

Iceland
Liechtenstein
Norway grants

alma economics



ΕΛΙΑΜΕΠ
ΕΛΙΑΜΕΡ



Υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα: Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Alma Economics

Με τη χρηματοδότηση των EEA Grants

Σεπτέμβριος 2021

Κείμενο Πολιτικής #81/2021

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

ΕΛΙΑΜΕΠ | Κείμενο Πολιτικής # 81/2021

Υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα:

Μελέτη των κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων

Copyright © 2021 | All Rights Reserved

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ & ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ (ΕΛΙΑΜΕΠ)

Βασιλίσσης Σοφίας 49, 10676, Αθήνα

Τηλ.: 210 7257 110 | Fax: 210 7257 114 | www.eliamep.gr | eliamep@eliamep.gr

Το ΕΛΙΑΜΕΠ δεν υιοθετεί ως ίδρυμα πολιτικές θέσεις. Καταβάλλει μάλιστα προσπάθεια να παρουσιάζονται στα πλαίσια των εκδηλώσεών του και στο μέτρο του δυνατού όλες οι υπάρχουσες απόψεις. Υπό το πρίσμα αυτό, οι αναλύσεις και οι γνώμες που δημοσιεύονται στις σειρές του θα πρέπει να αποδίδονται αποκλειστικά στους συγγραφείς και να μην θεωρείται ότι αντιπροσωπεύουν απαραίτητα τις απόψεις του Ιδρύματος.

Alma Economics

Περίληψη

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια μπορεί να διαδραματίσει βασικό ρόλο στην προσπάθεια της Ελλάδας να καταστεί ουδέτερη ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050. Το ΕΛΙΑΜΕΠ ανέθεσε στην Alma Economics να διερευνήσει την κοινωνική και οικονομική αξία που μπορεί να παραχθεί από τα πλωτά αιολικά πάρκα στις ελληνικές θάλασσες. Παρέχεται ένα μοντέλο Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους που ενσωματώνει επενδυτικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κόστη και οφέλη που μπορεί να προκύψουν από ένα υποθετικό υπεράκτιο πάρκο (i) για τη διεθνή κοινότητα, (ii) την ελληνική κοινωνία και (iii) τις τοπικές κοινωνίες. Το εν λόγω μοντέλο διερευνά τα κέρδη ευημερίας από τις μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και τις απώλειες ευημερίας για τις τοπικές κοινωνίες και τους επισκέπτες ως αποτέλεσμα της οπτικής ρύπανσης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η τοποθεσία του πάρκου επηρεάζει άμεσα το κόστος επένδυσης, καθώς και τις επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες. Η τοποθεσία παίζει καθοριστικό ρόλο στον προσδιορισμό του κατά πόσον τα οφέλη από την επένδυση αντισταθμίζουν το κόστος σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο. Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως, σε τοπικό επίπεδο, οι απώλειες ευημερίας των κατοίκων υπογραμμίζουν την ανάγκη παροχής αποζημίωσης στις τοπικές κοινωνίες της περιοχής όπου εγκαθίσταται το πάρκο. Τα βασικά ευρήματα από την παρούσα έρευνα και το συνοδευτικό μοντέλο Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους θα υποστηρίξουν τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με μελλοντικές επενδύσεις σε υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα.

Ευχαριστίες

Η ομάδα έργου θα ήθελε να ευχαριστήσει τον Μιχάλη Μαθιουλάκη από το Ελληνικό Ενεργειακό Φόρουμ, τον Ρικάρντ Σκουφιά από την Ελληνική Διαχειριστική Εταιρεία Υδρογονανθράκων (ΕΔΕΥ), τον Μάρκο Δαμασιώτη από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), τους Heikki Eidsvoll Holmås και Shreya Nagothu από την Multiconsult, τον Adrian Mekki από τη Thema, τον Javier Diez Rodriguez από την Equinor και τη Σοφία Σπυριδωνίδου από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης για τα χρήσιμα σχόλια και τις πληροφορίες που παρείχαν σε διαφορετικά στάδια της έρευνας.

Οποιοδήποτε λάθος ή παράλειψη παραμένει ευθύνη των συγγραφέων.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	8
2. Ιστορικό	10
Παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα.....	10
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Νησιωτική Ελλάδα	11
Wind power in Greece	11
Διεθνή Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα.....	12
Κόστος και οφέλη της Υπεράκτιας Αιολικής Ενέργειας.....	13
Η Περίπτωση της Ελλάδας	15
3. Προσέγγιση της εκτίμησης των κοινωνικών επιπτώσεων από επενδύσεις στην υπεράκτια αιολική ενέργεια.....	16
Προσέγγιση της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους	16
Σενάριο Αντιπαραβολής (“Business as Usual”).....	17
Μελέτη Περίπτωσης ενός υποθετικού πλωτού Αιολικού Ενεργειακού Πάρκου	18
Κόστος Κατασκευής, Λειτουργίας και Συντήρησης του Πάρκου	19
CAPEX.....	20
OPEX	21
DECEX.....	21
4. Ανάλυση Οφελών και Μειονεκτημάτων	22
Ποσοτικοποιήσιμες Επιπτώσεις.....	22
Οφέλη	22
Κέρδη ευημερίας από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα	22
Απώλειες Ευημερίας	23
Επιπτώσεις στον πληθυσμό (αισθητική και θόρυβος)	23
Επιπτώσεις στον τουρισμό	24
Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.....	24
Επιπτώσεις στην πανίδα (είδη πτηνών, βένθος, θαλάσσια θηλαστικά, ψάρια).....	24
Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθ’όλη τη διάρκεια ζωής του πάρκου	25
Μη Ποσοτικοποιήσιμες Επιπτώσεις	26
Ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και επάρκεια του συστήματος	26
Απειλή για θαλάσσια κυκλοφορία	26
Επιπτώσεις στην αλιεία	26
Γεωπολιτική.....	27
Συμβολή στο ΑΕΠ και στη δημιουργία θέσεων εργασίας	27
5. Βασικά Ευρήματα	29
Διεθνής Προοπτική.....	29
Εθνική Προοπτική	30
Τοπική Προοπτική.....	32

6. Ανάλυση Ευαισθησίας	33
Διαφορετική Ενεργειακή Απόδοση	33
Αλλαγές στο Ενεργειακό Μείγμα	34
Αλλαγές στο βάθος και στην απόσταση από την ακτή.....	35
Τουρισμός.....	36
Αλλαγές σε Πολλαπλές Παραμέτρους	36
7. Συμπεράσματα	38
Περιορισμοί.....	38
Μελλοντική Έρευνα	39
8. Βιβλιογραφία.....	40
9. Παράρτημα	43
Ανάλυση Ευαισθησίας - Πίνακες	43
Ισχύς of 255MW.....	43
Ισχύς 1005MW.....	46
Φυσικό Αέριο σε Αντιπαραβολή	49
Πετρέλαιο σε αντιπαραβολή.....	52
Μέγιστο βάθος και ελάχιστη απόσταση.....	55
Ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση	58
Φυσικό αέριο σε αντιπαραβολή, μέγιστο βάθος και ελάχιστη απόσταση	61
Πετρέλαιο σε αντιπαραβολή, ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση	64

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.	Παραδοχές και Παράμετροι	19
Πίνακας 2.	Κόστος (CAPEX, OPEX DECEX)	21
Πίνακας 3.	Διεθνής Προοπτική	30
Πίνακας 4.	Εθνική Προοπτική	31
Πίνακας 5.	Τοπική Προοπτική	32
Πίνακας 6.	Διαφορετική Ενεργειακή Απόδοση	33
Πίνακας 7.	Αλλαγές στο ενεργειακό μείγμα	34
Πίνακας 8.	Αλλαγές στα γεωγραφικά χαρακτηριστικά	36
Πίνακας 9.	Αλλαγές σε πολλαπλές παραμέτρους	37

Παράρτημα

Ισχύς 255MW

Πίνακας 10.	Διεθνής Προοπτική	43
Πίνακας 11.	Εθνική Προοπτική	44
Πίνακας 12.	Τοπική Προοπτική	45

Ισχύς 1005MW

Πίνακας 13.	Διεθνής Προοπτική	46
Πίνακας 14.	Εθνική Προοπτική	47
Πίνακας 15.	Τοπική Προοπτική	48

Φυσικό αέριο σε αντιπαραβολή

Πίνακας 16.	Διεθνής Προοπτική	49
Πίνακας 17.	Εθνική Προοπτική	50
Πίνακας 18.	Τοπική Προοπτική	51

Πετρέλαιο σε αντιπαραβολή

Πίνακας 19.	Διεθνής Προοπτική	52
Πίνακας 20.	Εθνική Προοπτική	53
Πίνακας 21.	Τοπική Προοπτική	54

Μέγιστο βάθος και ελάχιστη απόσταση

Πίνακας 22.	Διεθνής Προοπτική	55
Πίνακας 23.	Εθνική Προοπτική	56
Πίνακας 24.	Τοπική Προοπτική	57

Ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση

Πίνακας 25.	Διεθνής Προοπτική	58
Πίνακας 26.	Εθνική Προοπτική.....	59
Πίνακας 27.	Τοπική Προοπτική	60

Φυσικό αέριο σε αντιπαραβολή, μέγιστο βάθος και ελάχιστη απόσταση

Πίνακας 28.	Διεθνής Προοπτική	61
Πίνακας 29.	Εθνική Προοπτική.....	62
Πίνακας 30.	Τοπική Προοπτική	63

Πετρέλαιο σε αντιπαραβολή, ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση

Πίνακας 31.	Διεθνής Προοπτική	64
Πίνακας 32.	Εθνική Προοπτική.....	65
Πίνακας 33.	Τοπική Προοπτική	66

Συνοπτική Παρουσίαση

Η επένδυση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας προκειμένου να επιτύχει η Ελλάδα τον στόχο να μηδενίσει τις καθαρές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050. Με τις τρέχουσες συζητήσεις να επικεντρώνονται στην αξιοποίηση του υπεράκτιου αιολικού δυναμικού της χώρας, το σχετικό νομοθετικό πλαίσιο (υπό δημοσίευση εντός του 2021) αναμένεται να προωθήσει τις επενδύσεις στην υπεράκτια αιολική ενέργεια στη χώρα.

Η πρόσφατα αναπτυχθείσα πλωτή υπεράκτια αιολική τεχνολογία είναι η πλέον κατάλληλη για τα βαθιά νερά των ελληνικών θαλασσών. Ένα υποθετικό πλωτό υπεράκτιο αιολικό πάρκο ενεργειακής ισχύος 495MW που βρίσκεται σε μέση απόσταση 10 χλμ. από την ακτή και σε βάθος 250 μ. αναμένεται να απαιτήσει επενδύσεις σχεδόν 1 δισ. ευρώ κατά τη διάρκεια της ζωής του. Το πάρκο αυτό μπορεί να παράξει περίπου 2 εκατ. MWh ετησίως σε διάστημα 25 ετών, καλύπτοντας περίπου το 4% της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης της Ελλάδας και μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1,5 εκατ. τόνους.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ποσοτικοποίηση των κοινωνικών επιπτώσεων των υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους που συνδέει το κόστος επένδυσης (συμπεριλαμβανομένου του κόστους κατασκευής, λειτουργίας, συντήρησης και παροπλισμού) με τα οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη από την υπεράκτια αιολική ενέργεια. Το μοντέλο Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους διερευνά τα οφέλη σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο, καθώς και για τις τοπικές κοινωνίες και τους επισκέπτες της περιοχής όπου θα κατασκευαστεί το πάρκο.

Η έρευνά μας υποδηλώνει ότι η επένδυση σε υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα θα δημιουργήσει σημαντικά παγκόσμια κέρδη μέσω της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αντικαθιστώντας ενέργεια από συμβατικές πηγές.

Εφόσον θεσπιστούν οι κατάλληλοι μηχανισμοί αποζημίωσης, η υπεράκτια αιολική ενέργεια μπορεί επίσης να επωφεληθεί και τις τοπικές κοινωνίες, οι οποίες συχνά αντιστέκονται στην εγκατάσταση αιολικών παρκών στην περιοχή τους λόγω της οπτικής ρύπανσης και του κινδύνου αρνητικών επιπτώσεων στο τοπικό περιβάλλον. Στο υποθετικό μας σενάριο, εκτιμούμε ότι η ετήσια απώλεια ευημερίας - και συνεπώς η απαιτούμενη αποζημίωση - για τους κατοίκους της περιοχής είναι περίπου 2.500 ευρώ ανά άτομο. Αυτή η αποζημίωση θα μπορούσε να λάβει τη μορφή ιδιωτικής αποζημίωσης, όπως παροχή ενέργειας σε χαμηλότερες τιμές, ή δημόσιας αποζημίωσης, όπως η παροχή τοπικών δημόσιων αγαθών (ανάπτυξη υποδομών ή συντήρηση πολιτιστικής κληρονομιάς). Μια πιο εμπεριστατωμένη μελέτη είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό των βέλτιστων μηχανισμών αποζημίωσης.

1. Εισαγωγή

Η υπεράκτια αιολική βιομηχανία στην Ευρώπη βρίσκεται σε ανοδική πορεία και αναμένεται να αναπτυχθεί περισσότερο την επόμενη δεκαετία. Παρότι η Ελλάδα δεν έχει ακόμη αξιοποιήσει το σημαντικό υπεράκτιο αιολικό δυναμικό της, αναμένεται σύντομα η ανάπτυξη πλωτών υπεράκτιων αιολικών έργων στα ελληνικά ύδατα. Το ΕΛΙΑΜΕΠ ανέθεσε στην Alma Economics να εκπονήσει μελέτη κοινωνικών επιπτώσεων, διερευνώντας την κοινωνική αξία που μπορεί να προκύψει από την επένδυση στην υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα. Η μελέτη παρέχει στοιχεία για τα κοινωνικά κέρδη και τις απώλειες από την εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην Ελλάδα.

Αναπτύσσεται ένα πλαίσιο ανάλυσης κόστους-οφέλους (ΑΚΟ) για την εκτίμηση της αξίας που μπορεί να δημιουργήσει μια τέτοια επένδυση από διεθνή, εθνική και τοπική άποψη βάσει των ευρημάτων μιας ενδελεχούς επισκόπησης μελετών κοινωνικών επιπτώσεων και εκθέσεων επιχειρηματικής σκοπιμότητας για παρόμοιες επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Διερευνούνται επίσης μηχανικές και περιβαλλοντικές μελέτες που αποδεικνύουν τη διασύνδεση μεταξύ των υπεράκτιων αιολικών τεχνολογιών και της δημιουργίας δημόσιου οφέλους. Επιπλέον, το εν λόγω πλαίσιο βασίζεται σε εκτιμήσεις εμπειρογνομόνων, απόρροια της συνεργασίας μεταξύ βασικών ενδιαφερομένων μερών στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα και διεθνώς¹.

Το πλαίσιο δεν περιορίζεται στον προσδιορισμό του κόστους αναφορικά με την επένδυση, τα παραγόμενα οικονομικά οφέλη και την εξοικονόμηση κόστους. Αξιολογεί το ευρύτερο κόστος και τα οφέλη σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς και για την ελληνική κοινωνία και τις τοπικές κοινωνίες που φιλοξενούν αιολικά πάρκα. Τα κοινωνικά οφέλη ποσοτικοποιούνται προς διευκόλυνση της εξαγωγής συμπερασμάτων σχετικά με τις κοινωνικές επιπτώσεις των επενδύσεων σε πλωτά υπεράκτια αιολικά πάρκα. Η χρηματική αποτίμηση της αξίας των κοινωνικών οφελών επιτρέπει τη σύγκρισή τους με το κόστος και τον υπολογισμό των καθαρών κοινωνικών οφελών που απορρέουν από την επένδυση. Επιπλέον, διερευνούνται ποιοτικά στοιχεία σχετικά με μη μετρήσιμα οφέλη που ενδέχεται να προκύψουν από την επένδυση, καθώς και οι πιθανές γεωπολιτικές επιπτώσεις.

Ο προσδιορισμός του κόστους και των οφελών απορρέει από ένα κεντρικό σενάριο κατασκευής ενός υποθετικού πλωτού υπεράκτιου αιολικού έργου στις ελληνικές θάλασσες. Η ενεργειακή ισχύς αυτού του υποθετικού πάρκου θα είναι 455 MW (συμπεριλαμβανομένων 33 ανεμογεννητριών ισχύος 15MW). Σύμφωνα με το παραπάνω σενάριο, το πάρκο θα βρίσκεται σε απόσταση 10 χλμ. από την ακτή και σε βάθος 250 μ. Η παραγόμενη ενέργεια θα αντικαταστήσει τη συμβατική ενέργεια που παράγεται από πετρέλαιο (50%) και από φυσικό αέριο (50%).

Η παρούσα έκθεση συνοψίζει την προσέγγιση που ακολουθήθηκε ως προς τη διερεύνηση των επιπτώσεων αυτής της υποθετικής επένδυσης, καθώς και τα βασικά συμπεράσματα. Οργανώνεται στα ακόλουθα κεφάλαια: (i) **Ιστορικό**, όπου συζητείται η τρέχουσα και η μελλοντική παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα, καθώς και στοιχεία από προηγούμενες

¹ Ιδιαίτερα σημαντική για τη μελέτη ήταν η συμβολή της Multiconsult, του νορβηγού εταίρου με ειδικευση στην υπεράκτια αιολική ενέργεια. Οι εμπειρογνώμονες της εταιρίας παρείχαν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με την τεχνολογία και τις κοινωνικές επιπτώσεις του τομέα, τροφοδοτώντας τη μοντελοποίηση και τη σχετική ανάλυση.

κοινωνικοοικονομικές μελέτες για επενδύσεις σε υπεράκτια αιολικά πάρκα, (ii) **Μελέτη περίπτωσης - υποθετική επένδυση**, όπου παρουσιάζεται το κεντρικό σενάριο για ένα υποθετικό υπεράκτιο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα, (iii) **Ανάλυση των οφελών από την υποθετική επένδυση**, όπου συνοψίζονται στοιχεία σχετικά με τα ποσοτικοποιημένα και μη ποσοτικοποιημένα οφέλη από την επένδυση, (iv) **Βασικά ευρήματα**, συζήτηση των βασικών αποτελεσμάτων σχετικά με το κόστος και τα οφέλη από το μοντέλο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους, (v) **Ανάλυση ευαισθησίας**, διερεύνηση των αλλαγών στο παρατηρούμενο κόστος και όφελος υπό διαφορετικές παραδοχές και σενάρια, και (vi) **Συμπεράσματα**, συγκέντρωση των βασικών μηνυμάτων, προσδιορισμός των περιορισμών και καθορισμός του πλαισίου για μελλοντικές εργασίες.

2. Ιστορικό

Στην ενότητα αυτή εξετάζεται η τρέχουσα παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα και οι μελλοντικές προοπτικές της χώρας όσον αφορά στην παραγωγή ανανεώσιμης και πράσινης ενέργειας. Στο δεύτερο μέρος της ενότητας αυτής εξετάζονται στοιχεία σχετικά με το κόστος και τα οφέλη από τις διεθνείς επενδύσεις σε υπερράκτια αιολικά.

Παραγωγή Ενέργειας στην Ελλάδα

Σύμφωνα με στοιχεία του Ανεξάρτητου Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ) (2021), η Ελλάδα παρήγαγε και εισήγαγε 4,206GWh ηλεκτρικής ενέργειας τον Μάρτιο του 2021. Το 32% αυτής της ηλεκτρικής ενέργειας παρήχθη από φυσικό αέριο, το 15% από λιγνίτη, το 7% από υδροηλεκτρική ενέργεια και το 33% από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι τρέχουσες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα περιλαμβάνουν υδροηλεκτρική, αιολική, ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια, καθώς και βιομάζα και απόβλητα (Ινστιτούτο Ενέργειας για τη Νοτιοανατολική Ευρώπη, 2020). Η ίδια μελέτη παρατηρεί ότι η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα διπλασιάστηκε κατά την περίοδο μεταξύ 2006 και 2017. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην ταχεία αύξηση των επενδύσεων της Ελλάδας στην ηλιακή και αιολική ενέργεια και στη μείωση της ζήτησης ενέργειας κατά την προηγούμενη δεκαετία.

Ενώ το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ελληνικό ενεργειακό μείγμα αυξήθηκε, η ασταθής παραγωγή τους παραμένει πρόβλημα. Οι τεχνολογίες αυτές εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες (π.χ. τον ήλιο και τον άνεμο), πράγμα που σημαίνει ότι μη κατάλληλες ατμοσφαιρικές συνθήκες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε απρόβλεπτες ελλείψεις στην παροχή ενέργειας. Οι απροσδόκητες διακυμάνσεις στην παραγωγή ενέργειας απαιτούν τη χρήση άλλων πηγών ενέργειας, όπως λιγνίτη, φυσικό αέριο ή υδροηλεκτρική ενέργεια, για να αντισταθμιστούν οι ελλείψεις στην παραγωγή ενέργειας. Ωστόσο, η ενέργεια που παράγεται από λιγνίτη συνοδεύεται από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, γεγονός που δεν επιτρέπει στην Ελλάδα να επιτύχει τον στόχο της ΕΕ για μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050. Επιπλέον, δεδομένου πως το φυσικό αέριο εισάγεται, η χρήση του αυξάνει την ενεργειακή εξάρτηση της χώρας².

Μια άλλη λύση για τις πιθανές ελλείψεις είναι η αποθήκευση, ώστε η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές να είναι διαθέσιμη όταν η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά. Το 2020, μέλη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου σημείωσαν πως νέες τεχνολογίες μπαταριών, θερμική αποθήκευση ή πράσινο υδρογόνο³ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την επίτευξη ομαλής και επαρκούς παροχής.⁴

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα του 2019, η αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές απαιτεί τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε ανανεώσιμο αέριο (το λεγόμενο πράσινο υδρογόνο), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στο ενεργειακό μείγμα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019). Τον Μάιο του 2021 μια ομάδα

² Energy press, 2021, "Panagiotakis: With the abandonment of lignite, the country's energy dependence increases". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://energypress.gr/news/panagiotakis-me-tin-egkatalipsis-toy-ligniti-ayxanei-i-energeiaki-exartisi-tis-horas>

³ Green hydrogen is hydrogen created by renewable energy instead of fossil fuels. Βλ. Jason Deign, 2020. "So, What Exactly Is Green Hydrogen?". Available at: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/green-hydrogen-explained>

⁴ Press release, European Parliament, 2020, "Boost energy storage in the EU to help spur decarbonisation". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20200706IPR82726/boost-energy-storage-in-the-eu-to-help-spur-decarbonisation>

ελληνικών εταιρειών υπέβαλε στην ΕΕ και την ελληνική κυβέρνηση τον "Λευκό Δράκο", μια πρόταση ύψους 8 δισ. ευρώ για την ανάπτυξη ενός έργου πράσινου υδρογόνου στην Ελλάδα. Στόχος της πρότασης είναι η αντικατάσταση των λιγνιτικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής έως το 2028 και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης.⁵

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Νησιωτική Ελλάδα

Η ηπειρωτική Ελλάδα ανήκει στο νότιο τμήμα της βαλκανικής χερσονήσου. Η χώρα έχει 6.000 νησιά και βραχονησίδες.⁶ Υπάρχουν ελληνικά νησιά (τα λεγόμενα μη διασυνδεδεμένα νησιά), των οποίων το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι συνδεδεμένο με το ηπειρωτικό δίκτυο. Ο Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας εργάζεται για την ενίσχυση της διασύνδεσης των Κυκλάδων με το ηπειρωτικό σύστημα. Μέχρι στιγμής έχει ολοκληρωθεί η σύνδεση της Σύρου, της Πάρου, της Μυκόνου και της Τήνου με την ηπειρωτική χώρα.⁷ Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν 29 νησιά με αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα. Τα περισσότερα από αυτά παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός συνδυασμού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πετρελαϊκών σταθμών.⁸

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ενέργειας για τη Νοτιοανατολική Ευρώπη (2020), το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μείγμα παραγωγής ενέργειας των μη διασυνδεδεμένων νησιών είναι 21%. Υπάρχουν ανησυχίες ότι το ποσοστό αυτό δεν θα αυξηθεί εάν, για παράδειγμα, δεν υπάρξουν επενδύσεις για την εγκατάσταση και λειτουργία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συστημάτων αποθήκευσης. Ωστόσο, οι επενδύσεις αυτές θα υλοποιηθούν μόνο εάν η διασύνδεση με την ηπειρωτική χώρα αποδειχθεί οικονομικά ασύμφορη.

Υπάρχουν δύο αξιοσημείωτες περιπτώσεις νησιών όπου ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται σήμερα ή θα χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για την κάλυψη των τοπικών αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Γενική Διεύθυνση Ενέργειας κ.ά., 2020), η Τήλος, νησί των Δωδεκανήσων στο νοτιοανατολικό Αιγαίο, αποτελεί ένα ενεργειακά αυτόαρκες νησί. Το υβριδικό ενεργειακό σύστημα της Τήλου βασίζεται στην αιολική και την ηλιακή ενέργεια, καθώς και στην αποθήκευση, αποτελούμενο από μια χερσαία ανεμογεννήτρια, ένα φωτοβολταϊκό πάρκο και μια μπαταρία για την αποθήκευση ενέργειας (Notton et al., 2017). Η Αστυπάλαια, επίσης νησί των Δωδεκανήσων, θα γίνει "έξυπνα πράσινη" και ενεργειακά αυτόαρκτης τα επόμενα χρόνια. Εκτός από τη χρήση ηλεκτρικών ιδιωτικών και δημόσιων μέσων μεταφοράς, στο νησί θα εγκατασταθεί ένα υβριδικό ενεργειακό σύστημα βασισμένο σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τα επόμενα έξι χρόνια.⁹

Wind power in Greece

Η Ελλάδα εκμεταλλεύεται το αιολικό δυναμικό της με τη δημιουργία χερσαίων αιολικών

⁵ Kathimerini, 2021. "The "White Dragon" proposal for hydrogen projects has been submitted". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.kathimerini.gr/economy/561362950/katatethike-i-protasi-white-dragon-gia-ta-erga-ydrogonoy/>

⁶ Visit Greece. Ελληνικά Νησιά. Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.visitgreece.gr/el/islands/>

⁷ IPTO, "Cyclades Interconnection". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.admie.gr/en/node/3185>

⁸ Regulatory Authority for Energy (RAE), "Non-Interconnected Islands". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.rae.gr/non-interconnected-islands/?lang=en>

⁹ Kathimerini. 2021. "Astypalaia is turning green". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.ekathimerini.com/economy/1161873/astypalaia-is-turning-green/>

πάρκων σε νησιωτικές περιοχές, όπως η Κρήτη, η Εύβοια και τα νησιά του Αιγαίου.¹⁰ Επί του παρόντος, η χώρα διαθέτει χερσαία αιολικά πάρκα ισχύος 4 GW, τα οποία καλύπτουν το 12% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019), η Ελλάδα θα πρέπει να εγκαταστήσει 7GW αιολικού ενεργειακού δυναμικού μέχρι το 2030 για να επιτύχει τους περιβαλλοντικούς της στόχους. Το δυναμικό για την αιολική ενέργεια στην Ελλάδα είναι τεράστιο, ιδίως για την υπεράκτια αιολική ενέργεια, η οποία θα μπορούσε να βοηθήσει τα νησιά να επιτύχουν ακόμη και αυτάρκεια.

Το καλοκαίρι του 2021 η ελληνική κυβέρνηση θα δημοσιεύσει το νομοθετικό και κανονιστικό πλαίσιο για την υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα.¹¹ Η δημοσίευση της νομοθεσίας ακολουθεί μια δημόσια διαβούλευση που διεξήχθη από κοινού από την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ) και τη Νορβηγική Ένωση Αιολικής Ενέργειας NORWEA για τη διερεύνηση νομικών ζητημάτων και ζητημάτων στρατηγικού σχεδιασμού που σχετίζονται με την ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα.¹²

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν σημαντικές ανησυχίες σχετικά με την αποδοχή των χερσαίων αιολικών πάρκων από τις τοπικές κοινωνίες. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση των Κυκλάδων, όπου οι κάτοικοι διαμαρτύρονται για την εγκατάσταση χερσαίων αιολικών πάρκων, εκφράζοντας τις ανησυχίες τους για τις επιπτώσεις μιας τέτοιας επένδυσης τόσο στο νησιωτικό τοπίο, όσο και στον τουρισμό.¹³ Το γεγονός αυτό δεν αποτελεί ελληνικό φαινόμενο. Σύμφωνα με τους Kaldellis et al. (2016) το κίνημα "Not in my Backyard" εκφράζει την κοινωνική αντίθεση στα χερσαία αιολικά πάρκα (λόγω θορύβου και οπτικής ρύπανσης) διεθνώς. Η μελέτη τονίζει ότι είναι πολύ νωρίς για να συμπεράνουμε αν τα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι κοινωνικά αποδεκτά, αν και η τοποθεσία είναι βέβαιο ότι επηρεάζει τις αντιδράσεις του κοινού.

Διεθνή Υπεράκτια Αιολικά Πάρκα

Το πρώτο υπεράκτιο αιολικό πάρκο κατασκευάστηκε στη Δανία το 1991. Το πάρκο κατασκευάστηκε σε βάθος 2-5 μέτρων και περιλάμβανε 11 ανεμογεννήτριες που παρείχαν ενέργεια σε περισσότερα από 2.000 νοικοκυριά.¹⁴ Ακολούθησαν πολυάριθμες επενδύσεις σε υπεράκτια αιολικά πάρκα τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Η Δανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γερμανία, η Κίνα και οι Κάτω Χώρες είναι οι κορυφαίες αγορές υπεράκτιων αιολικών πάρκων, συμπεριλαμβανομένων πολλών ολοκληρωμένων υπεράκτιων αιολικών πάρκων και αρκετών άλλων που βρίσκονται υπό κατασκευή.¹⁵ Η Ευρώπη διαθέτει 25GW

¹⁰ RAE GeoPortal. Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://geo.rae.gr/>

¹¹ Wind Europe. 2021. "Offshore wind is coming to Greece". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://windeurope.org/newsroom/news/offshore-wind-is-coming-to-greece/>

¹² ELETAEN. 2020. "Necessary legislative adjustments to promote offshore wind energy in Greece". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://eletaen.gr/necessary-legislative-adjustments-offshore-wind-energy-greece/>

¹³ Kathimerini. 2017. "Opinion: Tourism and wind turbines in the Cyclades". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.kathimerini.gr/economy/local/900167/apopsi-toyrismos-kai-anemogennitries-stis-kyklades/>; επίσης, Proto Thema. 2019. "Wind farms: They "generate" tension in the Cyclades - What do the municipalities support, what do the companies reply?" Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.protothema.gr/greece/article/875770/aiolika-parka-paragoun-edasi-stis-kyklades-ti-upostirizoun-oi-dimoi-ti-apidoun-oi-etairieis/>

¹⁴ Tom Ewing. 2019. "Offshore Wind – A Brief History". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.marinetechologynews.com/news/offshore-brief-history-590397>

¹⁵ GlobalData Energy. 2021. "China to add significant offshore wind power capacity every year during 2023–2030". Διαθέσιμο στον

εγκατεστημένης υπεράκτιας αιολικής ισχύος, καλύπτοντας το 3% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας το 2020 (Wind Europe, 2021).

Το πρώτο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στις ΗΠΑ, που κατασκευάστηκε το 2016, έχει δυναμικότητα 150 MW και παράγει ηλεκτρική ενέργεια για 17.000 νοικοκυριά.¹⁶ Λόγω των επιδόσεων του πρώτου πάρκου και της μελλοντικής αιολικής δυναμικότητας στη χώρα, αναμένεται να λειτουργήσουν περισσότερα υπεράκτια αιολικά πάρκα από το 2021 και μετά (Carr-Harris and Lang, 2019).

Η Κίνα αξιοποίησε επίσης το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό της την προηγούμενη δεκαετία (Chen, 2011). Μέχρι το τέλος του 2019, η Κίνα αντιπροσώπευε το 23% του παγκόσμιου υπεράκτιου αιολικού δυναμικού.¹⁷ Το 2020 κατασκευάστηκαν στην Κίνα νέες υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις ισχύος 3 GW¹⁸, ενώ μέχρι το 2030 αναμένεται να εγκατασταθούν επιπλέον 52 GW υπεράκτιας αιολικής ισχύος.

Τα αιολικά πάρκα που βρίσκονται σήμερα σε λειτουργία χρησιμοποιούν κυρίως ανεμογεννήτριες σταθερού πυθμένα. Αυτό σημαίνει ότι η ανεμογεννήτρια βασίζεται σε μια πλατφόρμα που συνδέεται με τον πυθμένα της θάλασσας σε βάθος έως και 50 μέτρων (Hanania et al., 2015). Για βάθη άνω των 50 μ. οι βάσεις σταθερού πυθμένα δεν είναι πλέον οικονομικά βιώσιμες. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται πλωτές υπεράκτιες ανεμογεννήτριες, οι οποίες συνδέονται με τον πυθμένα της θάλασσας με γραμμές πρόσδεσης (Zountouridou et al., 2015). Λόγω του βάθους των υδάτων στη Μεσόγειο Θάλασσα, μια υπεράκτια αιολική επένδυση στην Ελλάδα θα απαιτούσε πιθανότατα πλωτή θεμελίωση.

Το πρώτο πλωτό αιολικό πάρκο στην Ευρώπη, το Hywind Scotland, άρχισε να λειτουργεί το 2017 και έχει συνολική ισχύ 30MW (5 ανεμογεννήτριες ισχύος 6MW).¹⁹ Στην Πορτογαλία, το αιολικό πάρκο Windfloat Atlantic, ισχύος 25MW, που κατασκευάστηκε σε 100 μέτρα βάθος στα ανοικτά των ακτών της Πορτογαλίας, αναμένεται να παρέχει ενέργεια σε περισσότερα από 60.000 νοικοκυριά ετησίως. Σύμφωνα με έκθεση της Wind Europe (2019) αναμένονται περισσότερες επενδύσεις σε πλωτά πάρκα, συμπεριλαμβανομένου του Hywind Tampen στη Νορβηγία, ενός αιολικού πάρκου 88MW, το οποίο θα αρχίσει να λειτουργεί το 2022.

Κόστος και οφέλη της Υπεράκτιας Αιολικής Ενέργειας

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια αναμένεται να γνωρίσει ακόμη μεγαλύτερη άνθηση τα επόμενα χρόνια. Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχει αυξανόμενη βιβλιογραφία που διερευνά την οικονομική βιωσιμότητα των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, καθώς και το κόστος και τα οφέλη από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα σε σύγκριση με άλλους τρόπους παραγωγής ενέργειας, όπως για παράδειγμα τα χερσαία πάρκα και οι μονάδες που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα.

Μια καλά στοιχειοθετημένη μελέτη των Snyder και Kaiser (2009) διερευνά το κόστος και τις οικολογικές επιπτώσεις ενός υποθετικού υπεράκτιου αιολικού πάρκου στις ΗΠΑ σε σύγκριση με την χερσαία και τη συμβατική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι συγγραφείς

σύνδεσμο: <https://www.power-technology.com/comment/china-offshore-wind-power/>

¹⁶ Orsted. "Our offshore wind projects in the U.S." Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://us.orsted.com/wind-projects>

¹⁷ Βλ. σημείωση 14.

¹⁸ Global Associations Platform Hub. 2021. "China installed half of new global offshore wind capacity during 2020 in record year". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://gwec.net/china-installed-half-of-new-global-offshore-wind-capacity-during-2020-in-record-year/>

¹⁹ Equinor. "Hywind Scotland". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.equinor.com/en/what-we-do/floating-wind/hywind-scotland.html>

αναπτύσσουν ένα μοντέλο για τον υπολογισμό του κόστους επένδυσης ως συνάρτηση των τεχνικών χαρακτηριστικών του πάρκου, συμπεριλαμβανομένης της ενεργειακής ικανότητας κάθε ανεμογεννήτριας, της απόστασης από την ακτή, του βάθους των υδάτων και των ετών κατασκευής. Διαπιστώνουν ότι η επένδυση στην υπεράκτια αιολική ενέργεια μπορεί να είναι πιο δαπανηρή από την επένδυση στην χερσαία αιολική ενέργεια. Αποδεικνύεται ότι ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο συνεπάγεται τόσο οικολογικά οφέλη (συμπεριλαμβανομένης της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου), όσο και μειονεκτήματα (π.χ. δυσμενείς επιπτώσεις για τα πτηνά, τα θηλαστικά και τα ψάρια). Ωστόσο, υποστηρίζεται ότι οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να μετριαστούν με τις νέες τεχνολογίες και τη στρατηγική επιλογή της τοποθεσίας του πάρκου.

Πιο πρόσφατες μελέτες διερευνούν το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό στην Ασία. Οι Nian κ.ά. (2019) εστιάζουν στο κόστος και τα οφέλη ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου σε μια περιοχή της Νοτιοανατολικής Ασίας με δυσμενείς κλιματικές συνθήκες. Οι συγγραφείς υπολογίζουν το κόστος του κύκλου ζωής της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας και το αποτύπωμα άνθρακα των πάρκων σε διάφορες τοποθεσίες στη Νοτιοανατολική Ασία. Υποστηρίζουν ότι οι βελτιώσεις στην τεχνολογία της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας μπορούν να μειώσουν το κόστος επένδυσης και να βελτιώσουν τον συντελεστή φορτίου της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, μεγιστοποιώντας έτσι τα οικονομικά πλεονεκτήματα αυτού του είδους επένδυσης.

Η Multiconsult (2019) διεξάγει Ανάλυση Κόστους-Οφέλους για το Hywind Tampen, το υπεράκτιο αιολικό πάρκο που θα αρχίσει να λειτουργεί στη Νορβηγία το 2022 για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε δύο πλατφόρμες γεώτρησης φυσικού αερίου και πετρελαίου. Το μοντέλο Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους περιλαμβάνει το κόστος που σχετίζεται με τη λειτουργία και τη συντήρηση του πάρκου, καθώς και το χρηματοοικονομικό κεφάλαιο που απαιτείται για την επένδυση. Περιλαμβάνει επίσης τις δαπάνες παροπλισμού του πάρκου. Ποσοτικοποιεί τα οφέλη από τις μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και οξειδίων του αζώτου, καθώς και το κόστος του φυσικού αερίου (υποθέτοντας ότι το φυσικό αέριο που απαιτείται για τη λειτουργία των πλατφορμών μπορεί να πωληθεί στην αγορά). Συγκρίνοντας το κόστος με τα οφέλη, οι συγγραφείς καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η συνολική καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης (δηλαδή τα συνολικά οφέλη μείον το συνολικό κόστος) μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ αρνητικών τιμών (δηλαδή -220 εκατ. ευρώ) και θετικών τιμών (96 εκατ. ευρώ). Η συνολική αξία του έργου εξαρτάται από τη διάρκεια ζωής του, το προεξοφλητικό επιτόκιο και την πορεία της τιμής του διοξειδίου του άνθρακα. Οι συγγραφείς συζητούν επίσης τις εξωτερικές επιδράσεις γνώσης και καινοτομίας που μπορεί να δημιουργήσει μια τέτοια επένδυση και επικεντρώνονται στις αλυσιδωτές επιδράσεις της επένδυσης στην υπεράκτια αιολική ενέργεια. Αυτές περιλαμβάνουν τη συμβολή στο ΑΕΠ της Νορβηγίας κατά 905 εκατ. ευρώ έως 1 δισ. ευρώ και τη δημιουργία 8.000 έως 15.000 θέσεων εργασίας ισοδύναμου πλήρους απασχόλησης (ΙΠΑ), ανάλογα με το μερίδιο της Νορβηγίας στην αγορά εφοδιασμού.²⁰

Μελέτη του Universidad de las Palmas de Gran Canaria (2018), που χρηματοδοτήθηκε από την Equinor, διερευνά τις οικονομικές επιπτώσεις ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου 200MW στα Κανάρια Νησιά. Με βάση ένα μοντέλο εισροών-εκροών, οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι το πάρκο μπορεί να κατασκευαστεί κυρίως στην Ισπανία, οδηγώντας στη δημιουργία έως και περίπου 4.000 θέσεων εργασίας FTE.

²⁰ Το ισοδύναμο πλήρους απασχόλησης (ΙΠΑ) είναι μια μονάδα μέτρησης ίση με τον αριθμό ωρών ενός υπαλλήλου πλήρους απασχόλησης.

Η Περίπτωση της Ελλάδας

Υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία σχετικά με το κόστος και τα οφέλη των υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα. Μια μελέτη των Ζουντουρίδου κ.ά. (2015) διερευνά τη σκοπιμότητα υπεράκτιων αιολικών πάρκων στα βαθιά ύδατα της Μεσογείου. Συγκεκριμένα, εξετάζει μια επένδυση σε ένα πλωτό υπεράκτιο αιολικό πάρκο ισχύος 12MW που εγκαθίσταται σε βάθος 540 μ. και σε απόσταση 15 χλμ. από την ακτή της Σαντορίνης. Το πάρκο υποτίθεται ότι θα αντικαταστήσει την ενέργεια που παράγεται από πετρελαϊκές μονάδες. Διερευνώνται τα οφέλη αυτής της επένδυσης, συμπεριλαμβανομένης της εξοικονόμησης από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των εισαγωγών πετρελαίου. Η μελέτη ρίχνει επίσης φως στα κέρδη ευημερίας που απορρέουν από ένα καθαρότερο περιβάλλον. Τονίζεται ότι οι τεχνολογίες υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στη Μεσόγειο διαφέρουν από εκείνες των βόρειων χωρών, καθώς η Μεσόγειος έχει βαθύτερα ύδατα.

Μια πιο πρόσφατη μελέτη των Σπυριδωνίδου κ.ά. (2020) προσδιορίζει πιθανές θέσεις για υπεράκτια αιολικά πάρκα στην Ελλάδα και εκτιμά το κόστος επένδυσης για τις διάφορες περιοχές. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, η επιλογή των περιοχών για την εγκατάσταση υπεράκτιων πάρκων θα εξαρτηθεί από (i) τη νομοθεσία σχετικά με τα εθνικά χωρικά ύδατα, (ii) την ταχύτητα του ανέμου, (iii) το βάθος του νερού, (iv) τις στρατιωτικές ζώνες, (v) τις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας, (vi) τα υποβρύχια καλώδια, (vii) την απόσταση από τα λιμάνια και (viii) την απόσταση από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης. Οι συγγραφείς εντοπίζουν 16 πιθανά υπεράκτια αιολικά έργα σε διάφορες τοποθεσίες στην Ελλάδα και υπολογίζουν το κόστος επένδυσης και τη στρατηγική τους αξία. Η υλοποίηση 12 υπεράκτιων αιολικών έργων είναι σε θέση να δημιουργήσει κοινωνικά και οικονομικά οφέλη χρησιμοποιώντας μόνο το 60% του συνολικού επενδυτικού κεφαλαίου.

3. Προσέγγιση της εκτίμησης των κοινωνικών επιπτώσεων από επενδύσεις στην υπεράκτια αιολική ενέργεια

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το μοντέλο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους που σχεδιάστηκε για την εκτίμηση της κοινωνικής αξίας της επένδυσης στην υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα. Συζητείται επίσης η προσέγγιση από ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη ενός κεντρικού σεναρίου που περιγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός πλωτού υπεράκτιου αιολικού πάρκου, το οποίο μπορεί να κατασκευαστεί στις ελληνικές θάλασσες λαμβάνοντας υπόψη τα μοναδικά χαρακτηριστικά του ελληνικού περιβάλλοντος. Τέλος, περιγράφει την προσέγγισή που υιοθετήθηκε για τον προσδιορισμό του κόστους από μια τέτοια επένδυση.

Προσέγγιση της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους

Αναπτύσσεται ένα πλαίσιο ανάλυσης κόστους-οφέλους για να συνδεθεί το κόστος της επένδυσης σε ένα πλωτό υπεράκτιο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα με τα οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την επένδυση αυτή. Το κόστος και τα οφέλη προσδιορίζονται σε σύγκριση με ένα σενάριο αντιπαραβολής ("business as usual"), το οποίο υποθέτει ότι η ενέργεια παράγεται στην Ελλάδα με συμβατικές μεθόδους και πηγές, ελλείψει της επένδυσης. Τα οφέλη από την επένδυση υπολογίζονται σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς και για την ελληνική κοινωνία και τις τοπικές κοινωνίες.

Το πλαίσιο καταγράφει τόσο το άμεσο κόστος (δηλ. το κόστος που σχετίζεται με την επένδυση), όσο και το έμμεσο κόστος (κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης ή περιβαλλοντικών επιπτώσεων), καθώς και τα υλικά και άυλα οφέλη που απορρέουν από την επένδυση. Τα άπτα οφέλη (για παράδειγμα, η εξοικονόμηση κόστους λόγω της μείωσης των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου) ποσοτικοποιούνται και αποτιμώνται με βάση το εξοικονομούμενο κόστος ή τις αγοραίες αξίες. Τα άυλα οφέλη, όπως τα κέρδη από τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, αποτιμώνται σε χρήμα με βάση στοιχεία από τη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τις προτιμήσεις και την προθυμία των ανθρώπων να πληρώσουν για τέτοια αγαθά. Τα ποιοτικά στοιχεία εξετάζονται και λαμβάνονται υπόψη όσον αφορά στις επιπτώσεις που δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν.

Το μελλοντικό κόστος και τα οφέλη προεξοφλούνται για να προσδιοριστεί η παρούσα αξία τους, λαμβάνοντας υπόψη τη χρονική αξία του χρήματος (με βάση την υπόθεση ότι οι άνθρωποι προτιμούν να λαμβάνουν οφέλη τώρα παρά στο μέλλον). Ελλείψει στοιχείων ειδικά για την Ελλάδα, υποθέτουμε ότι το κοινωνικό προεξοφλητικό επιτόκιο είναι 3,5%, ακολουθώντας τη βέλτιστη πρακτική που περιγράφεται στις οδηγίες του Υπουργείου Οικονομικών του Ηνωμένου Βασιλείου για την εκτίμηση και αξιολόγηση πολιτικών.²¹ Υπολογίζουμε και αθροίζουμε την παρούσα αξία του κόστους και των οφελών καθ' όλη τη διάρκεια των ετών της επένδυσης για να προσδιορίσουμε την Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) και τον Λόγο Οφέλους προς Κόστος (ΛΟΚ) της επένδυσης σε ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο.

²¹ HM Treasury. "The Green Book – Central Government Guidance on Appraisal and Evaluation". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/938046/The_Green_Book_2020.pdf

Σενάριο Αντιπαραβολής (“Business as Usual”)

Βασικό χαρακτηριστικό της μεθοδολογίας Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους είναι ότι το κόστος και τα οφέλη από την επένδυση προσδιορίζονται σε σύγκριση με ένα αντιπαραδειγματικό ή “business as usual” σενάριο - δηλαδή την κατάσταση στην οποία δεν υπάρχει επένδυση στην υπεράκτια αιολική ενέργεια.

Υποθέτουμε ότι, ελλείψει της επένδυσης στην υπεράκτια αιολική ενέργεια, η ενέργεια θα παράγεται από συμβατικές πηγές, συγκεκριμένα, ένα μείγμα από 50% φυσικό αέριο και 50% πετρέλαιο. Το φυσικό αέριο περιλαμβάνεται στο σενάριο αντιπαραβολής ως βασική πηγή ενέργειας, καθώς καταλαμβάνει το 32% του ελληνικού ενεργειακού μείγματος. Το πετρέλαιο περιλαμβάνεται στο σενάριο καθώς πολλά ελληνικά νησιά εξαρτώνται από πετρελαϊκές μονάδες παραγωγής ενέργειας που παράγουν τόνους διοξειδίου του άνθρακα και παραμένουν μια σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση. Δεν λαμβάνουμε υπόψη την ενέργεια που παράγεται από λιγνίτη στην αντιπαραβολή, καθώς η Ελλάδα έχει δεσμευτεί να σταματήσει τη χρήση αυτής της πηγής μέχρι το 2028, νωρίτερα από το υποτιθέμενο έτος έναρξης λειτουργίας του υπεράκτιου αιολικού πάρκου.

Το μοντέλο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους λαμβάνει υπόψη το εξοικονομούμενο κόστος από τη μείωση της χρήσης του φυσικού αερίου και του πετρελαίου που θα χρησιμοποιείτο για την παραγωγή της ενέργειας ελλείψει του πλωτού υπεράκτιου αιολικού πάρκου.

Σε διεθνές επίπεδο, η ποσότητα φυσικού αερίου και πετρελαίου που θα χρησιμοποιείτο για τη δημιουργία της ενέργειας που τώρα παράγεται από το υπεράκτιο πάρκο δεν θα εξάγεται πλέον, πράγμα που σημαίνει ότι το συνολικό κόστος εξόρυξης φυσικού αερίου και πετρελαίου θα μειωθεί. Το κόστος εξόρυξης περιλαμβάνει το κόστος εξερεύνησης και ανύψωσης. Το κόστος εξερεύνησης σχετίζεται με την ανεύρεση υδρογονανθράκων και μπορεί να περιλαμβάνει δαπάνες για γεωλογικές μελέτες και δαπάνες γεώτρησης.²² Το κόστος ανύψωσης περιλαμβάνει δαπάνες που σχετίζονται με την εξόρυξη υδρογονανθράκων στην επιφάνεια, συμπεριλαμβανομένων της ολοκλήρωσης και του εξοπλισμού των γεωτρήσεων, του σχετικού εξοπλισμού, του κόστους εργασίας κ.λπ.²³

Σε εθνικό επίπεδο, η ποσότητα φυσικού αερίου και πετρελαίου που θα χρησιμοποιείτο για την παραγωγή της ενέργειας που δημιουργείται τώρα στο υπεράκτιο αγρόκτημα δεν θα εισάγεται πλέον, μειώνοντας έτσι τις εισαγωγές ενέργειας της Ελλάδας. Το μοντέλο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους λαμβάνει υπόψη το κόστος αγοράς των μονάδων φυσικού αερίου και πετρελαίου, χρησιμοποιώντας προβλέψεις της τιμής Brent Spot Price (τιμή ανά βαρέλι πετρελαίου), καθώς και την τιμή του φυσικού αερίου ανά mmBtu που εκτιμάται από την Υπηρεσία Ενεργειακών Πληροφοριών των ΗΠΑ (EIA) για τον υπολογισμό του εξοικονομούμενου κόστους σε εθνικό επίπεδο.²⁴

Η παραγωγή ενέργειας από φυσικό αέριο και πετρέλαιο συνδέεται με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Το χρησιμοποιούμενο μοντέλο εκτιμά τους τόνους εκπομπών που θα παρήγαγαν οι δύο πηγές παραγωγής ενέργειας εάν δεν υπήρχε η επένδυση στην υπεράκτια

²² Aublinger. 2014. “How much does it cost to produce 1,000 cubic feet of gas?”. Διαθέσιμο στον σύνδεσμο:

<https://seekingalpha.com/article/2707555-how-much-does-it-cost-to-produce-1000-cubic-feet-of-gas>

²³ European Commission. INSPIRE. “Extraction of crude petroleum and natural gas”. Διαθέσιμο στον σύνδεσμο:

<https://inspire.ec.europa.eu/codelist/EconomicActivityNACEValue/B.06>

²⁴ US Energy Information Administration. Annual Energy Outlook 2021. Διαθέσιμο στον σύνδεσμο:

<https://www.eia.gov/outlooks/aeo/data/browser/#/?id=1-AEO2021&cases=ref2021&sourcekey=0>

αιολική ενέργεια. Με βάση μια μελέτη των Kaldellis και Αποστόλου (2017) χρησιμοποιούνται οι συντελεστές εκπομπών θερμοκηπίου του κύκλου ζωής, οι οποίοι υπολογίζονται με βάση το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας μέσω της αξιολόγησης του κύκλου ζωής.²⁵ Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου του κύκλου ζωής της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φυσικό αέριο και πετρέλαιο είναι 450 γρ. διοξειδίου του άνθρακα/KWh και 840 γρ. διοξειδίου του άνθρακα/KWh αντίστοιχα.

Μελέτη Περίπτωσης ενός υποθετικού πλωτού Αιολικού Ενεργειακού Πάρκου

Με βάση την επισκόπηση των στοιχείων και τις συζητήσεις μας με βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς και εμπειρογνώμονες του τομέα, αναπτύσσεται ένα κεντρικό σενάριο που περιγράφει μια επένδυση σε ένα υποθετικό υπεράκτιο αιολικό πάρκο ενέργειας που μπορεί να κατασκευαστεί στην Ελλάδα. Το σενάριο αυτό περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- (i) **Χρονικό πλαίσιο επένδυσης:** Το χρονοδιάγραμμα του υποθετικού πάρκου εκτείνεται από το έτος 1 (υποτίθεται ότι είναι το 2025) έως το έτος 36 (δηλαδή το 2060). Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες του τομέα, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ο ακριβής χρόνος που απαιτείται για την κατασκευή του πάρκου. Τούτου λεχθέντος, οι ενδιαφερόμενοι προτείνουν ότι είναι λογικό να υποθέσουμε ότι ο σχεδιασμός και η κατασκευή του πάρκου θα διαρκέσει περίπου οκτώ χρόνια, ενώ η διαδικασία παροπλισμού θα διαρκέσει τρία χρόνια. Με βάση τα πρόσφατα στοιχεία των Σπυριδωνίδου κ.ά. (2020) υποθέτουμε ότι το πάρκο θα λειτουργήσει για 25 χρόνια.
- (ii) **Μέγεθος επένδυσης:** Υποθέτουμε ότι το πάρκο θα έχει συνολική δυναμικότητα 495 MW, συμπεριλαμβανομένων 33 υπεράκτιων ανεμογεννητριών ισχύος 15 MW. Εκτός από αυτή την παραδοχή στο κεντρικό σενάριο, το μοντέλο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους επιτρέπει τη διερεύνηση του κόστους και του οφέλους από πάρκα με διαφορετικά επίπεδα δυναμικότητας ή/και αριθμό ανεμογεννητριών. Τα αποτελέσματα λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά επίπεδα δυναμικότητας παρουσιάζονται στο κεφάλαιο Ανάλυση Ευαισθησίας.
- (iii) **Τύπος τεχνολογίας υπεράκτιας αιολικής ενέργειας:** Σύμφωνα με τους Ζουντουρίδου κ.ά. (2015) υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογίες για τη θεμελίωση των υπεράκτιων αιολικών σταθμών, συμπεριλαμβανομένων των μονοπάλων, της βαρύτητας, των τρίποδων, των μανδύων και των πλωτών ανεμογεννητριών. Για βαθύτερα ύδατα, όπως αυτά της Μεσογείου, απαιτείται η πλωτή τεχνολογία υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων, καθώς μπορεί να εγκατασταθεί σε βάθος νερού 100-900 μ.. Με βάση αυτά τα στοιχεία, υποθέτουμε ότι το ελληνικό υπεράκτιο αιολικό πάρκο θα περιλαμβάνει πλωτές ανεμογεννήτριες. Επιπλέον, υποθέτουμε ότι η μέση ισχύς που παράγει μια ανεμογεννήτρια (δηλαδή ο συντελεστής ισχύος της ανεμογεννήτριας) είναι ίσος με το 57% της μέγιστης δυνατότητας ισχύος της (Καλδέλλης και Καψάλη, 2013). Ο συντελεστής

²⁵ The life cycle assessment covers the full time of the source, from extraction until waste management (United States Environmental Protection Agency (EPA). "Lifecycle analysis of greenhouse gas emissions under the Renewable Fuel Standard". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/lifecycle-analysis-greenhouse-gas-emissions-under-renewable-fuel>).

υποβάθμισης μιας ανεμογεννήτριας είναι ίσος με 0,7% (Ζουντουρίδου κ.ά., 2015).

- (iv) **Τοποθεσία:** Με βάση την εμπειρία των βασικών ενδιαφερομένων, είναι εφικτή η κατασκευή ενός πάρκου σε απόσταση 6 έως 12 χιλιομέτρων από την ακτή. Επιπλέον, δεδομένων των βαθιών μεσογειακών υδάτων, υποθέτουμε ότι το πάρκο θα τοποθετηθεί σε ύδατα βάθους μεταξύ 200 και 400 μέτρων. Το κεντρικό μας σενάριο υποθέτει ότι το πάρκο θα βρίσκεται σε απόσταση 10 χιλιομέτρων από την ακτή και σε βάθος 250 μέτρων.

Πίνακας 1. Παραδοχές και Παράμετροι

Παραδοχές	
Ανάπτυξη και κατασκευή του πάρκου (έτη)	8
Λειτουργία (έτη)	25
Παροπλισμός (έτη)	3
Παράμετροι	
Απόσταση από την ακτή (χλμ.)	10
Λειτουργία (έτη)	250
Ισχύς μιας τουρμπίνας (MW)	15
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (MW)	495
Συντελεστής ισχύος εγκατάστασης ανεμογεννήτριας (%)	57%
Συντελεστής υποβάθμισης (%)	0.7%

Κόστος Κατασκευής, Λειτουργίας και Συντήρησης του Πάρκου

Η επένδυση σε ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα περιλαμβάνει το κόστος κεφαλαίου που καλύπτει τη διαδικασία ανάπτυξης, αδειοδότησης και κατασκευής (CAPEX), το κόστος λειτουργίας και συντήρησης (OPEX) και το κόστος παροπλισμού (DECEX).

Το CAPEX περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες που πραγματοποιούνται πριν από την ημερομηνία εμπορικής έναρξης λειτουργίας του πάρκου. Οι δαπάνες αυτές περιλαμβάνουν δαπάνες που συνδέονται με τη διαχείριση της ανάπτυξης και του έργου (υπηρεσίες ανάπτυξης και συναίνεσης, περιβαλλοντικές, γεωλογικές και υδρογραφικές έρευνες), την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών, τις δαπάνες υποστήριξης και εγκατάστασης και τη σύνδεση με το δίκτυο (BVG associates, 2019). Σύμφωνα με τους Maienza et al. (2020) το OPEX περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες που σχετίζονται με τη λειτουργία και τη συντήρηση του πάρκου, μαζί με οποιεσδήποτε άλλες δαπάνες που προκύπτουν μετά την ημερομηνία έναρξης λειτουργίας του πάρκου. Το DECEX περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες που σχετίζονται με τον παροπλισμό και την εκκαθάριση της περιοχής του εργοστασίου.

CAPEX

Το CAPEX του υποθετικού πάρκου εξαρτάται από το έτος της τελικής επενδυτικής απόφασης (FID), καθώς και από το έτος έναρξης λειτουργίας. Υποθέτουμε ότι οι προπαρασκευαστικές εργασίες για το πάρκο θα ξεκινήσουν το 2025 και η FID θα ληφθεί το 2030. Το πάρκο θα είναι έτοιμο να λειτουργήσει το 2032 και θα τεθεί σε λειτουργία το 2033.

Χρησιμοποιούμε έναν συνδυασμό των βέλτιστων διαθέσιμων στοιχείων της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για να υπολογίσουμε το CAPEX του πάρκου στο κεντρικό μας σενάριο. Σύμφωνα με τον Wood Mackenzie (2021), το CAPEX των υπεράκτιων αιολικών πάρκων μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, καθώς διατίθενται νέες πλωτές υπεράκτιες τεχνολογίες.²⁶ Οι συγγραφείς εκτιμούν ότι το CAPEX ανά MW ενός πλωτού υπεράκτιου πάρκου θα κυμαίνεται μεταξύ 2,6 και 4 εκατ. δολαρίων την περίοδο μεταξύ 2025 και 2030. Με βάση αυτά τα στοιχεία, υποθέτουμε ότι το CAPEX/MW το 2025 θα είναι 4 εκατ. δολάρια (δηλαδή 3,3 εκατ. ευρώ).

Για να υπολογίσουμε το CAPEX του υποθετικού μας πάρκου για το 2032 (δηλαδή το έτος έναρξης λειτουργίας), χρησιμοποιούμε στοιχεία από μια μελέτη που εξετάζει το κόστος του Hywind Tampen με την πάροδο του χρόνου (Multiconsult, 2019). Το Hywind Tampen είναι ένα αιολικό πάρκο 88MW που αποτελείται από 11 πλωτές πλατφόρμες Hywind που βρίσκονται σε βάθος 260-300 μέτρων και σε απόσταση 140 χιλιομέτρων από την ακτή.²⁷ Χρησιμοποιούμε τις ετήσιες εκτιμήσεις κόστους από την εν λόγω μελέτη για να υπολογίσουμε τις τάσεις του CAPEX/MW με την πάροδο του χρόνου. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε το μέσο ετήσιο ρυθμό μεταβολής στο ποσό των 3,3 εκατ. ευρώ για το 2025. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας, το CAPEX/MW για ένα πάρκο με τα ίδια χαρακτηριστικά με το Hywind Tampen θα είναι 1,8 εκατ. ευρώ το 2032.

Οι Ng and Ran (2016) και Σπυριδωνίδου κ.ά. (2020) χρησιμοποιούν έναν εμπειρικό κανόνα για τον υπολογισμό του CAPEX/MW για πάρκα με διαφορετικά χαρακτηριστικά, συγκεκριμένα την απόσταση από την ακτή και το βάθος των υδάτων. Σύμφωνα με αυτόν τον κανόνα, η αύξηση κατά 10% του βάθους νερού ή της απόστασης από την ακτή θα αυξήσει το κόστος επένδυσης κατά 1% (συμπεριλαμβανομένου του κόστους που σχετίζεται με τη σύνδεση στο δίκτυο και τη δομή στήριξης). Εφαρμόζουμε αυτόν τον κανόνα στην εκτίμηση CAPEX/MW του 2032 για το πάρκο Hywind Tampen για να καταλήξουμε σε εκτιμήσεις για το υποθετικό μας πάρκο, υπολογίζοντας απόσταση 10 χιλιομέτρων από την ακτή και βάθος 250 μέτρων. Ακολουθώντας αυτή την προσέγγιση, το CAPEX/MW ανέρχεται σε 1,6 εκατ. ευρώ/MW το 2032.

Βάσει των γνώσεων ειδικών του τομέα, υποθέτουμε ότι το 10% του CAPEX προκύπτει κατά τα πρώτα 5 έτη της επένδυσης (κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανάπτυξης και αδειοδότησης). Το υπόλοιπο 90% του CAPEX προκύπτει κατά τα επόμενα 3 έτη, κατά τα οποία θα κατασκευαστεί το πάρκο.

²⁶ Wood Mackenzie. 2021. "Floating offshore could be largest frontier for wind power in Asia Pacific". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.woodmac.com/press-releases/floating-offshore-could-be-largest-frontier-for-wind-power-in-asia-pacific/>

²⁷ Το Hywind Tampen δεν θα συνδεθεί με το ηπειρωτικό δίκτυο. Ως εκ τούτου, οι συγγραφείς της μελέτης Multiconsult χρησιμοποιούν ανάλυση τμηματοποίησης για να προσδιορίσουν το κόστος μεταφοράς και να το εξαιρέσουν από το CAPEX. Για τη δική μας ανάλυση, λαμβάνουμε το συνολικό CAPEX (συμπεριλαμβανομένου του κόστους μεταφοράς), καθώς το υποθετικό πάρκο θα συνδεθεί με το κύριο δίκτυο.

OPEX

Για να εκτιμήσουμε το OPEX ανά MW του πάρκου μας, χρησιμοποιούμε στοιχεία από τη βιβλιογραφία που τεκμηριώνουν μια σχέση μεταξύ CAPEX και OPEX. Ακολουθώντας τους Σπυριδωνίδου κ.ά. (2020) υποθέτουμε ότι το ετήσιο OPEX ανά MW για τα πλωτά αιολικά πάρκα Hywind είναι ίσο με το 3% του CAPEX ανά MW.

Επομένως, το OPEX εκτιμάται σε 0,05 εκατ. ευρώ/MW ετησίως. Το OPEX κατανέμεται ομοιόμορφα κατά τη διάρκεια των 25 ετών λειτουργίας του πάρκου.

DECEX

Σύμφωνα με τους Σπυριδωνίδου κ.ά. (2020) και τον οδηγό για ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο της Catapult²⁸, το DECEX είναι περίπου ίσο με το 2% του συνολικού κόστους επένδυσης. Με βάση αυτά τα στοιχεία, εκτιμούμε ότι το DECEX για το υποθετικό υπεράκτιο αιολικό πάρκο θα είναι ίσο με 28 εκατ. ευρώ, το οποίο κατανέμεται ομοιόμορφα στα 3 έτη παροπλισμού.

Πίνακας 2. Κόστος (CAPEX, OPEX DECEX)

CAPEX ανά MW	€1.6 εκατομμύρια
OPEX ανά MW	€0.05 εκατομμύρια
DECEX ανά MW	€0.1 εκατομμύρια

²⁸ Catapult. Wind farm costs. Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/wind-farm-costs>

4. Ανάλυση Οφελών και Μειονεκτημάτων

Το μοντέλο μας εκτιμά μια σειρά από οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη που θα προκύψουν από το υπεράκτιο αιολικό πάρκο σε παγκόσμιο, εθνικό και τοπικό επίπεδο. Αυτό το κεφάλαιο συζητά στοιχεία από τη βιβλιογραφία και τη συνεργασία με ειδικούς του κλάδου που χρησιμοποιήθηκαν στο Κεφάλαιο 5 για να διερευνήσουν τον αντίκτυπο του υποθετικού υπεράκτιου αιολικού πάρκου. Ειδικότερα, η ακόλουθη ενότητα παρουσιάζει (i) την προσέγγισή μας για τον ποσοτικό προσδιορισμό των οφελών και των μειονεκτημάτων από την επένδυση σε υπεράκτια αιολική ενέργεια και (ii) ποιοτικά οφέλη που προσδιορίζονται μέσω της βιβλιογραφικής μας ανασκόπησης και της συνεργασίας με εμπειρογνώμονες του τομέα.

Ποσοτικοποιήσιμες Επιπτώσεις

Οφέλη

Τα οφέλη θα αρχίσουν να γίνονται αντιληπτά μόλις το υπεράκτιο αιολικό πάρκο αρχίσει να λειτουργεί. Το πρώτο βήμα για την εκτίμηση των οφελών που θα αποφέρει μια τέτοια επένδυση στην κοινωνία είναι ο υπολογισμός της ενέργειας που μπορεί να παράγει το υπεράκτιο αιολικό πάρκο.

Σύμφωνα με τους Ζουντουρίδου κ.ά. (2015), και για να εκτιμήσουμε την ενέργεια (σε MWh) που παράγεται κατά το πρώτο έτος λειτουργίας, λαμβάνουμε υπόψη τον αριθμό των ανεμογεννητριών του πάρκου, την ισχύ κάθε ανεμογεννήτριας, τις ετήσιες ώρες λειτουργίας και τη μέγιστη ισχύ μιας ανεμογεννήτριας. Με βάση αυτούς τους παράγοντες, αναμένουμε ότι κατά το πρώτο έτος λειτουργίας θα παραχθεί ενέργεια 2,5 TWh, καλύπτοντας περίπου το 4% της ετήσιας ζήτησης ενέργειας της Ελλάδας (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, 2021).

Μετά από αυτό το πρώτο έτος υποθέτουμε ότι οι ανεμογεννήτριες υποβαθμίζονται κατά 0,7% ετησίως (Ζουντουρίδου κ.ά., 2015). Αυτό σημαίνει ότι η παραγόμενη ενέργεια κατά το δεύτερο έτος λειτουργίας του πάρκου θα μειωθεί κατά 0,7% σε σχέση με το πρώτο έτος

Κέρδη ευημερίας από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Είναι εξαιρετικά σημαντικό να τονιστεί ότι οι επενδύσεις σε **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** δημιουργούν κέρδη ευημερίας ως αποτέλεσμα της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Δεδομένου ότι η αιολική ενέργεια από το υποθετικό πάρκο θεωρείται ότι αντικαθιστά την ενέργεια που παράγεται από πετρέλαιο και φυσικό αέριο, η επένδυση θα οδηγήσει σε μειώσεις των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που εκλύονται από την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ενέργειας από υδρογονάνθρακες (δηλαδή φυσικό αέριο και πετρέλαιο).

Το πλαίσιο υπολογίζει τα κέρδη ευημερίας από τον καθαρότερο αέρα χρησιμοποιώντας την κοινωνική αξία του διοξειδίου του άνθρακα που εκτιμάται από το Υπουργείο Επιχειρήσεων, Ενέργειας και Βιομηχανικής Στρατηγικής του Ηνωμένου Βασιλείου (BEIS, 2019). Το BEIS χρησιμοποιεί επί του παρόντος μια προσέγγιση βασισμένη στην αγορά για την εκτίμηση της κοινωνικής αξίας του άνθρακα, με βάση τις μελλοντικές τιμές των δικαιωμάτων στο πλαίσιο

του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU-ETS).²⁹

Εκτιμάται ότι το 2025 (έτος 1 στη μελέτη περίπτωσης μας), η αξία του άνθρακα θα είναι ίση με 35,41 στερλίνες/τόνο. Υποτίθεται επίσης ότι η αξία αυτή θα παραμείνει σταθερή στα 84,61 στερλίνες /τόνο μετά το 2030, λόγω της αβεβαιότητας στην πρόβλεψη των τιμών του άνθρακα και των προκλήσεων ως προς τον καθορισμό του ενεργειακού μείγματος μακροπρόθεσμα. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, υποθέτουμε ότι μετά από 5 έτη μετά την έναρξη λειτουργίας, η τιμή του διοξειδίου του άνθρακα θα παραμείνει σταθερή στα 84,61 στερλίνες/τόνο.

Σύμφωνα με το BEIS, οι εκτιμήσεις αυτές αποτυπώνουν την αξία που αποδίδει η κοινωνία στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Για να καταλήξουμε σε εκτιμήσεις μεμονωμένων αξιών, διαιρούμε τις αξίες ανά τόνο που εκτιμά η BEIS (2019) με τον παγκόσμιο πληθυσμό. Προκύπτει ότι τα κέρδη στην ευημερία από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα θα είναι μεγαλύτερα σε παγκόσμιο επίπεδο σε σύγκριση με το εθνικό επίπεδο.

Απώλειες Ευημερίας

Επιπτώσεις στον πληθυσμό (αισθητική και θόρυβος)

Οι τοπικές κοινωνίες συνήθως αντιτίθενται στα υπεράκτια αιολικά πάρκα λόγω των επιπτώσεών τους στο τοπίο και του θορύβου που δημιουργούν. Παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις ότι ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο που βρίσκεται αρκετά χιλιόμετρα από την ακτή μπορεί να μην είναι ορατό και ο θόρυβός του μπορεί να καλυφθεί από τον ήχο της θάλασσας (Kaldellis et al., 2016), ενδέχεται να υπάρχουν και πάλι επιπτώσεις στον τοπικό πληθυσμό.

Για να ποσοτικοποιήσουμε αυτές τις επιπτώσεις υπολογίζουμε το κόστος για τους κατοίκους των παράκτιων περιοχών που δημιουργείται από τα αιολικά πάρκα που βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από την ακτή με βάση τους Krueger et al. (2011). Τα οφέλη (ή τα μειονεκτήματα) μιας επένδυσης μπορούν να εκτιμηθούν με τη μέτρηση της προθυμίας του κοινού να πληρώσει για να τα αποδεχθεί (ή να τα αποφύγει) (Alberini et al., 2018). Μια συνήθης προσέγγιση για την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στις οποίες δεν μπορούν να εφαρμοστούν χρηματικές αξίες περιλαμβάνει το να ζητηθεί από τους τελικούς αποδέκτες της πολιτικής και της παρέμβασης να καθορίσουν την προθυμία τους να πληρώσουν (WTP) ή να αποδεχθούν (WTA) τις επιπτώσεις της εν λόγω πολιτικής ή παρέμβασης. Οι Krueger et al. (2011) χρησιμοποιούν ένα μοντέλο προτίμησης βάσει κατάστασης για να εκτιμήσουν τις απώλειες στην ευημερία από ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον τοπικό πληθυσμό σε διαφορετικές αποστάσεις από την ακτή. Οι συγγραφείς αποκαλύπτουν ότι ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο μπορεί να προκαλέσει απώλειες ευημερίας ως αποτέλεσμα της οπτικής ρύπανσης, καθώς και αρνητική επίδραση στην αλιεία και τη θαλάσσια κυκλοφορία.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν υπάρχει τίποτα καθολικό ή σταθερό σχετικά με τα έξοδα οπτικής ρύπανσης: με απλά λόγια, ενώ αυτή τη στιγμή ο μέσος άνθρωπος τα θεωρεί ως οπτικά μη ελκυστικά, οι προτιμήσεις αλλάζουν και εξελίσσονται - και είναι οπωσδήποτε πιθανό ότι

²⁹ Προηγουμένως, το BEIS εκτιμούσε την αξία του άνθρακα (γνωστή ως σκιώδης τιμή του άνθρακα (SPC) με βάση το κόστος των κατά τη διάρκεια της ζωής που συνδέονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, το οποίο είναι γνωστό ως κοινωνικό κόστος του άνθρακα (SCC). Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή δεν χρησιμοποιείται πλέον στο Ηνωμένο Βασίλειο, καθώς περιλαμβάνει σημαντικό ποσοστό αβεβαιότητας. UK Government. 2013. "Carbon valuation". Διαθέσιμο στο: <https://www.gov.uk/government/collections/carbon-valuation--2>

καθώς οι ανεμογεννήτριες γίνονται ευρέως διαδεδομένες, λιγότεροι άνθρωποι τα αντιλαμβάνονται ως οπτική μόλυνση στο περιβάλλον τους, μειώνοντας το σχετικό κοινωνικό κόστος.

Σύμφωνα με το υποθετικό μας σενάριο, υποθέτουμε ότι οι τοπικές κοινωνίες που επηρεάζονται από την επένδυση αυτή θα κατοικούν σε ένα νησί με περίπου 4.000 νοικοκυριά, δηλαδή 10.000 κατοίκους. Με βάση τις εισηγήσεις των ενδιαφερομένων μερών είναι λογικό να υποθέσουμε ότι οι απώλειες ευημερίας από την οπτική ρύπανση θα αρχίσουν από το δεύτερο έτος της κατασκευής του πάρκου και θα διαρκέσουν για 5 χρόνια (ως αποτέλεσμα της εξοικείωσης των κατοίκων με το πάρκο).

Επιπτώσεις στον τουρισμό

Υπάρχουν μικτά στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις των υπεράκτιων αιολικών πάρκων στον τουρισμό. Συγκεκριμένα, υπάρχουν στοιχεία ότι στην Αγγλία και την Ουαλία ο τουρισμός δεν επηρεάστηκε από τις επενδύσεις σε υπεράκτια αιολικά πάρκα (Welsh Government, 2014). Μια άλλη μελέτη των Carr-Harris και Lang (2019) διαπιστώνει ότι η εγκατάσταση ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου επηρέασε θετικά τον αριθμό των τουριστών σε ένα θέρετρο των ΗΠΑ. Μια μελέτη των Westerberg κ.ά. (2013) υποστηρίζει ότι ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο δεν θα επηρεάσει τον τουρισμό εάν βρίσκεται σε απόσταση 12 χιλιομέτρων από την ακτή ή σε απόσταση 5 χιλιομέτρων από την ακτή και συνοδεύεται από περιβαλλοντικές πολιτικές και παρεμβάσεις που προωθούν δραστηριότητες αναψυχής για τους επισκέπτες.

Υιοθετούμε μια απαισιόδοξη προσέγγιση υποθέτοντας ότι ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο επηρεάζει αρνητικά τον τουρισμό. Σύμφωνα με τους Westerberg κ.ά. (2015) αποτυπώνουμε αυτή την επίπτωση χρησιμοποιώντας την αξία των αποζημιώσεων για την προσέλκυση τουριστών στην περιοχή, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων σε δραστηριότητες αναψυχής για την προσέλκυση επισκεπτών σε ακτές με αιολικά πάρκα. Με βάση τις διαφορετικές τιμές WTA για τα πάρκα που βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από την ακτή, υπολογίζουμε τις μέσες αλλαγές στην WTA για αποστάσεις μεταξύ 5-8 χλμ. και 8-12 χλμ. αντίστοιχα.

Υποθέτουμε ότι 50.000 τουρίστες που επηρεάζονται από την υποθετική μας επένδυση επισκέπτονται το νησί κοντά στο οποίο θα κατασκευαστεί το αιολικό πάρκο. Υποθέτουμε επίσης ότι ο αντίκτυπος στον τουρισμό θα καταγραφεί κατά το δεύτερο έτος κατασκευής του πάρκου και θα διαρκέσει μέχρι το τελευταίο έτος παροπλισμού.

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Επιπτώσεις στην πανίδα (είδη πτηνών, βένθος, θαλάσσια θηλαστικά, ψάρια)

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα μπορεί να έχουν αρνητικές συνέπειες για το τοπικό περιβάλλον, όπως για τα πτηνά και τα θαλάσσια είδη. Για να ποσοτικοποιηθεί η επίδραση των υπεράκτιων επενδύσεων στο τοπικό περιβάλλον, η υπάρχουσα βιβλιογραφία εξετάζει την προθυμία των ατόμων να πληρώσουν για την προστασία της πανίδας και της χλωρίδας από τις ανεμογεννήτριες.

Σύμφωνα με τους Kaldellis et al. (2016) μια υπεράκτια ανεμογεννήτρια μπορεί να προκαλέσει τον θάνατο περίπου 16 πτηνών ετησίως, πράγμα που σημαίνει ότι μια επένδυση σε 33 ανεμογεννήτριες είναι πιθανό να προκαλέσει 530 θανάτους πτηνών ανά έτος. Άλλες πιθανές επιπτώσεις περιλαμβάνουν τον εκτοπισμό, αλλά και τον επηρεασμό των μετακινήσεων και των μεταναστευτικών διαδρομών των πτηνών.

Όσον αφορά στις αρνητικές επιπτώσεις στα θαλάσσια θηλαστικά, οι Snyder και Kaiser

(2009) τονίζουν ότι ο θόρυβος κατά την κατασκευή του πάρκου και τη λειτουργία των ανεμογεννητριών μπορεί να επηρεάσει την ευαίσθητη ακοή των θαλάσσιων θηλαστικών. Επιπλέον, η κατασκευή του πάρκου μπορεί να προκαλέσει τον εκτοπισμό των ψαριών από τη θαλάσσια περιοχή. Ο θόρυβος της κατασκευής μπορεί επίσης να επηρεάσει τα θαλάσσια θηλαστικά, αν και οι επιπτώσεις του παραμένουν ασαφείς. Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται από τα υποβρύχια καλώδια ενδέχεται επίσης να επηρεάσουν την πλοήγηση και τη μετανάστευση των ψαριών.

Με βάση μια πρόσφατη μελέτη των Kim κ.ά. (2019), υπολογίζουμε το κόστος των επιπτώσεων στην πανίδα χρησιμοποιώντας την προθυμία των τοπικών κοινοτήτων ενός νησιού στο νότιο Αιγαίο να πληρώσουν για την προστασία των πτηνών, του βένθους, των θαλάσσιων θηλαστικών και των ψαριών από τις δυσμενείς επιπτώσεις ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου. Υποθέτουμε ότι οι επιπτώσεις του πάρκου στην πανίδα θα αρχίσουν να γίνονται αντιληπτές κατά το πρώτο έτος κατασκευής του πάρκου και θα διαρκέσουν μέχρι το έτος του τελικού παροπλισμού.

Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθ'όλη τη διάρκεια ζωής του πάρκου

Σύμφωνα με τους Nian et al. (2019), ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο παράγει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθ'όλη τη διάρκεια της ζωής του. Οι Kaldellis et al. (2016) τονίζουν ότι το 80% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από το πάρκο θα παραχθεί κατά τη φάση της κατασκευής του πάρκου. Το 5-20% θα παραχθεί κατά τη φάση της λειτουργίας, ενώ μικρές εκπομπές θα παραχθούν καθ'όλη τη φάση του παροπλισμού.

Με βάση αυτά τα στοιχεία, υποθέτουμε ότι το 15% των εκπομπών παράγεται καθ'όλη τη φάση λειτουργίας και συντήρησης και το 5% κατά τη φάση παροπλισμού.

Μη Ποσοτικοποιήσιμες Επιπτώσεις

Ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και επάρκεια του συστήματος

Η υπεράκτια αιολική ενέργεια συμβάλλει στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού,³⁰ καθώς βοηθά την Ελλάδα να ανεξαρτητοποιηθεί από τις εισαγωγές πετρελαίου και τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (Ζουντουρίδου κ.ά., 2015). Παρ' όλα αυτά, βασιζόμενο αποκλειστικά στην ενέργεια που παράγεται από την υπεράκτια αιολική ενέργεια, το σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας είναι πιθανό να δυσκολευτεί να καλύψει την μέγιστη ενεργειακή ζήτηση, καθώς η αιολική ενέργεια εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες του τομέα, η μεταβλητότητα της προσφοράς αιολικής ενέργειας και η αυξανόμενη μέγιστη ενεργειακή ζήτηση απαιτούν την αξιοποίηση και άλλων πόρων από το ελληνικό σύστημα παραγωγής ενέργειας, ιδίως το φυσικό αέριο. Η αβεβαιότητα που συνδέεται με την αιολική ενέργεια θέτει εμπόδια στην επάρκεια του συστήματος.³¹ Ένας εναλλακτικός τρόπος αντιμετώπισης της πρόκλησης της ασταθούς παραγωγής αιολικής ενέργειας είναι η αποθήκευση ενέργειας και η παραγωγή πράσινου υδρογόνου.

Απειλή για θαλάσσια κυκλοφορία

Σύμφωνα με εμπειρογνώμονες του τομέα, τα υπεράκτια αιολικά πάρκα επηρεάζουν αρνητικά τη θαλάσσια κυκλοφορία. Καταγράφεται κριτική ότι τα υπεράκτια αιολικά πάρκα μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας. Η επιλογή της τοποθεσίας του πάρκου θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στον μετριασμό αυτού του κινδύνου (Snyder and Kaiser, 2009). Σύμφωνα με τους Σπυριδωνίδου κ.ά. (2020) τα πάρκα θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση 5 χιλιομέτρων από τις διαδρομές ναυσιπλοΐας που συνδέουν τα ελληνικά νησιά μεταξύ τους και με την ηπειρωτική χώρα.

Επιπτώσεις στην αλιεία

Υπάρχουν μικτά στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις των υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην εμπορική αλιεία. Από τη μία πλευρά, οι Snyder και Kaiser (2009) προτείνουν ότι τα υπεράκτια αιολικά πάρκα μπορούν να χρησιμεύσουν ως συσκευές συγκέντρωσης ψαριών (FAD), επηρεάζοντας θετικά την αλιεία. Από την άλλη πλευρά, η Ευρωπαϊκή Πλατφόρμα (2021) αναφέρει τις διαμάχες μεταξύ των υπεράκτιων αιολικών πάρκων και της εμπορικής αλιείας στη Βόρεια Θάλασσα, τη Βαλτική Θάλασσα και τον Ανατολικό Ατλαντικό, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κυρίως σε χώρες με ισχυρή αλιευτική βιομηχανία.

Η ίδια μελέτη της Ευρωπαϊκής Πλατφόρμας (2021) δείχνει ότι η παρουσία υπεράκτιων αιολικών πάρκων μπορεί να προκαλέσει τυχαίες ζημιές σε αλιευτικά σκάφη ή αλιευτικό εξοπλισμό. Αντίθετα, μέθοδοι αλιείας, όπως η τράτα βυθού, ενδέχεται να καταστρέψουν τα υποθαλάσσια καλώδια. Επιπλέον, η κατασκευή και η λειτουργία των υπεράκτιων αιολικών πάρκων ενδέχεται να οδηγήσει σε εκτοπισμό ή μείωση των πληθυσμών των ψαριών, καθώς και σε αποκλεισμό των αλιέων από τις παραδοσιακές αλιευτικές περιοχές τους. Ως αποτέλεσμα, η αλιεία μικρής κλίμακας ενδέχεται να μην είναι σε θέση να αντιμετωπίσει τις νέες

³⁰ Σύμφωνα με τη Διοίκηση Ενεργειακών Πληροφοριών των ΗΠΑ, η ασφάλεια εφοδιασμού ορίζεται ως «η αδιάλειπτη διαθεσιμότητα πηγών ενέργειας σε προσιτή τιμή». Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.iea.org/topics/energy-security>

³¹ Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό έργο Wind Energy - The Facts, η επάρκεια του συστήματος ορίζεται ως «ο τρόπος με τον οποίο το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να ανταποκριθεί στην εξέλιξη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας». Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.wind-energy-the-facts.org/security-of-supply-and-system-adequacy.html>

προκλήσεις και το κόστος που δημιουργούν τα υπεράκτια αιολικά πάρκα.

Γεωπολιτική

Η μετάβαση προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναμένεται να αναδιαμορφώσει το γεωπολιτικό σκηνικό (Global Commission on the Geopolitics of Energy Transformation, 2019). Σύμφωνα με τους Vakulchuk et al. (2020) η βιωσιμότητα και η φυσική αναπλήρωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να προωθήσει τη διεθνή ασφάλεια και ειρήνη. Επιπλέον, ούσες πλέον λιγότερο εξαρτημένες από τις εισαγωγές ενέργειας, οι χώρες με δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα επωφεληθούν από αυτή την ενεργειακή μετάβαση.

Ειδικότερα, η ενεργειακή γεωπολιτική στην ανατολική Μεσόγειο έχει προκαλέσει έντονες συζητήσεις τον τελευταίο καιρό. Η βιβλιογραφία επικεντρώνεται κυρίως στην ενεργειακή γεωπολιτική των υδρογονανθράκων στην περιοχή, οι οποίοι θεωρούνται οι κύριοι παράγοντες των διπλωματικών προβλημάτων μεταξύ των χωρών της ανατολικής Μεσογείου, ιδιαίτερα μεταξύ της Ελλάδας και της Τουρκίας.³² Μελέτη του Ινστιτούτου Ενεργειακών Μελετών της Οξφόρδης (2021) δείχνει ότι τα δυνητικά οφέλη από την εκμετάλλευση των νεοανακαλυφθέντων υδρογονανθράκων στην Ανατολική Μεσόγειο θα προκύψουν υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Διαφορετικά, η ενεργειακή ασφάλεια και σταθερότητα θα εδραιωθούν μόνο εάν οι χώρες της Ανατολικής Μεσογείου επιλύσουν τις διαφορές τους που τροφοδοτούνται από τις συνοριακές διαμάχες και τον περιφερειακό ανταγωνισμό.

Πρόσφατα, οι επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στη γεωπολιτική έχουν αποτελέσει αντικείμενο ενός μεγεθυνόμενου σώματος βιβλιογραφίας και μιας αυξανόμενης διεθνούς συζήτησης. Η διαβούλευση με εμπειρογνώμονες του τομέα κατέληξε στο συμπέρασμα πως η επένδυση στην υπεράκτια αιολική ενέργεια θα αλλάξει τα μέχρι τώρα δεδομένα, συμβάλλοντας στην ειρήνη και την ασφάλεια στην περιοχή της Μεσογείου. Η επένδυση αυτή θα μπορούσε επίσης να δημιουργήσει περαιτέρω γεωπολιτικά οφέλη, καθώς θα μπορούσε να συμβάλει στη δημιουργία δεσμών με άλλες χώρες μέσω των εξαγωγών αιολικής ενέργειας. Περισσότερες πληροφορίες για τη γεωπολιτική της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας είναι διαθέσιμες στη γεωπολιτική μελέτη Winds of Change, η οποία συνοψίζει την έρευνα που διεξήχθη στο πλαίσιο του τρέχοντος έργου.

Συμβολή στο ΑΕΠ και στη δημιουργία θέσεων εργασίας

Οι επενδύσεις σε υπεράκτια αιολικά πάρκα συνδέονται τόσο με την άμεση, όσο και με την έμμεση δημιουργία θέσεων εργασίας (Ζουντουρίδου κ.ά., 2015). Ειδικότερα, η εγκατάσταση των υπεράκτιων ανεμογεννητριών παράγει άμεσες και βραχυπρόθεσμες θέσεις εργασίας, ενώ η λειτουργία και η συντήρηση απαιτούν μακροπρόθεσμη απασχόληση. Αυτού του είδους τα έργα μπορούν επίσης να συμβάλουν στην ανάπτυξη και άλλων δραστηριοτήτων, όπως η μηχανική και η εκπαίδευση.

Σύμφωνα με την Multiconsult (2019), μια επένδυση σε ένα πάρκο ισχύος 88 MW μπορεί να έχει συμβολή στο ΑΕΠ της Νορβηγίας της τάξεως μεταξύ 175 και 350 εκατ. ευρώ και να δημιουργήσει 1.550 έως 3.000 θέσεις εργασίας ισοδύναμου πλήρους απασχόλησης (ΙΠΑ). Υποθέτοντας ότι η Ελλάδα θα εισάγει πόρους, αλλά θα χρησιμοποιήσει και την αλυσίδα

³² Pier Paolo Raimondi. 2020. "The new energy geopolitics of "East Med"". Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://aspeniaonline.it/the-new-energy-geopolitics-of-east-med/>

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

εφοδιασμού της όπως η Νορβηγία, μια επένδυση σε ισχύ 495 MW μπορεί να συνεισφέρει στο ΑΕΠ της Ελλάδας επιπλέον 985 έως 1970 εκατ. ευρώ και να δημιουργήσει 8.700 έως 16.900 θέσεις εργασίας ισοδύναμου πλήρους απασχόλησης (FTE). Οι επακόλουθες επιδράσεις, όπως η συμβολή της επένδυσης στο ΑΕΠ, δεν λαμβάνονται υπόψη στο μοντέλο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους, καθώς οι μεταβολές του ΑΕΠ που προκύπτουν από την επένδυση στην υπεράκτια αιολική ενέργεια ή τη συνέχιση της χρήσης συμβατικής ενέργειας δεν θα παράσχουν πρόσθετες πληροφορίες στην ανάλυσή μας. Επιπλέον, ενώ οι επιπτώσεις της επένδυσης στην απασχόληση μπορεί να είναι σημαντικές σε τοπικό επίπεδο, η επένδυση δεν αναμένεται να μεταβάλει τα ποσοστά απασχόλησης σε εθνικό επίπεδο μακροπρόθεσμα.

5. Βασικά Ευρήματα

Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη της επένδυσης σε ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο είναι η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τα κέρδη ευημερίας από ένα καθαρότερο περιβάλλον είναι υψηλά σε **παγκόσμιο επίπεδο** και αντισταθμίζουν κάθε πιθανό κόστος. Σε **εθνικό επίπεδο**, το κόστος υπερτερεί των οφελών της επένδυσης, υπογραμμίζοντας ότι, ενώ η επένδυση αυτή μπορεί να μην είναι οικονομικά αποδοτική για την Ελλάδα, θα βοηθήσει τη χώρα να εκπληρώσει την παγκόσμια δέσμευσή της για δράση κατά της κλιματικής αλλαγής.

Οι απώλειες στην ευημερία θα υπερβαίνουν πάντοτε τα κέρδη για τις **τοπικές κοινωνίες και τους επισκέπτες**, ως αποτέλεσμα των αρνητικών επιπτώσεων της κατασκευής υπεράκτιων αιολικών πάρκων στο περιβάλλον και την ποιότητα ζωής στην περιοχή. Η παρούσα έρευνα προτείνει την ανάπτυξη περιβαλλοντικών πολιτικών που θα συνοδεύουν μια επένδυση στην παραγωγή υπεράκτιας αιολικής ενέργειας και την παροχή κάποιας μορφής αποζημίωσης στους κατοίκους και τους επισκέπτες.

Διεθνής Προοπτική

Ο Πίνακας 3 συνοψίζει το κόστος της επένδυσης στο υποθετικό μας πάρκο, καθώς και το εξοικονομούμενο κόστος, τα κέρδη και τις απώλειες ευημερίας σε διεθνές επίπεδο.

Το κόστος επένδυσης περιλαμβάνει τις δαπάνες για τον σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη συντήρηση του πάρκου (δηλαδή τα CAPEX, OPEX και DECEX). Το εξοικονομούμενο κόστος από την επένδυση περιλαμβάνει την εξοικονόμηση κόστους από την εξερεύνηση και την εξόρυξη, καθώς η αιολική ενέργεια αντικαθιστά την ενέργεια που παράγεται από φυσικό αέριο και πετρέλαιο.

Διαπιστώνουμε ότι η επένδυση σε υπεράκτια αιολικά πάρκα στην Ελλάδα μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά οφέλη για την παγκόσμια κοινότητα. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της δημιουργίας κερδών ευημερίας από τις μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα εξαιτίας της μειωμένης παραγωγής ενέργειας από τα πάρκα μονάδων φυσικού αερίου και πετρελαίου. Εξετάζουμε επίσης τις απώλειες ευημερίας από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια της ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου, αφαιρώντας το κοινωνικό κόστος από τα συνολικά κέρδη ευημερίας. Εξετάζονται επίσης οι απώλειες ευημερίας από την οπτική ρύπανση, τις επιπτώσεις στον τουρισμό και στη πανίδα.

Η προεξοφλημένη καθαρή αξία των συνολικών οφελών σε διεθνές επίπεδο είναι 715 εκατ. ευρώ. Σύμφωνα με τα ευρήματα στο πλαίσιο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους, η επένδυση 1 ευρώ στην υπεράκτια αιολική ενέργεια θα αποφέρει 1,6 ευρώ καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου σε παγκόσμιο επίπεδο.

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 3. Διεθνής Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€811 εκατομμύρια
OPEX	€608 εκατομμύρια
DECEX	€29 εκατομμύρια
Συνολικό κόστος	€1.4 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€994 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€86 εκατομμύρια
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€289 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€374 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€196 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€3 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1.6 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€101 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€180 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών απωλειών ευημερίας	€118 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€715 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους της Επένδυσης	1.6

Εθνική Προοπτική

Σε εθνικό επίπεδο, εκτιμούμε ότι μια επένδυση ύψους 994 εκατ. ευρώ σε ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο 495 MW στην Ελλάδα μπορεί δυνητικά να αποφέρει εξοικονόμηση 783 εκατ. ευρώ από την αντικατάσταση της συμβατικής ενέργειας. Θα δημιουργήσει επίσης κέρδη ευημερίας ύψους 2 εκατ. ευρώ για την ελληνική κοινωνία κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Η επένδυση θα επιφέρει επίσης έμμεσο κόστος από την πρόκληση οπτικής ρύπανσης, τις επιπτώσεις στον τουρισμό και το περιβάλλον (εκτιμάται σε 43 εκατ. ευρώ συνολικά). Ο λόγος οφέλους προς κόστος αυτής της επένδυσης υπολογίζεται σε 0,8, που σημαίνει ότι το κόστος αυτού του σεναρίου θα υπερκαλύψει τα σχετικά οφέλη. Η καθαρή παρούσα αξία του έργου εκτιμάται σε -252 εκατ. ευρώ.

Πίνακας 4. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€811 εκατομμύρια
OPEX	€608 εκατομμύρια
DECEX	€29 εκατομμύρια
Συνολικό κόστος	€1.4 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€994 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€282 εκατομμύρια
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€1.2 δισεκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€1.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€783 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€3.8 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€111,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€80 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€252 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους της επένδυσης	0.8

Τοπική Προοπτική

Εξετάζουμε το κόστος και τα οφέλη για τις τοπικές κοινωνίες και τους επισκέπτες του νησιού κοντά στο οποίο θα κατασκευαστεί το υπεράκτιο αιολικό πάρκο. Οι απώλειες στην ευημερία που αναμένεται να υποστεί η τοπική κοινωνία υπερτερούν κατά πολύ των κερδών από τις μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα τελευταία υπολογίζονται σε 2.000 ευρώ συνολικά για περίπου 4.000 νοικοκυριά στο νησί.

Οι απώλειες ευημερίας περιλαμβάνουν το κόστος λόγω της οπτικής ρύπανσης, τις επιπτώσεις στον τουρισμό και την πανίδα, καθώς και το κοινωνικό κόστος από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια της ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου. Η καθαρή παρούσα αξία που θα δημιουργήσει η επένδυση σε τοπικό επίπεδο εκτιμάται σε -43 εκατ. ευρώ.

Πίνακας 5. Τοπική Προοπτική

Welfare gains	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€4,000
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2,000
Welfare losses	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986 εκατομμύρια
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€116
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€80 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€43 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους της επένδυσης	0

6. Ανάλυση Ευαισθησίας

Διαφορετική Ενεργειακή Απόδοση

Η ενεργειακή απόδοση ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου επηρεάζει άμεσα την ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας και, κατά συνέπεια, την ποσότητα της συμβατικής ενέργειας που αντικαθίσταται από την αιολική ενέργεια. Η αντικατάσταση αυτή επηρεάζει περαιτέρω την ποσότητα των μειωμένων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τα κοινωνικά οφέλη από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα. Σε διεθνές επίπεδο, η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του πάρκου αυξάνει την καθαρή παρούσα αξία που παράγει. Η ενεργειακή απόδοση του πάρκου επηρεάζει τα κέρδη κοινωνικής πρόνοιας και το εξοικονομούμενο κόστος, καθώς και το κόστος επένδυσης, αυξάνοντας ελαφρώς τον λόγο οφέλους προς κόστος.

Σε εθνικό επίπεδο, η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του πάρκου οδηγεί σε μείωση της καθαρής παρούσας αξίας αλλά σε αύξηση του λόγου οφέλους προς κόστος. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχει ανάγκη για επενδύσεις σε πάρκα υψηλής απόδοσης.

Σε τοπικό επίπεδο, η καθαρή παρούσα αξία μεταβάλλεται ελαφρώς, καθώς υποθέτουμε ότι τα κέρδη και οι απώλειες ευημερίας της τοπικής κοινωνίας λόγω της οπτικής ρύπανσης, των επιπτώσεων στον τουρισμό και των επιπτώσεων στην πανίδα δεν εξαρτώνται από την ενεργειακή απόδοση, αλλά από την ύπαρξη και τη θέση της.

Πίνακας 6. Διαφορετική Ενεργειακή Απόδοση

Διεθνής Προοπτική			
	Απόδοση 255MW	Απόδοση 455MW	Απόδοση 1005MW
Καθαρή Παρούσα Αξία	€348 εκατομμύρια	€715 εκατομμύρια	€1.5 δισεκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	1.6	1.6	1.7
Εθνική Προοπτική			
	Απόδοση 255MW	Απόδοση 455MW	Απόδοση 1005MW
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€151 εκατομμύρια	-€252 εκατομμύρια	-€468 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0.7	0.8	0.8
Τοπική Προοπτική			
	Απόδοση 255MW	Απόδοση 455MW	Απόδοση 1005MW
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€43 εκατομμύρια	-€43 εκατομμύρια	-€43 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0	0	0

Αλλαγές στο Ενεργειακό Μείγμα

Στο κεντρικό σενάριο, υποθέτουμε ότι η αιολική ενέργεια θα αντικαταστήσει το 50% της ενέργειας που παράγεται από το πετρέλαιο και το 50% της ενέργειας που παράγεται από το φυσικό αέριο.

Αλλάζουμε αυτή την υπόθεση για να εξετάσουμε δύο εναλλακτικά σενάρια σύμφωνα με τα οποία (i) η αιολική ενέργεια αντικαθιστά την ενέργεια μόνο από το φυσικό αέριο και (ii) η αιολική ενέργεια αντικαθιστά την ενέργεια μόνο από το πετρέλαιο. Το φυσικό αέριο είναι φθηνότερο και ο συντελεστής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι χαμηλότερος σε σύγκριση με το πετρέλαιο. Αυτό σημαίνει ότι στο παράδειγμα όπου η αντιπαράβολή γίνεται με το φυσικό αέριο η καθαρή παρούσα αξία και ο λόγος οφέλους προς κόστος, τόσο σε διεθνές, όσο και σε εθνικό επίπεδο, είναι χαμηλότερα σε σύγκριση με το κεντρικό σενάριο και το σενάριο όπου η αντιπαράβολή γίνεται με το πετρέλαιο. Σε τοπικό επίπεδο, οι αλλαγές στην καθαρή παρούσα αξία είναι αμελητέες. Στο σενάριο όπου το αντιπαράδειγμα είναι το πετρέλαιο, τόσο η καθαρή παρούσα αξία όσο και ο λόγος οφέλους προς κόστος είναι θετικά και υψηλότερα από το κεντρικό σενάριο σε διεθνές και εθνικό επίπεδο.

Πίνακας 7. Αλλαγές στο ενεργειακό μείγμα

Διεθνής Προοπτική			
	Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο και Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο
Καθαρή Παρούσα Αξία	€116 εκατομμύρια	€715 εκατομμύρια	€1.3 δισεκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	1.1	1.6	2.2
Εθνική Προοπτική			
	Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο και Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€741 εκατομμύρια	-€252 εκατομμύρια	€237 million
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0.3	0.8	1.2
Τοπική Προοπτική			
	Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο και Φυσικό Αέριο	Πετρέλαιο
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€43 εκατομμύρια	-€43 εκατομμύρια	-€43 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0	0	0

Αλλαγές στο βάθος και στην απόσταση από την ακτή

Η αλλαγή της τοποθεσίας του πάρκου μπορεί να επηρεάσει άμεσα το κόστος της επένδυσης και τις απώλειες ευημερίας για τις διεθνείς, εθνικές και τοπικές κοινωνίες. Η αύξηση του βάθους των υδάτων του πάρκου θα οδηγήσει σε ανάλογες αυξήσεις του κόστους επένδυσης. Από την άλλη πλευρά, η αύξηση της απόστασης από την ακτή θα αυξήσει αναλογικά το κόστος επένδυσης, αλλά θα μειώσει τον αντίκτυπο στον τουρισμό και το κόστος λόγω της οπτικής ρύπανσης.

Εξετάζουμε δύο ενδεικτικά σενάρια χρησιμοποιώντας διαφορετικές τοποθεσίες και συγκρίνουμε τα αποτελέσματα με το κεντρικό σενάριο (απόσταση από την ακτή 10 χλμ. και βάθος 250 μ.). Στο πρώτο σενάριο, το βάθος παίρνει τη μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει, δηλαδή 400 μ., και η απόσταση από την ακτή ισούται με 6 χλμ.. Η αύξηση του βάθους έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους επένδυσης, ενώ η ελάχιστη απόσταση από την ακτή θα μειώσει το κόστος επένδυσης, αλλά θα αυξήσει τις απώλειες ευημερίας.

Το δεύτερο σενάριο υποθέτει ότι το βάθος παίρνει την ελάχιστη τιμή των 200 μ. και η απόσταση από την ακτή είναι 12 χλμ. Η μείωση του βάθους θα μειώσει το κόστος επένδυσης, ενώ η αύξηση της απόστασης από την ακτή θα το αυξήσει. Η αύξηση της απόστασης από την ακτή μειώνει τις απώλειες ευημερίας για τις τοπικές κοινωνίες.

Σε διεθνές επίπεδο, η καθαρή παρούσα αξία και ο λόγος οφέλους προς κόστος μειώνονται σε σύγκριση με το κεντρικό σενάριο. Αντιθέτως, τόσο η καθαρή παρούσα αξία, όσο και ο λόγος οφέλους προς κόστος αυξάνονται στο δεύτερο σενάριο. Η καθαρή παρούσα αξία είναι ίση με 762 εκατ. ευρώ και ο λόγος οφέλους προς κόστος είναι ίσος με 1,7, πράγμα που σημαίνει ότι η επένδυση 1 ευρώ σε ένα αγρόκτημα σε απόσταση 12 χιλιομέτρων από την ακτή και σε βάθος 200 μέτρων θα δημιουργήσει κοινωνική αξία 1,7 ευρώ καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του.

Σε τοπικό επίπεδο, η καθαρή παρούσα αξία που παράγεται από το πάρκο μειώνεται σε σύγκριση με το κεντρικό μας σενάριο, ενώ στο δεύτερο σενάριο αυξάνεται. Η καθαρή παρούσα αξία στο δεύτερο σενάριο εξακολουθεί να είναι αρνητική, αλλά είναι χαμηλότερη (σε απόλυτη τιμή) από ό,τι στο πρώτο παράδειγμα. Αυτό σημαίνει ότι οι τοπικές κοινωνίες θα πρέπει να αντιμετωπίσουν τις απώλειες από το υπεράκτιο αιολικό πάρκο, ανεξάρτητα από τη θέση του.

Πίνακας 8. Αλλαγές στα γεωγραφικά χαρακτηριστικά

Διεθνής Προοπτική			
	Μέγιστο βάθος & ελάχιστη απόσταση	Κεντρικό Σενάριο	Ελάχιστο βάθος & μέγιστη απόσταση
Καθαρή Παρούσα Αξία	€600 εκατομμύρια	€715 εκατομμύρια	€762 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	1.5	1.6	1.7
Εθνική Προοπτική			
	Μέγιστο βάθος & ελάχιστη απόσταση	Κεντρικό Σενάριο	Ελάχιστο βάθος & μέγιστη απόσταση
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€368 εκατομμύρια	-€252 εκατομμύρια	-€206 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0.7	0.8	0.8
Τοπική Προοπτική			
	Μέγιστο βάθος & ελάχιστη απόσταση	Κεντρικό Σενάριο	Ελάχιστο βάθος & μέγιστη απόσταση
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€102 εκατομμύρια	-€43 εκατομμύρια	-€15 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0	0	0

Τουρισμός

Ένας άλλος παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομική αποδοτικότητα του πάρκου είναι ο αριθμός των τουριστών που επισκέπτονται το νησί κοντά στο οποίο θα εγκατασταθεί το αιολικό πάρκο.

Εάν το αιολικό πάρκο βρίσκεται σε απόσταση 10 χιλιομέτρων από την ακτή και εάν περισσότεροι από 900.000 τουρίστες επισκέπτονται την περιοχή από την οποία είναι ορατό το πάρκο, τότε το κόστος θα αρχίσει να ξεπερνά τα οφέλη ακόμη και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Εάν το υπεράκτιο αιολικό πάρκο βρίσκεται σε απόσταση 6 και 12 χιλιομέτρων από την ακτή, το κόστος θα αρχίσει να αντισταθμίζει τα οφέλη σε παγκόσμιο επίπεδο εάν 400.000 και 2.600.000 τουρίστες επισκεφθούν την περιοχή, αντίστοιχα.

Εάν το αιολικό πάρκο βρίσκεται κοντά σε μια περιοχή χωρίς τουρίστες και κατοίκους, τότε η τοποθεσία δεν συνδέεται πλέον με απώλειες ευημερίας. Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, η επένδυση 1 ευρώ στο πάρκο παράγει 1,7 ευρώ σε παγκόσμιο επίπεδο.

Αλλαγές σε Πολλαπλές Παραμέτρους

Στο πλαίσιο της ανάλυσης ευαισθησίας αναπτύσσουμε δύο σενάρια με διαφορετικές παραμέτρους που σχετίζονται με την τοποθεσία του πάρκου και την ενέργεια που παράγεται στο σενάριο αντιπαραβολής. Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, το πάρκο βρίσκεται σε βάθος 400 μέτρων και σε απόσταση 6 χιλιομέτρων από την ακτή και η αιολική ενέργεια αντικαθιστά την ενέργεια που παράγεται από φυσικό αέριο. Το δεύτερο σενάριο υποθέτει ότι το πάρκο

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

βρίσκεται σε βάθος 200 μέτρων και σε απόσταση 12 χιλιομέτρων από την ακτή. Σε αυτό το σενάριο, η αιολική ενέργεια αντικαθιστά την ενέργεια που παράγεται από πετρέλαιο.

Στο πρώτο σενάριο, η καθαρή παρούσα αξία και ο λόγος οφέλους προς κόστος λαμβάνουν τις χαμηλότερες τιμές σε όλα τα επίπεδα. Στο δεύτερο σενάριο, το πιο αισιόδοξο, η καθαρή παρούσα αξία και ο λόγος οφέλους προς κόστος λαμβάνουν τις υψηλότερες τιμές τους. Σε διεθνές επίπεδο, η καθαρή παρούσα αξία ισούται με 1,4 δισ. ευρώ και ο λόγος οφέλους προς κόστος είναι 2,3. Σε εθνικό επίπεδο, τα οφέλη υπερτερούν του κόστους. Σε τοπικό επίπεδο, αν και η καθαρή παρούσα αξία εξακολουθεί να είναι αρνητική, είναι χαμηλότερη σε απόλυτους αριθμούς από ό,τι στο απαισιόδοξο και στο κεντρικό σενάριο.

Πίνακας 9. Αλλαγές σε πολλαπλές παραμέτρους

Διεθνής Προοπτική			
	Φυσικό αέριο, μέγιστο βάθος & ελάχιστη απόσταση	Κεντρικό Σενάριο	Πετρέλαιο, ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση
Καθαρή Παρούσα Αξία	€326,000	€715 εκατομμύρια	€1.4 δισεκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	1.0	1.6	2.3
Εθνική Προοπτική			
	Φυσικό αέριο, μέγιστο βάθος & ελάχιστη απόσταση	Κεντρικό Σενάριο	Πετρέλαιο, ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€857 εκατομμύρια	-€252 εκατομμύρια	€282 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0.3	0.8	1.3
Τοπική Προοπτική			
	Φυσικό αέριο, μέγιστο βάθος & ελάχιστη απόστασ	Κεντρικό Σενάριο	Πετρέλαιο, ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€102 εκατομμύρια	-€43 εκατομμύρια	-€15 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους-Κόστους	0	0	0

7. Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη εξετάζονται τα κοινωνικά και οικονομικά οφέλη της επένδυσης σε ένα υπεράκτιο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα, λαμβάνοντας υπόψη, μεταξύ άλλων, (i) την ενεργειακή απόδοση του πάρκου, (ii) συγκεκριμένες παραμέτρους που σχετίζονται με την τοποθεσία του και (iii) το είδος της ενέργειας που θα αντικατασταθεί από την αιολική ενέργεια.

Αρχικά υπολογίζονται τα αποτελέσματα για το κεντρικό σενάριο που υποθέτει ότι ένα πάρκο με ενεργειακή απόδοσης 495MW θα κατασκευαστεί σε απόσταση 10 χλμ. από την ακτή και βάθος 250 μ. Σύμφωνα με το κεντρικό σενάριο, υποθέτουμε ότι η αιολική ενέργεια θα αντικαταστήσει την ενέργεια που παράγεται από ένα μείγμα υδρογονανθράκων, συγκεκριμένα, 50% από πετρέλαιο και 50% από φυσικό αέριο.

Σε διεθνές επίπεδο, η επένδυση σε υπεράκτια αιολική ενέργεια αναμένεται να δημιουργήσει σημαντικά οφέλη που θα υπερτερούν του σχετικού κόστους. Διαπιστώνουμε ότι η επένδυση μπορεί να αποφέρει καθαρή κοινωνική αξία 715 εκατ. ευρώ, με 1,7 ευρώ να παράγονται για κάθε 1 ευρώ που επενδύεται στο πάρκο. Τα κέρδη ευημερίας για τη διεθνή κοινότητα λόγω της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αντισταθμίζουν σημαντικά το κόστος και τις απώλειες ευημερίας από την επένδυση. Η τοποθεσία του πάρκου είναι σημαντικός παράγοντας καθορισμού των επιπτώσεών του, καθώς επηρεάζει το κόστος της επένδυσης και τις απώλειες ευημερίας που μπορεί να προκαλέσει το πάρκο για τον τοπικό πληθυσμό και τους επισκέπτες.

Σε εθνικό επίπεδο, τα αποτελέσματα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διαφόρων σεναρίων ανάλογα με την τοποθεσία του πάρκου καθώς και την πηγή ενέργειας την οποία η θαλάσσια αιολική ενέργεια θα αντικαταστήσει. Σε όλα τα σενάρια, η ουσιαστική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα θα παίξει καθοριστικό ρόλο προκειμένου η Ελλάδα να μπορέσει να συμβάλει στις παγκόσμιες προσπάθειες κατά της κλιματικής αλλαγής

Τέλος, ένα κρίσιμο συμπέρασμα από την έρευνά μας είναι ότι η επένδυση σε υπεράκτια αιολική ενέργεια μπορεί να δημιουργήσει οφέλη για τις τοπικές κοινωνίες μέσω παροχής είτε ιδιωτικής αποζημίωσης (π.χ. ενέργεια σε χαμηλότερες τιμές), είτε δημόσιας αποζημίωσης, όπως η παροχή τοπικών δημόσιων αγαθών (π.χ. ανάπτυξη υποδομής ή συντήρηση πολιτιστικής κληρονομιάς). Στο υποθετικό μας σενάριο, εκτιμούμε την ετήσια απώλεια ευημερίας λόγω της οπτικής ρύπανσης που σχετίζεται με τα αιολικά πάρκα και τον κίνδυνο αρνητικών επιπτώσεων στο τοπικό περιβάλλον - και συνεπώς η απαιτούμενη ετήσια αποζημίωση για τους κατοίκους της περιοχής να ανέρχεται σε περίπου 2.500 ευρώ ανά άτομο.

Περιορισμοί

Υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης. Πρώτον, λόγω των λιγοστών στοιχείων σχετικά με τα πιθανά κοινωνικά και οικονομικά οφέλη μιας επένδυσης σε υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα, χρησιμοποιήσαμε στοιχεία από τη διεθνή βιβλιογραφία για την ανάπτυξη του μοντέλου μας. Τα κενά στα υπάρχοντα στοιχεία καλύφθηκαν μέσω της συνεργασίας με βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς και εμπειρογνώμονες του τομέα στην Ελλάδα και διεθνώς. Δεύτερον, λόγω των περιορισμένων δεδομένων, υποθέτουμε ότι ορισμένες παράμετροι στο μοντέλο της Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους παραμένουν σταθερές με την πάροδο του χρόνου,

κάτι που είναι εξαιρετικά απίθανο.

Μελλοντική Έρευνα

Η παρούσα ανάλυση παρέχει απαντήσεις υψηλού επιπέδου σε κρίσιμα ερωτήματα που σχετίζονται με την επένδυση στην αιολική ενέργεια στην Ελλάδα. Τα ευρήματα από την Ανάλυση Κόστους-Οφέλους θα συμβάλουν στη δημόσια συζήτηση γύρω από την αιολική ενέργεια στην Ελλάδα και θα θέσουν τις βάσεις για τη μελλοντική υποστήριξη πολιτικών και κανονισμών που θα επιτρέψουν τις πράσινες επενδύσεις σε εθνικό επίπεδο. Αναμένουμε ότι η παρούσα έκθεση θα αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για την ευαισθητοποίηση των φορέων χάραξης πολιτικής, των τοπικών κοινοτήτων και του ευρύτερου κοινού στην Ελλάδα σχετικά με τα οφέλη των επενδύσεων στην υπεράκτια αιολική ενέργεια. Τα ευρήματα θα βοηθήσουν επίσης στην ιεράρχηση των πολιτικών που μπορούν να δημιουργήσουν ένα ευνοϊκό περιβάλλον για παρόμοιες επενδύσεις.

Η παρούσα έκθεση συνοδεύεται από ένα μοντέλο Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους, ένα εύχρηστο εργαλείο Excel, το οποίο μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί και να ενημερωθεί με νέα δεδομένα. Το εργαλείο μπορεί να είναι χρήσιμο στο μέλλον και να λειτουργήσει ως σημείο αναφοράς για επικείμενες έρευνες σχετικά με τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα.

8. Βιβλιογραφία

- Alberini, A., Bigano, A., Ščasný, M., Zvěřinová, I., 2018. Preferences for Energy Efficiency vs. Renewables: What Is the Willingness to Pay to Reduce CO2 Emissions? *Ecol. Econ.* 144, 171–185. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.009>
- BEIS, 2019. Updated short-term traded carbon values used for modelling purposes 2018. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/794188/2018-short-term-traded-carbon-values-for-modelling-purposes.pdf
- BVG associates, 2019. Guide to an offshore wind farm. Updated and extended. Available at: <https://www.thecrownstate.co.uk/media/2861/guide-to-offshore-wind-farm-2019.pdf>
- Carr-Harris, A., Lang, C., 2019. Sustainability and tourism: the effect of the United States' first offshore wind farm on the vacation rental market. *Resour. Energy Econ.* 57, 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2019.04.003>
- Welsh Government, 2014. Study into the Potential Economic Impact of Wind Farms and Associated Grid Infrastructure on the Welsh Tourism Sector. Available at: https://gov.wales/sites/default/files/publications/2019-06/potential-economic-impact-of-wind-farms-on-welsh-tourism_0.pdf
- Chen, J., 2011. Development of offshore wind power in China. *Renew. Sustain. Energy Rev.* - RENEW SUSTAIN ENERGY REV 15. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.053>
- European Commission. Directorate General for Energy., Guidehouse Netherlands B.V., SWECO., 2020. Study on the offshore grid potential in the Mediterranean region: final report. Publications Office, LU. Available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/742284>
- European MSP Platform, 2021. Conflict fiche 5: Offshore wind and commercial fisheries. Available at: https://www.msp-platform.eu/sites/default/files/sector/pdf/5_offshore_wind_fisheries.pdf
- Global Commission on the Geopolitics of Energy Transformation, 2019. A new world: the geopolitics of the energy transformation. Available at: http://geopoliticsofrenewables.org/assets/geopolitics/Reports/wp-content/uploads/2019/01/Global_commission_renewable_energy_2019.pdf
- Hanania, J., Stenhouse, K., Donev, J., 2015. Offshore wind turbine. Available at: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Offshore_wind_turbine
- Independent Power Transmission Operator S.A. (IPTO), 2021. Monthly energy report. Available at: https://www.admie.gr/sites/default/files/attached-files/type-file/2021/04/Energy_Report_202103_v1.pdf
- Institute of Energy for South-East Europe, 2020. The Greek Energy Sector - Annual Report 2020. Available at: https://www.iene.eu/articlefiles/greek%20energy%20sector%20study%202020_eng%201.pdf
- Kaldellis, J., Apostolou, D., 2017. Life cycle energy and carbon footprint of Offshore Wind Energy. Comparison With Onshore Counterpart. *Renew. Energy* 108. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.02.039>
- Kaldellis, J.K., Apostolou, D., Kapsali, M., Kondili, E., 2016. Environmental and social

footprint of offshore wind energy. Comparison with onshore counterpart. *Renew. Energy* 92, 543–556. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.018>

Kaldellis, J.K., Kapsali, M., 2013. Shifting towards offshore wind energy—Recent activity and future development. *Energy Policy* 53, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.032>

Kim, H.-J., Kim, J.-H., Yoo, S.-H., 2019. Social acceptance of offshore wind energy development in South Korea: Results from a choice experiment survey. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 113, 109253. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109253>

Krueger, A.D., Parsons, G., Firestone, J., 2011. Valuing the Visual Disamenity of Offshore Wind Power Projects at Varying Distances from the Shore: An Application on the Delaware Shoreline. *Land Econ.* 87. <http://dx.doi.org/10.3368/le.87.2.268>

Maienza, C., Avossa, A.M., Ricciardelli, F., Coiro, D., Troise, G., Georgakis, C.T., 2020. A life cycle cost model for floating offshore wind farms. *Appl. Energy* 266, 114716. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114716>

Ministry of the Environment and Energy, 2019. National Energy and Climate Plan. Available at: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/el_final_necp_main_en.pdf

Multiconsult, 2019. Hywind Tampen - Samfunnsmessige ringvirkninger. Available at: <https://www.equinor.com/content/dam/statoil/documents/impact-assessment/hywind-tampen/equinor-multiconsult-2019-hywind-tampen-samfunnsmessige-ringvirkninger.pdf>

Ng, C., Ran, L., 2016. Offshore wind farms: technologies, design and operation. Available at: <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4438749>

Nian, V., Liu, Y., Zhong, S., 2019. Life cycle cost-benefit analysis of offshore wind energy under the climatic conditions in Southeast Asia – Setting the bottom-line for deployment. *Appl. Energy* 233–234, 1003–1014. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.042>

Notton, G., Nivet, M.-L., Zafirakis, D., Motte, F., Voyant, C., Fouilloy, A., 2017. Tilos, the first autonomous renewable green island in Mediterranean: A Horizon 2020 project, in: 2017 15th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA). Presented at the 2017 15th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), pp. 102–105. <https://doi.org/10.1109/ELMA.2017.7955410>

Snyder, B., Kaiser, M.J., 2009. Ecological and economic cost-benefit analysis of offshore wind energy. *Renew. Energy* 34, 1567–1578. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.11.015>

Spyridonidou, S., Vagiona, D.G., Loukogeorgaki, E., 2020. Strategic Planning of Offshore Wind Farms in Greece. *Sustainability* 2020, 12(3), 905. <https://doi.org/10.3390/su12030905>

The Oxford Institute for Energy Studies, 2021. The Geopolitics of Energy: Out with the old, in with the new? Available at: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2021/02/OEF-126.pdf>

Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2018. Economic effects of a 200 MW off-shore floating wind farm in the Canary Islands.

Vakulchuk, R., Overland, I., Scholten, D., 2020. Renewable energy and geopolitics: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 122, 109547. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109547>

Westerberg, V., Jacobsen, J.B., Lifran, R., 2015. Offshore wind farms in Southern Europe – Determining tourist preference and social acceptance. *Energy Res. Soc. Sci.* 10, 165–179. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.07.005>

Westerberg, V., Jacobsen, J.B., Lifran, R., 2013. The case for offshore wind farms, artificial reefs and sustainable tourism in the French mediterranean. *Tour. Manag.* 34, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.04.008>

Wind Europe, 2021. Wind energy in Europe - 2020 Statistics and the outlook for 2021-2025. Available at: <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2020-trends-and-statistics/>

Wind Europe, 2019. Financing and investment trends The European wind industry in 2019. Available at: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/Financing-and-Investment-Trends-2019.pdf>

Zountouridou, E.I., Kiokes, G.C., Chakalis, S., Georgilakis, P.S., Hatzargyriou, N.D., 2015. Offshore floating wind parks in the deep waters of Mediterranean Sea. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 51, 433–448. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.027>

9. Παράρτημα

Ανάλυση Ευαισθησίας - Πίνακες

Ισχύς of 255MW

Πίνακας 10. Διεθνής Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€418 εκατομμύρια
OPEX	€313 εκατομμύρια
DECEX	€15 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€746 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€512 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€44 εκατομμύρια
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€149 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€193 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€101 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€1.6 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€840 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€52 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€131 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€81 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€348 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1.6

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 11. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€418 εκατομμύρια
OPEX	€313 εκατομμύρια
DECEX	€15 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€746 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€512 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€145 εκατομμύρια
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€634 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€779 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€403 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€57,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€80 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€151 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0.7

Πίνακας 12. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2,000
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1,000
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€60
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€79 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€43 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Ισχύς 1005MW**Πίνακας 13. Διεθνής Προοπτική**

Κόστος	
CAPEX	€1.6 δισεκατομμύρια
OPEX	€1.2 δισεκατομμύρια
DECEX	€59 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€3 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€2 δισεκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€174 εκατομμύρια
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€586 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€760 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€400 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€6.3 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€3.3 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€204 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€284 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€195 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€1.5 δισεκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1.7

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 14. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€1.6 δισεκατομμύρια
OPEX	€1.2 δισεκατομμύρια
DECEX	€59 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€3 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€2 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€572 εκατομμύρια
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€2.5 δισεκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€3 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€1.6 δισεκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€7.9 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€4.1 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€226,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€80 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€468 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0.8

Πίνακας 15. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Welfare gains from clean environment	€8,100
Present value of total welfare gains	€4,300
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€235
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€79 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€43 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Φυσικό Αέριο σε Αντιπαραβολή**Πίνακας 16. Διεθνής Προοπτική**

Κόστος	
CAPEX	€811 εκατομμύρια
OPEX	€608 εκατομμύρια
DECEX	€29 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€994 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€171 εκατομμύρια
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€0
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€17 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€90 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2.2 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1.1 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€101 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€180 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€118 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€116 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1.1

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 17. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€811 εκατομμύρια
OPEX	€608 εκατομμύρια
DECEX	€29 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€994 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€563 εκατομμύρια
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€0
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€563 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€295 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2.7 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1.4 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€111,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€80 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€741 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0.3

Πίνακας 18. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2,800
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1,400
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€116
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€79 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€43 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πετρέλαιο σε αντιπαραβολή

Πίνακας 19. Διεθνής Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€811 εκατομμύρια
OPEX	€608 εκατομμύρια
DECEX	€29 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€994 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€0
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€577 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€577 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€303 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2.1 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€101 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€180 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€118 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€1.3 δισεκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	2.2

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 20. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€811 εκατομμύρια
OPEX	€608 εκατομμύρια
DECEX	€29 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€994 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€0
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€2.5 δισεκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€2.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€1.2 δισεκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€5 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2.6 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€111,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€80 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€237 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1.2

Πίνακας 21. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€5,200
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2,800
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€550,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€78 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€116
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€79 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€43 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€43 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0

Μέγιστο βάθος και ελάχιστη απόσταση**Πίνακας 22. Διεθνής Προοπτική**

Κόστος	
CAPEX	€857 εκατομμύρια
OPEX	€643 εκατομμύρια
DECEX	€31 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€1 δισεκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€86 εκατομμύρια
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€289 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€374 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€196 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€3.1 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1.6 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€1.1 εκατομμύρια
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€187 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€101 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€290 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€177 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€600 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1.5

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 23. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€857 εκατομμύρια
OPEX	€643 εκατομμύρια
DECEX	€31 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€1 δισεκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€282 εκατομμύρια
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€1.2 δισεκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€1.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€783 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€3.9 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€1.1 εκατομμύρια
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€187 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€111,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€189 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€102 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€368 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0.7

Πίνακας 24. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€4,000
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2,100
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€1.1 εκατομμύρια
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€187 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€116
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€189 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€102 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€102 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση**Πίνακας 25. Διεθνής Προοπτική**

Κόστος	
CAPEX	€796 εκατομμύρια
OPEX	€597 εκατομμύρια
DECEX	€28 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€976 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€86 εκατομμύρια
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€289 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€374 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€196 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€3.1 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1.6 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€488,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€26 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€101 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€128 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€90 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€762 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1.7

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 26. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€796 εκατομμύρια
OPEX	€597 εκατομμύρια
DECEX	€28 εκατομμύρια
Total costs	€1.4 δισεκατομμύρια
Present value of total costs	€976 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€282 εκατομμύρια
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€1.2 δισεκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€1.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€783 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€3.9 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€488,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€26 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€111,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€28 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€15 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€206 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0.8

Πίνακας 27. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€4,000
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2,100
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€488,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€26 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€116
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€28 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€15 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€15 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Φυσικό αέριο σε αντιπαραβολή, μέγιστο βάθος και ελάχιστη απόσταση

Πίνακας 28. Διεθνής Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€857 εκατομμύρια
OPEX	€643 εκατομμύρια
DECEX	€31 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€1 δισεκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€171 εκατομμύρια
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€0
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€171 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€90 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2.1 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1.1 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€1.1 εκατομμύρια
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€187 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€101 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€290 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€177 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€325 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1

Οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Πίνακας 29. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€857 εκατομμύρια
OPEX	€643 εκατομμύρια
DECEX	€31 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€1 δισεκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€563 εκατομμύρια
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€0
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€563 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€295 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2.7 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1.4 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€1.1 εκατομμύρια
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€187 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€111,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€189 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€102 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€857 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0.3

Πίνακας 30. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€2,800
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€1,400
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€1.1 εκατομμύρια
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€187 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€116
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€189 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€102 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€102 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0

Πετρέλαιο σε αντιπαραβολή, ελάχιστο βάθος και μέγιστη απόσταση**Πίνακας 31. Διεθνής Προοπτική**

Κόστος	
CAPEX	€796 εκατομμύρια
OPEX	€597 εκατομμύρια
DECEX	€28 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€976 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Φυσικό αέριο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€0
Πετρέλαιο – κόστος εξερεύνησης και εξόρυξης	€577 εκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€577 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€303 εκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2.1 δισεκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€488,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€26 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€101 εκατομμύρια
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€128 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€90 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€1.3 δισεκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	2.3

Πίνακας 32. Εθνική Προοπτική

Κόστος	
CAPEX	€796 εκατομμύρια
OPEX	€597 εκατομμύρια
DECEX	€28 εκατομμύρια
Συνολικό Κόστος	€1.4 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού κόστους	€976 εκατομμύρια
Εξοικονομούμενο Κόστος	
Κόστος αγοράς φυσικού αερίου	€0
Κόστος αγοράς πετρελαίου	€2.5 δισεκατομμύρια
Συνολικό εξοικονομούμενο κόστος	€2.5 δισεκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικού εξοικονομούμενου κόστους	€1.2 δισεκατομμύρια
Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€5 εκατομμύρια
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2.7 εκατομμύρια
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€488,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€26 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€111,000
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€28 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€15 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	€283 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	1.3

Πίνακας 33. Τοπική Προοπτική

Κέρδη Ευημερίας	
Κέρδη ευημερίας από μια καθαρότερη ατμόσφαιρα	€5,200
Παρούσα αξία συνολικών οφελών ευημερίας	€2,800
Απώλειες Ευημερίας	
Κόστος λόγω οπτικής ρύπανσης	€488,000
Επιπτώσεις στον τουρισμό	€26 εκατομμύρια
Απώλειες ευημερίας λόγω επιπτώσεων στην πανίδα	€986,000
Κοινωνικό κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ζωής του υπεράκτιου αιολικού πάρκου	€116
Συνολικές απώλειες ευημερίας	€28 εκατομμύρια
Παρούσα αξία απωλειών ευημερίας	€15 εκατομμύρια
Καθαρή Παρούσα Αξία	-€15 εκατομμύρια
Λόγος Οφέλους – Κόστους της επένδυσης	0