρές εφοδιαστικές εγκαταστάσεις, ικανοποιώντας έτσι τις βασικές ανάγκες της εξυπηρετούμενης περιοχής.

Διεθνή λιμάνια: Υποστηρίζουν τις διεθνείς ανάγκες μιας χώρας. Προσφέρουν υπηρεσίες για κάθε τύπο πλοίου λόγω του επαρκούς χώρου και των κατάλληλων υποδομών τους. Εξυπηρετούν συχνά κρουαζιερόπλοια, ενώ διαθέτουν εφοδιαστικές εγκαταστάσεις μεγάλης δυναμικότητας. Παράλληλα παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες δυνατότητες για πράσινες εφαρμογές.





ΠΩΣ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΟΛΕΙΣ ΤΟΥΣ ΠΛΗΤΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ

Αύξηση της στάθμης της θάλασσας

Η στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια ως αποτέλεσμα του συνδυασμού της υπερθέρμανσης του πλανήτη, που οδηγεί στο λιώσιμο των πάγων, και της εκτεταμένης αστικής ανάπτυξης. Πρόσφατες παρατηρήσεις υποδηλώνουν μια μέση παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά περίπου 4,0 cm ανά δεκαετία, ενώ οι προβλέψεις δείχνουν ότι θα συνεχίσει να αυξάνεται τα επόμενα χρόνια. Το γεγονός αυτό μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στα λιμάνια και στις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε αυτά. Πιθανές πλημμύρες ή ακραία κύματα μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στη διαδικασία πρόσδεσης, και να προκαλέσουν διακοπές και καθυστερήσεις, επηρεάζοντας ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Σε μεγαλύτερη κλίμακα, αυτό μπορεί να προκαλέσει αρκετές ζημιές σε ολόκληρη την περιφερειακή οικονομία, επηρεάζοντας ακόμη και το ΑΕΠ της περιοχής.

Τα εντονότερα και συχνότερα φαινόμενα αύξησης της θαλάσσιας στάθμης σε συνδυασμό με τις τάσεις τουριστικής ανάπτυξης των ακτών, θα αυξήσουν τις αναμενόμενες ετήσιες ζημιές από πλημμύρες κατά 2-3 τάξεις μεγέθους μέχρι το 2100, εάν δεν ληφθούν άμεσα κατάλληλα μέτρα προσαρμογής. Η αποτελεσματική διαχείριση, η εκτίμηση

κινδύνων, η έξυπνη χρηματοδότηση, ο σχεδιασμός, η ειδική νομοθεσία και η ανάπτυξη δεξιοτήτων, θα μπορούσαν να συμβάλουν στη βελτίωση της κατάστασης στα λιμάνια, αυξάνοντας παράλληλα την ανθεκτικότητά τους σε τοπική κλίμακα. Παράλληλα, οι γενικοί στόχοι απαλλαγής από τον άνθρακα που θέτει η ευρωπαϊκή νομοθεσία (Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία) και η καθιέρωση της χρήσης ΑΠΕ μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών και στον περιορισμό του φαινομένου της υπερθέρμανσης του πλανήτη, οδηγώντας κατά συνέπεια σε καλύτερες συνθήκες λειτουργίας των λιμένων.

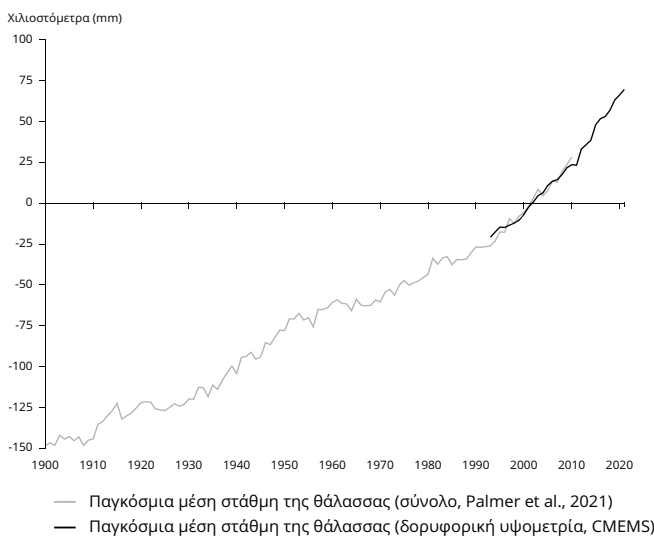
Ακραία καιρικά φαινόμενα

Τα λιμάνια είναι ευρέως εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες λόγω της φυσικής τους θέσης. Η εμφάνιση ακραίων θερμοκρασιών και ακραίων καιρικών συνθηκών έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Επιπλέον, η Μεσόγειος Θάλασσα συγκρατείται μεταξύ των πιο ευάλωτων θαλάσσιων ζωνών όσον αφορά τους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής. Τα ιδιαίτερα κλιματικά χαρακτηριστικά της, τα κοινωνικοοικονομικά χάσματα, η μετανάστευση, η αύξηση του πληθυσμού, καθώς και η τουριστική και αστική της ανάπτυξη, ενισχύουν την ευπάθειά της.

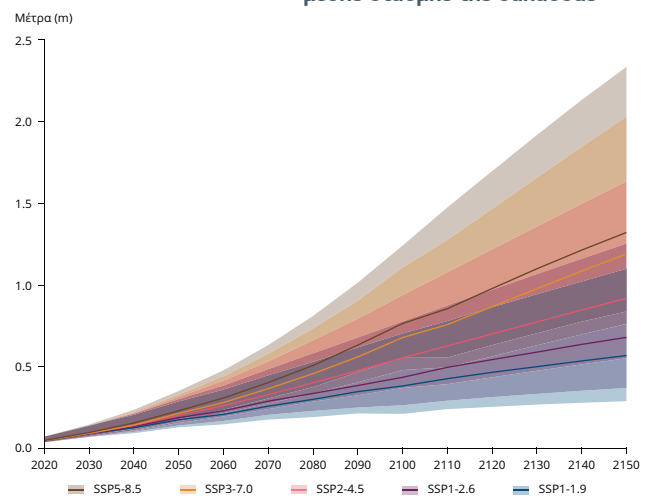
Τα ακραία καιρικά φαινόμενα μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργικότητα ενός λιμανιού με πολλαπλούς τρόπους. Οι αυξημένες βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν

Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΕΤΑΙ

Παρατηρείται μεταβολή της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας



Προβλεπόμενη μεταβολή της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας



Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, μετάφραση ResEL TUC

Τον τελευταίο αιώνα, η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει με ολοένα αυξανόμενο ρυθμό. Η μελλοντική τάση θα εξαρτηθεί από τα διαφορετικά κοινωνικοοικονομικά σενάρια (SSP).



πλημμύρες και κατά συνέπεια αρκετές ζημιές στις υποδομές. Οι αυξημένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς και να καταστήσουν το περιβάλλον εργασίας λιγότερο άνετο και υγιεινό για το λιμενικό προσωπικό. Το προσωρινό κλείσιμο του λιμανιού ή τα εμπόδια στις διαδρομές των πλοίων μπορούν να προκαλέσουν οικονομικές ζημιές, ενώ υπάρχει αυξημένος κίνδυνος για την ασφάλεια των πλοίων λόγω της περιορισμένης ορατότητας.

Ποιότητα του αέρα

Οι δραστηριότητες και οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στα λιμάνια μπορούν να παράγουν τεράστιο όγκο ατμοσφαιρικών ρύπων όπως μονοξειδίο του άνθρακα (CO), πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), οξειδία του αζώτου (NO_x), οξειδία του θείου (SO_x) και αιωρούμενα σωματίδια (PM). Τα PM είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία, καθώς μπορεί να ευθύνονται για καρδιαγγειακές και αναπνευστικές παθήσεις. Μελέτες έχουν



Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, το 2019, το 99% του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσε σε μέρη όπου η ποιότητα του αέρα ήταν χαμηλότερη από τα προτεινόμενα επίπεδα.



1,6 δισεκατομμύρια ευρώ θα διατεθούν για τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών στο πλαίσιο του προγράμματος Connection Europe Facility 2021 - 2027.

δείξει ότι η συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων στις πόλεις με λιμάνια είναι υψηλή λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που παράγεται από τα πλοία.

Η λήψη μέτρων από τον ναυτιλιακό τομέα για τη βελτίωση της κατάστασης, καθίσταται αναγκαία. Μεταξύ αυτών, θα μπορούσε να προταθεί η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της ποιότητας του αέρα στα λιμάνια, η μετάβαση σε καθαρότερες τεχνολογίες και η μείωση της ταχύτητας των πλοίων.

Καθώς τα λιμάνια αποτελούν σημαντικούς κόμβους και πηγές για την παγκόσμια οικονομία, έχουν σχεδιαστεί ή υιοθετηθεί παγκοσμίως διάφορες πολιτικές και μέτρα προσαρμογής τους με στόχο την αύξηση της ανθεκτικότητάς τους. Η Παγκόσμια Διακήρυξη των Λιμένων για το Κλίμα (World Ports Climate Declaration) και η Παγκόσμια Πρωτοβουλία των Λιμένων για το Κλίμα (World Ports Climate Initiative) αποσκοπούν στην αύξηση της αποδοτικότητας των λιμένων, στην ανάπτυξη τεχνολογιών ΑΠΕ και στην απαλλαγή του ναυτιλιακού τομέα από τις ανθρακούχες εκ-

ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Οι 10 προτεραιότητες της περιβαλλοντικής έκθεσης του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Θαλάσσιων Λιμένων 2022



Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων και EcoPorts, μετάφραση-απόδοση ReSEL, TUC

Το 2022 η κλιματική αλλαγή ήταν η πρώτη προτεραιότητα για τα ευρωπαϊκά λιμάνια. Το 78% των λιμανιών του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Θαλάσσιων Λιμένων ανέφερε ότι εξετάζει την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή ως μέρος των νέων έργων ανάπτυξης υποδομών.



πομπές μέσω της συνεργασίας όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Τον Ιούλιο του 2023 ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) υιοθέτησε μια αναθεωρημένη στρατηγική για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία, με ενισχυμένη κοινή φιλοδοξία για επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών από τη διεθνή ναυτιλία κοντά στο 2050 και δέσμευση για χρήση εναλλακτικών καυσίμων μηδενικών και σχεδόν μηδενικών εκπομπών μέχρι το 2030. Ακόμη, περιλαμβάνει ενδεικτικά ενδιάμεσα σημεία ελέγχου, συγκεκριμένα τη μείωση των συνολικών ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία

κατά τουλάχιστον 20% (επιδιώκοντας 30%) έως το 2030 σε σύγκριση με το 2008, και τη μείωση κατά τουλάχιστον 70% (επιδιώκοντας 80%) έως το 2040. Παράλληλα, η νέα νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης εισήγαγε απαίτηση μηδενικών εκπομπών κατά τον ελλιμενισμό, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης ηλεκτροδότησης από ξηράς (cold ironing) ή εναλλακτικών τεχνολογιών μηδενικών εκπομπών στα λιμάνια από επιβατηγά πλοία και πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, με στόχο τον μετριασμό των εκπομπών ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την προστασία των κατοικημένων περιοχών.



iStock.com / Alex Varanishcha

2

Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ, ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση διεκδικεί τον τίτλο του πρωτοπόρου στην πράσινη μετάβαση των λιμανιών, εφαρμόζοντας κανονισμούς και πρωτοβουλίες, που αφορούν μεταξύ άλλων εναλλακτικά καύσιμα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την προώθηση της ψηφιοποίησης και της έρευνας, διαμορφώνοντας έτσι ένα μέλλον μηδενικών εκπομπών στις θαλάσσιες μεταφορές.

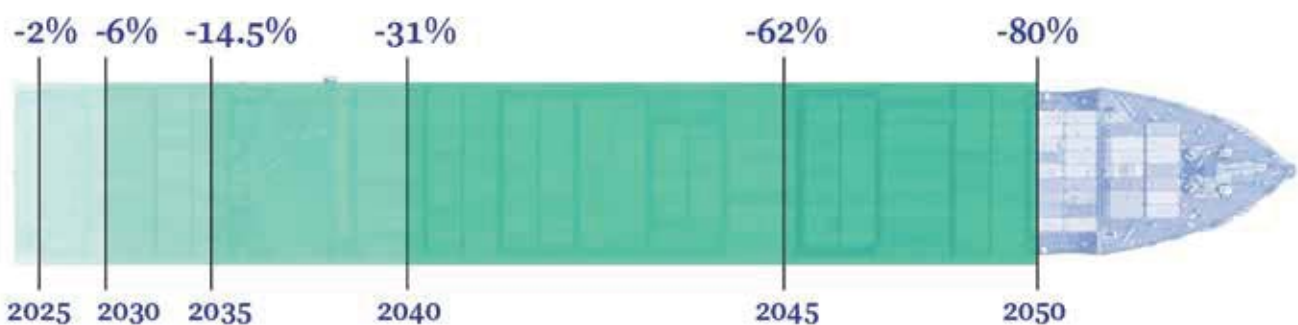
Αντιμέτωπη με τις προκλήσεις που αφορούν στο περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή, η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε τον Δεκέμβριο του 2019 την **Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία** (European Green Deal) ως μια αναπτυξιακή στρατηγική με στόχο τη μετατροπή της Ευρώπης σε μια βιώσιμη, σύγχρονη και ανταγωνιστική οικονομία. Σε αυτήν ενσωματώνεται το κυκλικό μοντέλο, όπου βελτιστοποιείται η χρήση των πόρων και εξαιρούνται οι καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050. Έτσι επιταχύνεται η μετάβαση προς την βιώσιμη και έξυπνη κινητικότητα, που σε σχέση με τις θαλάσσιες μεταφορές περιλαμβάνει ρυθμίσεις στην πρόσβαση των πιο ρυπογόνων πλοίων στα ευρωπαϊκά λιμάνια και την ενθάρρυνση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά για τα ελλιμενισμένα πλοία. Ο στόχος που τίθεται στην Πράσινη Συμφωνία κατοχυρώνεται στο δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσω του Ευρωπαϊκού Νομοσχεδίου για το Κλίμα (European Climate Law), ώστε να εξασφαλιστεί μια δίκαιη, μη αντιστρέψιμη μετάβαση.

Την ίδια χρονιά η Ευρωπαϊκή Ένωση επικαιροποιεί και συμπληρώνει τους κανονισμούς που ενισχύουν την πράσινη μετάβαση με τη δέσμη μέτρων **«Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους»** (Clean Energy for All Europeans Package, CE4ALL). Πρόκειται για οκτώ νομοθετικές πράξεις που επιδιώκουν την προτεραιότητα στην ενεργειακή απόδοση, την επίτευξη παγκόσμιας ηγετικής θέσης στις ΑΠΕ και την παροχή δίκαιης συμφωνίας για τους καταναλωτές, μέχρι το 2030. Η δεύτερη οδηγία θέτει φιλόδοξους στόχους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στον τομέα των μεταφορών. Το σύνολο κανονισμών και οδηγιών που τη συναποτελούν εναρμονίζεται με τη **Συμφωνία των Παρισίων**. Οι κανονισμοί είναι άμεσα δεσμευτικοί για όλα τα κράτη μέλη, ενώ οι οδηγίες ανάγονται στο κάθε εθνικό δίκαιο.

Τον Σεπτέμβριο του 2020, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε την αύξηση του στόχου μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το 2030, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών και των απορροφήσεων, από 40% σε τουλάχιστον 55% συγκριτικά με το 1990. Αυτή η σημαντική αύξηση αυστηροποιεί τα περιθώρια μέσα στα οποία οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικών και οι επενδυτές θα λάβουν αποφάσεις τα επόμενα χρόνια, ώστε να μη δεσμεύουν επίπεδα εκπομπών που δεν προβλέπει ο στόχος κλιματικής ουδετερότητας μέχρι το 2050. Τον Ιούλιο του 2021 έρχεται στο προσκήνιο η **«Προσαρμογή στον στόχο του 55%»** ("Fit for 55" package) για να ενισχύσει οκτώ νομοθετικές πράξεις και να παρουσιάσει πέντε πρωτοβουλίες, εκ των

Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ ΘΕΤΕΙ ΥΨΗΛΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Απαιτούμενη μέση ετήσια μείωση της έντασης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την ενέργεια που χρησιμοποιείται επί του πλοίου, σε σύγκριση με τον μέσο όρο του 2020, σύμφωνα με τον κανονισμό FuelEU maritime



Πηγή: Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2023



οποίων έξι αφορούν σε καθαρότερες μετακινήσεις: η αναθεώρηση της οδηγίας για το σύστημα εμπορίας εκπομπών (Emission Trading System Directive, ETS), η πρόταση τροποποίησης της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Renewable Energy Directive, RED III), ο κανονισμός για τα βιώσιμα ναυτιλιακά καύσιμα (FuelEU Maritime), η αναθεώρηση της οδηγίας για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων (Directive on the deployment of alternative fuels infrastructure, AFID) και μετατροπή της σε κανονισμό (AFIR), η αναθεώρηση της οδηγίας για τη φορολόγηση της ενέργειας (Energy Tax Directive, ETD) και η πρόταση για τον Μηχανισμό Προσαρμογής στα Σύνορα Άνθρακα (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM).

Συγκεκριμένα, ο κανονισμός **FuelEU Maritime** προβλέπει σταδιακή μείωση της έντασης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) από την ενέργεια που χρησιμοποιείται επί του πλοίου, κατά 80% μέχρι το 2050, σε σχέση με την τιμή αναφοράς του 2020 (91,16 ισοδύναμα g CO₂/MJ), για πλοία άνω των 5.000 τόνων ολικής χωρητικότητας. Η κατηγορία αυτή, στην οποία ανήκει το 55% των πλοίων που καταπλέουν στα ευρωπαϊκά λιμάνια, είναι υπεύθυνη για το 90% των εκπομπών CO₂ από τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών. Επιπλέον, επιβάλλει από το 2030 στα φορτηγά και επιβατηγά πλοία που βρίσκονται αγκυροβολημένα σε μεγάλα ευρωπαϊκά λιμάνια να αξιοποιούν παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά, ένα μέτρο που θα ισχύσει σε

ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Το Σύστημα Παρακολούθησης και Πληροφόρησης για την Έρευνα και Καινοτομία στον Τομέα των Μεταφορών (TRIMIS), παρέχει ελεύθερη πρόσβαση σε πληροφορίες για την έρευνα και καινοτομία στον τομέα των μεταφορών. Παράλληλα, υποστηρίζει τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, παρακολουθώντας και αξιολογώντας την εφαρμογή της Στρατηγικής Ατζέντας Έρευνας και Καινοτομίας για τις Μεταφορές (Strategic Transport Research and Innovation Agenda, STRIA). Η βάση δεδομένων του προσφέρει: πληροφορίες για έργα, προγράμματα και οργανισμούς, κοινωνικο-οικονομικά στατιστικά στοιχεία των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, πατέντες από την PATSTAT (παγκόσμια στατιστική βάση δεδομένων για τις πατέντες που διατηρεί το Ευρωπαϊκό Γραφείο Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας), και πρόβλεψη των εξελίξεων που θα επηρεάσουν την έρευνα και καινοτομία στον τομέα μεταφορών.

Οι τομείς προτεραιότητας για την απαλλαγή από τις εκπομπές CO₂ στις μεταφορές και την κινητικότητα περιγράφονται στους επτά χάρτες πορείας STRIA



Συνδεδεμένες και αυτοματοποιημένες μεταφορές



Εξηλεκτρισμός μεταφορών



Εναλλακτική ενέργεια χαμηλών εκπομπών



Έξυπνη κινητικότητα και υπηρεσίες



Υποδομές μεταφορών

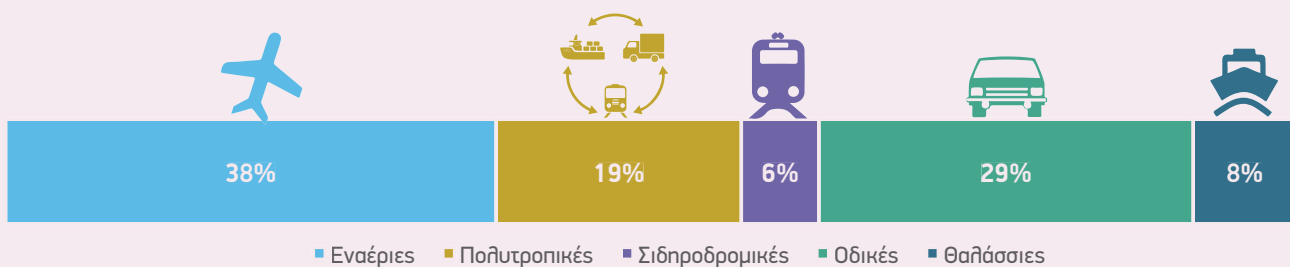


Συστήματα διαχείρισης δικτύου και κυκλοφορίας



Σχεδιασμός και κατασκευή οχημάτων

Κατανομή της χρηματοδότησης προγραμμάτων από την Ευρωπαϊκή Ένωση ανά τρόπο μεταφορών





όλα τα ευρωπαϊκά λιμάνια από το 2035. Εξαιρέσεις αφορούν σε λιμάνια που δεν διαθέτουν κατάλληλες υποδομές, καθώς και για πλοία που αγκυροβολούν εκτάκτως ή για λιγότερο από 2 ώρες.

Ήδη από τον Απρίλιο του 2015 ο **κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Παρακολούθηση, Καταγραφή και Επαλήθευση** (European Union Monitoring, Reporting, and Verification Regulation, MRV) απαιτεί από όλα τα μεγάλα πλοία που καταπλέουν σε ευρωπαϊκά λιμάνια να παρακολουθούν και να αναφέρουν τις εκπομπές CO₂ και τις σχετικές παραμέτρους τους, βελτιώνοντας τη διαφάνεια στις διαδικασίες καθώς και την ενεργειακή απόδοση. Πλέον, έχουν τεθεί σε ισχύ μέτρα για την ανάπτυξη αθλή και προώθηση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών εκπομπών CO₂, την τροφοδότηση ελλιμενισμένων πλοίων με καθαρή ενέργεια, τον σχεδιασμό ενεργειακά καθαρότερων πλοίων (ωκεανοπόρα πλοία μηδενικών εκπομπών θα διατεθούν στην αγορά έως το 2023) και την διεύρυνση ψηφιακών και έξυπνων συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας.

Σε μια σημαντική κίνηση, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε τον Ιανουάριο του 2022 τέσσερις εκτελεστικούς κανονισμούς στο πλαίσιο της οδηγίας για τις **Λιμενικές Εγκαταστάσεις Υποδοχής** (Port Reception Facilities, PRF). Οι βασικές διατάξεις περιλαμβάνουν τον καθορισμό της αποθηκευτικής ικανότητας για τα απόβλητα των πλοίων, μειωμένα τέλη για τα πλοία που παράγουν λιγότερα απόβλητα, την αναφορά των αποβλήτων που έχουν εμπλακεί σε αθλιευτικά δίκτυα και μια στοχευμένη προσέγγιση για τις επιθεωρήσεις των πλοίων. Οι κανονισμοί αυτοί αποσκοπούν στην καταπολέμηση της θαλάσσιας ρύπανσης που προκαλούν τα πλοία, διασφαλίζοντας ότι τα απόβλητα που παράγονται θα επιστρέφονται στην ξηρά για κατάλληλη διαχείριση.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει νομοθετικές και μη νομοθετικές πρωτοβουλίες για την ψηφιοποίηση του ναυτιλιακού τομέα. Αυτές περιλαμβάνουν τον **Κανονισμό για τις Ηλεκτρονικές Πληροφορίες σχετικά με τις Εμπορευματικές Μεταφορές** (Regulation on Electronic Freight Transport Information), που ενθαρρύνει την αποτελεσματικότητα, την ελαχιστοποίηση διοικητικών δαπανών και την βιωσιμότητα των μεταφορών με τη διάθεση και ανταλλαγή πληροφοριών, και τον νέο **Κανονισμό για τη θέσπιση Ευρωπαϊκού Περιβάλλοντος Ναυτιλιακής Ενιαίας Θυρίδας** (Regulation on establishing a European Maritime Single Window environment), που παρέχει ένα κοινό λογισμικό διασύνδεσης και ένα ολοκληρωμένο σημείο εισόδου για την υποβολή αναφορών. Επιπλέον, η Επιτροπή έχει δημιουργήσει το **Ψηφιακό Φόρουμ για**

τις Μεταφορές και τη Διανομή (Digital Transport and Logistics Forum, DTLF), μια συνεργατική πλατφόρμα όπου δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς ανταλλάσσουν γνώσεις για τον συντονισμό πολιτικών και τεχνικών συστάσεων προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στους τομείς της ψηφιοποίησης σε όλους τους τρόπους μεταφοράς, όπως και την **Ομάδα Καθοδήγησης Υψηλού Επιπέδου για την Διακυβέρνηση του Ψηφιακού Θαλάσσιου Συστήματος και Υπηρεσιών** (High Level Steering Group for Governance of the Digital Maritime System and Services). Από την άλλη, η εφαρμογή του **Ευρωπαϊκού Συστήματος Παρακολούθησης της Κυκλοφορίας και Πληροφοριών για την Κίνηση Πλοίων** (VTMIS) αποτελεί σημαντική πρωτοβουλία για την ασφάλεια της θαλάσσιας κίνησης σε επίπεδο πρόληψης και αντιμετώπισης ρυπογόνων ατυχημάτων ή επικίνδυνων περιστατικών.

Παράλληλα, η Επιτροπή στηρίζει την έρευνα και την καινοτομία με στόχο την απαλλοτρία των θαλάσσιων μεταφορών από τις ανθρακούχες εκπομπές. Έργα που υπάγονται σε προγράμματα Horizon 2020 ή του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης, ελέγχουν νέες τεχνολογίες και λύσεις, προετοιμάζοντας την αγορά για την πράσινη μετάβαση.

Η ετήσια περιβαλλοντική έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) αναγνωρίζει τις τελευταίες τάσεις στην περιβαλλοντική διαχείριση των ευρωπαϊκών λιμανιών. Η πρωτοβουλία **EcoPorts** παρακολουθεί και αναλύει της επιδόσεις των λιμένων από το 1996, παρέχοντας ένα αποτελεσματικό μέσο για τις λιμενικές αρχές να συμμετάσχουν σε προσπάθειες για την πράσινη μετάβασή τους. Η κλιματική αλλαγή αποτελεί για το 2022 την κορυφαία περιβαλλοντική προτεραιότητα για τα λιμάνια, καθιστώντας αναγκαία την αποτελεσματική περιβαλλοντική διαχείρισή τους, από τις λιμενικές αρχές με την εμπλοκή και άλλων ενδιαφερόμενων φορέων.

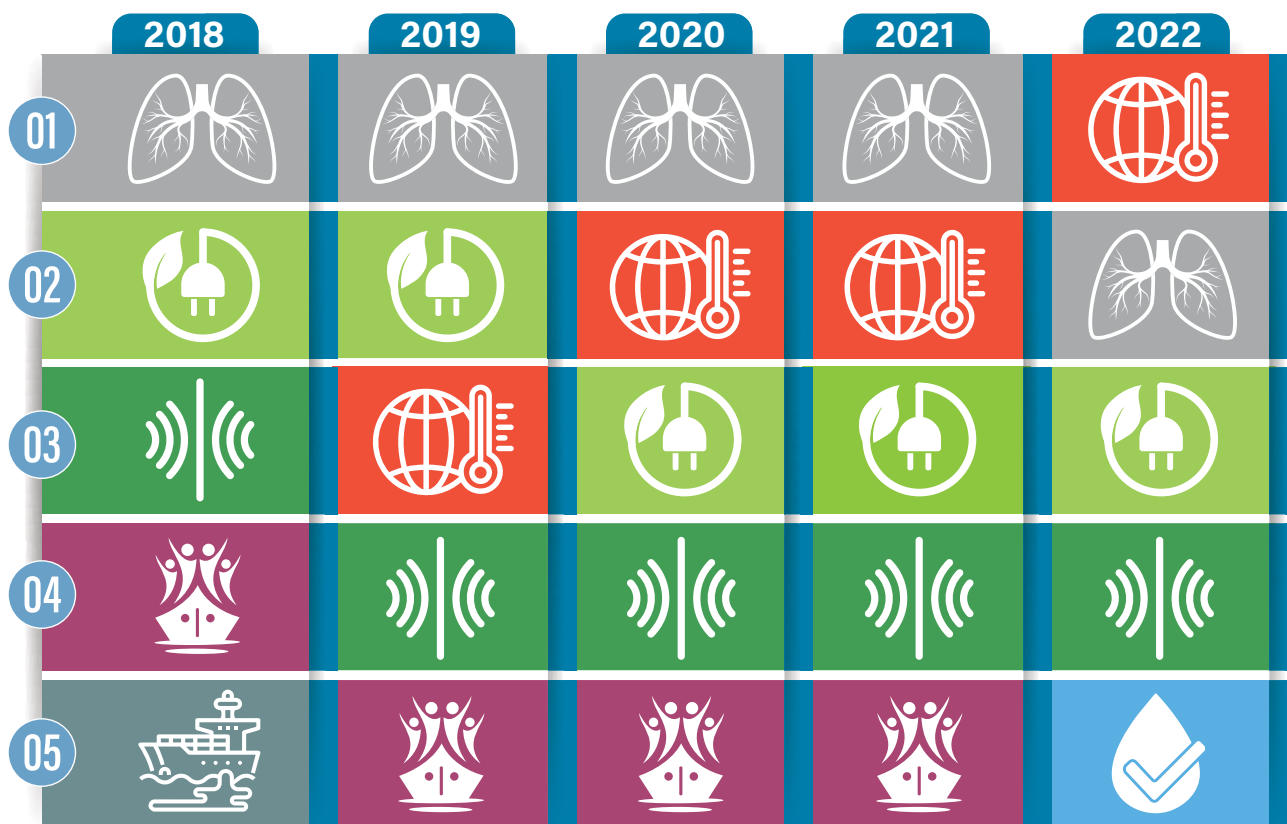
Σε διεθνές επίπεδο, ο νέος κανονισμός **IMO 2020** του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), που τέθηκε σε ισχύ τον Ιανουάριο του 2020, εστιάζει στη μείωση της μέγιστης περιεκτικότητας των ναυτιλιακών καυσίμων σε θείο από 3,5% σε 0,5%. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε 77% μείωση των συνολικών εκπομπών οξειδίων του θείου (SO_x) από τα πλοία, δηλαδή 8,5 Mt ετησίως. Ένα χρόνο μετά, ο IMO ανακηρύσσει τη Μεσόγειο Θάλασσα ως **Περιοχή Ελέγχου Εκπομπών Θείου** (Sulphur Emission Control Area, SECA), με στόχο να μειώσει τις εκπομπές αυτών των αερίων κατά σχεδόν 80%, καθώς και των επιβλαβών λεπτών σωματιδίων (PM2.5) περίπου στο ένα τέταρτο.

Από την πλευρά της, η Ευρωπαϊκή Ένωση μεταφέρει τους περισσότερους κανονισμούς του IMO στην ευρωπαϊκή



Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΠΡΩΤΗ ΠΛΕΟΝ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Οι 5 κορυφαίες περιβαλλοντικές προτεραιότητες του λιμενικού τομέα από το 2018 έως το 2022



Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO), μεταφρασμένη απόδοση ReSEL TUC

- Ποιότητα αέρα
- Κλιματική αλλαγή
- Ενεργειακή απόδοση
- Θόρυβος
- Σχέσεις με την τοπική κοινωνία
- Απόβλητα πλοίων
- Ποιότητα νερού

κή νομοθεσία, ώστε να καθίστανται νομικά δεσμευτικοί για πλοία που είναι νηολογημένα σε ευρωπαϊκές χώρες, καθώς και για όλα τα πλοία στα ύδατα και τα λιμάνια της. Για παράδειγμα, μετέφερε στον ευρωπαϊκό νόμο τα όρια SO_x που έθεσε ο IMO (Οδηγία ΕΕ/2016/802), καθιστώντας τη χρήση ναυτιλιακών καυσίμων με μέγιστη περιεκτικότητα σε θείο 0,1% υποχρεωτική στις Περιοχές Ελέγχου Εκπο-

μών (Emission Control Area, ECA) από το 2015. Έθεσε επίσης το ίδιο όριο για πλοία που καταπλέουν στα λιμάνια της, και όριο 0,5% για όλα τα υπόλοιπα ευρωπαϊκά ύδατα από την 1^η Ιανουαρίου 2020. Τα όρια εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x) καθορίζονται σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ποιότητας αέρα για τους ατμοσφαιρικούς ρύπους και όχι με κάποια ειδική νομοθεσία για τη ναυτιλία.



ΠΡΟΣΩ ΟΛΟΤΑΧΩΣ: ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ

Χρονολόγιο των πρόσφατων πολιτικών και κανονισμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την πράσινη μετάβαση των ευρωπαϊκών λιμανιών

Μάιος 2019

Η δέσμη μέτρων της Ευρωπαϊκής Ένωσης «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» (Clean Energy for All Europeans Package) προωθεί, μεταξύ άλλων, έργα ΑΠΕ στις μεταφορές, μέσα από ένα σύνολο 8 νόμων και κανονισμών.



Απρίλιος 2015

Ο κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την **Παρακολούθηση, Καταγραφή και Επαλήθευση** (European Union Monitoring, Reporting and Verification Regulation, MRV) βελτιώνει τη διαφάνεια στις διαδικασίες καθώς και την ενεργειακή απόδοση.



Ιανουάριος 2020

Ο νέος κανονισμός **IMO 2020** του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) εστιάζει στη μείωση της μέγιστης περιεκτικότητας των ναυτιλιακών καυσίμων σε θείο από 3,5% σε 0,5%, σε παγκόσμιο επίπεδο.

Ιανουάριος 2021

Εγκρίνεται από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο η **Πράσινη Συμφωνία** (Green Deal), ένα ολοκληρωμένο σχέδιο για μια βιώσιμη οικονομία. Περιλαμβάνει πρωτοβουλίες για την πράσινη μετάβαση των λιμένων (π.χ. Στρατηγική για τη Βιώσιμη και Έξυπνη Κινητικότητα).



Ιούλιος 2021

Εκδίδεται η δέσμη μέτρων «**Προσαρμογή στον στόχο του 55%**» (Fit for 55), έξι εκ των οποίων αφορούν άμεσα τα λιμάνια, ως προς την εμπορία εκπομπών, τις ΑΠΕ, τα εναλλακτικά καύσιμα και τη φορολόγηση ενέργειας.



Ιανουάριος 2022

Η αναθεώρηση της Οδηγίας για τις **Λιμενικές Εγκαταστάσεις Παραλαβής Αποβλήτων** (Port Reception Facilities, PRF) ενθαρρύνει τον ορθό χειρισμό λυμάτων και απορριμμάτων και τη διαμοίρασή τους για τη μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης.

Δεκέμβριος 2021

Η Μεσόγειος ανακηρύσσεται ως **Περιοχή Ελέγχου Εκπομπών Θείου** (Sulphur Emission Control Area, SECA) από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO).



Απρίλιος 2023

Ιούλιος 2023

Ψηφίζεται η πρόταση κανονισμού του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στις θαλάσσιες μεταφορές και για την τροποποίηση της οδηγίας 2009/16/ΕΚ (FuelEU Maritime).



Επικαιροποιείται η δέσμη μέτρων «Fit for 55», που περιλαμβάνει αναθεωρημένους κανονισμούς, με στόχο τη **μεταρρύθμιση του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης**, συμπεριλαμβανοντας και τις εκπομπές από τις θαλάσσιες μεταφορές.





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΑΣΙΝΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Η Ελλάδα είναι ιδρυτικό μέλος του IMO και συγκεκριμένα μέλος της Κατηγορίας «Α», ως χώρα μέγιστου ενδιαφέροντος στην παροχή διεθνών θαλασσιών μεταφορών. Επιπλέον, ως Κράτος Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στοχεύει στη διασφάλιση του νομοθετικού πλαισίου και πρωτοβουλιών που αφορούν, μεταξύ άλλων, στην υποστήριξη, ανάπτυξη και βιωσιμότητα της ναυτιλίας.

Το «**Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες**», Π.Δ 11/02 (ΦΕΚ 6 Α'), αποτελεί το βασικό εργαλείο ετοιμότητας και αντιμετώπισης ενόψει κινδύνων θαλάσσιας ρύπανσης, εντός επικράτειας.

Σε αυτό ενσωματώνονται τα Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης των Λιμενικών Αρχών που αφορούν στη χωρική αρμοδιότητα κάθε λιμενικής αρχής. Επιπλέον, το Σχέδιο καθορίζει την κινητοποίηση των εμπλεκόμενων κρατικών και ιδιωτικών φορέων.

Το «**Γαλάζιο Ταμείο**» είναι ένας ειδικός λογαριασμός, τα έσοδα του οποίου προέρχονται από τα πρόστιμα που επιβάλλονται για παραβάσεις των διατάξεων «περί προστασίας του θαλασσιού περιβάλλοντος», από πρόστιμα εκποίησης πλοίων κ.ά. και προορίζονται αποκλειστικά για την πρόληψη και την καταπολέμηση της θαλάσσιας ρύπανσης.

Βασική εθνική νομοθεσία που ενισχύει την πράσινη μετάβαση στα ελληνικά λιμάνια

N. 1650/86	Για την προστασία του περιβάλλοντος
Π.Δ. 55/98	Για την προστασία του θαλασσιού περιβάλλοντος (N.743/77)
Π.Δ. 11/2002	Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες
N. 4037/2012 (Α' 10)	Τροποποίηση της ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της Ευρωπαϊκής οδηγίας 2005/35/ΕΚ σχετικά με τη ρύπανση από τα πλοία και τη θέσπιση κυρώσεων, περιλαμβανομένων των ποινικών κυρώσεων, για αδικήματα ρύπανσης (L255), η οποία τροποποιήθηκε με την Οδηγία 2009/123/ΕΚ
N. 4936/2022 (Α' 105)	Για τη μείωση των εκπομπών των μη διασυνδεδεμένων νησιών κατά 80% έως το 2030 (έτος αναφοράς 2019), προωθούνται μέτρα εξηλεκτρισμού των θαλάσσιων μεταφορών.



ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Πρωτοπόρα λιμάνια στην Ευρώπη που αποτελούν παράδειγμα πράσινης ανάπτυξης με μέτρα στο σύνολο των δραστηριοτήτων τους

Το λιμάνι του Αμβούργου έχει ως στόχο να αποτελέσει πρότυπο για την **απαλλαγή από τον άνθρακα σε όλους τους επιχειρηματικούς τομείς, χωρίς ορυκτά καύσιμα**, εστιάζοντας την προσέγγισή του **στην τεχνολογία και την καινοτομία και όχι στις απαγορεύσεις**. Το λιμάνι έχει θέσει ως στόχο τη **μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 40% έως το 2020 και κατά 80% έως το 2050** σε σύγκριση με το 1990, καθώς και τη δέσμευση να **αυξήσει την ενεργειακή του απόδοση**, με στόχο τη μείωση της ενεργειακής του κατανάλωσης κατά **5% έως το 2025**.



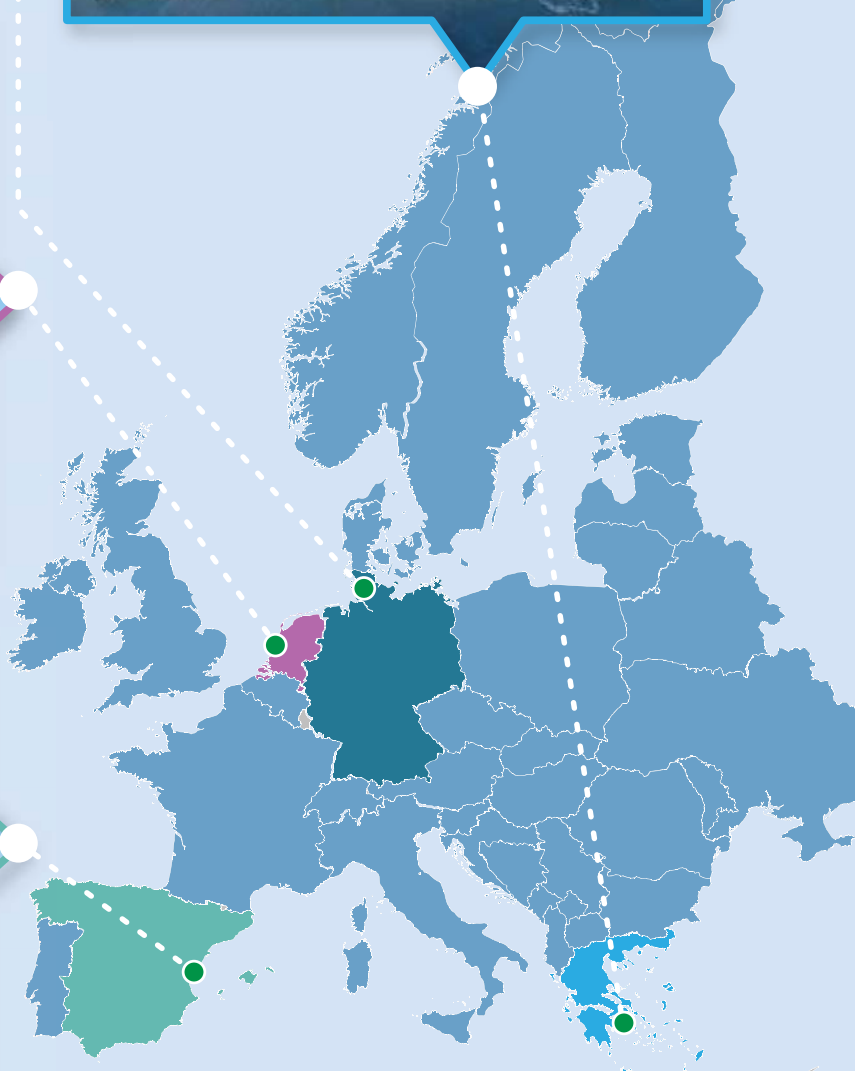
Το λιμάνι του Πειραιά στοχεύει στην ανάδειξή του ως το σημαντικότερο κέντρο διαμετακόμισης, εφοδιασμού, κρουαζιέρας, εμπορευματοκιβωτίων, οχημάτων και ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης στην Ανατολική Μεσόγειο. Μεταξύ άλλων εφαρμόζει Ενιαίο Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας, Περιβάλλοντος & Ενέργειας σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προτύπων **ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 & ISO 50001:2018**, πραγματοποιεί **προγράμματα παρακολούθησης ποιότητας του περιβάλλοντος** (υδάτινου, ακουστικού, ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος) σε συνεργασία με πανεπιστημιακούς φορείς και επιστημονικούς συνεργάτες. Ανήκει επίσης στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Λιμένων **EcoPorts** και έχει πιστοποιηθεί με το Ευρωπαϊκό Σύστημα **PERS** του ESPO.



Το λιμάνι του Ρότερνταμ, το μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης, διακίνησε **467,4 εκατομμύρια τόνους φορτίου το 2022**. Φιλοξενεί το μεγαλύτερο πετροχημικό συγκρότημα στην Ευρώπη το οποίο είναι **υπεύθυνο για περίπου 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου** της χώρας. Υπογράφοντας την Συμφωνία των Παρισίων, η Ολλανδία στοχεύει **να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% έως το 2050**. Στις πρωτοβουλίες του λιμανιού περιλαμβάνονται: **αντικατάσταση όλου του φωτισμού με φωτισμό LED, παροχή εκπτώσεων στα λιμενικά τέλη για τα πλοία που πληρούν τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς, πιλοτική εφαρμογή πλωτών ηλιακών συλλεκτών, αύξηση υβριδικών οχημάτων και δημιουργία καταφυγίου της φύσης σε λιμενική έκταση**.



Το λιμάνι της Βαλένθια έχει θέσει τον φιλόδοξο στόχο να γίνει **λιμάνι μηδενικών εκπομπών έως το 2030**, αξιοποιώντας τη δική του **ικανότητα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ** και εισάγοντας **έξυπνα συστήματα διανομής ενέργειας στο δίκτυό του**. Έχει επίσης αναπτύξει **στρατηγικές για την αύξηση της αποτελεσματικότητας στη διαχείριση των μεταφορών, την ενσωμάτωση τεχνολογιών με βάση το υδρογόνο και την εγκατάσταση παράκτιων ενεργειακών συστημάτων με καύσιμα χαμηλών εκπομπών**.



Πηγή: ReSEL TUC, εικόνες/πληροφορίες από: ιστότοπους λιμανιών Αμβούργου, Ρότερνταμ, Βαλένθια, Πειραιά, ESCAP



iStock.com / Sergii Zhmurchak

3

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Τα λιμάνια, όπως και οι θαλάσσιες μεταφορές που εξυπηρετούν, δημιουργούν σημαντικές περιβαλλοντικές πιέσεις. Ταυτόχρονα, βρίσκονται σε ευαίσθητες παράκτιες περιοχές. Η ισορροπία δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί, παρ' όλη αυτά, όλο και πιο συχνά εφαρμόζονται καλές περιβαλλοντικές πρακτικές σε πρωτοπόρα ευρωπαϊκά λιμάνια.

Η ναυσιπλοΐα είναι ένας από τους τρόπους μεταφοράς με τις χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά μονάδα απόστασης και βάρους φορτίου. Με τον τρόπο αυτό, όμως, μεταφέρεται τεράστιος όγκος εμπορευμάτων σε μεγάλες αποστάσεις. Συγκεκριμένα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το 77% του εξωτερικού εμπορίου και το 35% του ενδοκοινοτικού εμπορίου πραγματοποιείται με θαλάσσιες μεταφορές, ενώ υπάρχουν πάνω από 1.400 λιμάνια εσωτερικής ναυσιπλοΐας. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα λιμάνια και τις θαλάσσιες μεταφορές αφορούν αέριες εκπομπές, απορρίψεις στο νερό και τις ακτές, και παρεμβάσεις στο περιβάλλον, που με διάφο-

ρους τρόπους μπορούν να επηρεάσουν το θαλάσσιο και παράκτιο οικοσύστημα, την ποιότητα του αέρα και να συμβάλουν στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.

ΑΕΡΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Αέρια του θερμοκηπίου

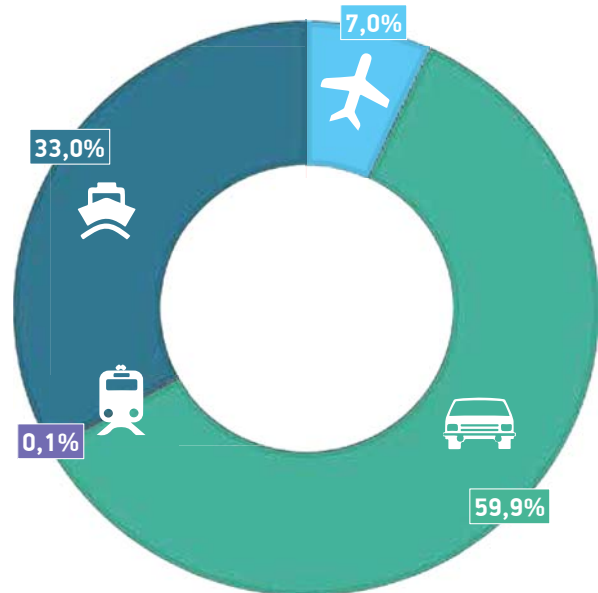
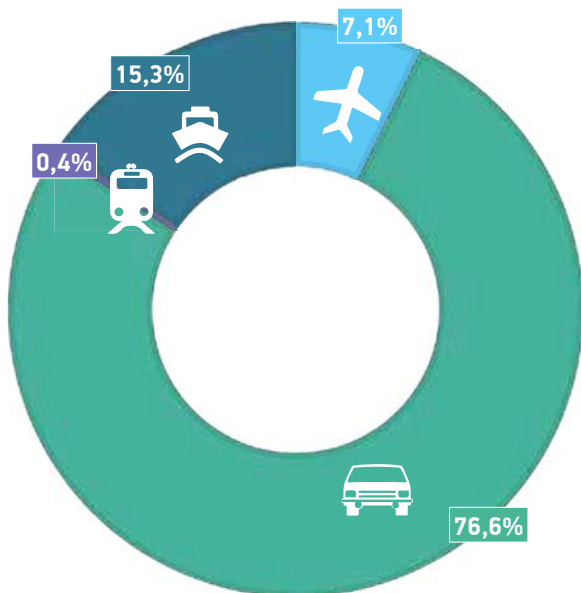
Τα αέρια του θερμοκηπίου που εκπέμπονται από τα πλοία περιλαμβάνουν ως επί το πλείστον CO₂, λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων στις μηχανές του πλοίου (κινητήρες, βοηθητικοί κινητήρες, λέβητες). Μεθάνιο (CH₄) μπορεί να εκπέμπεται από πλοία με κινητήρες αερίου ή μηχανές διπλού καυσίμου, ή ακόμα ακόμα και από φορτηγά πλοία που μεταφέρουν Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (Liquefied Natural Gas, LNG). Οι εκπομπές περιλαμβάνουν



Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στη διεθνή ναυσιπλοΐα της Ευρωπαϊκής Ένωσης αυξήθηκαν κατά 26% το 2021 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

ΠΟΙΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΕΙΝΑΙ Ο ΠΙΟ ΡΥΠΟΓΟΝΟΣ;

Κατανομή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά τρόπο μεταφορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (αριστερά) και στην Ελλάδα (δεξιά), 2020



■ Συνολική πολιτική αεροπορία
 ■ Οδικές μεταφορές
 ■ Σιδηροδρομικές μεταφορές
 ■ Συνολική ναυσιπλοΐα

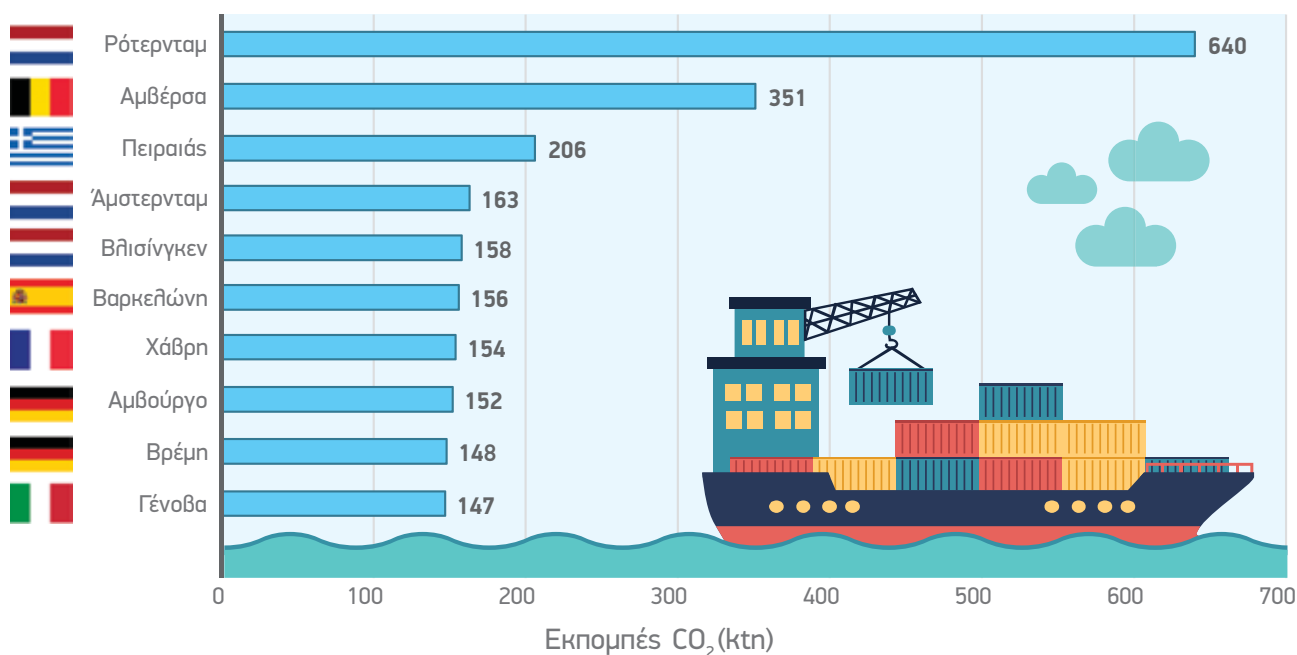
Στην Ελλάδα, η ναυσιπλοΐα είναι υπεύθυνη για το ένα τρίτο των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα των μεταφορών.

Πηγή: ReSEL TUC με δεδομένα από Statistical Pocketbook, DG MOVE, 2022



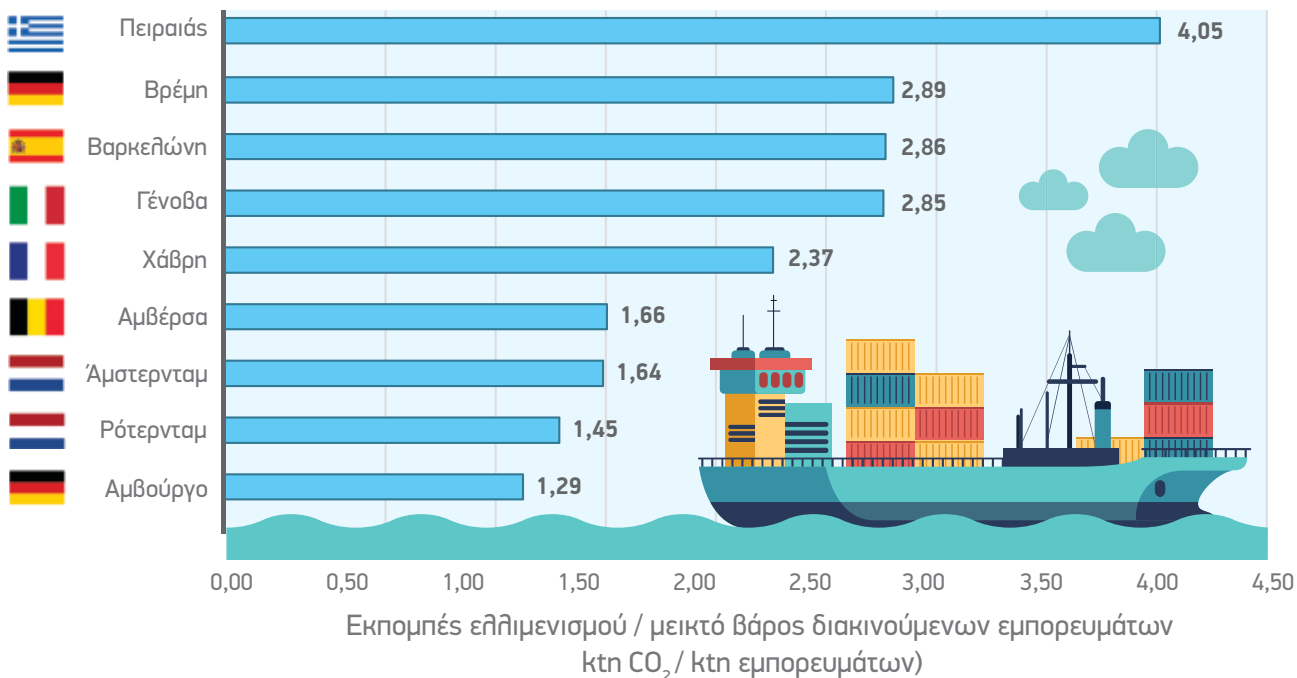
ΟΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΣΥΝΕΙΣΦΕΡΟΥΝ ΣΤΙΣ ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΩΝ ΛΙΜΑΝΙΩΝ

Εκπομπές CO₂ από δραστηριότητες των πλοίων* σε ευρωπαϊκά λιμάνια, 2018



Πηγή: Transport & Environment, Port Rankings

Εκπομπές CO₂ από τις δραστηριότητες των πλοίων* σε ευρωπαϊκά λιμάνια, διορθωμένες κατά το ακαθάριστο βάρος των διακινούμενων εμπορευμάτων, 2018



Πηγή: ReSEL TUC με δεδομένα από Transport & Environment, Port Rankings και Eurostat

*Εκπομπές που σχετίζονται με δραστηριότητες των πλοίων κατά τη διάρκεια του ελλειμνισμού τους, όπως φόρτωση, εκφόρτωση και ανεφοδιασμός με καύσιμα.

Το Ρότερνταμ, η Αμβέρσα και ο Πειραιάς παρήγαγαν περισσότερους από 200 χιλιάδες τόνους εκπομπών CO₂ από δραστηριότητες ελλειμνισμού, όπως η φόρτωση ή ο ανεφοδιασμός. Με βάση το ετήσιο ακαθάριστο βάρος των εμπορευμάτων που διακινούνται σε κάθε λιμάνι, ο Πειραιάς κατατάσσεται πρώτος από πλευράς εκπομπών, καθιστώντας τον ένα από τα πιο ρυπογόνα ευρωπαϊκά λιμάνια.



επίσης φθοριούχα αέρια που χρησιμοποιούνται κυρίως σε συστήματα κλιματισμού και ψύξης φορτίου, συμπεριλαμβανομένων των υδροφθορανθράκων (HFCs), των υπερφθορανθράκων (PFCs) και του εξαφθοριούχου θείου (SF₆).

Ο συνολικός τομέας της ναυσιπλοΐας (συμπεριλαμβανομένης της διεθνούς ναυσιπλοΐας) στην Ευρωπαϊκή Ένωση αντιπροσωπεύει το 15,3% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις μεταφορές. Με 7,4 εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους CO₂ το 2020, το αντίστοιχο ποσοστό στην Ελλάδα είναι πολύ υψηλότερο, φτάνοντας στο 33,0%, το δεύτερο υψηλότερο μετά τις οδικές μεταφορές. Ταυτόχρονα, η Ελλάδα είναι υπεύθυνη για το 7,3% των συνολικών εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που παράγονται από την ναυσιπλοΐα.

Οι λειτουργίες των λιμανιών ομαδοποιούνται σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- α) όσες λαμβάνουν χώρα στη θάλασσα (εκτελούνται κυρίως από πλοία),
- β) όσες αφορούν τον εφοδιασμό, την αποθήκευση και τη συντήρηση (στις οποίες μπορεί να εμπλέκονται διάφοροι τύποι οχημάτων, βιομηχανικές διεργασίες και μεγαλύτερα κτίρια) και
- γ) όσες λαμβάνουν χώρα σε κτίρια λιμανιών (συμπεριλαμβανομένων των υπηρεσιών και του τομέα τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας).

Ενώ και οι τρεις κατηγορίες συμβάλλουν στην παραγωγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, υπάρχουν διαφορετικές λύσεις που μπορούν να προταθούν ανά κατηγορία, με βάση κυρίως τις πηγές ενέργειας και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται.

Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Πέραν των αερίων του θερμοκηπίου, τα πλοία εκπέμπουν και άλλους ατμοσφαιρικούς ρύπους στην ατμόσφαιρα, ως αποτέλεσμα της χρήσης ορυκτών καυσίμων, οι κυριότεροι εκ των οποίων είναι τα οξείδια του θείου (SO_x), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), τα σωματίδια (PM) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Σε μικρότερο βαθμό εκπέμπονται πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) και ουσίες που καταστρέφουν το όζον (ODSs). Οι εκπομπές αυτές είναι ιδιαίτερα επιβαρυντικές για την ατμόσφαιρα σε περιοχές μεγάλης θαλάσσιας κυκλοφορίας, ενώ συχνά ταξιδεύουν σε μεγάλες αποστάσεις. Οι μεγαλύτερες επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα προκύπτουν κατά μήκος της ακτογραμμής.

Εκπομπές προκύπτουν ακόμη από τις διεργασίες που συντελούνται στα λιμάνια, όπως δραστηριότητες των πλοίων (άφιξη/αναχώρηση από το λιμάνι, ελιγμοί, δια-



Περίπου το 40% του πληθυσμού της Ευρώπης ζει σε απόσταση 50 χλμ. από τις ακτές, επομένως η ατμοσφαιρική ρύπανση από τα πλοία αποτελεί ιδιαίτερη ανησυχία για τις παράκτιες κοινότητες.

δικασίες φόρτωσης/εκφόρτωσης), ακόμη και κατά την αγκυροβόληση, καθώς συχνά οι βοηθητικοί κινητήρες και οι λέβητες των πλοίων παραμένουν σε λειτουργία. Στις εκπομπές συνεισφέρουν επίσης οι οδικές μεταφορές που συνδέονται με τις λιμενικές δραστηριότητες, όπως η κυκλοφορία βαρέων οχημάτων και επιβατικών οχημάτων, η χρήση λιμενικών μηχανημάτων, όπως γερανοί ή άλλου τύπου βαρέα μηχανήματα. Την κατάσταση αυτή επιδεινώνουν βιομηχανίες που βρίσκονται σε λιμενικές περιοχές, όπως διυλιστήρια φυσικού αερίου και πετρελαίου ή χημικά εργοστάσια. Οι εκπομπές από τις λιμενικές διεργασίες, αν και λιγότερες από αυτές που οφείλονται στα πλοία, είναι ικανές να επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα στις περιοχές περιμετρικά των λιμανιών.

ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ρύπανση των υδάτων

Διάφορες πηγές που σχετίζονται με τη ναυτιλία, μπορούν να προκαλέσουν ρύπανση των υδάτων, όπως λύματα, λιπαντικά, διαρροές από τα πλοία και από αγωγούς λιμενικών εγκαταστάσεων. Ακόμη, τα αντιρρυπαντικά υφαιλοχρώματα, περιέχουν βιοκτόνα για την πρόληψη της βιοαπόθεσης, που είναι επιβλαβή για το θαλάσσιο οικοσύστημα.

Μια από τις πιο ανησυχητικές πηγές θαλάσσιας ρύπανσης είναι οι πετρελαιοκηλίδες, καθώς είναι δύσκολο να καθαριστούν και μπορούν να παραμείνουν στο περιβάλλον για μεγάλα χρονικά διαστήματα, επηρεάζοντας τους θαλάσσιους και παράκτιους βιότοπους και προκαλώντας σημαντικές φυσικές και οικονομικές ζημιές. Επιπλέον, οι ατμοσφαιρικοί ρύποι από τα πλοία, μπορούν να εισέλθουν στο θαλάσσιο περιβάλλον μέσω της ατμοσφαιρικής εναπόθεσης, συμβάλλοντας στη ρύπανση και στο φαινόμενο του ευτροφισμού.

Θαλάσσια απορρίμματα

Τα θαλάσσια απορρίμματα, αναφέρονται σε στερεά υλικά που απορρίπτονται σε θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον.



λον. Η πλειονότητά τους προέρχεται από χερσαίες πηγές, **ωστόσο σημαντικές πηγές αποτελούν επίσης αλιεία και υδατοκαλλιέργειες, ναυτιλία, εργασίες βυθοκόρησης**, υπεράκτια εξόρυξη, λήσπη λιμμάτων πλοίων και παράνομη απόρριψη στη θάλασσα ρευμάτων αποβλήτων που περιέχουν, μεταξύ άλλων, πλαστικά και μικροπλαστικά. Τα θαλάσσια απορρίμματα μπορούν εύκολα να μετατοπιστούν σε περιοχές μακριά από το σημείο απόρριψης, διασπείροντας έτσι το πρόβλημα σε φαινομενικά καθαρά σημεία.

Εντός των πλοίων παράγονται διάφοροι τύποι απορριμμάτων, όπως υπολείμματα φορτίου, σκουπίδια, ελαιώδη απόβλητα, λύματα, ουσίες που καταστρέφουν το όζον κτλ. Για πολλούς από αυτούς τους τύπους απορριμμάτων, υπάρχουν ενδεδειγμένες μέθοδοι επεξεργασίας επί του πλοίου που μπορούν να συμβάλουν στη βιώσιμη διαχείρισή τους. Μέρος εξ αυτών μπορεί να απορρίπτεται νόμιμα στη θάλασσα, εκτός ειδικών προστατευόμενων περιοχών και υπό ορισμένες προϋποθέσεις, όπως σε ελάχιστη απόσταση από την ακτή, ενώ τα υπόλοιπα πρέπει να παραδίδονται σε λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής (Port Reception Facilities, PRF). Η διαχείριση των απορριμμάτων θα πρέπει να γίνεται με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, παρουσιάζοντας συχνά ευκαιρίες προστιθέμενης αξίας.

Μια άλλη πηγή θαλάσσιων απορριμμάτων, αποτελούν τα χαμένα εμπορευματοκιβώτια, που ανάλογα με τις συνθήκες, μπορεί να παραμείνουν ανέπαφα ή να απελευθεώσουν όλο ή μέρος του περιεχομένου τους. Συχνά περιέχουν μέταλλα, πλαστικά και επικίνδυνα ή τοξικά υλικά.

Ακόμα, τα σκάφη αναψυχής μπορούν να συμβάλουν στη ρύπανση, με την εσκεμμένη ή τυχαία απόρριψη στερεών, όπως πλαστικά (π.χ. σακούλες, συσκευασίες τροφίμων, δοχεία, μπουκάλια), δοχεία αλουμινίου, γυάλινα μπουκάλια και άλλα. Κερία πετρελαίου (όπως η παραφίνη και το μικροκρυσταλλικό κερί) και φυτικά έλαια (π.χ. φοινικέλαια) ανήκουν επίσης στην κατηγορία των θαλάσσιων απορριμμάτων και συχνά ανευρίσκονται κατά μήκος των ευρωπαϊκών παραλιών.



Το κρουαζιερόπλοιο Sea Diamond, που βυθίστηκε στην περιοχή Καλητέρας στη Σαντορίνη, αποτέλεσε σημαντική πηγή κινδύνου για το οικοσύστημα, αλλά και τη δημόσια υγεία, καθώς εικάζεται ότι στον εξοπλισμό του πλοίου περιλαμβάνονταν πλήθος τοξικών και επικίνδυνων ουσιών, όπως πετρελαιοϊκό και οργανικοί ρύποι.

Μη αυτόχθονα είδη

Στην ναυτιλία οφείλεται έως και το 49% της εισαγωγής μη αυτόχθονων ειδών στις ευρωπαϊκές θάλασσες. Οι οργανισμοί μεταφέρονται κυρίως μέσω έρματος και ρύπανσης του κύτους των πλοίων, από τη βυθοκόρηση, το ψάρεμα και τον εξοπλισμό αλιείας. Υποδομές που σχετίζονται με τις θαλάσσιες μεταφορές, όπως η Διώρυγα του Σουέζ, συνέβαλαν επίσης στην εισαγωγή μεγάλου αριθμού ειδών στις ευρωπαϊκές θάλασσες (33%). Τα μη αυτόχθονα είδη, μπορούν να γίνουν επεμβατικά και να έχουν επιπτώσεις στα τοπικά οικοσυστήματα, όπως πρόσφατα στη χώρα μας ο λαγοκέφαλος (*Lagocerphalus sceleratus*) που εμφανίστηκε στη Μεσόγειο από τον Ινδικό Ωκεανό.

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Διατάραξη του βυθού

Οι επιπτώσεις στον βυθό από τη ναυσιπλοΐα σχετίζονται κυρίως με την αγκυροβόληση και τα απόνερα των πλοίων, καθώς και τις εργασίες βυθοκόρησης και την επακόλουθη απόρριψη της λάσπης στη θάλασσα.

Τα απόνερα των πλοίων μπορούν να προκαλέσουν αναταράξεις στο βυθό και επαναιώρηση των ιζημάτων σε ρηχές περιοχές, όπως ποτάμια, εκβολές ποταμών, λιμάνια ή ακόμη κατά μήκος πλωτών οδών με τακτική κυκλοφορία. Το αιωρούμενο ίζημα αυξάνει τη θολότητα και επηρεάζει προσωρινά τους οργανισμούς του βυθού που εξαρτώνται άμεσα από το φως (όπως τα υδρόβια φυτά), καθώς εμποδίζει τη φωτοσύνθεση. Εάν αυτό συμβαίνει επανειλημμένα, μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο τοπικό οικοσύστημα. Παρόμοια επίπτωση έχει και η αγκυροβόληση, η οποία επιπλέον μπορεί να προκαλέσει και μόνιμη βλάβη στα λιβάδια Ποσειδωνίας στον βυθό.

Απορρίψεις που μπορούν να επηρεάσουν το βυθό περιλαμβάνουν: υλικό από βυθοκορήσεις, λιματολήσπη, απόβλητα από ψάρια ή υλικά που προκύπτουν από εργασίες βιομηχανικής επεξεργασίας ψαριών, σκάφη και πλατφόρμες ή άλλες τεχνητές κατασκευές στη θάλασσα, αδρανή ανόργανα υλικά, οργανικά υλικά, και ογκώδη αντικείμενα που αποτελούνται κυρίως από σίδερο, χάλυβα, σκυρόδεμα και παρόμοια αδρανή υλικά.

Εξίσου σημαντικό, η ανάπτυξη λιμενικών υποδομών επιφέρει μόνιμες αλλαγές στη μορφολογία των ακτών, με αντίστοιχη απώλεια οικοτόπων, και συμβάλλει στη διάβρωση των ακτών. Μπορεί επίσης να προκαλέσει αλλαγές στα τοπικά ρεύματα και την κυματική ενέργεια, που με τη σειρά τους επηρεάζουν συνολικά τα παράκτια οικοσυστήματα.



Υποθαλάσσιος θόρυβος

Ο υποθαλάσσιος θόρυβος που προκαλείται από την ναυσιπλοΐα αναγνωρίζεται ως ένας σημαντικός παράγοντας, που επηρεάζει τα θαλάσσια οικοσυστήματα παγκόσμια, με διάφορα είδη να αντιμετωπίζουν επιβλαβείς επιπτώσεις, όπως θαλάσσια θηλαστικά, χελώνες, ψάρια και ασπόνδυλα. Ο υποθαλάσσιος θόρυβος αποτελεί ιδιαίτερη ανησυχία για είδη υπό απειλή, είδη που είναι κρίσιμα για την υποστήριξη των οικοσυστημάτων, αλλά και αυτά με εμπορική αξία.

Ηχορύπανση

Οι λιμενικές δραστηριότητες, όπως η φόρτωση και εκφόρτωση, οι δραστηριότητες κατά τον ελλιμενισμό των πλοίων και οι μετακινήσεις των οχημάτων, μπορούν να δημιουργήσουν θορυβώδεις περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν την υγεία των ανθρώπων και των ζώων που διαβιούν στην περιοχή.

Συγκρούσεις πλοίων με θαλάσσια είδη

Τα είδη που είναι πιο ευάλωτα σε συγκρούσεις με πλοία

είναι τα θαλάσσια θηλαστικά και οι θαλάσσιες χελώνες, λόγω του μεγέθους τους και της ανάγκης τους να βγουν στην επιφάνεια για να αναπνεύσουν, ή και είδη των οποίων οι διαδρομές μετανάστευσης επικαλύπτονται με πλωτές οδούς.

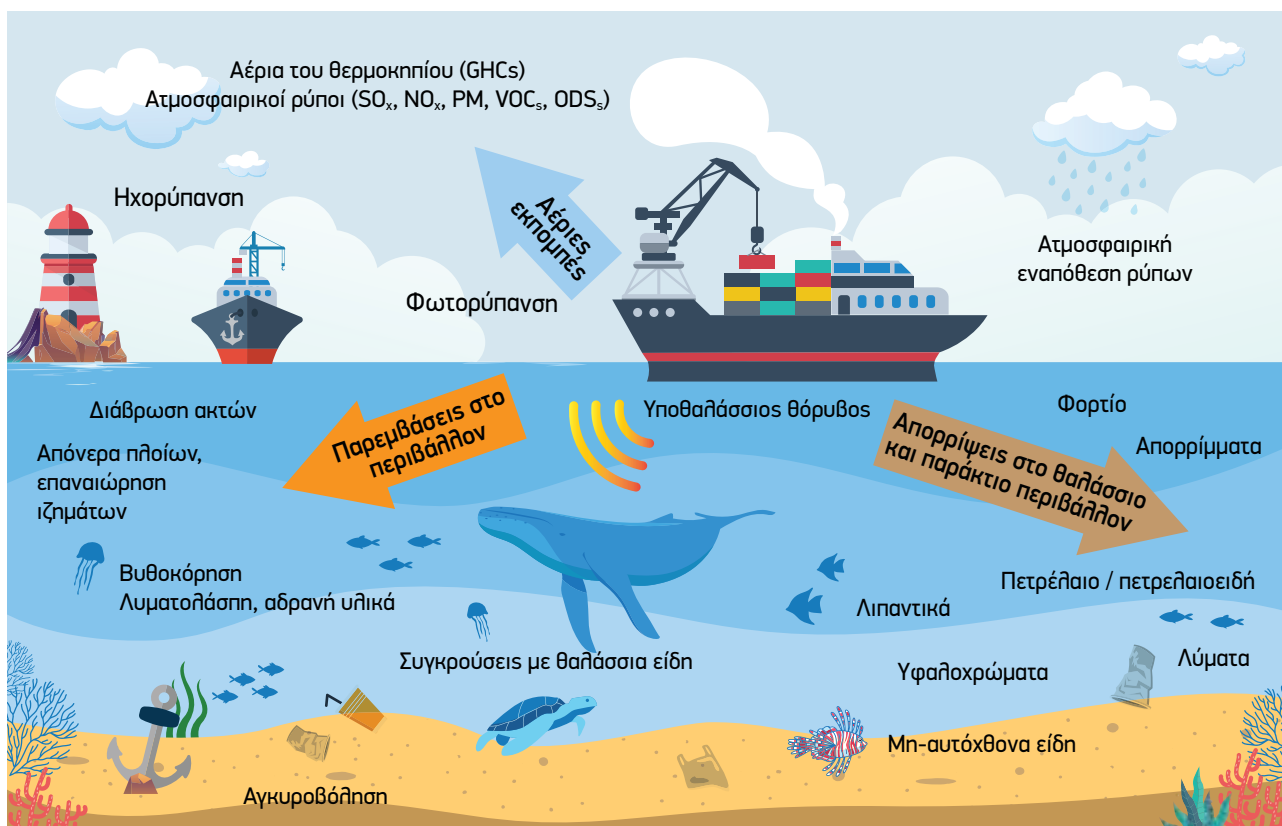
Φωτορύπανση

Το τεχνητό φως στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον διαδίδεται εύκολα και σε μεγάλες αποστάσεις, καθώς το τοπίο είναι ελεύθερο από εμπόδια. Μπορεί να προκαλέσει επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές που δεν είναι συνήθως εκτεθειμένες σε τεχνητό φως. Η φωτορύπανση μπορεί να προκαλέσει βιολογικές αντιδράσεις σε φωτοευαίσθητα νυκτόβια θαλάσσια είδη, μείωση της βιοποικιλότητας ή απώλεια οικοτόπων ή ακόμα και τον αποπροσανατολισμό διαφόρων ειδών (όπως χελώνες, θαλασσοπούλια, ζωοπλαγκτόν κτλ.) με επιπτώσεις στην επικοινωνία και αναπαραγωγή τους.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές πιέσεις από τον τομέα της ναυτιλίας, που αυτές εκδηλώνονται και με ποια ένταση.

ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Τύποι περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τον τομέα της ναυτιλίας



Πηγή: ReSEL TUC

**ΠΟΥ ΕΝΤΟΠΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ;**

Περιβαλλοντικές πιέσεις από τον τομέα της ναυτιλίας, ποια περιοχή αφορούν και ποια η επίπτωσή τους

Περιβαλλοντική πίεση	Περιοχή του λιμανιού	Θάλασσα	Ενδοχώρα
Εκπομπές NO _x	••	•••	••
Εκπομπές SO _x	••	•••	•
Εκπομπές σωματιδίων	•••	••	••
Χρήση ενέργειας και εκπομπές CO ₂	•••	•••	•••
Εκπομπές άλλων αερίων θερμοκηπίου	•	••	•
Εκπομπές θορύβου	•••	-	••
Διαχείριση του έρματος	•••	•••	-
Διαρροή πετρελαίου	••	•••	-
Διάθεση της ιλύος και άλλων τύπων ελαιωδών αποβλήτων	•••	-	-
Διάθεση ρυμάτων	•••	••	-
Διάθεση απορριμμάτων	•••	-	-
Απομάκρυνση νερού και χιονιού	••	-	-
Πρόληψη σκόνης	••	-	-
Χειρισμός επικίνδυνου φορτίου	••	••	••
Χρήση αντιρρυπαντικών χρωμάτων	•••	••	-
Βυθοκόρση και μόλυσμένα εδάφη	•••	-	-
Χρήση γης και διατήρηση πόρων	•••	-	•

Πηγή: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

• = μικρή επίπτωση, •• = μέτρια επίπτωση, ••• = μεγάλη επίπτωση



ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΜΑΣΣΑΛΙΑΣ, ΓΑΛΛΙΑ

Environmental Ship Index

Το λιμάνι της Μασσαλίας επιβραβεύει τα πλοία που επιτυγχάνουν επιδόσεις που υπερβαίνουν τις κανονιστικές απαιτήσεις (έπαθλο Environmental Ship Index), προκειμένου να προωθήσει την Παγκόσμια Πρωτοβουλία Λιμένων για το Κλίμα. Συγκεκριμένα, οι ναυτιλιακές εταιρείες που διαχειρίζονται πλοία που σέβονται περισσότερο την ποιότητα του αέρα, όσον αφορά τις ατμοσφαιρικές εκπομπές, αναγνωρίζονται και λαμβάνουν περιβαλλοντικό δώρο με τη μορφή μειωμένων λιμενικών τελών.

Φυσικοί χώροι και βιοποικιλότητα

Από το 2007, το λιμάνι της Μασσαλίας Fos έχει δεσμευτεί σε πολιτική διατήρησης της βιοποικιλότητας μέσω της διαχείρισης και της προστασίας των φυσικών περιοχών του που καλύπτουν σχεδόν το ένα τρίτο της επικράτειάς του στα δυτικά της περιοχής του λιμανιού. Μεταξύ της Camargue, της Crau και της Μεσογείου, οι ομάδες του λιμανιού διαχειρίζονται αυτές τις εξαιρετικά πλούσιες φυσικές περιοχές που φιλοξενούν περισσότερα από 400 είδη φυτών και 300 είδη ζώων, ορισμένα από τα οποία υπόκεινται σε καθεστώς προστασίας.

Δέσμευση για βελτίωση της ποιότητας του αέρα στη Μασσαλία

Από το 2010, οι ρυθμιστικές αρχές (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός - IMO/Ευρωπαϊκή Ένωση) έχουν αυστηροποιήσει τις απαιτήσεις τους για τις ναυτιλιακές εκπομπές. Όλα



Πηγή: Ιστότοπος Λιμανιού Μασσαλίας

τα πλοία που παραμένουν στην προκυμαία για περισσότερες από δύο ώρες πρέπει να χρησιμοποιούν μαζούτ με περιεκτικότητα σε θείο < 0,1%. Κατά συνέπεια, οι εκπομπές θείου στο λιμάνι της Μασσαλίας έχουν μειωθεί κατά 40% μέσα σε 10 χρόνια. Επιπλέον, η ταχύτητα των πλοίων δεν μπορεί να υπερβαίνει τους 10 κόμβους (18 km/h) κοντά στο λιμάνι και τους 8 κόμβους στις αποβάθρες.





ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΙΑ, ΕΛΛΑΔΑ

Παρακολούθηση ποιότητας περιβάλλοντος

Το λιμάνι του Πειραιά εφαρμόζει πρόγραμμα παρακολούθησης ποιότητας του θαλάσσιου περιβάλλοντος, σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Πειραιά και το Πανεπιστήμιο του Cardiff, σύμφωνα με το οποίο λαμβάνονται δείγματα νερού και ιζήματος από την λιμενική περιοχή δύο φορές ετησίως και εξετάζονται ως προς μικροβιολογικούς, φυσικούς και χημικούς παράγοντες.

Επίσης εφαρμόζει πρόγραμμα παρακολούθησης ακουστικού περιβάλλοντος για το σύνολο της λιμενικής περιοχής. Σε συνέχεια της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων, έχουν ληφθεί διορθωτικά μέτρα, όπως η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων κατά μήκος σχολείου του Δήμου Περάματος που γειτνιάζει με τις εγκαταστάσεις του λιμανιού. Παράλληλα προγραμματίζονται δεντροφυτεύσεις, οι οποίες θα συνδυάσουν την αισθητική αναβάθμιση με την ηχοαπορρόφηση, σε σημεία της γειτνιάζουσας περιοχής.



Πηγή: Ιστότοπος λιμανιού Πειραιά

Ακόμα, στο χώρο του λιμανιού, βρίσκεται εγκατεστημένος σταθμός παρακολούθησης αερίων ρύπων σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ο οποίος καταγράφει τις συγκεντρώσεις σε 24ωρη βάση.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΒΑΛΕΝΘΙΑ, ΙΣΠΑΝΙΑ

Παρακολούθηση ποιότητας θορύβου

Το δίκτυο ακουστικής παρακολούθησης, περιλαμβάνει την εγκατάσταση μετρητών στάθμης ήχου, ώστε να παρακολουθείται ακουστικά τόσο ο χώρος του λιμανιού, όσο και η περιοχή που συνορεύει με την πόλη. Μέσω των ακουστικών μελετών και της αυστηρής τήρησης της νομοθεσίας, τα επίπεδα θορύβου συμμορφώνονται με τους στόχους ποιότητας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα επίπεδα θορύβου πληρούν τους στόχους ακουστικής ποιότητας για βιομηχανικούς τομείς, σύμφωνα με την αντίστοιχη νομοθεσία.



Πηγή: Ιστότοπος λιμανιού Βαλένθια

4

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι προαπαιτούμενο βήμα για την πράσινη μετάβαση των λιμανιών και αφορά τα πλοία που ελλιμενίζονται, αλλά και τις υποδομές και τις λειτουργίες τους. Μέτρα, όπως η μείωση του χρόνου ελλιμενισμού, η καθιέρωση χαμηλότερων ορίων ταχύτητας στη λιμενική ζώνη και ο εξηλεκτρισμός, μπορούν να συμβάλουν σε ένα κλιματικά ουδέτερο ενεργειακό μείγμα.

Στο πλαίσιο της μακροπρόθεσμης στρατηγικής για το 2050 για μια βιώσιμη και κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη, έχουν αναπτυχθεί διάφορες πολιτικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με τη μείωση της ενεργειακής ζήτησης να είναι μία από τις πιο αποτελεσματικές. Ο τομέας των μεταφορών είναι καίριας σημασίας για την πρόκληση αυτή, καθώς αντιπροσωπεύει σχεδόν το 30% της συνολικής τελικής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Μέρος αυτού του ποσοστού αποδίδεται στην εσωτερική και διεθνή ναυσιπλοΐα, συμπεριλαμβανομένου επίσης ενός σημαντικού μεριδίου της ενέργειας που καταναλώνεται στα λιμάνια κατά τη διάρκεια των περιόδων ελλιμενισμού. Τα λιμάνια αποτελούν επίσης ζωτικό μέρος για την ελληνική οικονομία λόγω του τουρισμού και της εμπορικής δραστηριότητας δια θαλάσσης, οπότε είναι σημαντικό να αποτελέσουν παράδειγμα για την εφαρμογή των πρακτικών αειφορίας.

Την τελευταία δεκαετία έχουν εφαρμοστεί αρκετές τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας από τα ευρωπαϊκά λιμάνια, οι οποίες έχουν σημαντικά αποτελέσματα και απευθύνονται σε όλα τα τμήματα των λιμανιών. Είναι σημαντικό οι τεχνολογίες αυτές να υιοθετηθούν και να εφαρμοστούν ευρέως, ώστε ο ναυτιλιακός τομέας να είναι βιώσιμος και

αποδοτικός. Στο βαθμό αυτό, η αύξηση της εκπαίδευσης και της ευαισθητοποίησης του προσωπικού των λιμανιών, η έξυπνη χρήση της χρηματοδότησης και η αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων είναι ζωτικής σημασίας.

Οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας θα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε: α) τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν πλοία, β) τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν κτίρια και υποδομές.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ

Μείωση του χρόνου ελλιμενισμού

Η μείωση του χρόνου διεκπεραίωσης των εργασιών και η συντόμηση του συνολικού χρόνου παραμονής των πλοίων στο λιμάνι, μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης των λιμανιών. Ταυτόχρονα, επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της μείωσης του χρόνου των εργασιών στο λιμάνι με τη συνολική αποδοτικότητά του.

Οι χρονοβόρες διοικητικές διαδικασίες, η προετοιμασία για φόρτωση και εκφόρτωση, καθώς και -προσφάτως- τα πρωτόκολλα για τον COVID-19, αυξάνουν το συνωστισμό των πλοίων στα λιμάνια και κατά συνέπεια μειώνουν την αποδοτικότητά του, ενώ παράλληλα αυξάνουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Τα έξυπνα συστήματα για την επιτάχυνση των διαδικασιών διαχείρισης, τα αποτελεσματικά πρωτόκολλα και η βελτίωση της διαχείρισης των πλοίων μπορούν να βοη-

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΕΛΣΙΝΚΙ, ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ

Αυτόματα συστήματα πρόσδεσης

Σύμφωνα με τις λιμενικές αρχές του Ελσίνκι, «Ένα σύστημα αυτόματης πρόσδεσης μειώνει το χρόνο που απαιτείται για την πρόσδεση και την αποδέσμευση του πλοίου. Ο χρόνος που εξοικονομείται ισοδυναμεί με σημαντική μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, βελτίωση της ποιότητας του αέρα και μείωση της ηχορύπανσης». Το αυτόματο σύστημα πρόσδεσης στο λιμάνι του Ελσίνκι λειτουργεί από το 2020.



Πηγή: Ιστότοπος Λιμένα Ελσίνκι

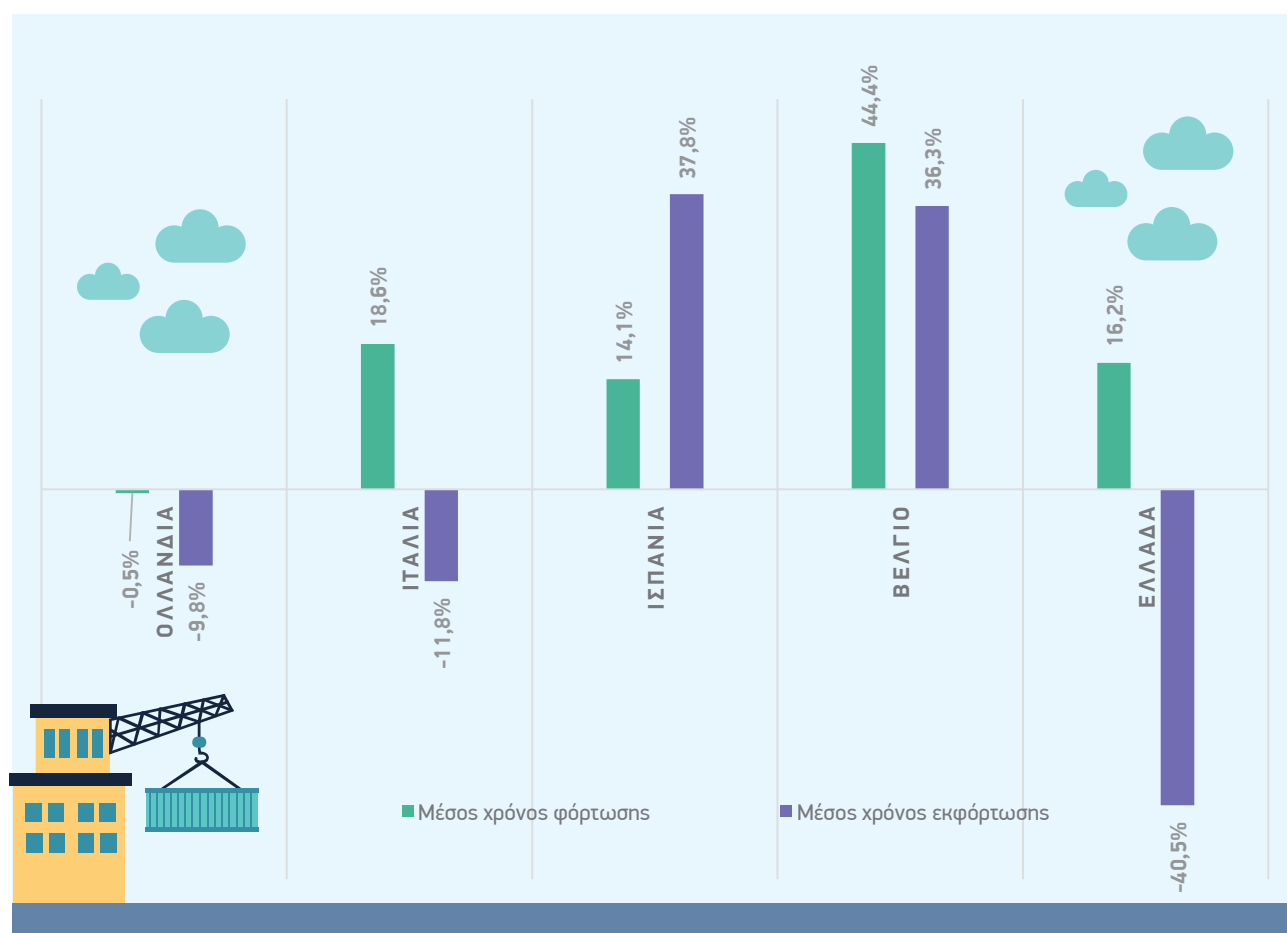


θήσουν στην επίλυση αυτού του εμποδίου. Ο συνδυασμός διαφορετικών λύσεων που εφαρμόζονται σε όλα τα τμήματα ενός λιμανιού μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη. Ορισμένες από αυτές τις λύσεις αφορούν την υποδομή των λιμανιών (όπως η ανάπτυξη νέων θέσεων ελλιμε-

νισμού και η εισαγωγή αυτοματοποιημένων μηχανισμών στα συστήματα πρόσδεσης) ή τον εξοπλισμό συστημάτων πληροφορικής (όπως η προσβασιμότητα σε πλατφόρμες δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για τη διαχείριση των λιμενικών λειτουργιών).

ΧΡΟΝΟΣ ΕΛΛΙΜΕΝΙΣΜΟΥ

Μεταβολή του μέσου χρόνου ελλιμενισμού στις εμπορευματικές μεταφορές σε πέντε ευρωπαϊκές χώρες από το 2019 έως το 2022



Ο μέσος χρόνος αναμονής για φόρτωση αυξήθηκε από το 2019 έως το 2022, σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, όπως Ιταλία, Ισπανία, Βέλγιο και Ελλάδα.



Μείωση ταχύτητας πλοίων

Η μείωση της ταχύτητας κίνησης των πλοίων είναι μέτρο αποτελεσματικό και εύκολο στην εφαρμογή. Δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό, αλλά την υιοθέτηση νέων κανονισμών και προτύπων σχετικά με τα όρια ταχύτητας. Η μείωση των εκπομπών, η αύξηση της απόδοσης των κινητήρων και η μείωση του θορύβου είναι μερικά από τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση αυτής της στρατηγικής.



Μέθοδοι και κίνητρα για τη μείωση της ταχύτητας των πλοίων

- Εικονική άφιξη πλοίων
- Καθιέρωση χαμηλότερων ορίων ταχύτητας σε μεγαλύτερες ζώνες γύρω από το λιμάνι
- Παροχή οικονομικών κινήτρων (π.χ. μειωμένα τέλη ελλιμενισμού) για τα πλοία που πλέουν σε λιμένες με χαμηλότερες ταχύτητες

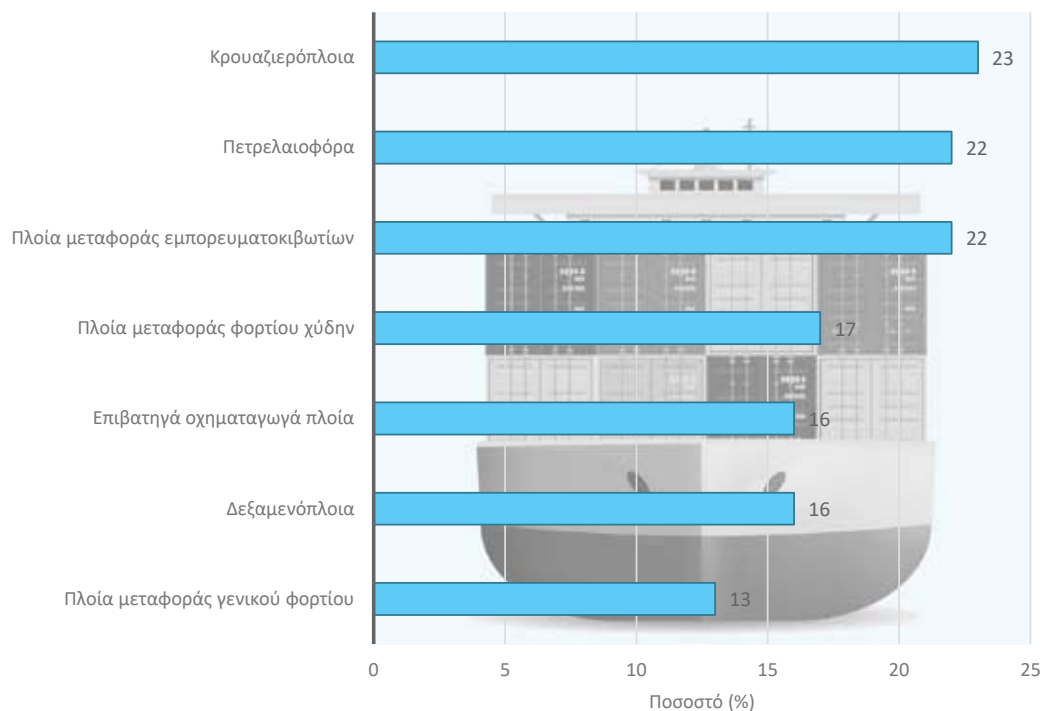
Μπορεί να συνδυάζει διάφορους τύπους μέτρων, όπως η προσαρμογή της νομοθεσίας (π.χ. δημιουργία θαλάσσιων ζωνών κοντά στο λιμάνι όπου είναι υποχρεωτικά τα χαμηλότερα όρια ταχύτητας), οικονομικά κίνητρα για την ενθάρρυνση της ναυσιπλοΐας σε χαμηλότερες ταχύτητες (π.χ. μειωμένα τέλη ελλιμενισμού) ή ανάπτυξη τεχνικών όπως η εικονική άφιξη των πλοίων.

Ωστόσο, τονίζεται ότι υπάρχουν εμπόδια στην εφαρμογή αυτής της προσέγγισης, τα οποία σχετίζονται με τους μεγαλύτερους χρόνους διέλευσης ή την έλλειψη κατάρτισης του προσωπικού στο λιμάνι. Οι περιφερειακές και τοπικές αρχές είναι συνήθως υπεύθυνες για τα όρια ταχύτητας. Η παροχή οικονομικών κινήτρων, όπως για παράδειγμα μειωμένα τέλη ελλιμενισμού για τα πλοία που πλέουν με χαμηλότερες ταχύτητες, μπορεί να συμβάλει στην επίλυση αυτών των εμποδίων.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο περιλαμβάνει τη βελτιστοποίηση της ταχύτητας των πλοίων μεταξύ των προτεινόμενων μέτρων για την απαλλοτρίαση του ναυτιλιακού τομέα από τις ανθρακούχες εκπομπές.

ΜΕΙΩΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μέση σταθμισμένη μείωση της ταχύτητας (%) των πλοίων που προσεγγίζουν λιμάνια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ανά τύπο πλοίου, κατά την περίοδο 2008-2019



Πηγή: ReSEL TUC με δεδομένα από Ευρωπαϊκό Οργανισμό για την Ασφάλεια στη Θάλασσα και Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα πλοία που καταπλέουν σε λιμάνια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχουν μειώσει την ταχύτητά τους έως και 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2008. Έχει εκτιμηθεί ότι η μείωση της ταχύτητας ενός πλοίου κατά 10% μπορεί να μειώσει τις σχετικές εκπομπές CO₂ κατά τουλάχιστον 10-15% και ενδεχομένως έως και 20%.



Ηλεκτροδότηση από την ξηρά (cold ironing)

Η εγκατάσταση ηλεκτρικής τροφοδότησης από την ξηρά απαιτεί κατά κανόνα ειδικό κτίριο, το οποίο παρέχει τον αναγκαίο τεχνικό εξοπλισμό που περιλαμβάνει μετασχηματιστές και μετατροπείς συχνότητας, με στόχο την προσαρμογή των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών της ξηράς στα χαρακτηριστικά του πλοίου (τάση, συχνότητα κλπ.). Περιλαμβάνει επίσης σημείο σύνδεσης και μετασχηματιστή επί του πλοίου.

Το αρχικό κόστος αυτής της τεχνολογίας μπορεί να είναι υψηλό λόγω του τεχνικού εξοπλισμού που απαιτείται τόσο επί του πλοίου όσο και στις λιμενικές περιοχές, ενώ εξαρτάται επίσης από την τοποθεσία του λιμανιού. Το κόστος ανά θέση ελλιμενισμού κυμαίνεται από 0,3 έως 4 εκατομ-



Εικονική άφιξη πλοίων

Το πλοίο καλείται να φτάσει αργότερα σε ένα λιμάνι, από ό,τι θα μπορούσε να φτάσει πλήοντα με πλήρη ταχύτητα. Ο ναυλωτής συμφωνεί να δεχτεί την ειδοποίηση ετοιμότητας (NOR) του πλοίου τη στιγμή που αυτό θα είχε φτάσει στο λιμάνι αν έπλεε με πλήρη ταχύτητα. Ωστόσο, στο πλοίο επιτρέπεται να πλεύσει με χαμηλότερη ταχύτητα, εξοικονομώντας καύσιμα, και φτάνοντας στο λιμάνι σε ώρα που αυτό θα είναι έτοιμο να το δεχτεί. Έτσι μειώνονται η κίνηση στο αγκυροβόλιο του λιμανιού, οι κίνδυνοι σύγκρουσης και οι αέριες εκπομπές.



Η ηλεκτροδότηση από την ξηρά επιτρέπει

στα πλοία να απενεργοποιούν κινητήρες και γεννήτριες και να σταματούν να καταναλώνουν τα δικά τους καύσιμα κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού τους. Με τη σύνδεσή τους σε χερσαίες πηγές ενέργειας, κατορθώνουν να συνεχίσουν τις λειτουργίες τους εν πλω, ενώ επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και εκπομπών.

μύρια ευρώ, ενώ το κόστος ανά λιμάνι από 1 έως 25 εκατομμύρια ευρώ ανάλογα με το είδος του στόλου. Ωστόσο, μετά την εφαρμογή της τεχνολογίας, υπάρχουν σημαντικές εξοικονομήσεις όσον αφορά τις λειτουργικές δαπάνες και τις εκπομπές. Η τεχνολογία αυτή συνδυάζει πρόσθετα παράλληλα οφέλη, όπως η βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος και η μείωση του θορύβου.

Η ηλεκτροδότηση από την ξηρά εφαρμόζεται ήδη σε πολλά ευρωπαϊκά λιμάνια, με ορισμένα από αυτά να παρέχουν σχετικές εγκαταστάσεις σε περισσότερες από μία θέσεις ελλιμενισμού. Τουλάχιστον 14 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιλαμβάνουν λιμάνια που παρέχουν εγκαταστάσεις ηλεκτροδότησης από ξηρά, με την τεχνολογία να είναι ιδιαίτερα συχνή στην Ισπανία και τις Κάτω Χώρες. Συνολικά, 48 ευρωπαϊκά θαλάσσια λιμάνια παρέχουν τουλάχιστον μία θέση ελλιμενισμού με ηλεκτρική σύνδεση στην ξηρά.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΓΚΕΤΕΜΠΟΡΓΚ, ΣΟΥΗΔΙΑ

Το έργο Green Cable: εφαρμογή της από ξηράς παροχής ηλεκτρικής ενέργειας

Το λιμάνι του Γκέτεμποργκ ήταν το πρώτο που εισήγαγε ηλεκτροδότηση υψηλής τάσης από ξηρά, για φορτηγά πλοία, το 2000 (πριν από αυτό, τα λιμάνια προσέφεραν ηλεκτρική ενέργεια χαμηλής τάσης). Οι λιμενικές αρχές συνεργάστηκαν με ναυτιλιακές εταιρείες για την υλοποίηση αυτού του έργου στο πλαίσιο της πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας. Το σύστημα παρέχει 6 και 10 kV στα 50 Hz (1250 kVA) στα πλοία μέσω ενός υποσταθμού μετασχηματιστή που εγκαθίσταται στο λιμάνι. Παρόμοια συστήματα

προστέθηκαν τα επόμενα χρόνια. Στο λιμάνι έχουν επίσης εγκατασταθεί δύο ανεμογεννήτριες για την περαιτέρω αύξηση της πράσινης ενέργειας που παρέχεται στα πλοία.



Πηγή: Ισότοπος Λιμανιού Γκέτεμποργκ, World Ports Sustainability Program



Τέλος, είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι η ευρωπαϊκή νομοθεσία είναι φιλόδοξη για την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας, καθώς απαιτεί από τα πλοία που παραμένουν σε λιμάνι για περισσότερες από δύο ώρες, να συνδεθούν με την ηλεκτρική τροφοδότηση από ξηράς, εκτός εάν χρησιμοποιήσουν άλλη τεχνολογία μηδενικών εκπομπών.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΛΙΜΑΝΙΩΝ

Παρακολούθηση και ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο

Η παρακολούθηση και η ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω βάσεων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων δεδομένων για την ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές. Με τη μέθοδο αυτή, εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται, οι επιδόσεις του λιμανιού αυξάνονται, διότι οι υπεύθυνοι μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τις λιμενικές λειτουργίες με βάση την πραγματική ζήτηση ενέργειας. Πρόκειται για μια προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω (bottom-up), η οποία συμβάλλει στην καλύτερη οργάνωση των λιμενικών εργασιών με βάση τις ειδικές ανάγκες του τόπου, συμβάλλοντας επίσης στην εξοικονόμηση χρόνου και κόστους και στην πρόσβαση σε πληροφορίες καλύτερης ποιότητας.

Αυτοματοποίηση στον φωτισμό

Ο φωτισμός, η θέρμανση και η ψύξη είναι λειτουργίες που καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ενέργειας στα λιμάνια. Οι τεχνολογίες αυτοματισμού, όπως οι έξυπνοι αισθητήρες, αυξάνουν την ενεργειακή απόδοση αυτών των τελικών χρήσεων και συμβάλλουν στην επίτευξη σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας. Οι τεχνολογίες αυτές, ακόμη και αν έχουν υψηλό κόστος εγκατάστασης, μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις κατηγορίες λιμανιών, ανεξάρτητα από το μέγεθός τους, τις υπηρεσίες που παρέχουν και τους τύπους των πλοίων που φιλοξενούν. Παράλληλα, παρουσιάζουν και άλλα οφέλη, όπως η βελτίωση των συνθηκών εργασίας, η εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας και, γενικά, η καλύτερη απόδοση του λιμανιού.

Ο φωτισμός ευθύνεται για σημαντικό μερίδιο της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Σημαντικές ποσότητες ενέργειας μπορούν να εξοικονομηθούν με τη χρήση έξυπνων συστημάτων φωτισμού και αισθητήρων, ενώ οι υψηλής απόδοσης τεχνολογίες LED και άλλες λύσεις καθιστούν δυνατή την αυτοματοποίηση.

Οι λύσεις μπορούν να εφαρμοστούν τόσο στα κτίρια όσο και στους υπαίθριους χώρους των λιμανιών. Έχουν ορατά και άμεσα αποτελέσματα στην κατανάλωση ενέργειας, και ιδίως στην ηλεκτρική ενέργεια, με το χρόνο απόσβεσης του κόστους εγκατάστασής τους να είναι πολύ σύντομος.

Αυτοματοποίηση στη θέρμανση και την ψύξη

Η θέρμανση και η ψύξη ευθύνονται για περισσότερο από το 50% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε μη οικιστικά κτίρια και, ως εκ τούτου, είναι πολύ σημαντικό να εφαρμοστούν τεχνολογίες που επιτρέπουν εξοικονόμηση από αυτές τις τελικές χρήσεις. Συστήματα ελέγχου θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού, έξυπνου αυτοματισμού, μπορούν να εγκατασταθούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των κτιρίων στα οποία εκτελούνται οι λιμενικές εργασίες. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα κλιματικού ελέγχου λειτουργούν με τη βοήθεια χρονομετρητών, αισθητήρων και θερμοστατών για τη διασφάλιση συνθηκών άνετου κλιματισμού στα κτίρια.

Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με τον βέλτιστο τρόπο σε συνδυασμό με τη χρήση υψηλών προτύπων ενεργειακής απόδοσης στην ανακαίνιση των υφιστάμενων λιμενικών κτιρίων ή στην κατασκευή νέων. Τα πρότυπα αυτά θα μπορούσαν να λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά του κελύφους των κτιρίων ή την απόδοση των τεχνικών συστημάτων. Για την επίτευξη αυτών των φιλόδοξων προτύπων για τα κτίρια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα οικονομικά κίνητρα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα λιμενικά κτίρια βρίσκονται συνήθως κάτω από δημοτικές ή κρατικές ιδιοκτησίες, υποχρεώνοντάς τα να τηρούν τη νομοθεσία για τα δημόσια κτίρια. Σύμφωνα με τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όλα τα νέα δημόσια κτίρια θα πρέπει να είναι Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης από το 2019.



- Η μετατροπή όλου του υψηλού φωτισμού ιστού (High Mast Lighting - HML) σε υψηλής απόδοσης LED είναι ένα από τα μεγαλύτερα έργα ενεργειακής απόδοσης στο λιμάνι του Δουβλίνου.
- Εκτιμάται ότι περίπου 35% της εξοικονόμησης ενέργειας στο λιμάνι του Aarhus της Δανίας μπορεί να επιτευχθεί από την εγκατάσταση 230 λαμπτήρων LED με περίοδο απόσβεσης 2 ετών.



ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Έργο φωτισμού LED στο λιμάνι της Τεργέστης στην Ιταλία, με 47 LED λαμπτήρες που λειτουργούν 24 ώρες την ημέρα



Πηγή: <https://www.midstreamlighting.com/projects/trieste-terminal/>

Ταυτόχρονα, το 3% του συνολικού αποθέματος δημόσιων κτιρίων της κάθε χώρας, πρέπει να ανακαινιστεί ή, εναλλακτικά, η χώρα πρέπει να εφαρμόσει μέτρα που θα αποφέρουν ισοδύναμη εξοικονόμηση ενέργειας.

Συστήματα πιστοποίησης περιβαλλοντικής και ενεργειακής διαχείρισης

Τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης συνδυάζουν τη χρήση διαφόρων μέσων πληροφορικής, όπως οι πλατφόρμες νέφους (cloud), η παρακολούθηση σε πραγματικό

χρόνο, καθώς και η ανάπτυξη ενεργειακών σχεδίων και χαρτογράφησης, ώστε να βοηθηθούν οι χρήστες να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας, κάνοντας πιο αποδοτικές επιλογές.

Ο αριθμός των λιμανιών που υιοθετούν συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης αυξήθηκε σημαντικά την τελευταία δεκαετία, με το ISO 14001 να αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα.

Εξηλεκτρισμός

Ενώ το ποσοστό πετρελαίου και προϊόντων πετρελαίου στην τελική κατανάλωση ενέργειας του τομέα των μεταφορών της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει μειωθεί κατά 6,4% κατά τα τελευταία 20 έτη, στη ναυσιπλοΐα το αντίστοιχο ποσοστό είναι πολύ μικρότερο (μόλις στο 0,5%), αναδεικνύοντας την υψηλή εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

Ωστόσο, ο εξηλεκτρισμός των λιμανιών έχει αρχίσει να γίνεται πρόσφατα δημοφιλής. Η χρήση ηλεκτρικών οχη-



Παραδείγματα συστημάτων πιστοποίησης

- Ecoports Port Environmental Review System (PERS)
- ISO 14001
- Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)



Βήματα προς τον εξηλεκτρισμό

των λιμανιών:

- Ηλεκτροδότηση διαφόρων λιμενικών δραστηριοτήτων: χρήση ηλεκτρικών γερανών, εξηλεκτρισμός οχημάτων, βελτίωση των εγκαταστάσεων ηλεκτρικής ενέργειας σε λιμενικά κτίρια
- Βελτίωση του τοπικού δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας
- Εγκατάσταση συστημάτων ηλεκτρικής τροφοδότησης από ξηρά
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση ΑΠΕ

μάτων σε λιμάνια, καθώς και άλλων ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που αντικαθιστούν ορυκτά καύσιμα, μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και εκπομπών, καθώς οι ηλεκτροκίνητες είναι αποδοτικότεροι. Ωστόσο, το αρχικό κόστος εγκατάστασης και η αγορά του εξοπλισμού δεν επέτρεψαν την ευρεία διάδοση της τεχνολογίας αυτής σε όλα τα ευρωπαϊκά λιμάνια. Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός μπορεί επίσης να είναι καταλληλότερος για τη διευκόλυνση των αυτοματισμών σε σύγκριση με τον εξοπλισμό που τροφοδοτείται με ορυκτά καύσιμα.

Ο εξηλεκτρισμός των λιμανιών είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων απαλλαγής από τις ανθρακούχες εκπομπές. Οι ευρωπαϊκές και οι εθνικές αρχές έχουν προσφέρει οικονομικά και φορολογικά κίνητρα για την προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων και της τάσης εξηλεκτρισμού.

Ο εξηλεκτρισμός των λιμανιών είναι δυναμική διαδικασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορα στάδια και ακολουθώντας ποικίλες πρωτοβουλίες και επενδύσεις. Τόσο το απόθεμα των κτιρίων όσο και τα λιμενικά οχήματα θα μπορούσαν να ηλεκτροδοτηθούν και να βελτιωθούν. Η ήδη αναφερθείσα εγκατάσταση μηχανισμών ηλεκτροδότησης των πλοίων από ξηρά, αποτελεί σημαντικό βήμα. Τέλος, η χρήση ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα θετικό βήμα προς τη βιωσιμότητα.



Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά το συνολικό κόστος των επενδύσεων σε υποδομές εναλλακτικών καυσίμων (συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας) για την περίοδο 2025-2050 σε 9,9 δισεκατομμύρια ευρώ.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ, ΕΛΛΑΔΑ

Εγκατάσταση παροχής ηλεκτρικού ρεύματος από ξηρά

Το λιμάνι του Ηρακλείου, μέσω του ευρωπαϊκού προγράμματος Connecting Europe Facility, έχει ολοκληρώσει μελέτη για την εγκατάσταση πέντε θέσεων ηλεκτροδότησης πλοίων από την ξηρά. Το έργο προϋπολογίζεται στα 22 εκατομμύρια ευρώ. Με την υπηρεσία αυτή, τα πλοία κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού τους, θα σβήνουν τους δευτερεύοντες κινητήρες και θα λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια που θα παίρνουν από το τοπικό δίκτυο, ενώ μελλοντικά θα παρέχεται πράσινη ενέργεια από τοπικές ΑΠΕ. Με τον τρόπο



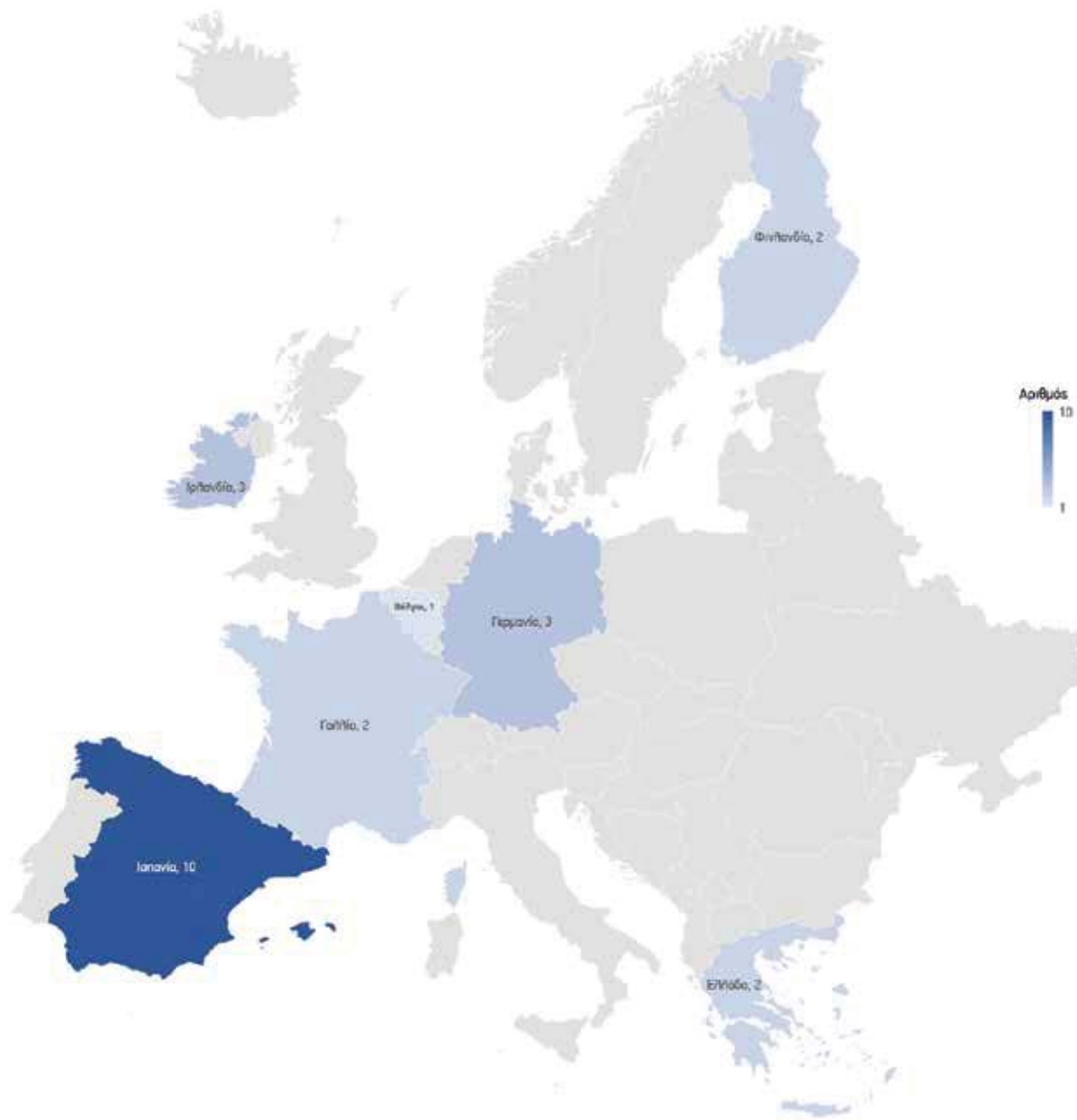
Πηγή: Ιστότοπος Λιμανιού Ηρακλείου, Maleviziotis.gr

αυτό, μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση στην πόλη, ενώ εξοικονομούνται 22.000 τόνοι CO₂ ετησίως.



ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΩΣ ΚΙΝΗΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αριθμός λιμανιών που έχουν λάβει πιστοποίηση PERS, ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πηγή: ReSEL TUC με δεδομένα από EcoPorts

Το PERS (Port Environmental Review System) είναι ένα σύστημα πιστοποίησης περιβαλλοντικής διαχείρισης που στοχεύει άμεσα τον λιμενικό τομέα.



ΠΟΙΑ ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΠΙΟ ΚΑΤΑΛΛΗΛΑ ΓΙΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ;

Πίνακας σύγκρισης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στα λιμάνια

Μέτρα	Κόστη εγκατάστασης	Λειτουργικά κόστη	Άλλα οφέλη	Εφαρμογές
Μείωση του χρόνου παραμονής στο λιμάνι/ μείωση των χρόνων ελλιμενισμού	Δαπάνες για διαδικτυακό εξοπλισμό, ανάπτυξη νέων θέσεων ελλιμενισμού, αυτοματοποίηση συστημάτων πρόσδεσης	Ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής	Συνολική αποδοτικότητα λιμανιού	Εμπόδια στην εφαρμογή λόγω πρωτοκόλλων COVID-19 κ.λπ.
Εξηλεκτρισμός	Αυξημένο κόστος αρχικής εγκατάστασης και εξοπλισμού	Σημαντικές εξοικονομήσεις	Ενεργοποίηση αυτοματισμών	Δεν εφαρμόζεται ακόμη ολοκληρωμένα λόγω του αυξημένου κόστους εγκατάστασης
Μείωση ταχύτητας πλοίων	Εύκολη υιοθέτηση - όχι σημαντικό κόστος εγκατάστασης	Πιθανά αυξημένο κόστος λόγω μεγαλύτερων χρόνων διέλευσης	Μείωση του θορύβου	Εμπόδια λόγω μεγαλύτερων χρόνων διέλευσης, έλλειψης εκπαιδευμένου λιμενικού προσωπικού
Παρακολούθηση και ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο	Αυξημένο κόστος εγκατάστασης	Σημαντικές εξοικονομήσεις	Βελτίωση των επιδόσεων του λιμανιού, βελτίωση των συνθηκών εργασίας	Ανάλογα με την τεχνολογία και το τμήμα λιμένα

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΡΟΤΕΡΝΤΑΜ, ΟΛΛΑΝΔΙΑ

Ένα λιμάνι από το μέλλον

Το λιμάνι του Ρότερνταμ είναι το μεγαλύτερο στην Ευρώπη, με όγκο εμπορευματικών μεταφορών που ανήλθε στους 467,4 εκατομμύρια τόνους το 2022, και συνολική έκταση 12.464 εκτάρια. Με 825,7 εκατομμύρια ευρώ έσοδα το 2022, η προστιθέμενη του αξία φτάνει στο 8,2% του συνολικού ΑΕΠ της χώρας. Εξυπηρετεί τόσο πλοία θαλάσσης όσο και πλοία υδάτων ενδοχώρας, ενώ οι κύριοι τύποι φορτίων που διακινούνται μέσω του λιμανιού είναι εμπορευματοκιβώτια, αργό πετρέλαιο και προϊόντα ορυκτελαίων.

Το λιμάνι έχει εφαρμόσει, μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας:

- Data Safe House: ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των εμπλεκόμενων λιμενικών εταιρειών
- Gridmaster: κοινοπραξία για ενεργειακές υποδομές



Πηγή: Ιστότοπος λιμανιού Ρότερνταμ

- Fieldlab: εξηλεκτρισμός βιομηχανικών διεργασιών
- Εγκαταστάσεις ηλεκτροδότησης πλοίων από ξηρά
- Πιστοποίηση PERS
- Επενδύσεις στην ψηφιοποίηση του λιμανιού
- Φορείς που εργάζονται για το κανονιστικό πλαίσιο
- Χρήση LED και έξυπνων αισθητήρων



iStock.com / ipopba

Η επιτόπια παραγωγή πράσινης ενέργειας μειώνει τόσο τη ζήτηση ενέργειας από το δίκτυο, όσο και τα αέρια του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τα λιμάνια, συμβάλλοντας όχι μόνο στην εξοικονόμηση κόστους και στην ενεργειακή ανεξαρτησία, αλλά και στη βελτίωση της κοινής γνώμης και στην κοινωνική αποδοχή τους.

Οι ΑΠΕ μειώνουν σημαντικά τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και αποτελούν αποτελεσματικό μέτρο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των συνεπειών της. Σήμερα ως τεχνολογίες που σχετίζονται με την παραγωγή πράσινης ενέργειας θεωρούνται:

- Τα ηλιακά θερμικά συστήματα (solar thermal systems), ενεργητικά και παθητικά
- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (photovoltaics)
- Οι ανεμογεννήτριες (wind turbines)
- Η βιομάζα (biomass) και τα παράγωγά της (βιοτίγζηλ-αιθανόλη κλπ.)
- Τα υδροηλεκτρικά (hydros), κυρίως τα μικρά
- Η ενέργεια από τα κύματα (wave) και την παλίρροια (tidal)
- Η γεωθερμία (geothermal)

Η κυριότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι ο ήλιος, δηλαδή η ηλιακή ακτινοβολία. Οι περισσότερες μορφές ΑΠΕ (και οι αντίστοιχες τεχνολογίες) προέρχονται έμμεσα ή άμεσα από την κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα και στην επιφάνεια της γης (τα ηλιακά θερμικά συστήματα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι ανεμογεννήτριες, η βιομάζα και τα παράγωγά της, τα υδροηλεκτρικά κλπ). Υπάρχουν όμως και μορφές ΑΠΕ που οφείλονται σε διαφορετικά αίτια. Η πρώτη είναι η γεωθερμία η οποία προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Η δεύτερη είναι η ενέργεια από την παλίρροια η οποία οφείλεται στην ύπαρξη των βαρυτικών δυνάμεων μεταξύ της γης και της σελήνης.

Ανεξάρτητα από τον βαθμό ωριμότητάς τους οι ΑΠΕ «μοιράζονται» ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά:

- Είναι ανανεώσιμες, δηλαδή η ροή ενέργειας που προσφέρουν αναπληρώνεται διαρκώς στο περιβάλλον.
- Είναι σχετικά καθαρές και ήπιες, δηλαδή προκαλούν μικρότερες (έως πολύ μικρότερες) επιπτώσεις στο περιβάλλον (τόσο στο ανθρωπογενές όσο και στο φυσικό) σε σύγκριση με τις «συμβατικές».

- Έχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα στο σχεδιασμό τους ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών.

Κάποιες είναι «στοχαστικού» τύπου, δηλαδή δεν είναι σε κάθε χρονική στιγμή διαθέσιμες και δεν είναι γνωστή σε κάθε χρονική στιγμή η ποσότητα ενέργειας (τόσο πρωτογενούς όσο και τελικής π.χ. ηλεκτρικής) που μπορεί να είναι διαθέσιμη. Γι' αυτό συχνά τα συστήματα ΑΠΕ που δεν είναι συνδεδεμένα σε ευρύτερα δίκτυα («απομονωμένα» συστήματα) απαιτούν σύστημα αποθήκευσης που θα αποταμιεύει την περίσσεια ενέργεια, όταν δεν θα είναι αναγκαία και θα την παρέχει όταν υπάρχει ανάγκη ή σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να λαμβάνουν υποστήριξη από συμβατικές πηγές ενέργειας. Περισσότερες πληροφορίες για τα συστήματα αποθήκευσης αναπτύσσονται στο Κεφάλαιο 6.

Οι τεχνολογίες που αξιοποιούν τις ΑΠΕ μπορούν να χωριστούν σε τεχνολογικά συστήματα που παράγουν πρωτογενώς:

- μηχανική ενέργεια, όπως τα υδροηλεκτρικά συστήματα, τα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων και της παλίρροιας. Στη συνέχεια τη μηχανική ενέργεια την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια.
- θερμότητα, όπως είναι τα ηλιοθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια, τα συστήματα καύσης της βιομάζας καθώς και τα γεωθερμικά συστήματα που αξιοποιούν τη θερμότητα του εσωτερικού της γης. Ακολούθως η θερμότητα μπορεί να δοθεί προς άμεση χρήση ή μπορεί μέσω των κατάλληλων τεχνολογικών εγκαταστάσεων να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια με χαμηλότερες όμως αποδόσεις.
- ηλεκτρική ενέργεια, εκμεταλλευόμενα την ηλιακή ακτινοβολία μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου, δηλαδή τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Τέτοια είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Ηλιακή ενέργεια

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μία ώριμη λύση τόσο οικονομικά όσο και τεχνολογικά για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στα λιμάνια. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πράσινης ενέργειας, ή για τη θέρμανση νερού, ενώ συνηθίζονται και για εφαρμογές εκτός δικτύου (off-grid).

Μετά τη δοκιμή και λειτουργία πολλών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε λιμάνια, συνιστώνται ως χρήσιμο μέ-

**ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ**

Συγκριτικός πίνακας συστημάτων ΑΠΕ για λιμάνια

Πηγή ενέργειας	Τεχνολογία	Περιγραφή / Λειτουργία	Κίνδυνοι	Πλεονεκτήματα
Ηλιακή 	Φωτοβολταϊκά συστήματα Ηλιοθερμικά συστήματα	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε στέγες, σκίαστρα ή σε ελεύθερους χώρους για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και την παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας	Διαθεσιμότητα επιφανειών για την εγκατάστασή τους	<ul style="list-style-type: none"> - Χαμηλό αρχικό κόστος επένδυσης - Υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα <ul style="list-style-type: none"> - Ωριμη τεχνολογία - Υψηλή τεχνογνωσία
Αιολική 	Χερσαία αιολικά πάρκα Υπεράκτια ή πλωτά αιολικά πάρκα	Εγκατάσταση ανεμογεννητριών για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας σε ελεύθερους χώρους Παραγωγή αιολικής ενέργειας σε θαλάσσιες τοποθεσίες μακριά από την ακτή	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης - Χαμηλή κοινωνική αποδοχή - Υποβάθμιση τοπίου - Λιμάνια μεγάλης έκτασης - Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης - Πιθανές επιπτώσεις στη σταθερότητα των οικοσυστημάτων 	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα - Αποτελεσματική χρήση ελεύθερου χώρου - Υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα - Αποτελεσματική χρήση ελεύθερου θαλάσσιου χώρου - Υψηλή κοινωνική αποδοχή
Ωκεάνια 	Μετατροπείς κυματικής ενέργειας Μετατροπείς παλιρροιακής ενέργειας	Παραγωγή ενέργειας από τον ωκεανό σε θαλάσσιες τοποθεσίες κοντά ή μακριά από την ακτή	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης - Λιμάνια μεγάλης έκτασης - Ανώριμες τεχνολογίες - Πιθανές επιπτώσεις στη σταθερότητα των οικοσυστημάτων - Χαμηλή αξιοπιστία 	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλή ενεργειακή απόδοση <ul style="list-style-type: none"> - Πολλαπλές εφαρμογές - Υψηλή κοινωνική αποδοχή - Καθόλου υποβάθμιση τοπίου
Γεωθερμική 	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας Θέρμανση και ψύξη	Εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θέρμανση/ψύξη	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης - Υψηλό απαιτούμενο γεωθερμικό δυναμικό - Χαμηλή τεχνογνωσία 	<ul style="list-style-type: none"> - Υψηλή ενεργειακή απόδοση - Υψηλή κοινωνική αποδοχή <ul style="list-style-type: none"> - Πολλαπλές εφαρμογές



τρο για λιμάνια σχεδόν μηδενικής ενέργειας και χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Τα φωτοβολταϊκά οροφής (στις αποβάθρες πλοίων, στα κτίρια, σε αποθήκες και στέγαστρα) είναι η προτιμώμενη επιλογή, καθώς μπορούν να παράγουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας αξιοποιώντας ανεκμετάλλετες επιφάνειες.

Αιολική ενέργεια (χερσαία - onshore και υπεράκτια - offshore)

Διάφορες ερευνητικές εργασίες περιγράφουν την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας σε λιμενικές περιοχές ή κοντά σε αυτές. Λόγω των περιορισμών που σχετίζονται με την ανάγκη μεγάλης έκτασης για την εγκατάσταση αι-

ολικών πάρκων, είτε χερσαία είτε θαλάσσια, η εμπειρία και η τεχνογνωσία στην εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής στα λιμάνια, είναι σχετικά χαμηλή. Αν και ενεργειακά πιο αποδοτική από τα φωτοβολταϊκά, το αρχικό κόστος επένδυσης και η μικρότερη κοινωνική αποδοχή, την καθιστούν λιγότερο συχνή λύση. Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα, αποτελούν μία πρόσφατη εφαρμογή που απελευθερώνει γη για άλλες χρήσεις. Τέλος, αποδεικνύεται ότι αυτή η τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των έξυπνων δικτύων εάν συνδυαστεί με σύστημα αποθήκευσης, καθώς υπάρχει σχεδόν πάντα παραγωγή ενέργειας, ακόμη και αν η ταχύτητα του ανέμου είναι χαμηλή.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ HULL, ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ

Η μεγαλύτερη εμπορική εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε στέγη στο Ηνωμένο Βασίλειο

Αποφασίζοντας να αξιοποιήσει τον τεράστιο ελεύθερο χώρο στις στέγες των αποθηκών του λιμανιού, η ομάδα του έργου προχώρησε στην εγκατάσταση 21.000 φωτοβολταϊκών πάνελ, με συνολική ισχύ 6,5 MW. Η επένδυση 6,8 εκατομμυρίων εξοικονομεί 2.600 ισοδύναμους τόνους CO₂ ετησίως, που αντιστοιχεί στις ενεργειακές ανάγκες 1.450 κατοικιών στο Ηνωμένο Βασίλειο. Παράλληλα, έγινε και μια λεπτομερής αξιολόγηση του ηλεκτρικού δικτύου, ώστε να σχεδιαστεί η απαραίτητη αναβάθμιση και ενίσχυσή του.



Πηγή: Associated British Ports

Πλέον, τα 17 από τα 21 λιμάνια της Associated British Ports, διαθέτουν έργα ΑΠΕ, καλύπτοντας το 29% των συνολικών ενεργειακών αναγκών τους. Σε συνέπεια με την στρατηγική του ομίλου να επιταχύνει την πράσινη μετάβαση των λιμανιών του, τα τελευταία χρόνια επενδύει επίσης σε υβριδικούς γερανούς και ηλεκτρικά περονοφόρα ανυψωτικά.



ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΑΜΒΕΡΣΑΣ, ΒΕΛΓΙΟ

Τοπική παραγωγή ηλιακής και αιολικής ενέργειας

Ως ενεργειακός και βιομηχανικός κόμβος, το λιμάνι της Αμβέρσας καταναλώνει σημαντική ποσότητα ενέργειας. Οι λιμενικές εταιρείες παράγουν μεγάλο μέρος της ανανεώσιμης ενέργειας τοπικά με ηλιακούς συλλέκτες και ανεμογεννήτριες, αποφεύγοντας τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Οι ανεμογεννήτριες στο λιμάνι παράγουν ενέργεια για τους τερματικούς σταθμούς, τα πλοία και τους κατοίκους της περιοχής, ενώ συχνά προμηθεύουν την τοπικά παραγόμενη πράσινη ενέργεια απευθείας στις επιχειρήσεις.



Πηγή: Ιστότοπος Λιμανιού Αμβέρσας

Συγκεκριμένα, οι εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες ανέρχονται στις 80, με συνολική ισχύ 200 MW, αρκετή για να ικανοποιήσει τις ανάγκες 140.000 οικογενειών.

Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια εξυπηρετεί δύο κύριες άμεσες χρήσεις, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη θέρμανση/ψύξη, αξιοποιώντας τη θερμότητα που προέρχεται από τα στρώματα της γης. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η πιο κοινή χρήση της γεωθερμικής ενέργειας είναι η θέρμανση και η ψύξη των κτιρίων. Σε ευρωπαϊκά λιμάνια εφαρμόζεται μόνο η αβαθής γεωθερμία. Λόγω του περιορισμένου αριθμού δημοσιευμένων ερευνητικών μελετών σχετικά με την εφαρμογή γεωθερμίας σε λιμάνια, δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα και τη δυνατότητα εφαρμογής της.

Ωκεάνια ενέργεια

Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι αξιοποίησης της ωκεάνιας ενέργειας είναι οι μετατροπείς κυματικής και παλιρροιακής ενέργειας. Ωστόσο, και οι δύο έχουν κάποια κρίσιμα μειονεκτήματα, όπως η περιορισμένη αξιοπιστία τους και το εξαιρετικά υψηλό τους κόστος. Καθώς οι δύο τεχνολογίες είναι αναπτυσσόμενες αλλά είναι ακόμη ανώριμες, δεν τυχαίνουν αξιόλογης εφαρμογής σε λιμάνια, συνεπώς και η σχετική βιβλιογραφία είναι ανεπαρκής.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΡΩΜΗΣ CIVITAVECCHIA, ΙΤΑΛΙΑ

Αξιοποίηση κυματικής ενέργειας στον κυματοθραύστη του λιμανιού

Το σύστημα αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας στο λιμάνι Civitavecchia της Ρώμης έχει εγκατεστημένο ένα στρόβιλο Wells των 20 kW. Είναι ωστόσο σχεδιασμένο, ώστε να περιλάβει τελικά 124 στρόβιλους Wells, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 2,48 MW. Λαμβάνοντας υπόψη την διαθέσιμη κυματική ενέργεια που είναι περίπου 13 GWh/έτος, η τελική μονάδα αναμένεται να απορροφά



Πηγή: The World Association for Waterborne Transport Infrastructure

περίπου 6 GWh/έτος, με παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2,55 GWh/έτος, ποσότητα που αντιστοιχεί σχεδόν στο 20% των συνολικών ενεργειακών αναγκών του λιμανιού.



ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΜΑΣΣΑΛΙΑΣ, ΓΑΛΛΙΑ

Ηλεκτροδότηση πλοίου από την ξηρά

Το λιμάνι της Μασσαλίας Fos είναι το πρώτο λιμάνι στη Γαλλία που προσφέρει ηλεκτρικές συνδέσεις στην προκυμαία για πλοία από και προς την Κορσική από το 2017. Προχωρώντας μπροστά, το επόμενο βήμα θα είναι να αναπτυχθούν λύσεις που θα επιτρέπουν τη σύνδεση πλοίων που απαιτούν περισσότερη ισχύ ή με πιο σύνθετες προδιαγραφές ισχύος, ιδίως για διεθνή οχηματαγωγά και κρουαζιερόπλοια που βρίσκονται σε αγκυροβόλιο ή σε ναυπηγική δεξαμενή. Κατά συνέπεια, οι προβλήτες του μελλοντικού διεθνούς τερματικού σταθμού Car Janet, ο οποίος μέχρι το 2022-2023 θα φιλοξενεί πλοία με προορισμό τη Βόρεια Αφρική ή προερχόμενα από αυτήν, θα είναι επίσης συνδεδεμένες με το δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

Παράλληλα, το λιμάνι της Μασσαλίας εργάζεται για την αύξηση της παραγωγής ηλιακής ενέργειας, εγκαθιστώντας φωτοβολταϊκά στις οροφές των υπόστεγων και των αποθηκών. Σήμερα, το λιμάνι τροφοδοτεί τα πλοία με ενέργεια



Πηγή: Ιστότοπος Λιμανιού Μασσαλίας

από το εθνικό δίκτυο ENEDIS. Η ηλεκτρική ενέργεια είναι εγγυημένα 100% ανανεώσιμη, εξασφαλίζοντας έτσι το μέγιστο περιβαλλοντικό όφελος. Με τις φωτοβολταϊκές στέγες του, τα επόμενα χρόνια το λιμάνι στοχεύει σε 100% αυτοπαραγόμενη ενέργεια, η οποία θα τροφοδοτείται στο εσωτερικό δίκτυο.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ, ΕΛΛΑΔΑ

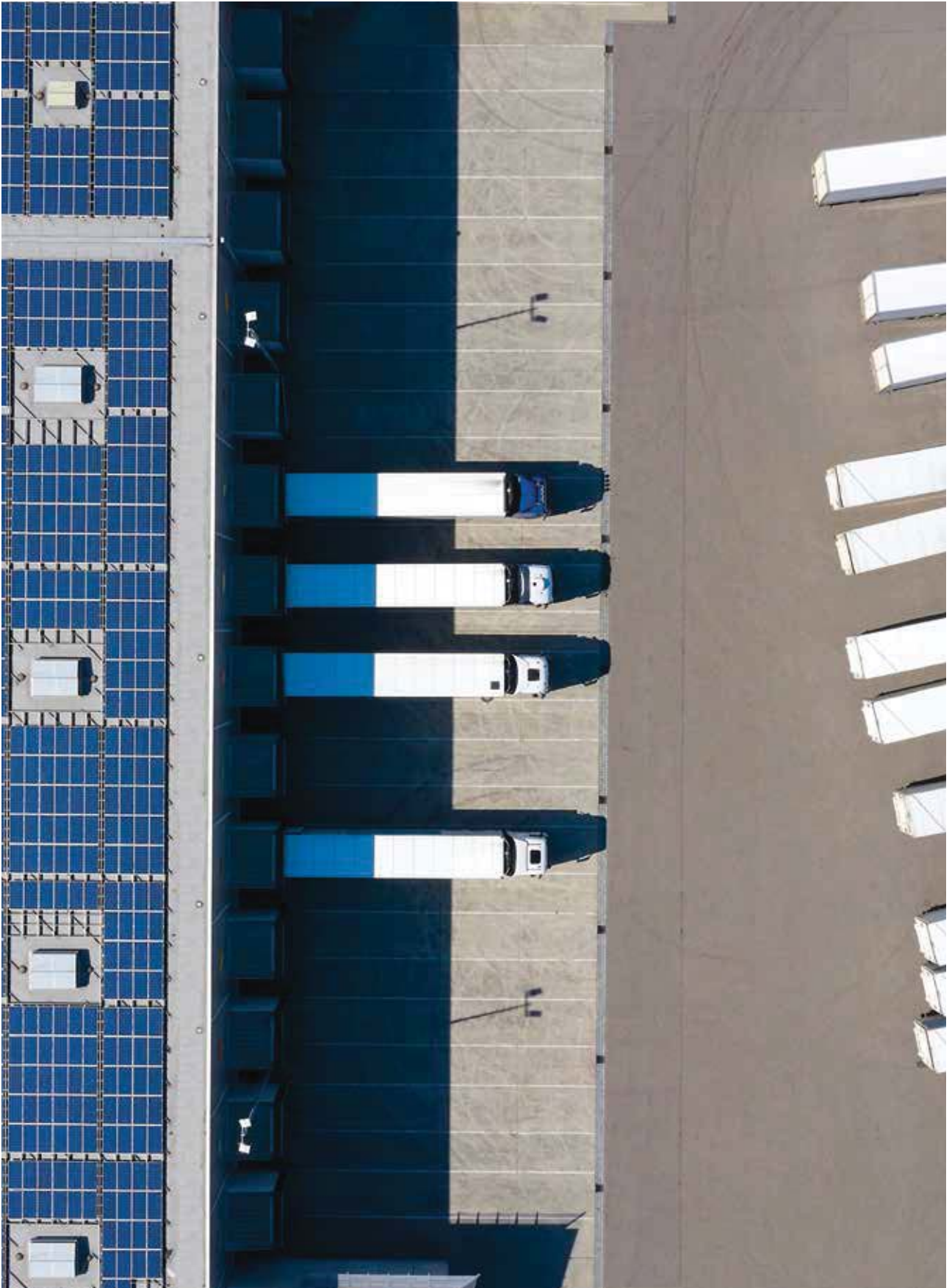
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγες

Το λιμάνι του Βόλου έχει εγκαταστήσει δύο φωτοβολταϊκά συστήματα ισχύος 100 kWp και 46,20 kWp στα κτίρια της νέας ιχθυαγοράς, τα οποία είναι συνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ενεργειακού συμψηφισμού (net-metering).

Τα συστήματα καλύπτουν το 100% των αναγκών ηλεκτροδότησης των κτιρίων της νέας ιχθυαγοράς. Από την λειτουργία τους αναμένεται να παραχθούν περίπου 225.000 kWh/έτος, που αντιστοιχεί στο 10% της σημερινής ενέργειας που καταναλώνεται από το λιμάνι.



Πηγή: Οργανισμός Λιμένος Βόλου, Εφημερίδα Ταχυδρόμος



iStock.com / Bim

6

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΤΡΟΦΟΔΩΤΩΝΤΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ «ΝΕΚΡΟ» ΧΡΟΝΟ

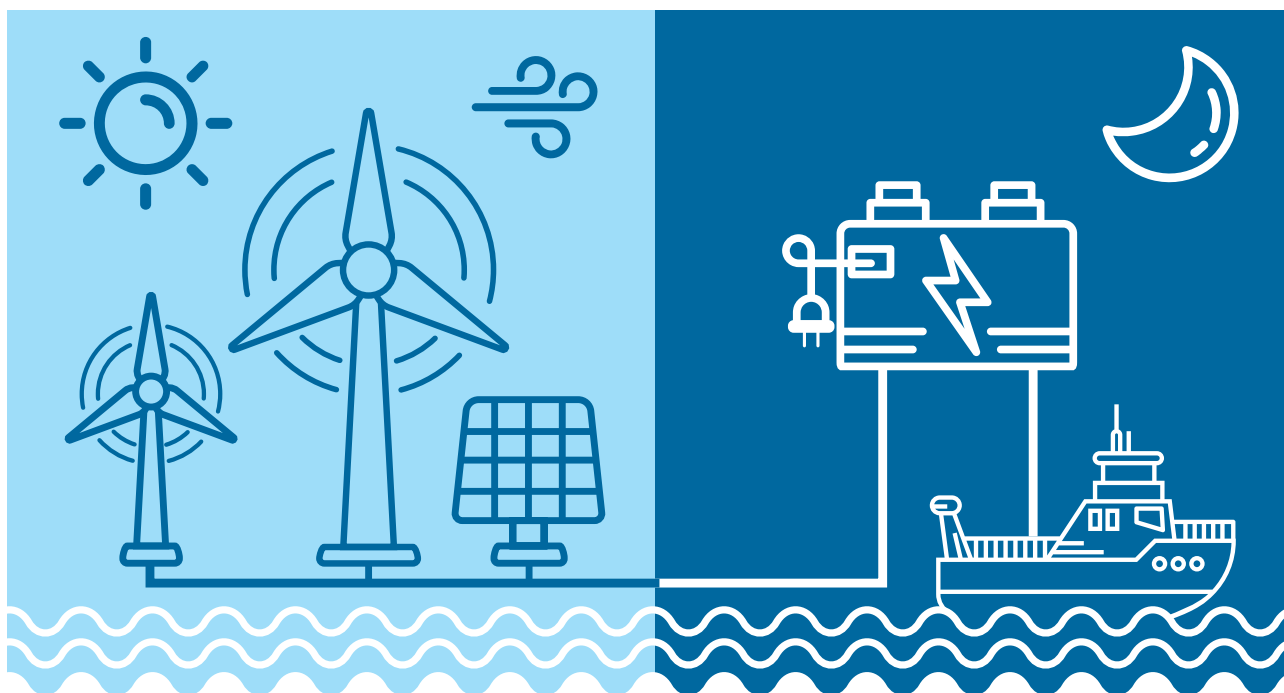
Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας υποστηρίζουν την ευέλικτη διαχείριση της πράσινης ενέργειας και εξασφαλίζουν ενεργειακή ασφάλεια στα λιμάνια, ενώ παράλληλα επιτρέπουν τον εξηλεκτρισμό του εξοπλισμού.

Για τα πράσινα λιμάνια απαιτούνται συστήματα αποθήκευσης ενέργειας σε συνδυασμό με τη χρήση ΑΠΕ. Έτσι, τα λιμάνια μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τη ρύπανση του αέρα και των υδάτων και την αλλοίωση των οικοτόπων. Τα συστήματα αποθήκευσης προσφέρουν εξοικονόμηση κόστους και καλύπτουν τη ζήτηση στην αγορά για υπεύθυνες αλυσίδες εφοδιασμού.

Τρία πετυχημένα παραδείγματα από διαφορετικές ηπείρους μείωσαν σημαντικά την κατανάλωση, τις εκπομπές, αλλά και το κόστος τους. Στο λιμάνι του Ρότερνταμ, ένα, μεγάλης κλίμακας, σύστημα αποθήκευσης ενέργειας μείωσε την ενεργειακή ζήτηση κατά 10%, εξοικονομώντας σημαντικά ενέργεια και βελτιώνοντας τη σταθερότητα του δικτύου. Στο λιμάνι του Λονγκ Μπιτς, στην Καλιφόρνια, ο συνδυασμός παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ με σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε ένα μικροδίκτυο, θα επιτρέψει στο λιμάνι να μειώσει το κόστος ηλεκτρικής κατανάλωσης κατά 60 χιλιάδες δολάρια ετησίως, ενώ το λιμάνι του Σίδνεϋ, στην Αυστραλία, πέτυχε ετήσια μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 15%.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΥΕΛΙΞΙΑ ΜΕ ΟΡΟΥΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας παρέχουν ενέργεια παντός καιρού



Πηγή: ReSEL TUC

Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας εξασφαλίζουν στα λιμάνια διαθέσιμη πράσινη ενέργεια σε ώρες και μέρες που η απευθείας παραγωγή από ΑΠΕ δεν είναι επαρκής.



ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΠΕ

Το λιμάνι του Λονγκ Μπιτς, στην Καλιφόρνια, στρέφεται στα μικροδίκτυα για μεγαλύτερη ενεργειακή ασφάλεια



Στο λιμάνι του Λονγκ Μπιτς βρίσκεται μια από τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις αποθήκευσης συσσωρευτών στον κόσμο, με περισσότερους από 1 εκατομμύριο συσσωρευτές ιόντων λιθίου και ενεργειακή χωρητικότητα 400 MWh. Το σύστημα μπορεί να ξεκινήσει ή να σταματήσει τη ροή ηλεκτρικής ενέργειας ή να επαναφορτιστεί σχεδόν αμέσως.

Προϋπόθεση για την τοποθέτηση πράσινων συστημάτων αποθήκευσης είναι η ενσωμάτωση των ΑΠΕ στην τροφοδοσία των εγκαταστάσεων αυτών, ενώ είναι ιδιαίτερα σημαντική η χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως τα έξυπνα δίκτυα και τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας, που επιτρέπουν την παρακολούθηση της χρήσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, τον εντοπισμό ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας και την αποτελεσματική κατανομή των πόρων. Στον Πίνακα παρουσιάζονται οι πιο γνωστοί τύποι αποθήκευσης ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε λιμάνια.

Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας υδρογόνου (Hydrogen Energy Storage Systems) αποθηκεύουν υδρογόνο, που παράγεται μέσω μεθόδων όπως η ηλεκτρόλυση του νερού ή η αναμόρφωση πλούσια σε υδρογόνο-μεθάνιο. Αποθηκευμένο σε δεξαμενές ή στη μορφή ενώσεων όπως μεταλλικά υδρίδια, το υδρογόνο μπορεί αργότερα να μετατραπεί ξανά σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω κυψελών καυσίμου ή καύσης (fuel cells).

Τα πλεονεκτήματα της αποθήκευσης ενέργειας υδρογόνου περιλαμβάνουν την ευελιξία της, τις χαμηλές



Τα μικροδίκτυα είναι καινοτόμα δίκτυα που ενσωματώνουν ΑΠΕ, αποθήκευση, έλεγχο φορτίου και συμβατικές επιτόπιες γεννήτριες, με έξυπνες λειτουργίες, για τη δημιουργία ενός συστήματος που εξασφαλίζει τη συνέχεια της λειτουργίας κατά τη διάρκεια διακοπών ρεύματος.

εκπομπές και τη δυνατότητά της να αποσυνδέσει την παραγωγή ενέργειας από την κατανάλωση. Είναι αποδοτική για αποθήκευση μεγάλης διάρκειας, και οι διάφορες πηγές παραγωγής της ταιριάζουν με τα συστήματα καθαρής ενέργειας. Ως αναδυόμενη τεχνολογία, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση με την κατάλληλη ανάπτυξη και ένταξη. Ωστόσο, οι προκλήσεις περιλαμβάνουν την ενεργειακά απαιτητική παραγωγή, τις δυσκολίες αποθήκευσης και τις απαιτήσεις για ειδική υποδομή.

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΛΙΜΑΝΙΑ**

Σύγκριση των βασικών χαρακτηριστικών και παραμέτρων των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας

	Υδρογόνου	Συσσωρευτές	Σφόνδυλοι	Συμπιεσμένος αέρας	Αντλησιοταμίευσης
Χαρακτηριστικά	Αποθήκευση ενέργειας υδρογόνου, γρήγορος χρόνος ανταπόκρισης, μέτρια χωρητικότητα ενέργειας	Επαναφορτιζόμενοι συσσωρευτές, γρήγορος χρόνος ανταπόκρισης, μέτρια χωρητικότητα ενέργειας	Περιστρεφόμενη μάζα, γρήγορος χρόνος ανταπόκρισης, χαμηλή χωρητικότητα ενέργειας	Αποθήκευση συμπιεσμένου αέρα, γρήγορος χρόνος ανταπόκρισης, μεγάλη χωρητικότητα ενέργειας	Αποθήκευση νερού σε διάφορα υψόμετρα, γρήγορος χρόνος ανταπόκρισης, υψηλή χωρητικότητα ενέργειας
Μετατροπή ενέργειας	Ηλεκτρική ενέργεια σε χημική και αντίστροφα	Ηλεκτρική ενέργεια σε χημική και αντίστροφα	Κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική και αντίστροφα	Ηλεκτρική σε δυναμική ενέργεια και αντίστροφα	Δυναμική σε ηλεκτρική ενέργεια και αντίστροφα
Ισχύς [MW]	0,01 - 1.000	0,1 - 100	0,001 - 1	10 - 1.000	100 - 1.000
Ενεργειακή χωρητικότητα [MWh]	100	-	0,001 - 0,1	Μεγαλώνει ανάλογα με την αποθηκευτική μονάδα	Μεγαλώνει ανάλογα με την αποθηκευτική μονάδα
Χρόνος αποθήκευσης	Ώρες - Μήνες	Μήνες	Ώρες	Μήνες	-
Χρόνος ανταπόκρισης	s - min	ms-s	s	min	s-min
Απόδοση	25 - 45%	85 - 98%	70 - 95%	70%	70 - 85%
Διάρκεια ζωής	20 έτη	10-20 έτη	20 έτη	20-40 έτη	50-100 έτη
Δυνατότητα επέκτασης	Μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί εύκολα	Μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί εύκολα	Περιορισμένη	Μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί εύκολα	Περιορισμένη
Περιβαλλοντική επίδραση	Εκπομπές κατά την παραγωγή υδρογόνου και δυνητικός κίνδυνος διαρροής εύφλεκτου αερίου	Επιπτώσεις από την εναπόθεση χημικών	Ελάχιστη	Κατά τη συμπίεση και αποσυμπίεση	Πιθανές επιπτώσεις στο οικοσύστημα λόγω μεγέθους
Κόστος [€/kWh]	2 - 15	360 - 1.500	80.000 - 320.000	1,5 - 115	8 - 55

*με βάση τη σημερινή εμπειρία



ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Ο πρώτος κλιματικά ουδέτερος σταθμός εμπορευματοκιβωτίων, βασισμένος στην τεχνολογία υδρογόνου, στο λιμάνι του Ντούισμπουργκ, Γερμανία



Πηγή: Hydrogen Central

Το υδρογόνο μπορεί να παραχθεί με καθαρές μεθόδους και να χρησιμοποιηθεί για αποθήκευση μεγάλης διάρκειας, καθιστώντας το πολύτιμο σύμμαχο σε πρωτοβουλίες απανθρακοποίησης λιμανιών.

Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας με συσσωρευτές (Battery Energy Storage Systems) βελτιώνουν την ενεργειακή διαχείριση, βελτιστοποιούν την ενσωμάτωση στο δίκτυο και αυξάνουν την αποδοτικότητα λειτουργίας. Σήμερα, συνήθως αποτελούνται από επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές ιόντων λιθίου, μονάδες μετατροπής ισχύος και προηγμένους αλγόριθμους ελέγχου. Οι συσσωρευτές λιθίου προτιμώνται λόγω της υψηλής πυκνότητας ενέργειας, της μακράς διάρκειας ζωής και της γρήγορης απόκρισης. Τα συστήματα αυτά, αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής ζήτησης ή όταν οι ΑΠΕ παράγουν περίσσεια ενέργειας, εξασφαλίζοντας αξιόπιστο και ευέλικτο ενεργειακό εφοδιασμό. Κρίσιμος παράγοντας είναι το σύστημα διαχείρισης του συσσωρευτή (Battery Management System, BMS), το οποίο παρακολουθεί και ελέγχει τη φόρτιση, την αποφόρτιση και την συνολική κατάσταση των μπαταριών.

Η μετατροπή της αποθηκευμένης ενέργειας από καταλύτες σε εναλλασσόμενο ρεύμα (DC σε AC) επιτυγχάνεται με αντιστροφείς (inverters) υψηλής απόδοσης, που συμβάλλουν στην ομαλή ενσωμάτωση των συσσωρευτών στο δίκτυο, επιτρέποντας στο σύστημα να παρέχει ενέργεια για τις λιμενικές λειτουργίες ή να εισάγει περίσσεια

ενέργεια στο ηλεκτρικό δίκτυο. Επίσης, ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας (Energy Management System, EMS) έχει καίριο ρόλο στην παρακολούθηση και τον συντονισμό της ροής ενέργειας, αφού μέσω της ανάλυσης των προτύπων ζήτησης και των απαιτήσεων του δικτύου, το EMS εξασφαλίζει την αποτελεσματική αποθήκευση ενέργειας, τη μείωση της ζήτησης αιχμής και την ενίσχυση της σταθερότητας του δικτύου.

Ακόμη, η σύνδεση με το δίκτυο επιτρέπει τη βελτιστοποίηση χρήσης ενέργειας μέσω της αποθήκευσής της στις περιόδους χαμηλής ζήτησης και της αποφόρτισής της στις περιόδους ζήτησης αιχμής, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κόστους και πόρων. Αναντίρρητα οι συσσωρευτές συμβάλλουν στη σταθερότητα του δικτύου με τη ρύθμιση συχνότητας και υποστήριξη τάσης, διασφαλίζοντας αξιόπιστο εφοδιασμό ενέργειας για τις λειτουργίες των λιμανιών.

Την ίδια στιγμή, σε καίρια συστήματα για την οικονομία και την παγκόσμια ανατροφοδότηση του εμπορίου όπως είναι τα λιμάνια, τα BESS είναι απαραίτητα, αφού ενισχύουν την ανθεκτικότητα των λειτουργιών παρέχοντας εφεδρική ενέργεια κατά τη διάρκεια διακοπών ρεύματος



ή έκτακτων περιστατικών. Αυτή η δυνατότητα εξασφαλίζει τη συνεχή λειτουργία των κρίσιμων λιμενικών υποδομών, μειώνοντας τον χρόνο αδράνειας και τις πιθανές οικονομικές απώλειες.

Ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας με φυγοκεντρική μονάδα (Flywheel Energy Storage System, FESS) αξιοποιεί την περιστροφική κινητική ενέργεια σφονδύλου για την αποθήκευση και απελευθέρωση ενέργειας. Αναλυτικότερα, το σύστημα αποτελείται από τον σφόνδυλο, έναν υψηλής ταχύτητας περιστρεφόμενο δίσκο που συνήθως κατασκευάζεται από υλικό, όπως ίνες άνθρακα ή χάλυβα, μέσα σε θάλαμο υπό κενό για να ελαχιστοποιηθούν η αντίσταση του αέρα και η τριβή, επιτρέποντάς του να περιστρέφεται σε υψηλές ταχύτητες με ελάχιστες απώλειες.

Ο σφόνδυλος συνδέεται με μονάδα κινητήρα-γεννήτριας, έτσι ώστε, κατά τη φάση φόρτισης, ο κινητήρας να χρησιμοποιεί την περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο ή από ΑΠΕ για να περιστρέψει τον σφόνδυλο,

προσδίδοντάς του κινητική ενέργεια, η οποία αποθηκεύεται στην περιστροφική κίνηση του σφονδύλου. Κατά τη φάση εκφόρτισης, η περιστροφική ενέργεια του σφονδύλου μετατρέπεται ξανά σε ηλεκτρική ενέργεια από τη γεννήτρια, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία διαφόρων λειτουργιών του λιμανιού. Ο σφόνδυλος, όπως και ο συσσωρευτής, χρησιμοποιεί προηγμένα συστήματα ελέγχου για την παρακολούθηση και τη διαχείριση των διαδικασιών φόρτισης/εκφόρτισης.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού στα λιμάνια είναι ότι ο σφόνδυλος παρέχει ή απορροφά γρήγορα ισχύ ανάλογα με τις ανάγκες, καθιστώντας το κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν εκρήξεις υψηλής ισχύος ή δυνατότητες γρήγορης αναβάθμισης. Αυτή η ανταπόκριση συμβάλλει στη σταθερότητα και την αξιοπιστία του ηλεκτρικού συστήματος του λιμανιού, ιδίως κατά τις περιόδους αιχμής της ζήτησης ή με την παρουσία διαλείπουσών ΑΠΕ. Ακόμη, σε αντίθεση με ορισμένες τε-

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

Συσσωρευτής για τη φόρτιση πλοίου στο λιμάνι του Άμστερνταμ



Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων, Ιστότοπος Λιμανιού Άμστερνταμ

Το λιμάνι του Άμστερνταμ δοκίμασε συσσωρευτή που τροφοδοτείται με τοπική αιολική ενέργεια, για να φορτίσει πλοίο μικρών αποστάσεων σε έναν από τους τερματικούς σταθμούς του. Ο συσσωρευτής παρέχει 630 kWh ηλεκτρικής ενέργειας, που αντιστοιχεί σε τουλάχιστον 12 ώρες ηλεκτρικής ισχύος από την ξηρά.



ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΣΦΟΝΔΥΛΟΥΣ

Υβριδικό σύστημα αποθήκευσης ενέργειας με σφόνδυλους στην Ολλανδία



Πηγή: Energy Storage news

Το σύστημα σφονδύλου έχει γρήγορη απόκριση, συμβάλλοντας στη σταθερότητα και αξιοπιστία του ηλεκτρικού συστήματος του λιμανιού, ιδίως κατά τις περιόδους αιχμής, ενώ έχει μειωμένο κόστος συντήρησης.

χνολογίες συσσωρευτών που εξασθενεί η χωρητικότητά τους με την πάροδο του χρόνου, οι σφόνδυλοι διατηρούν τα χαρακτηριστικά απόδοσής τους για πολλούς κύκλους φόρτισης-εκφόρτισης, με αποτέλεσμα μειωμένο κόστος συντήρησης.

Στο σύστημα αποθήκευσης συμπιεσμένου αέρα (Compressed Air Energy Storage), ο κινητήρας χρησιμοποιεί την περίσσεια ενέργεια των μονάδων ΑΠΕ, έτσι ώστε να κινεί τον συμπιεστή, ο οποίος στη συνέχεια συμπιέζει τον διαχεόμενο αέρα, ώστε να αποθηκευτεί σε υψηλή πίεση. Ως αποθηκευτικός χώρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί φυσική κοιλάδα του εδάφους ή ειδική δεξαμενή, ώστε ο συμπιεσμένος αέρας να αποθηκευτεί χωρίς να χάσει την υψηλή του πίεση, και να χρησιμοποιηθεί την κατάλληλη στιγμή, όταν το δίκτυο έχει ανάγκη παραγωγής ενέργειας. Κατά τη διάρκεια της αποφόρτισης, ο αέρας υψηλής πίεσης αναμιγνύεται συχνά με φυσικό αέριο, και στη συνέχεια πραγματοποιείται η καύση του μείγματος, με τα καυσάερια να διοχετεύονται σε αεριοστρόβιλο. Τέλος, ο αεριοστρόβιλος κινεί τη γεννήτρια μετατρέποντας έτσι την κινητική σε ηλεκτρική ενέργεια.

Συνοπτικά, η αποθήκευση συμπιεσμένου αέρα βελτιστοποιεί τη χρήση ενέργειας, σταθεροποιεί το δίκτυο και διευκολύνει την ένταξη ΑΠΕ, αν και απαιτείται η χρήση συμβατικών καυσίμων, συνήθως φυσικού αερίου, ενώ η χρήση της είναι προς το παρόν πάρα πολύ περιορισμένη.

Στο σύστημα αποθήκευσης ενέργειας με αντλησιοταμίευση (Pumped Hydro Energy Storage), αξιοποιείται η δυναμική ενέργεια του νερού που αποθηκεύεται σε διαφορετικά υψόμετρα για την αποθήκευση και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν υπάρχει πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο ή από ΑΠΕ, χρησιμοποιεί την ενέργεια αυτή για την άντληση νερού από χαμηλότερο ταμιευτήρα σε υψηλότερο. Κατά την εκφόρτιση, το αποθηκευμένο νερό απελευθερώνεται από τον υψηλότερο ταμιευτήρα και ρέει προς τα κάτω, όπου περνάει μέσα από στροβίλους, που μετατρέπουν τη δυναμική του ενέργεια σε κινητική, οδηγώντας τους στροβίλους στην ηλεκτροπαραγωγή.



Η αντλησιοταμίευση ενισχύει τη σταθερότητα του δικτύου παρέχοντας ταχεία απόκριση στις μεταβολές της ζήτησης ενέργειας, αφού το αποθηκευμένο νερό μπορεί να απελευθερωθεί και η ηλεκτρική ενέργεια να παραχθεί γρήγορα, συμβάλλοντας στην εξισορρόπηση του δικτύου και στη διατήρηση σταθερής παροχής.

Επιπλέον, τέτοια συστήματα έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης, καθιστώντας τα για τα λιμάνια μια αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική λύση αποθήκευσης ενέργειας. Σημαντικό μέρος της αποθηκευμένης ενέργειας μπορεί να ανακτηθεί και να μετατραπεί ξανά σε ηλεκτρική ενέργεια όποτε απαιτείται, εξοικονομώντας με τον τρόπο αυτό κόστος και πόρους.

Η χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας σε πράσινα λιμάνια, ευνοεί με ποικίλους τρόπους τη βιώσιμη ανάπτυξή τους, εξοικονομώντας φυσικούς πόρους και, κατ' επέκταση, μειώνοντας τις αέριες εκπομπές, βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα και μειώνοντας το οικολογικό αποτύπωμα. Η εφαρμογή τους εξοικονομεί μακροπρόθεσμα κόστος, αφού με την ενσωμάτωση και πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ΑΠΕ, τα λιμάνια μειώνουν την εξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα, καθώς και τη συνολική κατανάλωση ενέργειάς τους. Επιπλέον,

η υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών με συστήματα αποθήκευσης καθιστά εμφανή τη δέσμευση των λιμανιών προς περιβαλλοντική διαχείριση, προσελκύοντας περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένες επιχειρήσεις και επενδυτές, ενώ παράλληλα προωθεί συνεργασίες με ρυθμιστικές αρχές και τοπικές κοινότητες.

Ωστόσο, το αρχικό κόστος από την εγκατάσταση υποδομών ΑΠΕ και συστημάτων αποθήκευσης, είναι ακόμη υψηλό. Επίσης, οι τεχνολογικές εξελίξεις και η ανάγκη για εξειδικευμένη τεχνογνωσία στη διαχείριση των πράσινων τεχνολογιών αποτελούν προκλήσεις, μαζί με τις πολιτικές που διέπουν τις λιμενικές δραστηριότητες, οι οποίες δεν ευθυγραμμίζονται πάντα με την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών, αποτελώντας έτσι εμπόδιο για τη μετάβαση.

Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί δέσμευση των ενδιαφερόμενων μερών στοχεύοντας στην εναρμόνιση με τους στόχους της αειφορίας. Παρά τα εμπόδια, τα μακροπρόθεσμα οφέλη και οι θετικές επιπτώσεις των πράσινων συστημάτων αποθήκευσης, τα καθιστούν μια αξιόλογη επένδυση για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων και δεσμεύσεων των λιμένων.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ

Μια αποδοτική λύση αποθήκευσης για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας



Πηγή: Energy Storage news

Το σύστημα αποθήκευσης συμπιεσμένου αέρα βελτιστοποιεί τη χρήση ενέργειας στο λιμάνι, σταθεροποιεί το δίκτυο και διευκολύνει την ένταξη ΑΠΕ.

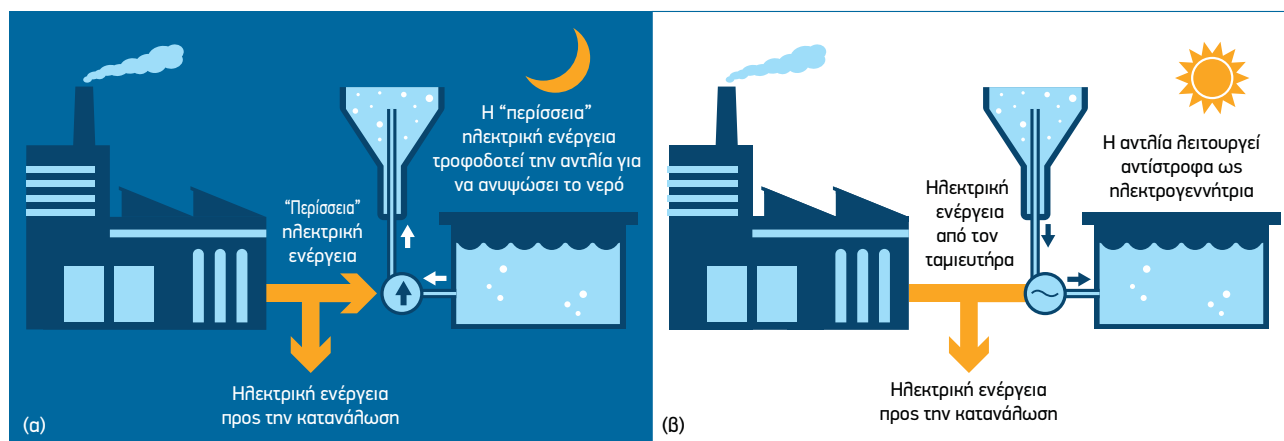


Μέσα από μια ιστορική αναδρομή είναι εμφανές πως παρά τις προκλήσεις που έχουν αντιμετωπίσει οι συσσωρευτές μέσα στα χρόνια, παραμένουν αναντικατάστατοι για την αποθήκευση ενέργειας. Η τεχνολογία τους έχει προχωρήσει σημαντικά, με βελτιωμένη ενεργειακή πυκνότητα, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και ασφάλεια. Μέσα από διάφορες εφαρμογές, σήμερα τροφοδοτούν ηλεκτρικά οχήματα, φορητές συσκευές, αποθηκεύουν ανανεώσιμη ενέργεια και σταθεροποιούν δίκτυα. Η εμπορική τους κλιμάκωση και προσβασιμότητα τους καθιστά μια πρακτική επιλογή, ενώ η συνεχής έρευνα αντιμετωπίζει τις προκλήσεις και προωθεί την καινοτομία, εξετάζοντας εναλλακτικές τεχνολογίες που δείχνουν υποσχόμενες στην έρευνα.

Η στροφή σε πιο καθαρές τεχνολογίες για την παραγωγή ενέργειας, δεν σημαίνει την απόρριψη των συσσωρευτών. Αντιθέτως, θεωρούνται ζωτικό κομμάτι της αποθήκευσης ενέργειας που δύναται να προσφέρει αναντικατάστατα πλεονεκτήματα για την ένταξη ΑΠΕ και τη σταθεροποίηση δικτύων. Μια συνολική προσέγγιση που τους αξιοποιεί μαζί με άλλες λύσεις αποθήκευσης ενέργειας, όπως αντλίες υδροηλεκτρικής ισχύος και το υδρογόνο, πρέπει να εξεταστεί για να καλύψει ειδικές απαιτήσεις, παράλληλα με την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των διαφόρων τεχνολογιών. Μέσα από μια ισορροπημένη προσέγγιση που αντιμετωπίζει τα τρωτά σημεία τους και δρα συμπληρωματικά με άλλες τεχνολογίες, θα μπορέσουν να συμβάλουν σε ένα βιώσιμο ενεργειακό μέλλον.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΝΤΛΗΣΙΟΤΑΜΙΕΥΣΗ

Σχηματική αναπαράσταση υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων με αντλίες αντιστροφής και δύο ταμειευτές τη χρονική περίοδο α) χαμηλής ζήτησης, β) υψηλής ζήτησης.



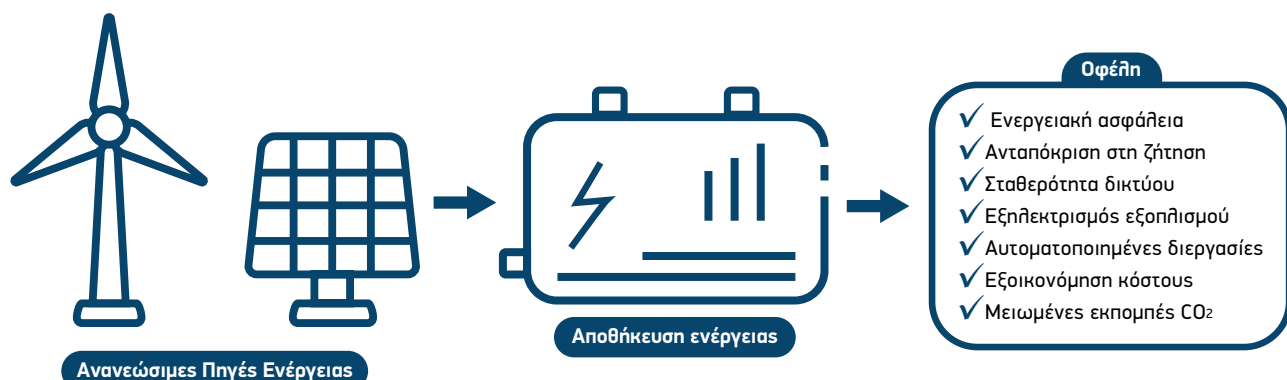
Πηγή: Τσούτσος Θ., 2013

Το σύστημα αντλησιοταμίευσης παρουσιάζει ταχεία απόκριση στις μεταβολές της ζήτησης ενέργειας, ενισχύοντας τη σταθερότητα του δικτύου του λιμανιού, ενώ έχει μεγάλη διάρκεια ζωής.



Η ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΧΕΙ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑ ΟΦΕΛΗ

Οφέλη της επιτόπιας παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας



Πηγή: ReSEL TUC

Η χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας επιτρέπει στα λιμάνια να αξιοποιήσουν πλήρως το δυναμικό τους σε ΑΠΕ, μειώνοντας την εξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα και βελτιώνοντας το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΡΟΤΕΡΝΤΑΜ, ΟΛΛΑΝΔΙΑ

Εγκατάσταση συσσωρευτών μεγάλης κλίμακας για αποθήκευση ανανεώσιμης ενέργειας

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η εφαρμογή ενός προηγμένου συστήματος αποθήκευσης ενέργειας για την υποστήριξη των βιώσιμων λειτουργιών του λιμανιού, που περιλαμβάνει εγκαταστάσεις συσσωρευτών μεγάλης κλίμακας για την αποθήκευση της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Οι συσσωρευτές αποθηκεύουν ενέργεια κατά τις περιόδους χαμηλής ζήτησης και καλύπτουν περιόδους αιχμής, εξασφαλίζοντας σταθερή παροχή ενέργειας. Επιπλέον, το λιμάνι διαθέτει σύστημα που μετατρέπει την πλεονάζουσα ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια μέσω ηλεκτρόλυσης σε υδρογόνο, το οποίο αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται ως εναλλακτική πηγή ενέργειας για διάφορες εφαρμογές εντός του λιμανιού. Επιπρόσθετα, έχει επενδύσει σε τεχνολογίες έξυπνου δικτύου και προηγμένα συστήματα διαχείρισης ενέργειας, τα οποία παρακολουθούν και βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας σε όλο



Πηγή: Port Technology International

το λιμάνι, επιτρέποντας την αποτελεσματική διανομή και χρήση της αποθηκευμένης ενέργειας.

Το σύστημα μείωσε την ενεργειακή ζήτηση κατά 10% και αύξησε την ετήσια παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας κατά 25%. Επίσης, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μειώθηκαν κατά 15.000 μετρικούς τόνους ετησίως (20%) και οι εκπομπές αζώτου (NO_x) ελαττώθηκαν κατά 30%. Ακόμη, η ευελιξία του δικτύου έχει αυξηθεί κατά 35%, επιτρέποντας την ομαλότερη ενσωμάτωση ΑΠΕ, ενώ τα λειτουργικά έξοδα που συνδέονται με την καταπόληση ηλεκτρικής ενέργειας έχουν μειωθεί κατά 10%.

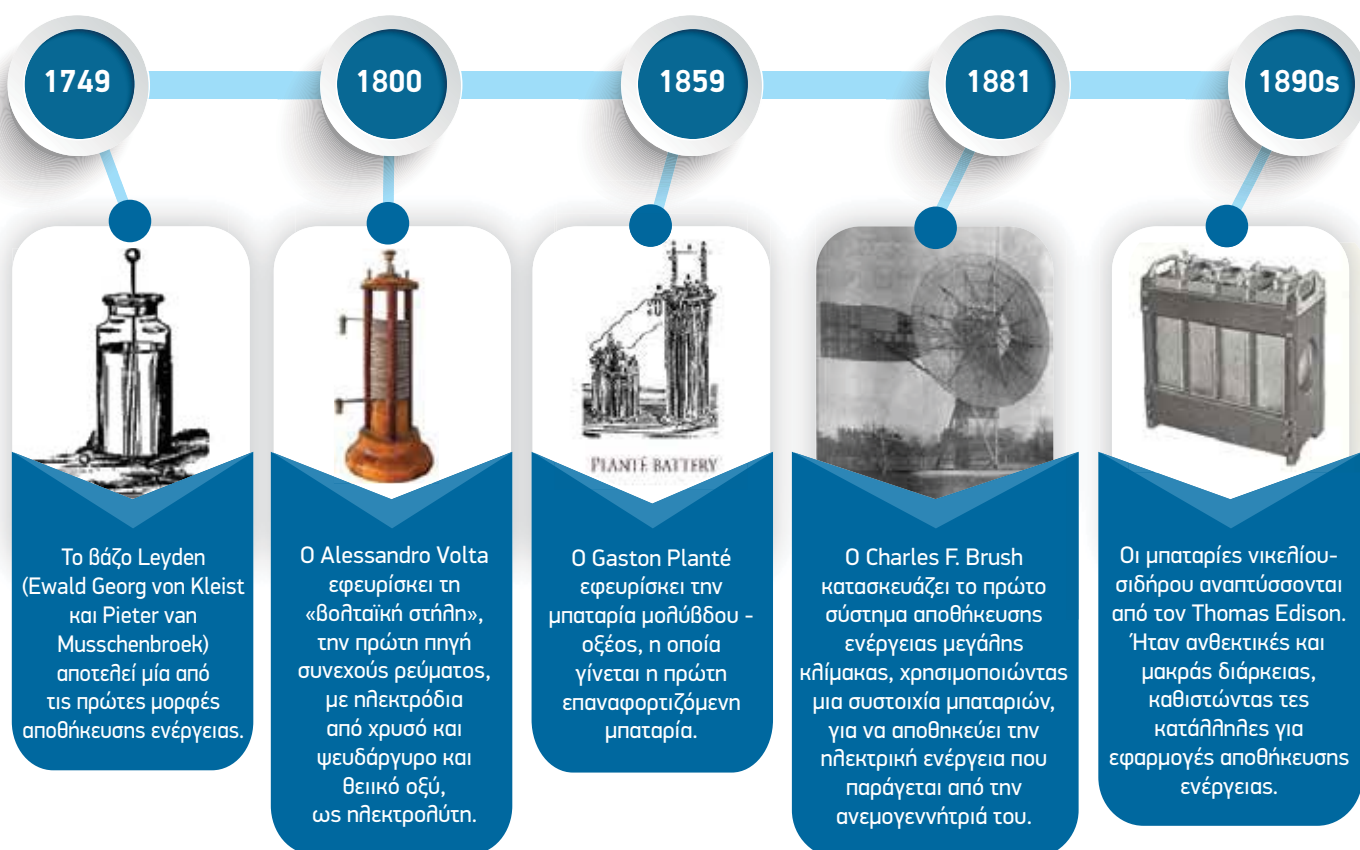


iStock.com / Suphanat Khumsap



Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ ΑΝΑ ΤΙΣ ΔΕΚΑΕΤΙΕΣ

Από τα πρώτα στοιχεία αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι τα σύγχρονα συστήματα μεγάλης κλίμακας



Η διαχρονική εξέλιξη των συσσωρευτών τους έχει καταστήσει κατάλληλους και απαραίτητους σε πλήθος εφαρμογών.



Διαρκής έρευνα και εξέλιξη. Διάφορες χώρες και εταιρείες ανακοινώνουν φιλόδοξους στόχους για την ανάπτυξη της αποθήκευσης ενέργειας για την υποστήριξη της ενεργειακής μετάβασης.



1970s



Διερευνώνται και αναπτύσσονται διάφορες τεχνολογίες, όπως οι μπαταρίες ροής, η αποθήκευση ενέργειας με πεπιεσμένο αέρα (CAES) και οι σφόνδυλοι.

1991



Η Sony παρουσιάζει την πρώτη εμπορική μπαταρία ιόντων λιθίου. Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου φέρνουν επανάσταση στον κλάδο των φορητών ηλεκτρονικών συσκευών και γίνονται δημοφιλής επιλογή για την αποθήκευση ενέργειας λόγω της υψηλής ενεργειακής πυκνότητάς τους.

2000



Η ζήτηση για συστήματα αποθήκευσης ενέργειας αυξάνεται με την αυξανόμενη ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τεχνολογίες όπως η αντλιοσταμείωση, οι μπαταρίες θείου νατρίου και οι μπαταρίες ιόντων λιθίου συνεχίζουν να εξελίσσονται.

2010s



Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη σταθεροποίηση του δικτύου. Έργα μεγάλης κλίμακας, όπως το Hornsdale Power Reserve στην Αυστραλία, αναδεικνύουν τις δυνατότητες της αποθήκευσης ενέργειας για εφαρμογές δικτύου.

2020

7

ΛΙΜΑΝΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Στο μέλλον, η έννοια του λιμανιού μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (zero energy port) θα είναι πιο επίκαιρη από ποτέ, με τα λιμάνια να εφαρμόζουν ένα συνδυασμό τεχνολογιών, στοχεύοντας στην ενεργειακή ανεξαρτησία και στις μηδενικές εκπομπές, ενισχύοντας παράλληλα τη σύνδεσή τους με την πόλη.

Ο στόχος για Λιμάνια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (Zero Energy Port, ZEP), κατά συνέπεια και μηδενικών αέριων εκπομπών, είναι σήμερα πιο ρεαλιστικός από ποτέ. Όπως εξετάστηκε ήδη στα προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχει σημαντικό εύρος τεχνικών λύσεων, που είναι και οικονομικά βιώσιμες, και ο κατάλληλος συνδυασμός τους, ανάλογα με την τυπολογία κάθε λιμανιού, μπορεί να δώσει το προσδοκώμενο αποτέλεσμα. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται οι προοπτικές αυτές συγκριτικά.

Τα βασικά κριτήρια για το Λιμάνι Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης είναι:

1. η ποιότητα του αέρα,
2. η αποδοτική χρήση της ενέργειας και η χρήση ΑΠΕ,
3. η μείωση της ρύπανσης του νερού και η διατήρηση της ποιότητάς του,
4. ο εξηλεκτρισμός / υβριδισμός εξοπλισμού,
5. η μετρίαση της ηχορύπανσης,
6. η διαχείριση απορριμμάτων,
7. τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας,
8. η διατήρηση της ποιότητας του φυσικών οικοτόπων.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΜΠΙΛΜΠΑΟ, ΙΣΠΑΝΙΑ

Τερματικός σταθμός LNG για τροφοδοσία πλοίων

Στο λιμάνι του Μπιλμπάο έχει εγκατασταθεί τερματικός σταθμός ανεφοδιασμού LNG, που διαθέτει κρυογονική δεξαμενή με χωρητικότητα αποθήκευσης 1.000 m³, η οποία επιτρέπει στο φυσικό αέριο να διατηρείται σε υγρή κατάσταση στους -160°C. Το τερματικό τροφοδοτεί δύο φέρρυ, τα οποία καταπλέουν επίσης στο γειτονικό λιμάνι του Santander, το οποίο διαθέτει τερματικό LNG με την ίδια χωρητικότητα. Και οι δύο τερματικοί σταθμοί συγχρηματοδοτούνται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω του προγράμματος Connecting Europe Facility.

Στο πλαίσιο της στρατηγικής του λιμανιού για απανθρακοποίηση, σχεδιάζεται επίσης η κατασκευή ενός από τα μεγαλύτερα εργοστάσια στον κόσμο για την παραγωγή συν-



Ένα Λιμάνι Θετικής Ενέργειας λειτουργεί με βάση τις αρχές της ενεργειακής απόδοσης, καλύπτοντας τις ενεργειακές του ανάγκες με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε μεγάλο ποσοστό. Παράλληλα, το ίδιο καθίσταται «πηγή» πράσινης ενέργειας, τροφοδοτώντας τα ελλιμενισμένα πλοία με ηλεκτρισμό, και διοχετεύοντας την περίσσεια παραγώγιμης ενέργειας στο δίκτυο της περιοχής.

Παράλληλα παρουσιάζεται το λιμάνι και ως λύση για την πράσινη ναυσιπλοΐα, δηλαδή την τροφοδοσία των ελλιμενισμένων πλοίων από την ξηρά με ηλεκτρισμό και καθαρά καύσιμα (λιμάνια θετικής ενέργειας).

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο

Το Υγροποιημένο Φυσικό Αέριο (Liquefied Natural Gas, LNG) χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές εφαρμογές παγκοσμίως. Συγκεκριμένα, στα λιμάνια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως καύσιμο για την τροφοδοσία πλοίων όσο και για άλλες λειτουργίες εσωτερικής ναυσιπλοΐας. Το κύριο μειονέκτημα του LNG είναι ότι χρειάζεται ευρύχωρες υποδομές για τη διευκόλυνση των σημείων αποθήκευσης

θετικών καυσίμων από πράσινο υδρογόνο, που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σε μεταγενέστερο στάδιο, σχεδιάζεται να δημιουργηθεί μονάδα παραγωγής αερίου από αστικά απόβλητα, όπως χαρτί, χαρτόνι, πλαστικό και υφάσματα, αποφεύγοντας έτσι τη χρήση συμβατικών καυσίμων και προωθώντας την κυκλική οικονομία.



Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων, Ιστότοπος Λιμανιού Μπιλμπάο



και ανεφοδιασμού του. Από την άλλη πλευρά, οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τη χρήση LNG, είναι λιγότερες από εκείνες των καυσίμων με βάση το πετρέλαιο. Συγκεκριμένα, οι εκπομπές SO₂ μειώνονται σημαντικά και οι εκπομπές CO₂, NO_x μειώνονται σχεδόν κατά 25%. Εν τούτοις, η πρόσφατη εμπειρία έδειξε ότι η λύση αυτή συνεχίζει να δημιουργεί πρόβλημα στην ενεργειακή ανεξαρτησία, ενώ παράλληλα παράγει αέρια του θερμοκηπίου.

Ανανεώσιμα καύσιμα

Είναι περιορισμένες σήμερα οι μελέτες για τη χρήση της βιομεθανόλης ως κύριου καυσίμου για πλοία. Σε σύγκριση με τα συμβατικά πλοία, οι μειώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, αποδεικνύονται σημαντικές. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετά μειονεκτήματα στη χρήση της βιομεθανόλης, όπως το υψηλότερο κόστος από άλλα καύσιμα, οι υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά την παραγωγή της και η έλλειψη εμπειρίας σε εμπορική κλίμακα.

Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί είτε σε βιοαέριο, είτε σε υγρά βιοκαύσιμα, τα οποία αποτελούν βιώσιμες ευκαιρίες για τα λιμάνια: η βιομάζα από τα απόβλητα των δραστηριοτήτων τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά αντί για ορυκτά καύσιμα, οδηγώντας σε περιβαλλοντικά και οι-

κονομικά οφέλη: για παράδειγμα, τα βιοκαύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδοσία φορτηγών. Ωστόσο, η βιομάζα και τα βιοκαύσιμα απαιτούν συγκεκριμένες τεχνικές και εξοπλισμό κατά τη διάρκεια των εργασιών βασικής τους εκμετάλλευσης. Ο συνδυασμός της πολυπλοκότητας και του υψηλού κόστους των μηχανών, μαζί με τον κίνδυνο κακής τους χρήσης, αποθαρρύνει τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να τα επιλέξουν ως εναλλακτική λύση σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα.

Οι κυψέλες καυσίμου υδρογόνου χρησιμοποιούνται κυρίως για αποθήκευση και τροφοδοσία αρκετών τύπων μηχανημάτων. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδοσία πλοίων, αλλά αυτό δεν είναι συνήθης πρακτική, με ελάχιστα παραδείγματα να λειτουργούν προς το παρόν. Διάφορα λιμάνια έχουν εφαρμόσει υδρογόνο για τους τερματικούς σταθμούς τροφοδοσίας εμπορευματοκιβωτίων, τους γερανούς και άλλες εργασίες διακίνησης εμπορευμάτων. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη αρκετοί λόγοι που περιορίζουν την ευρεία χρήση του, όπως το κόστος, συχνά η εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα για τη διάσπαση του νερού, οι αυστηρές προδιαγραφές για την αποθήκευση και μεταφορά του και, τέλος, ο υψηλός κίνδυνος ως εύφλεκτο αέριο.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΒΑΛΕΝΘΙΑ, ΙΣΠΑΝΙΑ

Αποθήκευση υδρογόνου για τροφοδότηση λιμενικού εξοπλισμού

Στο λιμάνι της Βαλένθια έχει εγκατασταθεί ειδικά σχεδιασμένος κινητός σταθμός τροφοδοσίας υδρογόνου, ο οποίος θα τροφοδοτεί δύο οχήματα στο λιμάνι, ένα γερανοφόρο εμπρόσθιας ανύψωσης και έναν ελκυστήρα. Ο σταθμός περιλαμβάνει ένα σταθερό μέρος, σχεδιασμένο για την υποδοχή, αποθήκευση και συμπίεση του υδρογόνου

σε κατάλληλη πίεση, και ένα κινητό μέρος που αποθηκεύει το συμπιεσμένο υδρογόνο και το διανέμει για ανεφοδιασμό των οχημάτων.

Το έργο έχει χρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και, μεταξύ άλλων, έχει σκοπό να δοκιμάσει τη χρήση του υδρογόνου σε πραγματικές λειτουργίες του λιμανιού και να εντοπίσει τρόπους βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και της ασφάλειας. Το έργο συνεισφέρει επίσης στη δέσμευση του λιμανιού της Βαλένθια να καταστεί λιμάνι μηδενικών εκπομπών μέχρι το 2030.



Πηγή: H2Ports, Ιστότοπος λιμανιού Βαλένθια



Μετατροπή απορριμμάτων

Στα λιμάνια απαιτείται η καθημερινή διαχείριση τεράστιου όγκου αποβλήτων. Μια βέλτιστη και δοκιμασμένη λύση είναι αυτός ο όγκος να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας ή βιοκαυσίμων. Ωστόσο, απαιτείται σημαντική αρχική

επένδυση που πολλές λιμενικές αρχές δεν μπορούν να υποστηρίξουν οικονομικά. Στη διαθέσιμη βιβλιογραφία υπάρχει περιορισμένος αριθμός μελετών σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων ως προς την αειφορία στα λιμάνια.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΑΜΣΤΕΡΝΤΑΜ, ΟΛΛΑΝΔΙΑ

Μετατροπή μη ανακυκλώσιμων απορριμμάτων σε μεθανόλη

Το 2023 αναμένεται να λειτουργήσει στο λιμάνι του Άμστερνταμ το εργοστάσιο Advanced Methanol Amsterdam (AMA), το οποίο θα παράγει περίπου 87,5 κιλοτόνους ετησίως ανανεώσιμης μεθανόλης, από μη ανακυκλώσιμα απορρίμματα, χρησιμοποιώντας προηγμένη τεχνολογία αεριοποίησης υψηλής θερμοκρασίας Winkler (HTW). Αυτό ισοδυναμεί με τα απόβλητα από 290.000 νοικοκυριά που διαφορετικά θα αποστέλλονταν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή θα αποτεφρώνονταν. Η μεθανόλη χρησιμοποιείται για ανάμειξη με καύσιμα και θεωρείται ως βιώσιμο ναυτιλιακό καύσιμο για το μέλλον.

Θα υπάρχει επίσης μια μονάδα δοκιμών και ένα κέντρο γνώσης για την περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας και την απόκτηση εμπειρίας με διάφορες ροές απορριμμάτων.



Πηγή: Ιστότοπος Λιμανιού Άμστερνταμ

των. Το εργοστάσιο βιοκαυσίμων θα κατασκευαστεί στο BioPark, μια περιοχή ανάπτυξης στο λιμάνι του Άμστερνταμ για παραγωγούς ανανεώσιμων καυσίμων. Το BioPark διαθέτει μια σειρά από τερματικά για να διευκολύνεται η αποθήκευση, η μεταφόρτωση και η ανάμειξη πρώτων υλών, καθώς και μια αποβάθρα βαθέων υδάτων μήκους 365 μέτρων, καθιστώντας το μια ελκυστική τοποθεσία για πελάτες κυκλικής οικονομίας.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΓΙΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Βασικά χαρακτηριστικά των εναλλακτικών καυσίμων

Τεχνολογία	Περιγραφή / Λειτουργία	Μειονεκτήματα	Πλεονεκτήματα
Εναλλακτικά πράσινα καύσιμα (βιομάζα, βιοκαύσιμα)	Αξιοποίηση της βιομάζας και των βιοκαυσίμων αντί για ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας	- Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης για τα μηχανήματα - Χαμηλή τεχνολογία	- Καύσιμα χαμηλού κόστους - Πολλαπλές εφαρμογές - Δεν υπάρχει υποβάθμιση τοπίου
Εναλλακτική χρήση ελαιοδών αποβλήτων	Παραγωγή θερμικής ενέργειας από πετρελαιοειδή απόβλητα	Υψηλό κόστος κεφαλαίου και αρχικής επένδυσης	- Κυκλική οικονομία - Χαμηλότερο ενεργειακό κόστος για θέρμανση / ψύξη

Πηγή: Sifakis & Tsoutsos, 2021



Έξυπνα μικροδίκτυα

Τα έξυπνα δίκτυα και τα μικροδίκτυα είναι οι συνδυαστικοί κρίκοι για όλα τα διαθέσιμα μέτρα και τεχνολογίες, καθώς προσφέρουν δυνατότητες ελέγχου και αυτοματοποίησης. Για παράδειγμα, η ενέργεια που παράγεται από μία ή περισσότερες ΑΠΕ, μπορεί να διανεμηθεί στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μικροδικτύου, το οποίο στοχεύει στη βέλτιστη συνεργασία αυτών των δύο ξεχωριστών συστημάτων. Τα μικροδίκτυα που αξιοποιούν ηλιακά, αιοηλικά και άλλα συστήματα ΑΠΕ, προσφέρουν την ευκαιρία στα λιμάνια να καλύψουν αποτελεσματικά τις απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας μέσω πράσινης ηλεκτροπαραγωγής και εξοικονόμησης ενέργειας. Παρά τον περιορισμένο αριθμό μελετών για έξυπνα δίκτυα ή μικροδίκτυα σε λιμενικές υποδομές, η τεχνογνωσία και η σχέση κόστους-οφέλους αυτής της τεχνολογίας καθιστούν απαραίτητη την εφαρμογή της σε μελλοντικά έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας (Smart Energy Management Systems, SEMS).

Σχεδιασμός Λιμανιού Μηδενικής Ενέργειας-Κής Κατανάλωσης

Στην ενότητα αυτή αξιολογούνται και ταξινομούνται οι διαθέσιμες τεχνολογίες για την πράσινη μετάβαση ενός λιμανιού, με κριτήρια την οικονομική και τεχνολογική ωριμότητά τους και την εμπειρία εφαρμογής τους στον τομέα, μετά από βιβλιογραφική έρευνα.

Με βάση την ταξινόμηση, πιο ώριμη τεχνολογία ΑΠΕ είναι τα φωτοβολταϊκά, καθώς προσφέρουν μια οικονομικά αποδοτική λύση, ευρέως διαδεδομένη και τυχαίουν υψηλής κοινωνικής αποδοχής, ενώ η μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια που απαιτούν μπορεί να καλυφθεί από την αξιοποίηση ελεύθερων χώρων σε οροφές. Οι ανεμογεννήτριες, είτε υπεράκτιες είτε χερσαίες, είναι μια εξαιρετική πηγή πράσινης ενέργειας, αλλά το κόστος τους αποτελεί εμπόδιο. Αποτελούν ώριμη και ευρέως διαδεδομένη τεχνολογία, ενώ εάν συνδυαστούν με φωτοβολταϊκά και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, αποτελούν μια ολοκληρωμένη πράσινη λύση.

Επιπλέον, είναι αποδεδειγμένο ότι η πλησιονότητα των λύσεων που αφορά τον εξοπλισμό διαχείρισης εμπορευμάτων είναι αρκετά ώριμες και αποδοτικές, εφόσον έχουν εγκατασταθεί και δοκιμαστεί ήδη σε διάφορα λιμάνια σε όλο τον κόσμο. Ορισμένες λύσεις φαίνεται να είναι λιγότερο ώριμες και η εμπειρία δεν είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια μετά την εγκατάσταση. Οι προτεινόμενες τεχνολογίες και τεχνικές έχουν πολλά θετικά αποτελέσματα όπως λιγότερη συμφόρηση και μικρότερους χρόνους αναμονής, τα οποία συμβάλλουν στον απώτερο στόχο, δηλαδή τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

ΛΙΜΑΝΙ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ, ΕΛΛΑΔΑ Οδικός χάρτης για την πράσινη μετάβαση του λιμανιού

Το λιμάνι της Ηγουμενίτσας διαθέτει οδικό χάρτη για τη μετατροπή του σε πράσινο λιμάνι. Το σχέδιο δράσης περιλαμβάνει:

- ρευματοδότηση πλοίων από ξηράς, έξυπνο σύστημα διαχείρισης και παρακολούθησης ενέργειας, σύστημα φόρτισης, σύστημα εναλλαγής μπαταριών σε πλοία και οχήματα και σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (πράσινο υδρογόνο).
- μελέτες για την διαχείριση των λιμενικών αποβλήτων, με διαχωρισμό και κομποστοποίησή τους για την παραγωγή LNG που θα χρησιμοποιείται στα οχήματα.
- ανάπτυξη φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύος 2,5 MWp για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του λιμανιού, αντικατάσταση των λαμπτήρων των πυλώνων φωτισμού για εξοικονόμηση έως και 80% ηλεκτρικής ενέργειας, αναβάθμιση της ενεργειακής κλάσης των κτιρίων σε A+++ με



Πηγή: ALFION, Οργανισμός Λιμένος Ηγουμενίτσας Α.Ε.

τοποθέτηση συστήματος γεωθερμίας από το γεωθερμικό δυναμικό της θάλασσας και τοποθέτηση φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών αστικού περιβάλλοντος για ενεργειακό συμψηφισμό, αφαλάτωση θαλασσινού νερού για την τροφοδότηση των πλοίων με καθαρό νερό.

Με την υλοποίηση του σχεδίου, θα παρέχεται πράσινη ηλεκτρική ενέργεια σε πλοία και σε χερσαία οχήματα, επιτυγχάνοντας μείωση των εκπομπών των πλοίων και του θορύβου των βοηθητικών κινητήρων τους, όπως και μείωση του συνολικού περιβαλλοντικού αποτυπώματος των μεταφορικών δραστηριοτήτων στην περιοχή του λιμανιού.



ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΛΙΜΑΝΙΟΥ

Ταξινόμηση τεχνολογιών με βάση την οικονομική και τεχνολογική ωριμότητα και την εμπειρία εφαρμογής τους

Περιοχή εφαρμογής	Τεχνολογία	Οικονομική ωριμότητα ¹	Τεχνολογική ωριμότητα ² (min: +, max: +++)	Εμπειρία ³
Παροχή ηλεκτρισμού	Ενέργεια από βιομάζα	++	++	++
	Αιοθική ενέργεια (χερσαία - υπεράκτια)	+++	++	+++
	Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	+++	++	+++
	Παλιρροιακή ενέργεια	+++	++	+++
	Γεωθερμική ενέργεια	++	++	++
	Ηλεκτροδότηση από την ξηρά	+++	++	+++
	Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας	+	+++	+++
Φωτισμός & HVAC (δρόμοι, κτίρια)	Καινοτόμες τεχνολογίες	+++	+++	+++
	Αισθητήρες αυτοματισμού	+++	++	+++
Οχήματα	Ηλεκτρικά οχήματα	++	++	++
	Ενέργεια από υδρογόνο	+	++	+
	Βιοκαύσιμα	++	+	++
	Ηλεκτροδότηση ελλειμενισμένων πλοίων από την ξηρά	+++	++	+++



Εσωτερικές συνθήκες	Βελτιστοποίηση συστημάτων HVAC	++	++	++
	Συστήματα θέρμανσης νερού (λέβητες βιομάζας)	+++	+++	++
	Αποδοτική χρήση ζεστού νερού	++	++	+++
	Συστήματα απομακρυσμένου ελέγχου	+++	++	+++
Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας	Αυτοματοποιημένοι λιμενικοί τερματικοί σταθμοί	++	++	+++
	Εξηλεκτρισμός του εξοπλισμού χειρισμού φορτίου	++	++	+++
	Ηλεκτροδότηση πλοίων από την ξηρά	+++	++	+++
Ποιότητα νερού	Αντλία θαλασσινού νερού	+	++	+
Διαχείριση απορριμμάτων	Καινοτόμες φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις	+++	++	+++
	Ανάλυση κύκλου ζωής απορριμμάτων πλοίων	++	++	+++
	Εναλλακτική χρήση αποβλήτων πετρελαίου για παραγωγή θερμικής ενέργειας	+++	+++	++

Πηγή: Sifakis & Tsoutsos, 2021

¹ **Οικονομική ωριμότητα:** Εφόσον η τεχνολογία είναι καινοτόμος, τα κόστη προμήθειας και συντήρησης είναι υψηλά. Μετά τη μαζική της παραγωγή, γίνεται πολύ πιο ελκυστική από οικονομικής πλευράς.

² **Τεχνολογική ωριμότητα:** Εξαρτάται τόσο από το χρόνο που πέρασε από την πρώτη εμφάνιση της τεχνολογίας όσο και από την εφαρμογή της σε έργα, μαζί με τα προβλήματα που προέκυψαν. Χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο η συχνότητα που βρέθηκε κάθε τεχνολογία σε διαφορετικές μελέτες.

³ **Εμπειρία:** Εξαρτάται από την τεχνογνωσία των μηχανικών στη συγκεκριμένη τεχνολογία και πόσες φορές έχει εφαρμοστεί σε πραγματικά έργα σε λιμάνια. Εάν εφαρμόζεται πάνω από πέντε χρόνια στο χώρο αλλά έχουν προκύψει κάποια προβλήματα, καταγράφεται ως τεχνολογία μέσης εμπειρίας.

Η προσέγγιση μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης απαιτεί μια δυναμική, βήμα προς βήμα διαδικασία, κατά την οποία οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων θα πρέπει να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν τις κατάλληλες λύσεις, ξεκινώντας από την πιο ώριμη και οικονομικά ελκυστικότερη.



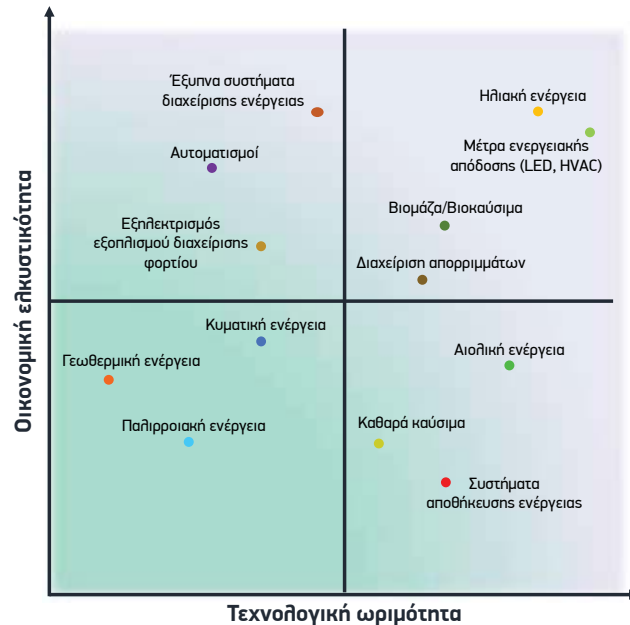
Η ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΒΗΜΑ ΠΡΟΣ ΒΗΜΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ενδεικτικό σχέδιο προτεραιοτήτων για ένα Λιμάνι Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης

Άξονας προτεραιότητας	Μέτρα	Χρονικός ορίζοντας		
		Βραχυπρόθεσμα	Μεσοπρόθεσμα	Μακροπρόθεσμα
Περιβαλλοντική διαχείριση	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης για φωτισμό και συστήματα θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού	•		
	Εξομάλυνση αιχμής/μετατόπιση φορτίου	•		
	Μείωση της ταχύτητας των πλοίων		•	
	Εικονικός χρόνος άφιξης			•
	Ηλεκτροδότηση ελλιμενισμένων πλοίων από την ξηρά	•		
	Εξηλεκτρισμός/υβριδισμός του εξοπλισμού χειρισμού φορτίων		•	
	Αυτοματισμός των λιμενικών τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων			•
	Αυτοματοποιημένα συστήματα πρόσδεσης			•
	Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων		•	
	Χερσαίες ανεμογεννήτριες	•		
Συστήματα ΑΠΕ	Πλωτές ανεμογεννήτριες			•
	Υπεράκτιες ανεμογεννήτριες		•	
	Κυματική ενέργεια		•	
	Παλιρροιακή ενέργεια			•
	Γεωθερμική ενέργεια			•
	Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας		•	
	Υδροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), μεθανόλη, υδρογόνο			•
Εναλλακτικά / ανανεώσιμα καύσιμα και διαχείριση απορριμμάτων	Βιομάζα, βιοκαύσιμα		•	
	Εναλλακτική χρήση πετρελαιοειδών αποβλήτων	•		



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΛΚΥΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Πηγή: Sifakis & Tsoutsos, 2021

Η ταξινόμηση των τεχνολογιών μέσω συνδυασμού κριτηρίων, όπως η οικονομική ελκυστικότητα και η τεχνολογική ωριμότητα, μπορεί να αποτελέσει έναν γρήγορο οδηγό προτεραιοποίησης λύσεων για τα λιμάνια, στην πορεία πράσινης μετάβασής τους.

Προκειμένου τα λιμάνια να απανθρακοποιηθούν και να προσεγγίσουν την έννοια του λιμανιού μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης θα πρέπει να αξιοποιήσουν τα δυνατά τους σημεία και να εκμεταλλευτούν αποτελεσματικά κάθε επερχόμενη ευκαιρία. Για παράδειγμα, θα πρέπει να εκμεταλλευτούν χρηματοδοτικές ευκαιρίες από δημόσιους ή ιδιωτικούς φορείς, για να καλύψουν το υψηλό αρχικό κεφάλαιο για τέτοιες επενδύσεις. Το προσωπικό των λιμανιών θα πρέπει επίσης να ενημερωθεί και να εκπαιδευτεί στις νέες τεχνολογίες.

Οι παρούσες συνθήκες είναι ευνοϊκές, με την Ευρωπαϊκή Ένωση να προωθεί και να χρηματοδοτεί σχετικές επενδύσεις. Η ενεργή προσπάθεια των λιμενικών αρχών να μετατρέψουν ένα λιμάνι σε λιμάνι μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης πέραν της ανακαίνισης των υποδομών, μπορεί να ενισχύσει την κοινωνική αποδοχή του λιμανιού και να το καταστήσει παράδειγμα για τους κατοίκους της πόλης προς ένα πιο βιώσιμο μέλλον.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΛΙΜΑΝΙΟΥ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ



Σχεδόν μηδενική εξάρτηση από τη χρήση ορυκτών καυσίμων
Άφθονο αξιοποιήσιμο δυναμικό ΑΠΕ
Ευελιξία και αξιοπιστία μέσω του συνδυασμού ΑΠΕ
Περιορισμένο κόστος συντήρησης
Ποικιλομορφία ενεργειακού εφοδιασμού και διαχείριση των φορτίων αιχμής
Μείωση των αερίων του θερμοκηπίου
Ανάπτυξη των λιμενικών περιοχών και πόλεων (κοινωνική, οικονομική, κ.λπ.)
Ενίσχυση της ελκυστικότητας του λιμανιού λόγω των καινοτόμων τεχνολογιών
Παράλληλη αναβάθμιση των τεχνικών υποδομών του λιμανιού
Το λιμάνι ως παράδειγμα για τους επισκέπτες και τους κατοίκους των λιμενικών πόλεων



Πιθανές αρνητικές κοινωνικές αντιδράσεις
Διατάραξη του τοπίου
Επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα
Υψηλός κίνδυνος από την εφαρμογή ανώριμων τεχνολογιών
Κόστος μεταφοράς ενέργειας (π.χ. από μεγάλα υπεράκτια ή πλωτά αιολικά πάρκα)
Υψηλή αρχική επένδυση
Έλλειψη εμπειρίας του λιμενικού προσωπικού στις νέες τεχνολογίες
Περιορισμένη ευελιξία των μεμονωμένων ΑΠΕ για την κάλυψη του βασικού φορτίου
Η εγκατάσταση ΑΠΕ εξαρτάται από την τοποθεσία και τη διαθεσιμότητα χώρου
Ανταγωνισμός με άλλες λιμενικές δραστηριότητες

Πηγή: ReSEL TUC

8 ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

Από την αρχαιότητα, τα λιμάνια αποτελούσαν πυρήνα γύρω από τον οποίο αναπτύσσονταν οι πόλεις. Τηρώντας τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και της αρμονικής συμβίωσης με την πόλη, ήρθε ο καιρός τα λιμάνια να διεκδικήσουν ξανά τον παλιό τους ρόλο.

Ο ολοένα αυξανόμενος όγκος εργασιών στα λιμάνια, με την έκρηξη τόσο των εμπορευματικών όσο και των επιβατικών μεταφορών, έχει επιφέρει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις λιμενικές πόλεις, όπως έχει αναλυθεί σε προηγούμενα κεφάλαια. Η πολυδιάστατη λειτουργία των λιμανιών θα συναντηθεί με την ανάγκη για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, αλλά και τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο σύνολο των λιμενικών δραστηριοτήτων, αξιοποιώντας μια πληθώρα οικονομικά και τεχνολογικά ώριμων λύσεων που έχουν παρουσιαστεί στον παρόντα οδηγό.

Το λιμάνι του μέλλοντος θα επιτελεί την κλασική του λειτουργία ως κέντρο εξυπηρέτησης των ναυτιλιακών μεταφορών, αλλά παράλληλα θα αποτελέσει και τόπο υποστήριξης της λειτουργίας των πόλεων, παρέχοντας πράσινη

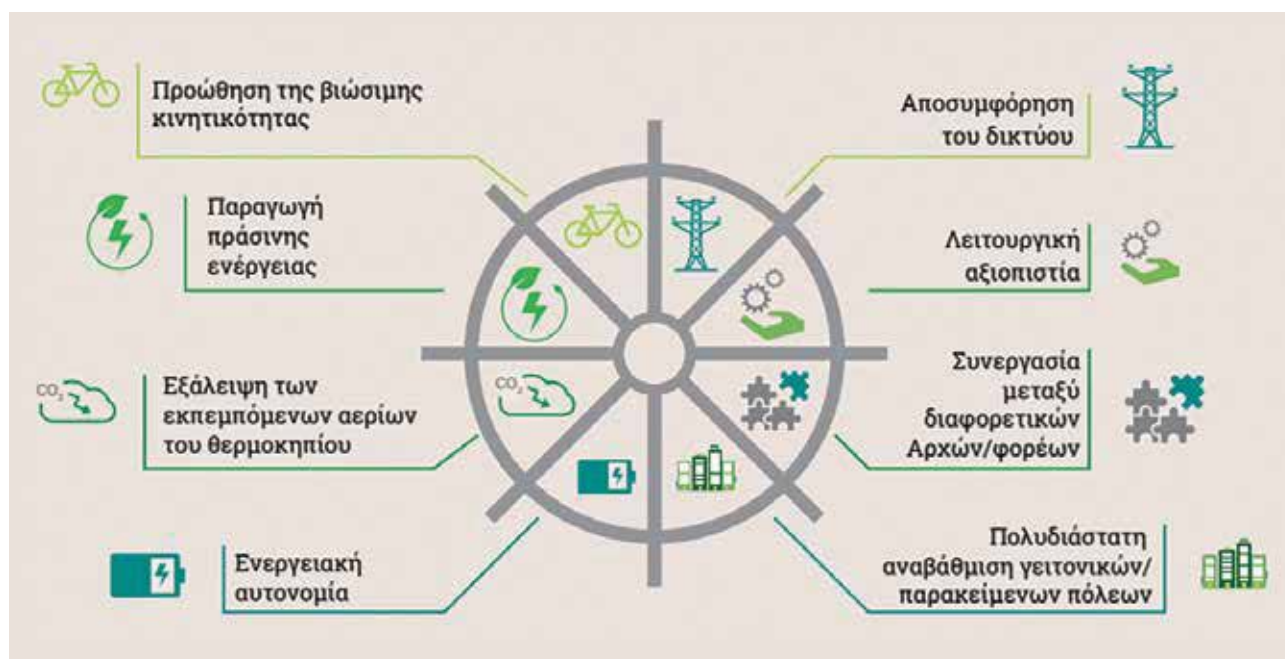
ενέργεια, χώρους πολιτισμού και διασκέδασης, χώρους στάθμευσης, αξιοποίηση απορριμμάτων, ως υπόδειγμα συμβίωσης δραστηριοτήτων.

Πλέον η δημιουργία λιμανιών μηδενικών εκπομπών δεν φαίνεται μακρινός στόχος. Η σύγχρονη τεχνολογία διαθέτει τα εργαλεία για οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά βιώσιμες λύσεις. Απαιτείται ολιστική θεώρηση και προτεραιοποίηση αυτών των λύσεων ξεκινώντας από τις πλέον αποδοτικές. Κάνοντας το επόμενο βήμα, το λιμάνι του μέλλοντος θα μπορεί να τροφοδοτεί κατά τη διάρκεια του ελλειμισμού τους και τα πόλεις με καθαρή ενέργεια, αποτελώντας έτσι λιμάνι «θετικής» ενέργειας.

Το έξυπνο λιμάνι του μέλλοντος ενσωματώνει τεχνολογικές καινοτομίες σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων του. Στο παρελθόν μια τεχνολογική καινοτομία υπήρξε η χρήση εμπορευματοκιβωτίων, η οποία κατόρθωσε να μεταμορφώσει τις διεθνείς εμπορευματικές μεταφορές, κάνοντάς τις ταχύτερες και αποτελεσματικότερες. Σήμερα, οι τεχνολογικές καινοτομίες αφορούν έξυπνες και απομακρυσμένες λειτουργίες, συλλογή και διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων, ρομποτική, αυτόνομα οχήματα κτλ.

ΣΥΜΒΙΩΣΗ ΛΙΜΑΝΙΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΗΣ

Τομείς επίδρασης των λιμανιών στις τοπικές κοινωνίες



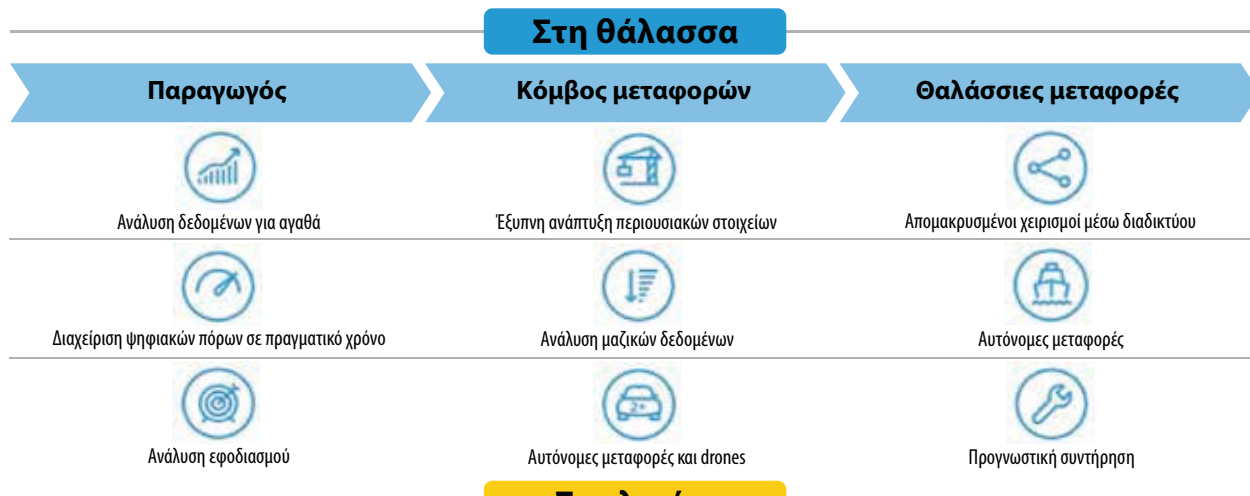
Πηγή: Άρτας της Ευρωπαϊκής Κινητικότητας, 2022

Το λιμάνι του μέλλοντος αναμένεται να συμβιώνει αρμονικά με την πόλη, αναβαθμίζοντας και όχι υποβαθμίζοντας τις γειτονιάζουσες περιοχές.



ΛΙΜΑΝΙΑ: ΧΩΡΟΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Τεχνολογικές καινοτομίες στα λιμάνια



Τα λιμάνια αυξάνουν την ενσωμάτωση καινοτομιών σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας με ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Κάποιες από αυτές, όπως απομακρυσμένοι χειρισμοί μέσω διαδικτύου, είναι σήμερα συνηθισμένες σε μεγάλα λιμάνια, ενώ άλλες, όπως τα drones, αναμένεται να επηρεάσουν το ναυτιλιακό τομέα εκτενώς, στο εγγύς μέλλον.

Πηγή: Deloitte και ESPO, μετάφραση ReSEL TUC



Η επίδραση των έξυπνων τεχνολογικών λύσεων στο ναυτιλιακό τομέα είναι πολύπλευρη. Αρχικά, η αυξημένη διαφάνεια στις εμπορικές ροές και δραστηριότητες, μέσω της ψηφιοποίησης, παρέχει ποιοτική πληροφορία στους ενδιαφερόμενους φορείς, όσον αφορά την αξιοποίηση των υποδομών και την κατανομή των πόρων. Τα βελτιωμένα κανάλια επικοινωνίας και η ευκολότερη συλλογή και διάδοση μεγάλου όγκου δεδομένων, επιτρέπουν πιο διαφανή επικοινωνία όσον αφορά τις λιμενικές δραστηριότητες. Ακόμη, οι απομακρυσμένες και αυτοματοποιημένες λειτουργίες αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των λιμενικών εργασιών και ενισχύουν την ασφάλεια στην περιοχή του λιμανιού, μειώνοντας σημαντικά τον κίνδυνο ατυχημάτων. Στον αντίποδα, η ψηφιακή υποδομή καθίσταται γρήγορα ξεπερασμένη και συνεπώς πρέπει να αντικαθίσταται συχνότερα (κάθε τρία έως πέντε χρόνια) σε σχέση με τις παραδοσιακές υποδομές (20 - 25 χρόνια), γεγονός που ασκεί πίεση στο επενδυτικό κόστος. Η ψηφιοποίηση αναμένεται να επηρεάσει και τα ζητούμενα επαγγελματικά προφίλ για το λιμενικό προσωπικό. Το γεγονός αυτό δημιουργεί επαγ-

γελματικές ευκαιρίες αλλά και πιθανές συνέργειες μεταξύ λιμανιού και πόλης, μιας και η πόλη διαθέτει εργατικό δυναμικό υψηλού μορφωτικού επιπέδου.

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals, SDGs), υιοθετήθηκαν από τα Ηνωμένα Έθνη το 2015 ως παγκόσμια έκκληση για δράση, για τον τερματισμό της φτώχειας, την προστασία του πλανήτη και τη διασφάλιση ότι μέχρι το 2030 όλοι οι άνθρωποι θα απολαμβάνουν ειρήνη και ευημερία. Βασικές αρχές των 17 στόχων είναι ότι οι διάφοροι τομείς είναι αλληλένδετοι, με τη δράση σε έναν τομέα να επηρεάζει τα αποτελέσματα σε άλλους, και ότι η ανάπτυξη πρέπει να εξισορροπεί την κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

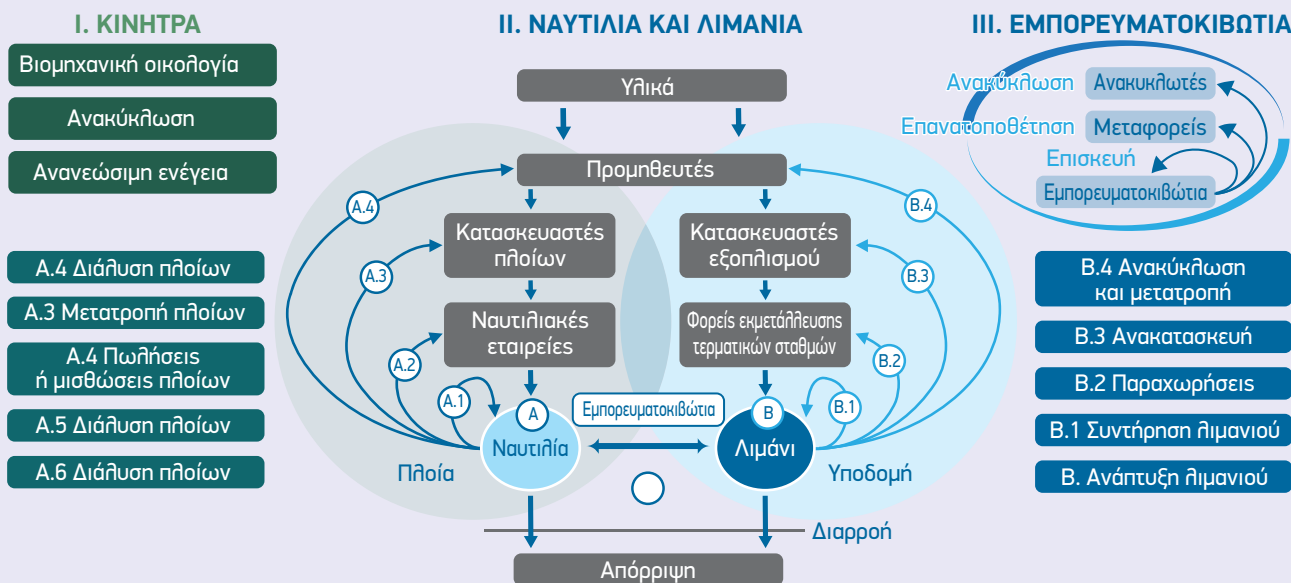
Η έκκληση για δράση δεν έμεινε αναπάντητη από τον ναυτιλιακό τομέα, με το Παγκόσμιο Πρόγραμμα για τη Βιωσιμότητα των Λιμανιών (World Ports Sustainability Program, WPSP) να υιοθετεί τους 17 στόχους και να τους προσαρμόζει στο ναυτιλιακό πλαίσιο, ορίζοντας με τον τρόπο αυτό ένα χάρτη πορείας για τα λιμάνια προς ένα πιο βιώσιμο μέλλον.



istock.com / piola666

**ΜΟΝΑΔΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ**

Η κυκλική οικονομία στη λιμενική και ναυτιλιακή βιομηχανία



Πηγή: Notteboom, Pallis & Rodrigue, 2022

Στη λιμενική και ναυτιλιακή βιομηχανία μπορούν να ενσωματωθούν τέσσερις κοινές αρχές της **κυκλικής οικονομίας**:

(α) Συντήρηση. Το προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα και να παραταθεί ο κύκλος ζωής του. Για τη διατήρηση αποδεκτών συνθηκών λειτουργίας, τόσο τα πλοία (A.1) όσο και τα λιμάνια (B.1) απαιτούν περιοδική συντήρηση. Για τα περιουσιακά στοιχεία έντασης κεφαλαίου, η συντήρηση είναι συνήθης υποχρέωση για την παράταση του κύκλου ζωής τους, αντίθετα με πολλά καταναλωτικά αγαθά που δεν έχουν σχεδιαστεί για επισκευή. Η συντήρηση είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο ζήτημα για τους λιμενικούς τερματικούς σταθμούς, καθώς οι λειτουργίες πρέπει να συνεχιστούν όσο γίνεται η συντήρηση.

(β) Επαναχρησιμοποίηση. Η ίδια η αγορά για πωλήσεις ή μισθώσεις πλοίων (A.2), επιτρέπει την κοινή χρήση και τη βέλτιστη χρήση των ναυτιλιακών περιουσιακών στοιχείων. Για παράδειγμα, συχνά οι ναυτιλιακές εταιρείες μισθώνουν περιουσιακά στοιχεία των πλοίων τους. Στο τέλος της μίσθωσης, το πλοίο μπορεί να επιστρέψει στην αγορά χρηματοδοτικής μίσθωσης και να «επαναχρησιμοποιηθεί». Ένα άλλο κυκλικό χαρακτηριστικό αφορά την αποθήκευση πλοίων σε περιφερειακές υπηρεσίες όταν εισάγονται νέα και μεγαλύτερα πλοία. Οι παραχωρήσεις (B.2) μπορούν να θεωρηθούν ως μηχανισμοί κυκλικότητας όπου οι λιμενικές αρχές προσφέρουν τερματικά περιουσιακά στοιχεία προς μίσθωση. Μόλις ολοκληρωθεί η παραχώρηση, το περιουσιακό στοιχείο τερματικού μπορεί να μισθωθεί από άλλο

φορέα εκμετάλλευσης τερματικού σταθμού.

(γ) Ανακατασκευή. Τα πλοία μπορούν να μετατραπούν αποκτώντας νέες χρήσεις και νέες τεχνολογίες πρόωσης (A.3). Για παράδειγμα, τα πρώτα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων μετατράπηκαν σε πλοία μεταφοράς χύδην και χύδην ετερογενούς φορτίου, και τα πρώτα κρουαζιερόπλοια μετατράπηκαν σε πλοία γραμμής. Οι απαιτήσεις καυσίμου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο παρακινούν πολλές ναυτιλιακές εταιρείες να μετατρέψουν εκ νέου τους κινητήρες των πλοίων τους. Στον λιμενικό τομέα, η αλλαγή της λειτουργίας ή των λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός λιμενικού τερματικού σταθμού με την αναβάθμιση του υπάρχοντος εξοπλισμού (B.3) είναι μορφή κυκλικότητας. Για παράδειγμα, οι γερανοί και άλλος εξοπλισμός μπορούν να αναβαθμιστούν για αυτοματισμό.

(δ) Ανακύκλωση. Υπάρχει εκτεταμένη βιομηχανία που διαλύει πλοία και ανακυκλώνει τα εξαρτήματά τους, ιδιαίτερα μέταλλα (A.4). Με το πέρας του κύκλου ζωής του, ο τερματικός εξοπλισμός μπορεί να απορριφθεί και να ανακυκλωθεί (B.4). Ένα πιο περίπλοκο ζήτημα αφορά την αξιοποίηση ενός τερματικού σταθμού που μπορεί να μετατραπεί για άλλες χρήσεις, όπως οικιστικές, δηλαδή η τοποθεσία να «ανακυκλωθεί» με αστικές ανακατασκευές.

Τα εμπορευματοκιβώτια αντιπροσωπεύουν εξειδικευμένη μορφή κυκλικότητας. Στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους (περίπου 15 χρόνια), μπορούν να ανακυκλωθούν ή να αποκτήσουν άλλες χρήσεις (π.χ. αποθήκευση, χώρο γραφείου).



Παρόλο που όλα τα λιμάνια εξυπηρετούν τις ίδιες βασικές λειτουργίες, δηλαδή τη μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων, εντούτοις το καθένα είναι διαφορετικό και έχει ξεχωριστά χαρακτηριστικά. Με βάση τις υπηρεσίες τους και τη ζήτηση ενέργειας, έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κύριες τυπολογίες: τοπικά, εθνικά και διεθνή λιμάνια. Εντωμεταξύ, δεν υπάρχουν διεθνώς καθορισμένα κριτήρια με βάση τα οποία τα λιμάνια θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ενεργειακά ανεξάρτητα, μηδενικών εκπομπών, Λιμάνια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης ή λιμάνια θετικής ενέργειας. Ωστόσο, πολλά λιμάνια στην Ευρώπη και διεθνώς, εφαρμόζουν στις λειτουργίες τους όλο και περισσότερα μέτρα και τεχνολογίες στο πλαίσιο της προσαρμογής τους στην κλιματική αλλαγή, δείχνοντας την μελλοντική κατεύθυνση προς την ανεξάρτησή τους από τον άνθρακα.

Στον παρόντα οδηγό αναλύθηκε και αξιολογήθηκε μια πληθώρα μέτρων για το πράσινο λιμάνι του μέλλοντος, επισημαίνοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, την οικονομική και τεχνολογική ωριμότητά τους, την αποδοτικότητά τους και το επίπεδο της σχετικής τεχνολογίας. Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων για τα λιμάνια, μπορούν να επωφεληθούν από τον οδηγό, παίρνοντας πρώτες απαντήσεις σε καίρια ερωτήματα, ώστε να επιλέξουν πού να επικεντρώσουν τις προσπάθειές τους, με βάση την τυπολογία τους και τα διαφορετικά επιχειρηματικά σχέδιά τους. Ο οδηγός προτείνει μια βήμα προς βήμα διαδικασία, ξεκινώντας από ένα σχέδιο προτεραιοτήτων, με βάση την απο-

τελεσματικότητα, την οικονομική και τεχνολογική ωριμότητα του κάθε μέτρου, δρομολογώντας έτσι τη μετατροπή ενός λιμανιού σε μια πιο βιώσιμη υποδομή, απαλλαγμένη από τον άνθρακα.

Αρκετά μέτρα ενεργειακής απόδοσης εξετάστηκαν και αξιολογήθηκαν, όπως η ηλεκτροδότηση των πλοίων από την ξηρά (cold ironing), η οποία, εάν ενσωματωθεί με ΑΠΕ, μπορεί να προσφέρει εξαιρετικές μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στο ενεργειακό κόστος. Άλλες εναλλακτικές λύσεις, όπως η μετατόπιση της ζήτησης ενέργειας σε ώρες εκτός αιχμής, ο έλεγχος της ταχύτητας των πλοίων κατά τη διάρκεια της παρουσίας τους στις περιοχές των λιμένων (ελλημενισμός), έχουν εξίσου καλές επιδόσεις. Επιπλέον, ο εξηλεκτρισμός του λιμενικού εξοπλισμού είναι σημαντικός, καθώς επιτρέπει επίσης την αυτοματοποίηση σε πολλές λιμενικές υπηρεσίες, όπως και τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας.

Αξιολογήθηκαν επίσης τεχνολογίες παραγωγής καθαρής, πράσινης ενέργειας, με πιο συνθισμένες που εφαρμόζονται στα λιμάνια να είναι τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες, με χερσαία, υπεράκτια ή πλωτά αιοηλικά πάρκα. Οι εφαρμογές της ωκεάνιας, της παλιρροιακής και της γεωθερμικής ενέργειας στα λιμάνια βρίσκονται υπό διερεύνηση. Η τεχνολογική τους ανωριμότητα, σε συνδυασμό με το υψηλό αρχικό κεφάλαιο που απαιτείται, αποθαρρύνει τις λιμενικές αρχές από την εφαρμογή τους ή ακόμη και από τη διεξαγωγή σχετικής έρευνας. Οι τεχνολογίες παραγωγής

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΑΜΒΟΥΡΓΟΥ, ΓΕΡΜΑΝΙΑ

HafenCity, η πόλη του λιμανιού

Με πάνω από 830 χρόνια ζωής, το λιμάνι του Αμβούργου, το μεγαλύτερο της Γερμανίας και τρίτο της Ευρώπης σε όγκο εμπορευμάτων, ήταν ανέκαθεν συνυφασμένο με την ιστορία της πόλης. Το λιμάνι εφαρμόζει τις αρχές της βιωσιμότητας, υιοθετώντας και ενσωματώνοντας στην πράξη τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών.

Σε μια πρώην λιμενική και βιομηχανική έκταση 157 εκταρίων, βρίσκεται σε εξέλιξη από το 2003, ένα από τα μεγαλύτερα έργα αστικής ανάπτυξης στην Ευρώπη, το HafenCity. Το HafenCity αποτελεί ένα ζωντανό και πυκνοκατοικημένο αστικό περιβάλλον με έντονο ναυτικό



Πηγή: HafenCity GmbH

χαρακτήρα, που συνδυάζει χώρους κατοικίας, εργασίας, πολιτισμού, αναψυχής, τουρισμού και λιμανικού εμπορίου. Περιλαμβάνει 8.000 κατοικίες για περίπου 16.000 κατοίκους, ενώ οι θέσεις εργασίας που έχουν δημιουργηθεί εκτιμώνται στις 45.000.



ενέργειας μπορούν να συνδυαστούν με συστήματα αποθήκευσης ενέργειας και έξυπνα δίκτυα ή μικροδίκτυα για την επίτευξη βέλτιστης εξοικονόμησης ενέργειας.

Ομοίως, εξετάστηκαν η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία των εναλλακτικών πράσινων καυσίμων για τις λιμενικές λειτουργίες, η χρήση των οποίων παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες. Ωστόσο, προς το παρόν υπάρχει μόνο μικρός αριθμός μελετών σχετικά με την ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων στα λιμάνια, καθιστώντας το τοπίο θολό όσον αφορά την αποτελεσματικότητά τους.

Όμως, οι τεχνολογικές εξελίξεις δεν αποτελούν τον μοναδικό παράγοντα που επηρεάζει την πράσινη μετάβαση των λιμανιών. Θέματα πολιτικής επηρεάζουν εξίσου. Για παράδειγμα, το χάσμα μεταξύ της έρευνας και της εφαρμογής των μέτρων οφείλεται στην αδυναμία εποικοδομητικής συνεργασίας μεταξύ της ερευνητικής κοινότητας, των παρόχων τεχνολογίας και των λιμενικών αρχών. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εστιάζει σε στρατηγικές και τρόπους συμμετοχής των φορέων λήψης αποφάσεων. Ακόμα, υπάρχει το ζήτημα της κατάλληλης ενημέρωσης και εκπαίδευσης του λιμενικού προσωπικού και των επαγ-

γελματιών που ασχολούνται με τον ναυτιλιακό κλάδο, στις νέες τεχνολογίες και στις δυνατότητες που αυτές προσφέρουν. Μικρότερα λιμάνια, όπως και λιμάνια που βρίσκονται σε χώρες του τρίτου κόσμου θα πρέπει και αυτά να αποτελέσουν αντικείμενο μελέτης, έρευνας και εν δυνάμει πεδία εφαρμογής νέων τεχνολογιών.

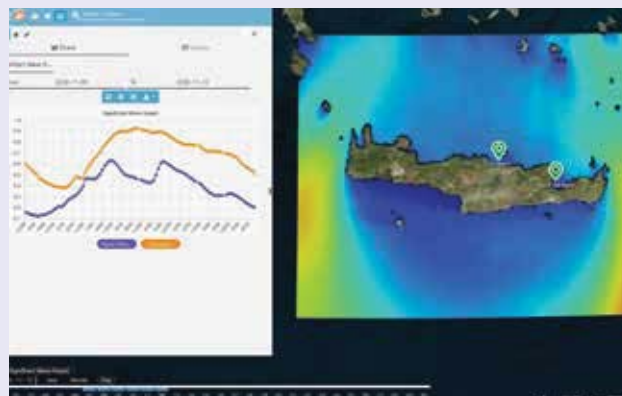
Νεότερες εξελίξεις, όπως η άνοδος της κλιματικής αλλαγής στην κορυφή των περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων των λιμανιών και η υιοθέτηση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών, φέρνουν την πράσινη μετάβαση ψηλά στην πολιτική ατζέντα του ναυτιλιακού τομέα. Ενθαρρυντικό στοιχείο αποτελεί και η διεύρυνση του δικτύου EcoPorts, με συνολικά 93 ευρωπαϊκά λιμάνια να συμμετέχουν, εκ των οποίων πέντε ελληνικά. Ένας αυξανόμενος αριθμός λιμανιών πιστοποιείται επίσης με PERS, καθιστώντας το ένα από τα πιο δημοφιλή πρότυπα στον τομέα δίπλα στο ISO 14001. Το EcoPorts προσφέρει επίσης ένα εργαλείο αυτοδιάγνωσης (Self Diagnosis Method, SDM) που επιτρέπει στα λιμάνια να αυτοαξιολογήσουν την περιβαλλοντική τους επίδοση σε σχέση με τον ευρωπαϊκό δείκτη αναφοράς.

ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ, ΕΛΛΑΔΑ

Ψηφιακές καινοτομίες

Στο λιμάνι έχει εγκατασταθεί σύστημα με 10 ασύρματους αισθητήρες υπερήχων θέσεων αγκυροβόλησης, που μπορεί αυτόματα να ανιχνεύει και να καταγράφει αφίξεις και αναχωρήσεις πλοίων, παρουσιάζοντας γραφικά την πληρότητα του αγκυροβολίου, διευκολύνοντας και βελτιώνοντας τη διαχείριση του λιμανιού και την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του.

Επίσης, εγκαταστάθηκε σύστημα IoT που ενσωματώνει ασύρματους αισθητήρες στη μαρίνα και στο εσωτερικό των πλοίων. Και στις δύο περιπτώσεις, το σύστημα συλλέγει δεδομένα για τις αφίξεις και τις αναχωρήσεις των πλοίων, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, τη θερμο-



Πηγή: Ιστότοπος Λιμανιού Ηρακλείου, Copernicus Marine Service

κρασία, τα επίπεδα υγρασίας, τις διαρροές νερού και την ανίχνευση πυρκαγιάς, με στόχο την αποτελεσματικότερη διαχείριση του λιμανιού.



ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΛΙΜΑΝΙΩΝ

Εφαρμογή των 17 Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών στα λιμάνια



- Καθορισμός ικανοποιητικού κατώτατου μισθού για τους εργαζόμενους στο λιμάνι και ενθάρρυνση αντίστοιχων πρακτικών στην τοπική κοινότητα
- Ανάλυση ευθύνης για την εφαρμογή ηθικών προτύπων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού (π.χ. συνθήκες εργασίας και ανθρώπινα δικαιώματα στις αναπτυσσόμενες χώρες)
- Συμπερίληψη απαιτήσεων βιωσιμότητας στις προμήθειες (π.χ. σήμα Fair Trade)
- Στήριξη τοπικών κοινοτήτων μέσω κοινωνικών έργων με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη
- Υποστήριξη τοπικών ιδρυμάτων (π.χ. σχολεία, ορφανοτροφεία, μη-κυβερνητικές οργανώσεις-ΜΚΟ)



- Υποστήριξη τοπικών προγραμμάτων για την παροχή τροφίμων σε οικογένειες/κοινότητες σε ανάγκη
- Ενθάρρυνση μεταφοράς των πλεονασμάτων τροφίμων από το λιμάνι σε φιλανθρωπικά ιδρύματα, τράπεζες τροφίμων και κοινοτικές οργανώσεις
- Υποστήριξη της εμπορίας / αποθήκευσης προϊόντων δίκαιου εμπορίου (Fair Trade) και άλλων ηθικά παραγόμενων γεωργικών προϊόντων σε συνεργασία με ΜΚΟ και κοινοτικές οργανώσεις
- Προμήθεια τροφίμων δίκαιου εμπορίου για την αυτοτροφοδοσία του λιμανιού



- Ενίσχυση της ευαισθητοποίησης εργαζομένων και τοπικών κοινοτήτων σε θέματα υγείας και ασφάλειας μέσω της κατάρτισης και διαφανούς επικοινωνίας
- Ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των λιμενικών διεργασιών και ενίσχυση της αειφορίας του λιμανιού και των γύρω αστικών περιοχών
- Πρωτοβουλίες για βιώσιμη/ασφαλή κινητικότητα και έργα που στοχεύουν στην αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης
- Ενίσχυση της ασφάλειας και της προστασίας του λιμανιού και ελαχιστοποίηση των κινδύνων
- Ευαισθητοποίηση και δράσεις κατά της χρήσης εξαρτησιογόνων ουσιών
- Προστασία των οικοτόπων και της βιοποικιλότητας στην περιοχή του λιμανιού και γύρω από αυτήν



- Πολιτική ενίσχυσης ικανοτήτων και ανάδειξης ταλέντων για τους εργαζόμενους στο λιμάνι
- Ενίσχυση της δια βίου μάθησης
- Συνεργασία με τοπικά σχολεία, πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα σε εκπαιδευτικά προγράμματα, πρακτική άσκηση και εκπαιδευτικές επισκέψεις στο λιμάνι
- Προσφορά κατάρτισης στους εργαζόμενους μέσω ειδικών ιδρυμάτων
- Δημιουργία συνεργιών με πανεπιστήμια σε έργα έρευνας και ανάπτυξης για τα λιμάνια



- Πολιτικές πρόσληψης και αμοιβών με ουδετερότητα ως προς το φύλο
- Προώθηση των γυναικών σε ηγετικούς ρόλους-κατάρτιση και πρόσληψη περισσότερων γυναικών
- Εξισορρόπηση της αναλογίας ανδρών/γυναικών μεταξύ των εργαζομένων στο λιμάνι σε επιχειρησιακές και διοικητικές θέσεις
- Λήψη μέτρων που καθιστούν το εργασιακό περιβάλλον πιο ελκυστικό για τις γυναίκες (π.χ. χωριστές τουαλέτες, εκστρατείες προώθησης, φιλική προς τις οικογένειες πολιτική ανθρώπινου δυναμικού)



- Παροχή πόσιμου νερού και καθαρών εγκαταστάσεων υγιεινής για τους εργαζόμενους στο λιμάνι, και τους επισκέπτες (π.χ. πληρώματα πλοίων, οδηγοί φορτηγών)
- Ελαχιστοποίηση/βελτιστοποίηση της κατανάλωσης νερού στην περιοχή του λιμανιού
- Συλλογή βρόχινου νερού για λιμενική χρήση (π.χ. εκβολές ποταμών, υδροβιότοποι, μαγκρόβια) στην περιοχή του λιμανιού και γύρω από αυτήν
- Έργα προστασίας των πόρων γλυκού νερού (π.χ. επεξεργασία λυμάτων και ομβρίων υδάτων)



- Τοπική παραγωγή ή/και προμήθεια ανανεώσιμης ενέργειας
- Υποστήριξη της έρευνας και της ανάπτυξης σε τεχνολογίες καθαρής ενέργειας
- Παραγωγή ή/και ανάκτηση ενέργειας από βιομηχανικά απόβλητα
- Επένδυση σε ενεργειακά αποδοτικό λιμενικό εξοπλισμό (σταθερός και κινητός εξοπλισμός χειρισμού υλικών, φωτισμός και τεχνολογία)
- Ενθάρρυνση πρωτοβουλιών για καθαρή ενέργεια από τρίτους (πλοία, ενοικιαστές και φορείς εκμετάλλευσης) μέσω κατάλληλων μέσων (κίνητρα, ρήτρες στις συμβάσεις μίσθωσης/παραχώρησης)
- Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ξηρά
- Παροχή καθαρότερων (ναυτιλιακών) καυσίμων με ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο
- Βελτιστοποίηση των λιμενικών λειτουργιών και διαδικασιών (εφοδιασμοί, κατάπλοι)



- Επίτευξη οικονομικής ανάπτυξης μέσω της διαφοροποίησης, της καινοτομίας και του τεχνολογικού εκσυγχρονισμού
- Παραγωγή οικονομικής ανάπτυξης με περιβαλλοντικά βιώσιμο τρόπο
- Εξασφάλιση θετικού αντίκτυπου της οικονομικής ανάπτυξης στις τοπικές κοινότητες, σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο
- Προώθηση απασχόλησης και ευκαιριών για ευάλωτες ομάδες και νέους
- Επίδιωξη υγιούς και ασφαλούς εργασιακού περιβάλλοντος για όλους: ειδικές δράσεις για την ασφάλεια και εργονομία, και την ισορροπία μεταξύ επαγγελματικής και προσωπικής ζωής
- Δημιουργία ενός βιώσιμου μοντέλου για τον τουρισμό κρουαζιέρας
- Ανάλυση ευθύνης για την εφαρμογή ηθικών προτύπων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού (π.χ. συνθήκες εργασίας και ανθρώπινα δικαιώματα στις αναπτυσσόμενες χώρες)





- Χάραξη πολιτικών βιώσιμης λιμενικής ανάπτυξης με σχετικούς δείκτες επίδοσεων
- Βελτιστοποίηση των υποδομών και των λιμενικών λειτουργιών/υπηρεσιών μέσω ψηφιοποίησης
- Πιλοτική δοκιμή και εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών πληροφορικής και ψηφιακών τεχνολογιών
- Πρόνοια για την προσαρμογή των λιμενικών υποδομών στην κλιματική αλλαγή
- Προσαρμογή λιμενικών υποδομών και διαδικασιών στις απαιτήσεις της αγοράς (π.χ. μεγαλύτερα πλοία)
- Έργα βιώσιμης λιμενικής ανάπτυξης
- Επένδυση σε υποδομές για όλους τους τρόπους μεταφοράς, για την ισορροπημένη κατανομή της χρήσης τους (modal split)
- Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις λιμενικές δραστηριότητες



- Επίτευξη ισότητας εντός του λιμανιού, ανεξαρτήτως φύλου, καταγωγής, πεποιθήσεων κ.λπ.
- Συμπεριληπτικές πρωτοβουλίες της λιμενικής κοινότητας, ανεξάρτητα από το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο (π.χ. υποστήριξη ευαίσθητων κοινωνικών ομάδων)
- Πολιτικές πρόληψης και αμοιβής ανεξαρτήτως κοινωνικού υποβάθρου
- Ανάληψη ευθύνης για την εφαρμογή ηθικών προτύπων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού (π.χ. συνθήκες εργασίας και ανθρώπινα δικαιώματα σε χώρες του τρίτου κόσμου)
- Οικονομική στήριξη των τοπικών κοινοτήτων που έχουν ανάγκη και κοινωνικά έργα που συμβάλλουν στη βιώσιμη ανάπτυξη των γειτονικών κοινοτήτων
- Ηθικές επενδύσεις και τραπεζικές συναλλαγές



- Βελτίωση της βιώσιμης κινητικότητας και μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης για εργαζόμενους και εμπορεύματα
- Αποκατάσταση των οικοσυστημάτων και ενίσχυση της προσαρμοστικότητας και ελκυστικότητας του λιμανιού για τους κατοίκους των γειτονικών περιοχών
- Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των λιμενικών δραστηριοτήτων
- Σχεδιασμός αποκατάστασης μετά από καταστροφές
- Προγράμματα και πρωτοβουλίες συμμετοχής της κοινότητας
- Υποστήριξη των τοπικών κοινοτήτων μέσω κοινωνικών προγραμμάτων που συντελούν σε αξιοπρεπείς ευκαιρίες διαβίωσης και εργασίας και στη βιώσιμη ανάπτυξη



- Βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων, των χημικών ουσιών και των αποβλήτων
- Υπεύθυνες προμήθειες και βιώσιμες επενδύσεις στη διαχείριση και ανάπτυξη των λιμενικών περιοχών, καθώς και στην αλυσίδα εφοδιασμού κ.λπ.
- Ενθάρρυνση της κυκλικής οικονομίας, της βιομηχανικής επαναχρησιμοποίησης και της αμοιβαία επωφελούς χρήσης των πόρων στη λιμενική κοινότητα
- Βελτιστοποίηση των λιμενικών λειτουργιών/διαδικασιών/υπηρεσιών
- Μείωση της σπατάλης και απώλειας τροφίμων στην αλυσίδα παραγωγής/προμήθειας (π.χ. σύνδεση των κρουαζιερόπλοιων με ΜΚΟ που στοχεύει στην αντιμετώπιση της φτώχειας στην τοπική κοινότητα)



- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των λιμενικών λειτουργιών, διαδικασιών και υπηρεσιών
- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην περιοχή του λιμανιού
- Προσαρμογή των λιμενικών υποδομών και λειτουργιών στην κλιματική αλλαγή
- Παροχή υπηρεσιών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη θάλασσα και στις πλωτές οδούς, καθώς και στο χερσαίο τμήμα της αλυσίδας εφοδιασμού
- Παραγωγή ή/και προμήθεια ανανεώσιμης ενέργειας
- Παροχή κινήτρων σε τρίτους (πλοία, ενοικιαστές και φορείς εκμετάλλευσης) για λήψη μέτρων καθαρής ενέργειας, και ενσωμάτωση ρητρών στις συμβάσεις μίσθωσης και παραχώρησης



- Λήψη μέτρων για την αποτροπή απόρριψης αποβλήτων στο νερό (π.χ. λιμενικές εγκαταστάσεις αποδοχής, αλιεία απορριμμάτων, δράσεις καθαρισμού)
- Πρώθηση βιώσιμων αλιευτικών δραστηριοτήτων
- Υποστήριξη της έρευνας σχετικά με τη βιώσιμη χρήση των θαλάσσιων πόρων
- Μείωση των εκπομπών CO₂, SO₂, NO_x, NH₃ από λιμενικές δραστηριότητες για την αποφυγή της οξίνισης των ωκεανών
- Ελαχιστοποίηση της ρύπανσης των υδάτων μέσω εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων
- Προστασία των παράκτιων και εκβολικών οικοσυστημάτων
- Ελαχιστοποίηση των διαταρακτικών παραγόντων, όπως ο υποθαλάσσιος θόρυβος για τα θαλάσσια θηλαστικά



- Υποστήριξη τοπικών έργων σχετικά με την ανάπτυξη της φύσης και τη βιοποικιλότητα
- Ανάκτηση και προστασία της φύσης και της βιοποικιλότητας στο περιβάλλον του λιμανιού
- Αποτροπή αποψίλωσης των δασών μέσω της χρήσης/προμήθειας πιστοποιημένης ξυλείας και χαρτιού
- Προσφορά εκπαιδευτικών προγραμμάτων για τη φύση και το περιβάλλον στους εργαζόμενους
- Ανάπτυξη της λιμενικής ζώνης σε ισορροπία με τα οικοσυστήματα
- Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των λιμενικών δραστηριοτήτων



- Επικοινωνητικός διάλογος μεταξύ εργοδότη και εργαζομένων
- Καλή διακυβέρνηση (σαφής δήλωση πολιτικής, ανάλυση ενδιαφερόμενων φορέων, μετρήσεις, συνεπής υποβολή εκθέσεων...)
- Πρωτοβουλίες για την ειρήνη (π.χ. εκπαίδευση για την ειρήνη στο χώρο εργασίας, πρόληψη της παράνομης διακίνησης όπλων)
- Ενίσχυση ασφάλειας: μέτρα ασφάλειας στον κυβερνοχώρο, ορθή χρήση και προστασία εμπορικών, επιχειρησιακών και προσωπικών δεδομένων
- Διάλογος και συνεργασία με όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς (συμπεριλαμβανομένων των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, των τελωνείων και των ενόπλων δυνάμεων) και διαθεσιμότητα κεντρικής γραμμής για παράπονα και ερωτήσεις
- Διαφανής εσωτερική και εξωτερική επικοινωνία



- Συμπράξεις με τις τοπικές κοινότητες για πρωτοβουλίες που αφορούν τη σχέση λιμανιού-πόλης
- Συnergασίες με άλλα λιμάνια και φορείς στην αλυσίδα εφοδιασμού για κοινά έργα αμοιβαίως ενδιαφέροντος
- Συμπράξεις δημοσίου και ιδιωτικού τομέα για τη χρηματοδότηση και την υλοποίηση έργων βιωσιμότητας
- Δημιουργία συμπράξεων στην αλυσίδα εφοδιασμού για τη διασφάλιση των αξιών της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης σε όλη την αλυσίδα αξίας
- Συnergασία με άλλα λιμάνια για εκπαιδευτικούς σκοπούς (π.χ. κοινά εκπαιδευτικά προγράμματα και κέντρα εκπαίδευσης)
- Κοινά έργα έρευνας και ανάπτυξης με τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων φορέων των λιμανιών, της ακαδημαϊκής κοινότητας, της βιομηχανίας και των αρχών

9 ΠΗΓΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO), 2021, ESPO Green Guide 2021 - A Manual for European Ports Towards a Green Future, <https://tinyurl.com/3s2z9mam>

Transport & Environment, 2022, EU Ports' Climate Performance, An analysis of maritime supply chain and at berth emissions, <https://tinyurl.com/yd9ezuxk>

Sardain, A., Sardain, E., & Leung, B. (2019). Global forecasts of shipping traffic and biological invasions to 2050. Nature Sustainability, 2(4), 274-282.

European Parliamentary Research Service (EPRS), 2020, Decarbonising Maritime Transport: The EU Perspective, <https://tinyurl.com/svp257w9>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια στη Θάλασσα (EMSA), Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA), 2021, Facts and figures: the EMTER report, <https://tinyurl.com/2s3jsmuk>

European Commission, 2021, Putting the Blue into the Green-Sustainable Blue Economy, <https://tinyurl.com/2mm6a7u2>

COM/2021/240 final, Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών σχετικά με μια νέα προσέγγιση για βιώσιμη γαλάζια οικονομία στην ΕΕ-Μετασχηματισμός της γαλάζιας οικονομίας της ΕΕ για ένα βιώσιμο μέλλον, <https://tinyurl.com/5337jmbm>

European Commission, 2022, The EU Blue Economy Report 2022, Publications Office of the European Union. Luxembourg, <https://tinyurl.com/2ecxkzmy>

COM(2020) 741 final, Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών, Μια στρατηγική της ΕΕ για την αξιοποίηση του δυναμικού των υπεράκτιων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για ένα κλιματικά ουδέτερο μέλλον, <https://tinyurl.com/ysz5khh4>
Ένωση Ελλήνων Εφορητιστών, Ετήσια Έκθεση 2022-2023, <https://www.ugs.gr/gr/reports/>

1 ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ

Γραφικά

Statistical Pocketbook of DG MOVE, 2022, <https://tinyurl.com/mr484vmh>

Sifakis, N., & Tsoutsos, T. (2021). Planning zero-emissions ports through the nearly zero energy port concept. Journal of Cleaner Production, 286, 125448, <https://tinyurl.com/yh48rm4f>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2023, <https://tinyurl.com/2ursypj6>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO), 2022, ESPO Environmental Report 2022, <https://tinyurl.com/5n8pck6s>
Top 10 environmental priorities of European ports for 2022, <https://tinyurl.com/yhnp5r25>

Κείμενο

Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD), <https://www.oecd.org/>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA), Greenhouse Gas data viewer, <https://tinyurl.com/4auk5wxm>

Eurostat Database, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023, <https://tinyurl.com/5n92xesn>

Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO), <https://wmo.int/topics/climate>

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), <https://tinyurl.com/39heypnr>

SINAY-Maritime Data Solutions, 2022, <https://tinyurl.com/4fvdrdbk>

Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO), 2022, <https://tinyurl.com/7cjjn629>

World Ports Sustainability Program (WPSP), <https://sustainableworldports.org/>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2023, <https://tinyurl.com/mr3nm468>

2 Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ, ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Γραφικά

Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2023, <https://tinyurl.com/3xpfu7jw>

Transport Research and Innovation Monitoring and Information System (TRIMIS), Projects information database, <https://trimis.ec.europa.eu/>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO), 2022, ESPO Environmental Report 2022, <https://tinyurl.com/5n8pck6s>

UN Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), 2022, Facilitating Sustainable and Resilient Port Development in the Pacific, <https://tinyurl.com/4jzc4k82>



Ιστότοπος λιμανιού Ρότερνταμ,
<https://www.portofrotterdam.com/>

Ιστότοπος λιμανιού Πειραιά, <https://www.olp.gr/en/>

Ιστότοπος λιμανιού Βαλένθια, <https://www.valenciaport.com/en/>

Ιστότοπος λιμανιού Αμβούργου, <https://tinyurl.com/2yksbjbj>

Κείμενο

Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Ιουνίου 2021 για τη θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999 («ευρωπαϊκό νομοθέτημα για το κλίμα»),
<https://tinyurl.com/ms993hf2>

Held, A., Ragwitz, M., & Winkler, J. (2019). "Clean energy for all Europeans" package: Implications and opportunities for the Mediterranean. Briefing paper. <https://tinyurl.com/zk2xv9rf>

COM (2020) 562 τελική Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών, Ενίσχυση της κλιματικής φιλοδοξίας της Ευρώπης για το 2030 - Επενδύουμε σε ένα κλιματικά ουδέτερο μέλλον προς όφελος των πολιτών μας, <https://tinyurl.com/3fzpn84z>

COM (2021) 550 τελική Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών EMPTU, «Προσαρμογή στον στόχο του 55%»: υλοποίηση του στόχου της ΕΕ για το κλίμα με ορίζοντα το 2030 στην πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα,
<https://tinyurl.com/4mev4nxe>

PIONEERS, 2022, State of the art of the European Green Ports Master Plans. PIONEERS Deliverable D2.1,
<https://tinyurl.com/43645muv>

European Parliament legislative resolution of 11 July 2023 on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC (COM(2021)0562 - C9-0333/2021 - 2021/0210(COD)),
<https://tinyurl.com/386a3rc6>

Κανονισμός (ΕΕ) 2015/757 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29^{ης} Απριλίου 2015 για την παρακολούθηση, την υποβολή εκθέσεων και επαλήθευση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από θαλάσσιες μεταφορές και για την τροποποίηση της οδηγίας 2009/16/ΕΚ, <https://tinyurl.com/bdehpbjw>

COM (2020) 789 τελική Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών, Στρατηγική για βιώσιμη και έξυπνη κινητικότητα – οι ευρωπαϊκές μεταφορές σε τροχιά μέλλοντος,
<https://tinyurl.com/58emzdps>

Directorate-General for Mobility and Transport. (2022). Commission adopts rules for the delivery of waste from ships to EU ports. <https://tinyurl.com/s8t77sww>

Κανονισμός (ΕΕ) 2020/1056 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15^{ης} Ιουλίου 2020 για τις ηλεκτρονικές πληροφορίες σχετικά με τις εμπορευματικές μεταφορές,
<https://tinyurl.com/ybnu44kd>

Κανονισμός (ΕΕ) 2019/1239 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ής Ιουνίου 2019 για τη θέσπιση ευρωπαϊκού περιβάλλοντος ναυτιλιακής ενιαίας θυρίδας και για την κατάργηση της οδηγίας 2010/65/ΕΕ,
<https://tinyurl.com/ygnjks5u>

Commission Decision C (2018) 5921 final of 13 September 2018 setting up the group of experts on digital freight transport and logistics: the Digital Transport and Logistics Forum (DTLF),
<https://tinyurl.com/yynbrrxe>

Απόφαση (ΕΕ) 2016/566 της Επιτροπής της 11ης Απριλίου 2016 σχετικά με τη σύσταση διεθνούς ομάδας υψηλού επιπέδου για τη διακυβέρνηση του ψηφιακού συστήματος και υπηρεσιών στον τομέα της ναυτιλίας και για την κατάργηση της απόφασης 2009/584/ΕΚ, <https://tinyurl.com/bdzhkktu>

Οδηγία 2002/59/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Ιουνίου 2002, για τη δημιουργία κοινοτικού συστήματος παρακολούθησης της κυκλοφορίας των πλοίων και ενημέρωσης και την κατάργηση της οδηγίας 93/75/ΕΟΚ του Συμβουλίου, <https://tinyurl.com/mtyju89a>

Tsakalidis, A., van Balen, M., Gkoumas, K., & Pekar, F. (2020). Catalyzing sustainable transport innovation through policy support and monitoring: The case of TRIMIS and the European green deal. Sustainability, 12(8), 3171.

Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ), 2019, IMO 2020 - cleaner shipping for cleaner air, <https://tinyurl.com/kfj7vzwj>

Directorate-General for Mobility and Transport. (2022, Dec 16). New shipping fuel standards to reduce sulphur oxides in the Mediterranean by 80%, <https://tinyurl.com/4vshxty7>

European Parliamentary Research Service (EPRS), 2020, Decarbonising Maritime Transport: The EU Perspective,
<https://tinyurl.com/h9km9ztu>

Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής,
<https://www.ynanp.gr/el/>

Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας,
<https://tinyurl.com/2s3875xe>



3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Γραφικά - Πίνακας - Μελέτες περίπτωσης

Statistical Pocketbook of DG MOVE, 2022,

<https://tinyurl.com/mr484vmh>

Transport & Environment, 2022, EU Ports' Climate Performance, An analysis of maritime supply chain and at berth emissions, <https://tinyurl.com/mr3hxc4x>

Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD), 2011, Environmental Impacts of International Shipping: The Role of Ports, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/9789264097339-en>

Ιστότοπος λιμανιού Μασσαλίας, <https://tinyurl.com/mr2rdh6z>

Ιστότοπος λιμανιού Βαλένθια, <https://tinyurl.com/mvanhkw9>

Ιστότοπος λιμανιού Πειραιά, <https://tinyurl.com/2d9x9s5v>

Κείμενο

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023, <https://tinyurl.com/4auk5wxm>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια στη Θάλασσα (EMSA), 2021, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA), European Maritime Transport Environmental Report 2021, <https://tinyurl.com/63n7e2k>

European Sea Ports Organisation (ESPO), 2021, ESPO Green Guide 2021 - A Manual for European Ports Towards a Green Future, <https://tinyurl.com/45j7tpvy>

Eurostat Database, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, <https://tinyurl.com/ymuvr2nd>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια στη Θάλασσα (EMSA), Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA), 2021, Facts and figures: the EMTER report, <https://tinyurl.com/3psry6tv>

Ahn, Y. S., Yook, G. H., Kim, D. K., & Lee, H. Y. (2019). A Study on improvement measures for air pollutants management system and policy in Korean ports. Korea Maritime Institute, 113-130.

4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Γραφικά - Εικόνες - Μελέτες περίπτωσης

Ιστότοπος λιμανιού Ελσίνκι, <https://tinyurl.com/mpfe97xa>

United Nations, 2022, Review of Maritime transport 2022, <https://tinyurl.com/mrwt855f>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια στη Θάλασσα (EMSA), 2021, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA), European Maritime Transport Environmental Report 2021, <https://tinyurl.com/63n7e2k>

Ιστότοπος λιμανιού Γκέτεμποργκ, <https://www.portofgothenburg.com/>

World Ports Sustainability Program, <https://tinyurl.com/37hhaxan>

Midstream, <https://tinyurl.com/mr3byyxe>

EcoPorts, <https://www.ecoport.com/network>

Ιστότοπος λιμανιού Ρότερνταμ, <https://tinyurl.com/yc2y4htw>

Ιστότοπος λιμανιού Ηρακλείου, <https://tinyurl.com/3uwc97cs>
Maleviziotis.gr, <https://tinyurl.com/5ekbwats>

Κείμενο

Eurostat Database, τελευταία επίσκεψη: Μάιος 2023, <https://tinyurl.com/46un5b2x>

Sifakis, N., & Tsoutsos, T. (2021). Planning zero-emissions ports through the nearly zero energy port concept. Journal of Cleaner Production, 286, 125448, <https://tinyurl.com/yh48rm4f>

Iris, C., & Lam, J. S. L. (2019). A review of energy efficiency in ports: Operational strategies, technologies and energy management systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 112, 170-182, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.069>

GEF-UNDP-IMO GloMEEP Project and members of the GIA, 2020, Just In Time Arrival Guide - Barriers and Potential Solutions, <https://tinyurl.com/4cbru6h9>

European Alternative Fuels Observatory, <https://tinyurl.com/3pud5z6n>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2021, Number of ports and OPS facilities in the EU (updated to December 2020), <https://tinyurl.com/mw2kw37r>

European Parliament, 2022, FuelEU Maritime - Sustainable maritime fuels, <https://tinyurl.com/yryj5998p>

Ιστότοπος λιμανιού Δουβλίνου, <https://www.dublinport.ie/>

Οδηγία (ΕΕ) 2018/844 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 30ής Μαΐου 2018, για την τροποποίηση της οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση, <https://tinyurl.com/y5jbdxf4>

Οδηγία (ΕΕ) 2018/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 11^{ης} Δεκεμβρίου 2018, σχετικά με την τροποποίηση της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση, <https://tinyurl.com/3727yxwm>



5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

Πίνακας - Μελέτες περίπτωσης

Sifakis, N., & Tsoutsos, T. (2021). Planning zero-emissions ports through the nearly zero energy port concept. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125448, <https://tinyurl.com/yh48m4f>

various, 2012, Innovative Green Solutions for E-Harbours towards Sustainable, Clean and Energetic Innovative Harbour Cities in the North Sea Region, Interreg IVB North Sea Region Programme

Melikoglu, M. (2018). Current status and future of ocean energy sources: A global review. *Ocean Engineering*, 148, 563-573. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.11.045>

Associated British Ports, 2020, <https://tinyurl.com/2s3j6t9c>

Ιστότοπος Λιμανιού Αμβέρσας, <https://tinyurl.com/m83sd5nt>

The World Association for Waterborne Transport Infrastructure, 2019, Renewables and Energy Efficiency for Maritime Ports, <https://tinyurl.com/39tbkmnv>

Ιστότοπος λιμανιού Μασσαλίας, <https://tinyurl.com/mr2rdh6z>

Οργανισμός Λιμένος Βόλου, <https://tinyurl.com/nhbxnysv>

Εφημερίδα Ταχυδρόμος, <https://tinyurl.com/4tt6jzbd>

Κείμενο

Θ. Τσούτσος- Ι. Κανάκης, "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον", Αθήνα 2013, εκδόσεις Παπασωτηρίου, σελ. 500

Yarova, N., Vorkunova, O., & Khoteyeva, N. (2017). Economic assessment of the alternative energy sources implementation for port enterprises. *Economic annals-XXI*, (166), 46-50. <https://doi.org/10.21003/ea.V166-09>

Tsarknias, N., Gkeka-Serpetsidaki, P., & Tsoutsos, T. (2022). Exploring the sustainable siting of floating wind farms in the Cretan coastline. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 54, 102841. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102841>

Gkeka-Serpetsidaki, P., & Tsoutsos, T. (2022). A methodological framework for optimal siting of offshore wind farms: A case study on the island of Crete. *Energy*, 239, 122296. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122296>

Christoforaki, M., & Tsoutsos, T. (2017). Sustainable siting of an offshore wind park a case in Chania, Crete. *Renewable Energy*, 109, 624-633. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.03.063>

Sifakis, N., & Tsoutsos, T. (2021). Can a medium-sized Mediterranean port be green and energy-independent. Chania.

Foteinis, S., Tsoutsos, T., & Synolakis, C. (2018). Numerical modelling for coastal structures design and planning. A case study of the Venetian harbour of Chania, Greece. *Int. J. Geoengin. Case Hist*, 4, 232. <https://doi.org/10.4417/IJGCH-04-04-01>

6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΤΡΟΦΟΔΟΤΩΝΤΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ «ΝΕΚΡΟ» ΧΡΟΝΟ

Εικόνες - Πίνακας - Μελέτη περίπτωσης

World Energy Council, 2019, Energy Storage Monitor-Latest trends in energy storage 2019, <https://tinyurl.com/4mmz95uy>

Kaldellis, J. K., & Zafirakis, D. (2007). Optimum energy storage techniques for the improvement of renewable energy sources-based electricity generation economic efficiency. *Energy*, 32(12), 2295-2305., <https://doi.org/10.1016/j.energy.2007.07.009>

Energy Systems and Energy Storage Lab, Centre for Renewable Energy Systems Technology (CREST), Loughborough University, <http://www.eseslab.com/>

Osman, A. I., Mehta, N., Elgarahy, A. M., Hefny, M., Al-Hinai, A., Al-Muhtaseb, A. A. H., & Rooney, D. W. (2022). Hydrogen production, storage, utilisation and environmental impacts: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 1-36,

<https://doi.org/10.1007/s10311-021-01322-8>

Hydrogen Central, <https://tinyurl.com/2nce8d6x>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO), 2021, Port of Amsterdam: using batteries to charge larger vessels at berth, <https://tinyurl.com/4jy7hppv>

Ιστότοπος λιμανιού Άμστερνταμ, <https://tinyurl.com/yc5fdu2s>

Energy Storage news, 2020, <https://tinyurl.com/33zz7ck5>

Θ. Τσούτσος, 2013, 7. Υδροηλεκτρική Ενέργεια, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, 275-308.

Port Technology International, <https://tinyurl.com/42nyu4bs>

Ιστότοπος λιμανιού Ρότερνταμ, <https://tinyurl.com/4f66s9bn>

Κείμενο

Sadiq, M., Ali, S. W., Terriche, Y., Mutarraf, M. U., Hassan, M. A., Hamid, K., Ali, Z., Sze, J. Y., Su, C. L. & Guerrero, J. M. (2021). Future greener seaports: A review of new infrastructure, challenges, and energy efficiency measures. *IEEE Access*, 9, 75568-75587, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3081430>

Zoulias, E. I., Lymberopoulos, N., & Tsoutsos, T. D. (2008). Barriers and benefits of hydrogen-based autonomous power systems. *Hydrogen-based Autonomous Power Systems: Techno-economic Analysis of the Integration of Hydrogen in Autonomous Power Systems*, 151-162.

Hannan, M. A., Wali, S. B., Ker, P. J., Abd Rahman, M. S., Mansor, M., Ramachandaramurthy, V. K., ... & Dong, Z. Y. (2021). Battery energy-storage system: A review of technologies, optimization



objectives, constraints, approaches, and outstanding issues. *Journal of Energy Storage*, 42, 103023,

<https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103023>

Bolund, B., Bernhoff, H., & Leijon, M. (2007). Flywheel energy and power storage systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(2), 235-258, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.01.004>

Worku, M. Y. (2022). Recent advances in energy storage systems for renewable source grid integration: a comprehensive review. *Sustainability*, 14(10), 5985. <https://doi.org/10.3390/su14105985>

7 ΛΙΜΑΝΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Γραφικά - Πίνακες - Μελέτες περίπτωσης

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO), 2022, New LNG bunkering terminal at the port of Bilbao,

<https://tinyurl.com/227zdu4n>

Ιστότοπος λιμανιού Μπιλμπάο, <https://www.bilbaoport.eu/>

H2Ports, <https://h2ports.eu/>

Ιστότοπος λιμανιού Βαλένθια, <https://tinyurl.com/muac5z58>

Ιστότοπος λιμανιού Άμστερνταμ, <https://tinyurl.com/3r3bxcn2>

Sifakis, N., & Tsoutsos, T. (2021). Planning zero-emissions ports through the nearly zero energy port concept. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125448, <https://tinyurl.com/yh48rm4f>

ALFION, <https://tinyurl.com/5hczkfu2>

Οργανισμός Λιμένος Ηγουμένισσας Α.Ε.,

<https://tinyurl.com/38u33vrr>, <https://tinyurl.com/vm54ztms>

Κείμενο

Iannaccone, T., Landucci, G., Tugnoli, A., Salzano, E., & Cozzani, V. (2020). Sustainability of cruise ship fuel systems: Comparison among LNG and diesel technologies. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121069, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121069>

Aneziris, O., Koromila, I., & Nivolianitou, Z. (2020). A systematic literature review on LNG safety at ports. *Safety science*, 124, 104595, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104595>

Balcombe, P., Brierley, J., Lewis, C., Skatvedt, L., Speirs, J., Hawkes, A., & Staffell, I. (2019). How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. *Energy conversion and management*, 182, 72-88, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.12.080>

Raslavičius, L., Keršys, A., Starevičius, M., Sapragonas, J., & Bazaras, Ž. (2014). Biofuels, sustainability and the transport sector in Lithuania. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 328-346, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.019>

Dafnomilis, I., Duinkerken, M. B., Junginger, M., Lodewijks, G., & Schott, D. L. (2018). Optimal equipment deployment for biomass terminal operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 115, 147-163.

<https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.05.001>

Bicer, Y., & Dincer, I. (2018). Clean fuel options with hydrogen for sea transportation: A life cycle approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(2), 1179-1193,

<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.10.157>

Yuan, Y., Wang, J., Yan, X., Shen, B., & Long, T. (2020). A review of multi-energy hybrid power system for ships. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110081,

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110081>

Valencia will be first port in Europe to use hydrogen energy in its container terminals, *Fuel Cells Bull.*, 2019:3.

Tournaki, S., Frangou, M., Tsoutsos, T., Morell, R., Hernandez, I. G., Derjanecz, A., ... & Buso, T. (2014). Nearly Zero Energy Hotels-from European policy to real life examples: the neZEH pilot hotels. In *Proceedings of EinB2014-3rd International Conference*, Athens, Greece.

8 ΤΟ ΠΡΑΣΙΝΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ

Γραφικά - Μελέτες περίπτωσης

Heinrich Böll Stiftung, 2022, Ο Άτλας της Ευρωπαϊκής Κινητικότητας, <https://tinyurl.com/yn66df2y>

HafenCity GmbH, <https://www.hafencity.com/>

Deloitte & ESPO, 2021, Europe's ports at the crossroads of transitions- A Deloitte and ESPO Study,

<https://tinyurl.com/yh3nvea2>

Notteboom, T., Pallis, A. and Rodrigue J. P., 2022, The Circular Economy in Ports and Maritime Shipping,

<https://tinyurl.com/5ynsfsv7>

World Ports Sustainability Program, 2020, World Ports Sustainability Report, <https://tinyurl.com/2skpjxjz>

Ιστότοπος λιμανιού Ηρακλείου,

<https://tinyurl.com/p444hkx3>, <https://tinyurl.com/4eudrcm2>

Copernicus Marine Service, <https://tinyurl.com/3breyzyz>

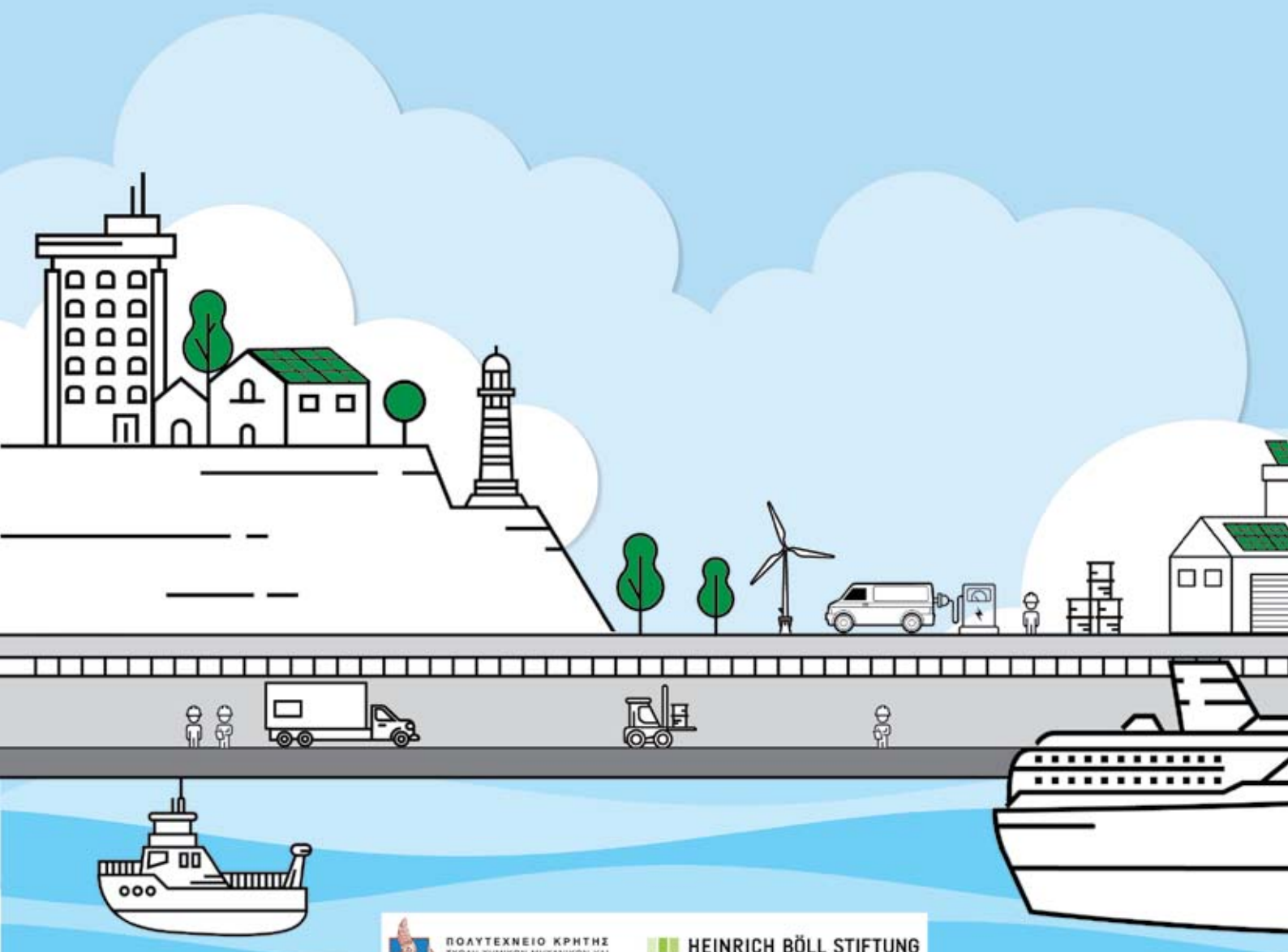
Κείμενο

EcoPorts, Self Diagnosis Method (SDM),

<https://www.ecoport.com/sdm>

Heinrich Böll Stiftung, 2022, Ο Άτλας της Ευρωπαϊκής Κινητικότητας, <https://tinyurl.com/yn66df2y>





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΘΕΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
Ελλάδα