



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Διπλωματική εργασία

**ΑΠΕ & ΒΙΩΣΙΜΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΩΝ
OFFSHORE ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ**

της

ΕΛΕΝΗΣ ΜΥΛΩΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑΣ: ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης
στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Θεόδωρο Παναγιωτίδη για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και τις συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Μακεδονίας για τις γνώσεις που αποκόμισα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου την οικογένειά μου διότι χωρίς αυτούς όλο αυτό θα παρέμενε ένα ανεκπλήρωτο όνειρο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων (κατοικιών και γραφείων), τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Με την πρόοδο της οικονομίας και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ολοένα.

Τις τελευταίες δεκαετίες οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν ξεκάθαρα την εναλλακτική στα ορυκτά καύσιμα και τώρα περισσότερο από ποτέ εμφανίζουν προοπτικές για ύπαρξη ενός πλανήτη χωρίς ανθρακικό αποτύπωμα. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασικό μέρος της διεθνούς δέσμευσης για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, την βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας, και για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Οι ΑΠΕ παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στο να πλησιάσουμε τους στόχους της συμφωνίας για την κλιματική αλλαγή, βελτιώνοντας την πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και μειώνοντας τις επιπτώσεις από την καύση ορυκτών καυσίμων. Αυτοί οι στόχοι δηλώνουν μείωση κατά 40% των εκπομπών CO₂, δεσμευτικό στόχο 27% για ΑΠΕ και 27% αύξηση της ενεργειακής απόδοσης έως το 2030. Για να επιτευχθεί η καθιερωμένη ποσόστωση ΑΠΕ, η υπεράκτια αιολική βιομηχανία φαίνεται να είναι το κλειδί, χάρη κυρίως στις νέες τεχνολογικές προοπτικές και στη βιομηχανική ανάπτυξη.

Λέξεις κλειδιά: ΑΠΕ, βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, αιολική ενέργεια, offshore αιολικά πάρκα.

ABSTRACT

Modern societies consume huge amounts of energy for space heating (homes and offices), transportation, electricity generation, and the operation of industrial units. With the progress of the economy and the increase of the living standard, the energy demand is increasing.

In recent decades, Renewable Energy has clearly been the alternative to fossil fuels and now, more than ever, it offers the prospect of a carbon-free planet. The development of RES is a key part of the international commitment to combating climate change, improving energy security, and reducing greenhouse gas emissions.

RES play a very important role in approaching the goals of the climate change agreement, improving access to electricity and reducing the impact of fossil fuel combustion. These targets indicate a 40% reduction in CO₂ emissions, a binding target of 27% for RES and a 27% increase in energy efficiency by 2030. To achieve the standard RES quota, the offshore wind industry seems to be key, thanks mainly to new technological perspectives and in industrial development.

Key words: RES, sustainable economic growth, wind power, offshore wind farms.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Εισαγωγή	1
1.1	Θεωρητικό Υπόβαθρο	1
1.2	Σκοπός εργασίας.....	1
1.3	Μεθοδολογία.....	2
1.4	Δομή εργασίας	2
2	Βιβλιογραφική Επισκόπηση	4
3	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	8
3.1	Πηγές Ενέργειας.....	8
3.1.1	Συμβατικές πηγές ενέργειας.....	8
3.1.2	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	10
3.2	Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα ΑΠΕ	14
3.3	Η κατάσταση στην Ελλάδα	15
3.3.1	Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα και στην Ε.Ε.	16
3.4	Οι στόχοι για το 2050	22
3.4.1	Ευρωπαϊκοί στόχοι	22
3.4.2	Εθνικοί στόχοι	24
4	Ενέργεια και Βιώσιμη Οικονομική Ανάπτυξη	25
4.1	Το Ενεργειακό πρόβλημα	25
4.2	Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον	27
4.3	Ενέργεια και Βιώσιμη Οικονομική Ανάπτυξη	29
5	Μελέτη περίπτωσης των offshore αιολικών πάρκων	32
5.1	Αιολική ενέργεια.....	32
5.2	Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	34
5.3	Αιολικά πάρκα.....	36
5.3.1	Χερσαία αιολικά πάρκα (onshore wind farms).....	36
5.3.2	Παράκτια αιολικά πάρκα (nearshore wind farms).....	36
5.3.3	Υπεράκτια αιολικά πάρκα (offshore wind farms).....	37
5.4	Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	39
5.5	Η Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα.....	41
5.6	Η περίπτωση της Δανίας.....	43
5.7	Η Αιολική Ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο.....	45

6	Συμπεράσματα – Προτάσεις	49
	Βιβλιογραφία	51

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα στην Ε.Ε. από το 1990 έως το 2019.....	10
Διάγραμμα 2: Μεριδίο ενέργειας από ΑΠΕ στα κράτη μέλη της Ε.Ε.....	14
Διάγραμμα 3: Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στην Ελλάδα, 2018-2019.....	16
Διάγραμμα 4: Ποσοστιαία συμμετοχή πηγών ενέργειας στην καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2018.....	27
Διάγραμμα 5: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.....	28
Διάγραμμα 6: Παγκόσμια μέση θερμοκρασία 1850 – 2020.....	29
Διάγραμμα 7: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά έτος.....	35
Διάγραμμα 8: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά περιφέρεια για το 2020.....	35
Διάγραμμα 9: Γενική επισκόπηση της κατάστασης των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, 2018.....	38
Διάγραμμα 10: Ετήσιος μέσος όρος των πρόσφατα εγκατεστημένων υπεράκτιων ανεμογεννητριών ονομαστικής χωρητικότητας.....	39
Διάγραμμα 11: Ποσοστό της μέσης ετήσιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας που καλύπτεται από την αιολική ενέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	44
Διάγραμμα 12: Νέες εγκαταστάσεις παράκτιων και υπεράκτιων αιολικών στην Ευρώπη.....	48

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Βασική αρχή ανεμογεννήτριας.....	33
Εικόνα 2: Παγκόσμια κατανομή υπεράκτιων αιολικών πάρκων ανά χώρα.....	47

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Σύνοψη ευρωπαϊκών στόχων.....	23
Πίνακας 2: Σύνοψη εθνικών στόχων στο πλαίσιο του αναθεωρημένου ΕΣΕΚ 2030.....	24
Πίνακας 3: Συμμετοχή πηγών ενέργειας στην καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2006-2018.....	27
Πίνακας 4: Παγκόσμια υπεράκτια χωρητικότητα αιολικής ενέργειας.....	47

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

A/Γ	Ανεμογεννήτρια
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
ΑτΘ	Αέρια του Θερμοκηπίου
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΕΤΑΕΝ	Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα
ΗΕ	Ηνωμένα Έθνη
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΙΕΝΕ	Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης
CO ₂	Carbon Dioxide
CAGR	Compound Annual Growth Rates
LMDI	Logarithmic Mean Division Index
R&D	Research & Development

1 Εισαγωγή

1.1 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασικό μέρος της διεθνούς δέσμευσης για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, την βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας, και για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και συγκεκριμένα των συγκεντρώσεων CO₂ στην ατμόσφαιρα. Ένας από τους στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης των Η.Ε., ο έβδομος συγκεκριμένα, ορίζει την «Εξασφάλιση πρόσβασης σε προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους» (Moallemi *et al.*, 2019). Οι ΑΠΕ καλύπτουν το 40% της αύξησης στην πρωτογενή ζήτηση και η ασταμάτητη ανάπτυξή τους θα μπορούσε να σηματοδοτήσει το τέλος της εποχής του άνθρακα. Η αιολική ενέργεια δείχνει το δρόμο σε όρους εγκατεστημένης ισχύς και τεχνολογικής ωριμότητας. Επιπροσθέτως, τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έχουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των χερσαίων εκμεταλλεύσεων, όπως η διαθεσιμότητα εκτεταμένων περιοχών για αιολικά πάρκα, χαμηλότερες οπτικές επιπτώσεις και υψηλότερες ταχύτητες ανέμου με λιγότερες αναταράξεις και μεταβλητότητα (DeCastro *et al.*, 2019).

Η Ευρώπη σήμερα πρωτοστατεί στην υπεράκτια αιολική ενέργεια (με το 84% των παγκόσμιων εγκαταστάσεων), έχοντας επιτύχει τεχνική και εμπορική ωριμότητα, συμπεριλαμβανομένης του πρώτου υπεράκτιου αιολικού έργου που παράγει ηλεκτρική ενέργεια, μαζί με μια αναδύομενη κουλτούρα μηδενικής επιδότησης.

1.2 Σκοπός εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι, μέσα από την βιβλιογραφική επισκόπηση και τις στατιστικές μελέτες, να αποτυπωθεί η υπάρχουσα κατάσταση στον τομέα της αιολικής ενέργειας και η διερεύνηση των οικονομικών συνεπειών της χρήσης και ενσωμάτωσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Το βασικό ερώτημα το οποίο καλείται να απαντήσει η συγκεκριμένη εργασία είναι κατά πόσο η χρήση ανανεώσιμων φυσικών πόρων συμβάλλει στην εφαρμογή ενός μοντέλου βιώσιμης ανάπτυξης. Στην προσπάθειά μας αυτή θα μας βοηθήσουν μελέτες περιπτώσεων με υπεράκτια αιολικά πάρκα, από τη Δανία κυρίως αλλά και από άλλες χώρες παγκοσμίως.

Μέσα στους επιμέρους στόχους της εργασίας εντάσσεται η ανάδειξη των ΑΠΕ, η παράθεση πλεονεκτημάτων από τη χρήση τους, η συμβολή τους στην ενεργειακή αυτονομία των χωρών και η παράθεση των πλεονεκτημάτων από την εγκατάσταση των υπεράκτιων αιολικών πάρκων και η συμβολή τους στην βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη.

1.3 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας έγκειται σε δευτερογενή έρευνα και πιο συγκεκριμένα στην αναλυτική μελέτη της σύγχρονης ελληνικής αλλά και ξένης βιβλιογραφίας στην οποία περιλαμβάνονται επιστημονικά και δημοσιευμένα άρθρα, η ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία και ορισμένα άρθρα της επικαιρότητας. Το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν προέρχονται από την ICAP, την Eurostat, και το Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Τον εντοπισμό και την συλλογή των στοιχείων ακολούθησε η ερμηνεία, η αξιολόγηση και η τελική παρουσίαση τους στην παρούσα εργασία η οποία αποτελείται συνολικά από έξι κεφάλαια.

1.4 Δομή εργασίας

Η εργασία ολοκληρώνεται μέσα σε έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, την εισαγωγή, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο καθώς και ο σκοπός της εργασίας, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνησή της καθώς και η δομή της.

Το δεύτερο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην επισκόπηση της παγκόσμιας βιβλιογραφίας των τελευταίων ετών. Παρουσιάζονται έρευνες και μελέτες από σύγχρονους ερευνητές για την συμβολή των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα και την εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι Ανανεώσιμες και συμβατικές Πηγές Ενέργειας, τα είδη των ΑΠΕ, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση τους, η κατάσταση στην Ελλάδα καθώς και το θεσμικό πλαίσιο και οι στόχοι, στην Ελλάδα αλλά και στην Ε.Ε.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται το ενεργειακό πρόβλημα, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και η συμβολή της ενέργειας στη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης των offshore αιολικών πάρκων. Στην αρχή του κεφαλαίου κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μία εισαγωγή στην αιολική ενέργεια καθώς και στα είδη των αιολικών πάρκων και στη συνέχεια αναλύεται η κατάσταση στην πρωτοπόρα χώρα της Δανίας αλλά και παγκοσμίως.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

2 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Τις τελευταίες δεκαετίες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν ξεκάθαρα την εναλλακτική στα ορυκτά καύσιμα και τώρα περισσότερο από ποτέ εμφανίζουν προοπτικές για ύπαρξη ενός πλανήτη χωρίς ανθρακικό αποτύπωμα. Οι ΑΠΕ παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στο να πλησιάσουμε τους στόχους της συμφωνίας για την κλιματική αλλαγή, βελτιώνοντας την πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και μειώνοντας τις επιπτώσεις από την καύση ορυκτών καυσίμων. Ένας από τους στόχους των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη ορίζει ότι θα πρέπει να εξασφαλίζεται η πρόσβαση σε προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους (European Commission, 2020). Σημαντικό συστατικό των ΑΠΕ είναι και η αιολική ενέργεια. Είναι σημαντικό να μελετηθεί η κατανάλωση της αιολικής ενέργειας λόγω του τεράστιου δυναμικού που έχει να προσφέρει ο άνεμος. Σύμφωνα με τους Farkat Diogenes et al. (2020) η υπεροχή της αιολικής ενέργειας μεταξύ των ΑΠΕ προέρχεται από την ικανότητά της να παράγει μεγάλες ποσότητες ενέργειας με ανταγωνιστικό κόστος. Η αιολική ενέργεια έχει βιώσει μείωση του κόστους παραγωγής στο 1/3 μεταξύ 2008 και 2015. Αυτό επιτεύχθηκε με την αύξηση της χωρητικότητας (μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες με μεγαλύτερα πτερύγια) και όχι μειώνοντας το ανά μονάδα κόστος επένδυσης.

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για τη μείωση εκπομπών CO₂ και άλλων ρύπων που αυξάνουν τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Διεθνή πρωτόκολλα όπως το Κιότο ή η συμφωνία του Παρισιού (2015) αλλά και πρωτόκολλα όπως το Ευρωπαϊκό πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια 2030 προσπαθούν να μετριάσουν τις δυσμενείς επιπτώσεις του κλίματος. Αυτοί οι στόχοι δηλώνουν μείωση κατά 40% των εκπομπών CO₂, δεσμευτικό στόχο 27% για ΑΠΕ και 27% αύξηση της ενεργειακής απόδοσης έως το 2030. Για να επιτευχθεί η καθιερωμένη ποσόστωση ΑΠΕ, η υπεράκτια αιολική βιομηχανία φαίνεται να είναι το κλειδί για ορισμένες χώρες, χάρη κυρίως στις νέες τεχνολογικές προοπτικές και στη βιομηχανική ανάπτυξη (Díaz and Guedes Soares, 2020).

Ο Sadorsky (2020) μελέτησε σε 17 χώρες, που αντιπροσώπευαν το 2018 το 86% της παγκόσμιας κατανάλωσης αιολικής ενέργειας, τους κινητήριους παράγοντες στην κατανάλωση αιολικής ενέργειας χρησιμοποιώντας το λογαριθμικό μέσο όρο (LMDI). Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι για τα έτη 2018 - 2025 οι ετήσιοι ρυθμοί ανάπτυξης (CAGR) για την κατανάλωση αιολικής ενέργειας θα είναι υψηλότεροι για τον Καναδά, τη Σουηδία, την Κίνα και τη Γερμανία. Χώρες με υψηλά ποσοστά ΑΠΕ, όπως η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Δανία έχουν χαμηλές προβλέψεις CAGR. Οι προβλέψεις για την αιολική ενέργεια υπολογίστηκαν κάνοντας ένα σενάριο υψηλού και ένα σενάριο χαμηλού ρυθμού ανάπτυξης.

Οι DeCastro et al. (2019) ανέλυσαν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις στην ανάπτυξη της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας για την Ευρώπη, την Κίνα και τις ΗΠΑ. Σε αυτές τις χώρες, όπου ο άνεμος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό τους μίγμα, έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες δράσεις για την ανάπτυξη υπεράκτιας αιολικής ενέργειας, αν και σε διάφορους βαθμούς. Οι δράσεις αυτές κυμαίνονται από τη μελέτη της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας έως την θεσμοθέτηση νόμων που σχετίζονται με την κατασκευή αιολικών πάρκων. Η Ευρώπη σήμερα πρωτοστατεί στην υπεράκτια αιολική ενέργεια (με 84% των παγκόσμιων εγκαταστάσεων), έχοντας επιτύχει τεχνική και εμπορική ωριμότητα, συμπεριλαμβανομένης της πρώτης πλωτής αιολικής εγκατάστασης που παράγει ηλεκτρική ενέργεια, μαζί με μια αναδυόμενη κουλτούρα μηδενικής επιδότησης. Η κινεζική αιολική βιομηχανία σημείωσε ραγδαία ανάπτυξη από το 2005, ωστόσο, με την υπηρεσία μίας στάσης στη διαδικασία αδειοδότησης και τον καθορισμό υψηλότερων τιμολογίων τροφοδοσίας (feed-in tariffs) θα μπορούσε να εξελιχθεί ακόμη περισσότερο. Στην περίπτωση των ΗΠΑ, ο πιθανός μελλοντικός ρόλος τους στην υπεράκτια αιολική βιομηχανία βρίσκεται τώρα στα χέρια των υπευθύνων λήψης αποφάσεων. Μια πιο απλοποιημένη διαδικασία αδειοδότησης, από κοινού με ένα μακροπρόθεσμο όραμα που ενσωματώνεται σε σταθερά οικονομικά κίνητρα, θα μπορούσε να βοηθήσει τη χώρα στην προώθηση της συγκεκριμένης βιομηχανίας.

Οι Díaz και Guedez Soares (2020) μελέτησαν την υπάρχουσα κατάσταση αλλά και τις μελλοντικές τάσεις των υπεράκτιων αιολικών πάρκων παγκοσμίως σε συνδυασμό με τις όποιες τεχνολογικές προκλήσεις, ειδικά τη διάταξή τους και τα βασικά τους μέρη. Έκαναν ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των παραμέτρων διάταξης των υπεράκτιων αιολικών πάρκων όπως ο αριθμός των ανεμογεννητριών, η εγκατεστημένη χωρητικότητα, η απόσταση από την ακτή και το βάθος του νερού. Στην έρευνά τους εξετάστηκαν τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με το χαρτοφυλάκιο των μελλοντικών έργων. Τα δεδομένα έδειξαν αύξηση στις διαστάσεις των αιολικών πάρκων και η χωρητικότητα των ανεμογεννητριών για παραγωγή αιολικής ενέργειας συμβαδίζει με εκείνες από άλλες ενεργειακές πηγές, οι οποίες, ενδεχομένως, ενισχύουν το δυναμικό και την ελκυστικότητα της υπεράκτιας αιολικής βιομηχανίας για μελλοντικούς επενδυτές.

Οι Sovacool, Lindboe και Odgaard (2008) μελέτησαν το μοντέλο αιολικής ενέργειας της Δανίας προκειμένου να διαπιστώσουν εάν μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλες χώρες. Για να εξηγήσουν πως οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής στη Δανία σχεδίασαν μία τόσο προοδευτική ενεργειακή πολιτική, εξέτασαν παράγοντες όπως μηχανισμούς πολιτικής, πολιτικές ηγεσίας κοινωνικές συμπεριφορές και πολιτιστικές προσεγγίσεις για έρευνα και ανάπτυξη. Μέρος της επιτυχίας του μοντέλου της αιολικής ενέργειας της Δανίας σχετίζεται με την εστίασή του στη δημιουργία τεχνολογίας για εξαγωγή. Οι Δανικές ρυθμιστικές αρχές προώθησαν την τοπική παραγωγή αιολικής ενέργειας προσφέροντας μία ισχυρή αγορά για αιολική τεχνολογία και σταθερή ετήσια ζήτηση. Από τη μελέτη τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αρκετά από τα μέτρα που έχουν λάβει οι Δανοί στην χάραξη πολιτικής για την αιολική ενέργεια μπορούν να αναπαραχθούν και από άλλες χώρες. Κάποια από αυτά είναι η επιβολή φόρου άνθρακα, το σύστημα εγγυημένων σταθερών τιμών, το μοντέλο χρηματοδότησης σε νέες επενδύσεις, η εγγυημένη και ανοιχτή πρόσβαση στην αγορά και η χρηματοδότηση σε προγράμματα R&D.

Οι Xu et al. (2019) μελέτησαν τις ΑΠΕ ως τρέχουσα τάση της ενεργειακής πολιτικής παγκοσμίως. Κατά την έρευνά τους χώρισαν τον κόσμο σε επτά περιοχές με βάση την ταξινόμηση Engineering News-Record (ENR) σε Ασία-Ειρηνικός, Μέση Ανατολή,

Καναδάς, Ηνωμένες Πολιτείες, Λατινική Αμερική, Ευρώπη και Αφρική και επέλεξαν τέσσερις παράγοντες για τη μέτρηση της εξέλιξης των ΑΠΕ, οικονομικούς, πολιτικούς, κοινωνικούς και τεχνικούς για να προβλέψουν τη μελλοντική ανάπτυξη των ΑΠΕ στις περιοχές αυτές. Στη συνέχεια χρησιμοποίησαν τρία μοντέλα, το μοντέλο ARIMA, το μοντέλο NNM, το μοντέλο SVM και κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα: 1) η περιοχή Ασίας-Ειρηνικού έχει την ταχύτερη οικονομική ανάπτυξη και την υψηλότερη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας τα τελευταία χρόνια. 2) Η Μέση Ανατολή αύξησε τη ζήτηση για ΑΠΕ, ωστόσο, λόγω της καθυστέρησης της χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας στα επόμενα χρόνια προβλέπεται ότι η ζήτηση για ΑΠΕ θα παραμένει σχεδόν αμετάβλητη. 3) Στον Καναδά παρόλο που η οικονομική ανάπτυξη ήταν αργή τα τελευταία χρόνια, έχει εξασφαλιστεί σταθερή ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. 4) Η οικονομία των ΗΠΑ αναπτύσσεται σταθερά και οι τεχνολογίες ΑΠΕ αναπτύσσονται ραγδαία.. 5) Η οικονομική ανάπτυξη της Λατινικής Αμερικής είναι αργή και προβλέπεται χαμηλή ζήτηση για ΑΠΕ. 6) Η Ευρώπη αν και γνώρισε αργή οικονομική ανάπτυξη, στο μέλλον θα είναι μία από τις περιοχές με ταχύτερη ανάπτυξη στη χρήση ΑΠΕ. 7) Τέλος στην Αφρική η πορεία ανάπτυξης ΑΠΕ τείνει να βρίσκεται σε ακινησία.

3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

3.1 Πηγές Ενέργειας

Οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων (κατοικιών και γραφείων), τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Με την πρόοδο της οικονομίας και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ολοένα. Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Η παραγωγή και χρήση της ενέργειας που προέρχεται από αυτές τις πηγές δημιουργούν μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα με αιχμή τους, το γνωστό σε όλους μας, φαινόμενο του θερμοκηπίου (ΚΑΠΕ, 2018).

3.1.1 Συμβατικές πηγές ενέργειας

Συμβατικές ή μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ονομάζονται εκείνες που δεν ανανεώνονται ή ανανεώνονται με πάρα πολύ αργό ρυθμό για τα ανθρώπινα δεδομένα και αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Οι συμβατικές πηγές ανάλογα με τη μορφή τους χωρίζονται στα ορυκτά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια. Τα ορυκτά καύσιμα με τη σειρά τους διακρίνονται, ανάλογα με τη μορφή τους, στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια.

1. Ορυκτά καύσιμα

❖ Στερεά καύσιμα

Πρόκειται για οργανικά ιζήματα, προερχόμενα από τη μακρά διεργασία ενανθράκωσης φυτικών υπολειμμάτων, η οποία, με τη συμβολή της πίεσης, της θερμοκρασίας και του χρόνου, συνετέλεσε στον εμπλουτισμό τους σε άνθρακα (*All About Energy - Τα πάντα για την Ενέργεια*, no date). Κύριος εκπρόσωπος των στερεών καυσίμων αποτελεί ο λιγνίτης.

❖ Υγρά καύσιμα

Αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα υγρού καυσίμου αποτελεί το πετρέλαιο, αποτέλεσμα μακροχρόνιας διεργασίας, απουσία αέρα, ζωικών και φυτικών μικροοργανισμών, εγκλωβισμένων εντός των κοιλοτήτων του υπεδάφους.

❖ Αέρια καύσιμα

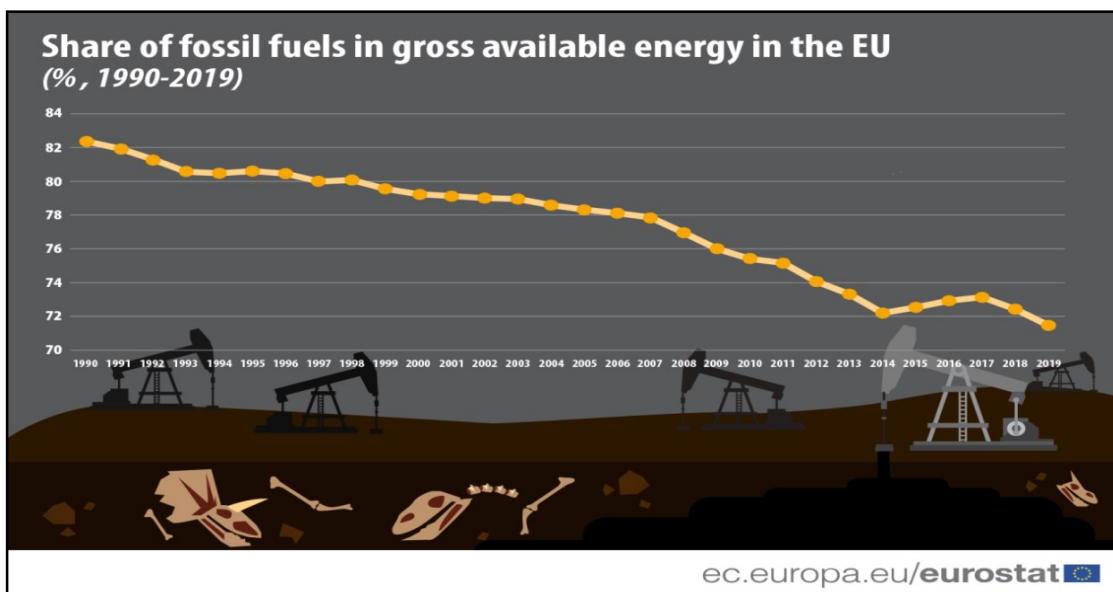
Στα αέρια καύσιμα συγκαταλέγονται το υγραέριο και φυσικό αέριο. Το τελευταίο συνιστά μείγμα υδρογονανθράκων, με κύριο συστατικό το μεθάνιο. Εντοπίζεται σε υπόγειες κοιλότητες, όπου δημιουργείται, κάτω από υψηλές θερμοκρασίες από το μετασχηματισμό υδρόβιων μικροοργανισμών.

2. Πυρηνική ενέργεια

Πυρηνική είναι η ενέργεια που εκλύεται κατά τις πυρηνικές αντιδράσεις. Η σπουδαιότερη χρήση της πυρηνικής ενέργειας είναι ως πρωτογενούς ενεργειακής πηγής με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων που ονομάζονται πυρηνικοί αντιδραστήρες (*All About Energy - Τα πάντα για την Ενέργεια*, no date).

Η Ευρώπη συμβάλει κατά 14% στο σύνολο των ετήσιων επίγειων εκπομπών CO₂, ενώ η Ασία κατά 25% και η Βόρεια Αμερική κατά 29% . Οι εκπομπές του CO₂, του κατ' εξοχήν υπεύθυνου αερίου για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (80%) προέρχονται κατά 90% από τον ευρύτερο ενεργειακό τομέα. Τα ορυκτά καύσιμα θεωρούνται ως οι κατεξοχήν υπόλογοι για τις εκπομπές, ενώ μόνο η κατανάλωση προϊόντων πετρελαίου συμβάλει κατά 50% στις ετήσιες συνολικές εκπομπές CO₂ στην Ε.Ε (ΚΑΠΕ, 2018).

Παρακάτω στην Εικόνα 1 αποτυπώνεται η ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα στην Ε.Ε. των 27 κρατών μελών από το 1990 έως το 2019. Παρατηρούμε ότι το 2019 τα ορυκτά καύσιμα ξεπέρασαν το 71% της ακαθάριστης διαθέσιμης ενέργειας στην Ε.Ε. Αυτό το ποσοστό έχει μειωθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες εξαιτίας της αύξησης των ΑΠΕ.



Διάγραμμα 1: Ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα στην Ε.Ε. από το 1990 έως το 2019 (Eurostat, 2021).

3.1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Από την άλλη πλευρά, οι ΑΠΕ ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον και είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων (ΚΑΠΕ, 2018).

Η εμπορική εκμετάλλευση των ΑΠΕ για παραγωγή ενέργειας προϋποθέτει ένα πολύ πιο ανεπτυγμένο επίπεδο τεχνολογίας, το οποίο δεν ήταν διαθέσιμο κατά την περίοδο την οποία εδραιώθηκε η κυριαρχία των υδρογονανθράκων ως κύρια πηγής ενέργειας (μέσα 18ου – αρχές 20ου αιώνα). Τα επίπεδα εκμετάλλευσης των ΑΠΕ διαχρονικά διαμορφώνονταν από το κόστος εγκατάστασης / λειτουργίας, το επίπεδο ενεργειακής απόδοσης μετατροπής που επιτυγχάνεται, και τα επίπεδα τιμών των υδρογονανθράκων (ιδιαίτερα αυτό του πετρελαίου), ενώ το επίπεδο ενεργειακής απόδοσης μετατροπής προσδιορίζεται από το επίπεδο ανάπτυξης της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, σε ότι

αφορά την εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου της εκάστοτε ΑΠΕ (ICAP, 2019).

Η απελευθέρωση της αγοράς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προωθήθηκε αρχικά με το Ν. 2773/1999, βάσει της οποίας τόσο ο κλάδος των ΑΠΕ όσο και ο ευρύτερος κλάδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας απέκτησε μια νέα προοπτική. Ακολούθησαν οι Ν.2941/2001, Ν.3468/2006 και Ν.3851/2010 με τους οποίους ο κλάδος απέκτησε νέα δυναμική (ICAP, 2019).

Κύριες μορφές των ΑΠΕ:

➤ Ηλιακή ενέργεια

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στην επιφάνεια του πλανήτη μας καθίσταται δυνατή μέσω της παραγωγής θερμότητας και της παραγωγής ηλεκτρισμού. Τα βασικότερα συστήματα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια στις μέρες μας, είναι τα παθητικά ηλιακά σύστημα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα: Πρόκειται για δομικά στοιχεία όπως είναι τα θερμοκήπια, οι πράσινες οροφές και οι ηλιακοί τοίχοι, τα οποία κατασκευάζονται και συνδυάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να υποβοηθείται η ηλιακή ενέργεια, με στόχο τόσο το φυσικό φωτισμό των κτιρίων, όσο την εσωτερική ρύθμιση της θερμοκρασίας.
- Τα θερμικά ηλιακά συστήματα: Πρόκειται για συστήματα τα οποία απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και εν συνεχεία την μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας στο νερό. Πρόκειται για ηλιακούς συλλέκτες ή όπως αλλιώς είναι γνωστοί σε όλους μας οι ηλιακοί θερμοσίφωνες.
- Τα φωτοβολταϊκά: Πρόκειται για συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια και η χρήση τους είναι ευρεία στις μέρες μας στην ηλεκτροδότηση του ηλεκτρικού δικτύου κατανάλωσης. Η χώρα μας έχει τεράστια δυναμική ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων λόγω του τεράστιου ηλιακού δυναμικού της (Μπαχάρου, 2020).

➤ Αιολική ενέργεια

Οι άνεμοι, δηλαδή οι μεγάλες μάζες αέρα που μετακινούνται με ταχύτητα από μία περιοχή σε κάποια άλλη, οφείλονται στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της Γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται εφικτή με την εγκατάσταση και λειτουργία ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του άνεμου πρώτα σε μηχανική ενέργεια, μέσω της δέσμευσης αυτής κάνοντας χρήση κατάλληλα σχεδιασμένων αεροδυναμικών συσκευών και μετά σε ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρική γεννήτρια) (ICAP, 2019).

➤ Γεωθερμική ενέργεια

Είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

Η θερμοκρασία στον πυρήνα της γης εκτιμάται μεταξύ 4.000 - 6.000 °C. Ακόμα και σε βάθος μερικών χιλιομέτρων η θερμοκρασία του εδάφους διαμορφώνεται περίπου στους 250 °C. Ταμειυτήρες γεωθερμικής ενέργειας στους οποίους η θερμοκρασία είναι μεταξύ 100oC -150oC, πέραν της εκμετάλλευσης αυτών σε ότι αφορά εφαρμογές θέρμανσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της λειτουργίας ειδικών σταθμών παραγωγής (binary power stations). Για θερμοκρασίες άνω των 150oC η βέλτιστη χρήση αυτών είναι για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ICAP, 2019).

➤ Βιομάζα

Είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης. Η παραγωγή βιοενέργειας από την καύση βιομάζας ή υποπροϊόντων αυτής (π.χ. βιοκαύσιμα) συνιστά μια από τις κύριες πηγές ενέργειας για τις χώρες του τρίτου κόσμου. Οι κυριότερες χρήσεις της βιομάζας είναι αυτές της παραγωγής θερμότητας,

ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγής βιοκαυσίμων για την λειτουργία μηχανών εσωτερικής καύσης (κυρίως για τον κλάδο των και την παραγωγή κατασκευαστικών υλικών. Η παραγωγή βιοκαυσίμων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον μιας και η χρήση τους σχετίζεται με την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών, καθώς η μέση ημερήσια κατανάλωση πετρελαίου αφορά στον κλάδο των μεταφορών (ICAP, 2019).

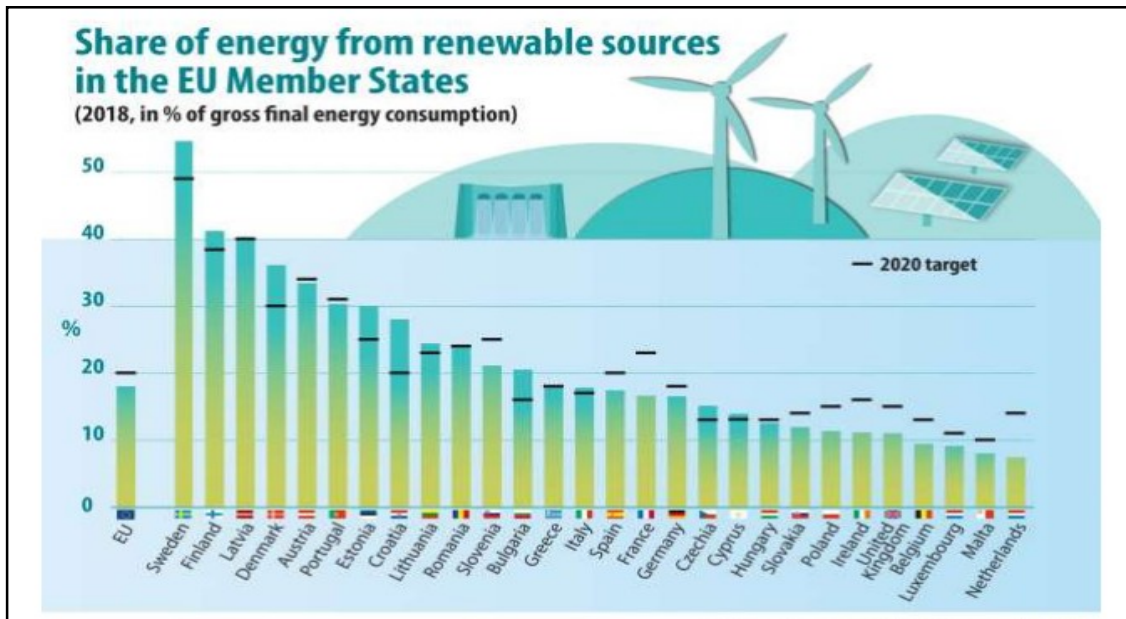
➤ Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση των υδάτινων μαζών που κινούνται εντός των χερσαίων υδάτινων συστημάτων. Η εκμετάλλευση αυτή παίρνει την μορφή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της λειτουργίας ηλεκτρικών γεννητριών. Βάσει της ισχύος του σταθμού παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας, συνήθως έχουμε τις ακόλουθες κατηγορίες: μεγάλα υδροηλεκτρικά (>15MW) , μικρά υδροηλεκτρικά (<15MW) και μίνι υδροηλεκτρικά (<500kW).

➤ Ενέργεια από τα κύματα της θάλασσας

Μια άλλη μέθοδος εκμετάλλευσης της κινητικής ενέργειας του ανέμου, πέραν της αιολικής ενέργειας, είναι η εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των κυμάτων της θάλασσας, μιας και αυτά προκαλούνται από την αλληλεπίδραση του ανέμου και της επιφάνειας της θάλασσας. «Τα συστήματα εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων της θάλασσας κατηγοριοποιούνται βάσει του σημείου εγκατάστασης αυτών με σημείο αναφοράς την ακτή: χερσαία (shoreline), παράκτια (near-shore) και ανοικτής θάλασσας (offshore)» (ICAP, 2019).

Το 2018 το μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας άγγιξε το 18% στην Ε.Ε., από το 17,5% το 2017 και διπλασιάστηκε σε σχέση με το 2004 (8,5%). Στόχος της Ε.Ε. ήταν να φτάσει το 20% στην ενέργεια που χρησιμοποιεί από ΑΠΕ έως το 2020 και τουλάχιστον 32% έως το 2030. Ανάμεσα στα 28 κράτη μέλη της Ε.Ε., τα 12 έχουν ήδη αγγίξει τον εθνικό τους στόχο, αν όχι και παραπάνω, εικόνα 2. Αυτά είναι η Βουλγαρία, η Τσεχία, η Δανία, η Ελλάδα, η Εσθονία, η Κροατία, η Ιταλία, η Λιθουανία, η Λετονία, η Κύπρος, η Φινλανδία και η Σουηδία.



Διάγραμμα 2: Μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στα κράτη μέλη της Ε.Ε. (Eurostat, 2020)

3.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα ΑΠΕ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι τα παρακάτω:

- επενδύοντας στις ΑΠΕ δημιουργείται ένας μεγάλος αριθμός θέσεων εργασίας, ιδίως σε τοπικό επίπεδο
- είναι πρακτικά ανεξάντλητες και μειώνουν την εξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας
- είναι διάσπαρτες γεωγραφικά, έτσι οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος και δίνουν την δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας (ΚΑΠΕ, no date)
- έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο είναι ανεπηρέαστο από τις διακυμάνσεις των τιμών των συμβατικών πηγών ενέργειας
- είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συμβάλουν με αυτόν τον τρόπο στην ενίσχυση της αυτάρκειας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.

Από την άλλη πλευρά όμως υπάρχουν και μειονεκτήματα. Τα κυριότερα μειονεκτήματα είναι τα εξής:

- ο παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης
- ο χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους
- ο το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί
- ο έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις
- ο το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό (Χριστάκης and Αθανασόπουλος, 2016).

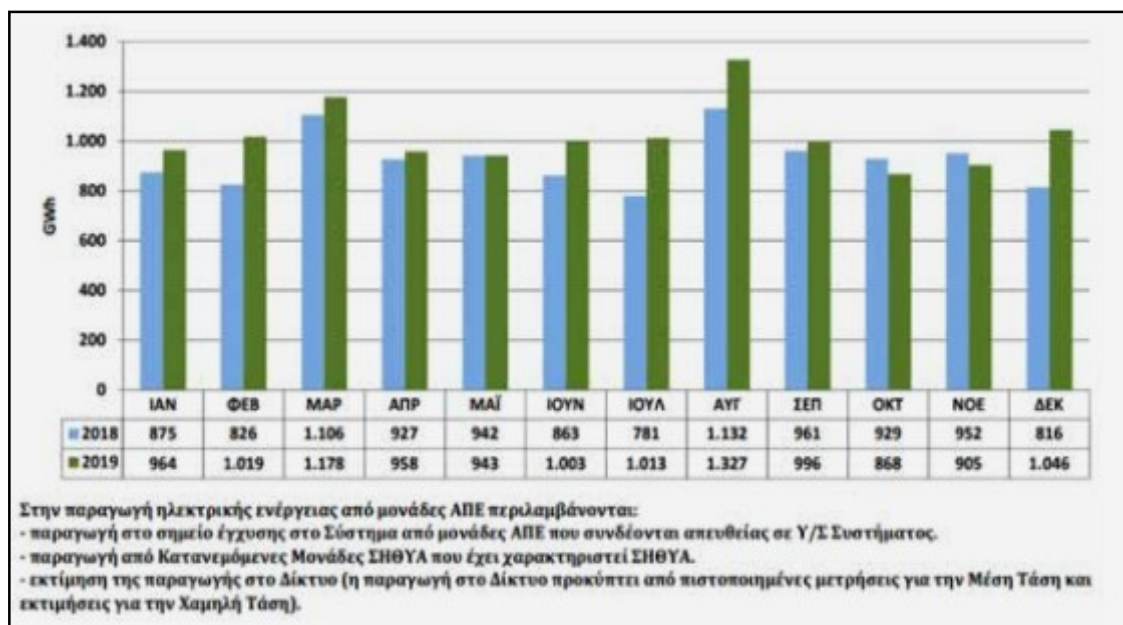
3.3 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Στον Ελλαδικό χώρο μπορεί να είμαστε ακόμη αρκετά πίσω συγκριτικά με τα περισσότερα κράτη μέλη της Ε.Ε., γίνεται όμως μία αξιόλογη προσπάθεια στην προσπάθεια ανάπτυξης των ΑΠΕ προκειμένου να αντιμετωπιστεί τόσο η κλιματική αλλαγή λόγω της χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας όσο και η εξάρτησή μας ως έθνος από άλλες χώρες ως προς τον ενεργειακό εφοδιασμό. Η προσπάθεια αυτή φαίνεται άλλωστε και από το γεγονός ότι πετύχαμε τον εθνικό στόχο που ήταν μέχρι τα τέλη του 2020 το 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ.

Τόσο το κλίμα της Ελλάδας όσο και η γεωγραφική της θέση ευνοεί την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ανεξάρτητοι παραγωγοί που ασχολούνται με τις ΑΠΕ διαρκώς αυξάνονται, εμπόδια όμως στο έργο τους είναι η έλλειψη σαφούς χωροταξικού πλαισίου και ο σχεδιασμός της ανάπτυξης των δικτύων που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται.

Η μετάβαση της Ελλάδας σε καθαρές μορφές ενέργειας αποτυπώνεται στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), το οποίο προβλέπει διείσδυση των ΑΠΕ στην

τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 35% σε μια δεκαετία, από 17% σήμερα (IENE, 2020). Η εκπόνηση, κατάθεση και ψήφιση στη Βουλή σχετικού νομοσχεδίου με ρυθμίσεις για την απλοποίηση των αδειοδοτικών διαδικασιών για έργα ΑΠΕ, με στόχο τον περιορισμό του χρόνου αδειοδοτήσεων, κρίθηκε ως ιδιαίτερα σημαντική και αναμένεται να επισπεύσει πληθώρα «πράσινων» επενδύσεων, οι οποίες εκτιμώνται σε €9 δις. (ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή) έως το 2030, σύμφωνα με εκτιμήσεις του ΕΣΕΚ. Επίσης, τα θέματα χωροθέτησης είναι από τα πλέον σημαντικά στη διαδικασία ωρίμανσης και αδειοδότησης των έργων ΑΠΕ και σε συνδυασμό με το νέο Ειδικό Χωροταξικό Σχέδιο για τις ΑΠΕ, το οποίο βρίσκεται σε φάση εκπόνησης, αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του τομέα τα επόμενα χρόνια (IENE, 2020).



Διάγραμμα 3: Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στην Ελλάδα, 2018-2019 (IENE, 2020).

3.3.1 Θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα και στην Ε.Ε.

Η εθνική ενεργειακή πολιτική σε επίπεδο ΑΠΕ προσδιορίζεται ως επί το πλείστον βάσει ευρωπαϊκών και διεθνών συμφωνιών, που σαν απώτερο στόχο έχουν τόσο την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της μείωσης εκπομπής ρύπων, όσο και την μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από πόρους εκτός των εθνικών / ευρωπαϊκών συνόρων (ICAP,

2019). Οι σημαντικότερες αυτών αποτελούν η συνδιάσκεψη στο Ρίο το 1992 και το πρωτόκολλο του Κιότο το 1997.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο στη σύμβαση – πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος, αποτελεί ορόσημο σε ότι αφορά την προστασία του περιβάλλοντος του πλανήτη μας. Η Ελλάδα υπέγραψε το συγκεκριμένο πρωτόκολλο το 1998, ενώ η επικύρωση αυτού έγινε στις 31 Μαΐου 2002, βάσει του Ν. 3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος» (ΦΕΚ Α-117) (ICAP, 2019).

3.3.1.1 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ε.Ε.

- **Οδηγία 2001/77/ΕΚ "Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας" (OJ L283/27.10.2001).** Σκοπός της συγκεκριμένης οδηγίας ήταν η αύξηση της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και η δημιουργία βάσης για ένα μελλοντικό κοινοτικό πλαίσιο στον εν λόγω τομέα (ICAP, 2019). Ο αρχικός στόχος της Ε.Ε. είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται να προέρχεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε ποσοστό 22,1% έως το 2010. Στην ίδια Οδηγία θεσπίστηκαν εκθέσεις με έτος αφετηρίας το 2002 στις οποίες παρατίθενται στόχοι δεκαετίας για όλα τα κράτη-μέλη.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής COM (2006) 848 : Η ανακοίνωση αυτή αποτελεί τον χάρτη πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σημαντική επιδίωξη είναι η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με απώτερο στόχο το 20% για το 2020.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής COM (2008) 30 «δύο φορές το 20 μέχρι το 2020 η μέριμνα της κλιματικής αλλαγής και η ευκαιρία που παρουσιάζεται στην Ευρώπη. Το τελικό σχέδιο που παρουσιάστηκε, με ονομασία 20-20-20, περιλαμβάνει τρεις στόχους που πρέπει να υλοποιηθούν μέχρι το έτος 2020. Αυτοί είναι, η κατά 20% αύξηση της προσφοράς των Ανανεώσιμων Πηγών

Ενέργειας, η βελτίωση κατά 20% της ενεργειακής αποδοτικότητας και μείωση κατά 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

- Ανακοίνωση της Επιτροπής COM (2008) 768 «Υπεράκτια Αιολική Ενέργεια: Ανάγκη ανάληψης δράσης για την επίτευξη των στόχων ενεργειακής πολιτικής με ορίζοντα το 2020 και έπειτα»: Στην Ανακοίνωση αυτή γίνεται εξειδικευμένη αναφορά στην Υπεράκτια Αιολική Ενέργεια και στις βιομηχανικές και τεχνολογικές προκλήσεις του τομέα αυτού, καθώς ορίσθηκε ως μια πολλά υποσχόμενη αγορά που με το σωστό σχεδιασμό θα συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων της Ένωσης.
- **Οδηγία 2009/28/EK "Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και κατάργηση των οδηγιών 2001/77/EK και 2003/30/EK"** . Οι κύριοι στόχοι της εν λόγω οδηγίας (η οποία κατήργησε την προαναφερόμενη οδηγία 2001/77/EK) έχουν ως εξής: Ο συνολικός δεσμευτικός στόχος για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών στον τομέα της ενέργειας είναι 20% στην τελική κατανάλωση και 10% στον τομέα των μεταφορών, για το έτος 2020. Οι στόχοι ορίζονται ως εφικτοί σύμφωνα με τον Χάρτη Πορείας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και προτάσσονται παράλληλα με το πλαίσιο της βελτίωσης κατά 20% (ICAP, 2019)
- Ανακοίνωση της Επιτροπής COM (2010) «Ευρώπη 2020 Στρατηγική για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη»: Στην Ανακοίνωση αυτή εκτός από στόχους όπως η καταπολέμηση της ανεργίας και η ενίσχυση της εκπαίδευσης, η Επιτροπή έκανε σημαντική αναφορά πάνω στις ΑΠΕ και την κλιματική αλλαγή για την δεκαετία που διανύουμε, με κεντρικό θέμα μια ανάπτυξη έξυπνη, πράσινη και χωρίς αποκλεισμούς.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής COM (2011) Στην οποία η Επιτροπή κάλεσε τα μέλη :

-Να ολοκληρώσουν τα εθνικά σχέδια δράσης όσο αναφορά τις ΑΠΕ.

– Να υπάρξει εξέλιξη με γνώμονα τα μεγαλύτερα ποσοστά ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

- Να υπάρχει καλύτερη συνεργασία ανάμεσα στα κράτη-μέλη στον ενεργειακό τομέα.
- Να διασφαλίσουν πως αν παρουσιαστούν μεταρρυθμίσεις θα υπάρχει μια σταθερότητα για τους επενδυτές (Ισούκης Μ. and Παυλόπουλος Δ., 2020) .
- Έγγραφο εργασίας SWD(2012) 343, SWD(2012) 344: Σύμφωνα με αυτά γίνεται μια πρόταση στο να βελτιωθούν οι επιδόσεις των διεργασιών παραγωγής βιοκαυσίμων σχετικά με τα αέρια θερμοκηπίου, να περιοριστεί η συμβολή των συμβατικών βιοκαυσίμων και να ενθαρρυνθεί η διείσδυση στην αγορά προηγμένων καυσίμων τα οποία επιφέρουν λιγότερα δυσμενή αποτελέσματα από ότι τα συμβατικά (Ισούκης Μ. and Παυλόπουλος Δ., 2020).

Πράσινη Βίβλος Com (2013) 169 «Το πλαίσιο για το κλίμα και την ενεργειακή πολιτική για το 2030»:

Στην Πράσινη Βίβλο η Επιτροπή θέτει σε διαβούλευση τους γενικούς στόχους, τους αντιπαραβάλλει με εκείνους που έχουν τεθεί για το 2020 και τα συμπεράσματα του «χάρτη πορείας για την ενέργεια με ορίζοντα το 2050», αποβλέποντας σε μια τελική συμφωνία, ένα πλαίσιο για το κλίμα και την ενεργειακή πολιτική για το 2030. Όπως αναφέρεται, το τρίπτυχο της επιδίωξης για το 2030 είναι ίδιο με αυτό για το 2020 του «σχεδίου 20-20-20»: Μείωση αερίων του θερμοκηπίου, αύξηση της αποδοτικότητας και αύξηση της χρήσης ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές (Καρατσώρης, 2013).

- **Οδηγία (ΕΕ) 2018/2001 «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους».** Τον Δεκέμβριο του 2018 τέθηκε σε ισχύ η αναθεωρημένη οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων, η οποία αποσκοπεί στο να παραμείνει η Ε.Ε. παγκόσμιος ηγέτης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και, γενικότερα, να βοηθήσει την Ε.Ε. να εκπληρώσει τις δεσμεύσεις της για μείωση των εκπομπών στο πλαίσιο της συμφωνίας του Παρισιού. Η νέα οδηγία θεσπίζει έναν νέο δεσμευτικό στόχο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την Ε.Ε. για το 2030, σε τουλάχιστον 32 % της κατανάλωσης τελικής ενέργειας, με μια ρήτρα για πιθανή προς τα άνω αναθεώρηση έως το 2023 και

έναν αυξημένο στόχο ποσοστού 14% για το μερίδιο των ανανεώσιμων καυσίμων στις μεταφορές έως το 2030. Οι χώρες της Ε.Ε. καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο σκοπεύουν να επιτύχουν αυτούς τους στόχους και τον γενικό χάρτη πορείας για την πολιτική τους για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα εθνικά σχέδια δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα κράτη μέλη πρέπει να μεταφέρουν την αναθεωρημένη οδηγία στο εθνικό τους δίκαιο έως τις 30 Ιουνίου 2021. Η αναθεωρημένη οδηγία θα τεθεί σε ισχύ από την 1η Ιουλίου 2021 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2020).

3.3.1.2 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Μία ιδιαίτερα θετική εξέλιξη στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής ήταν το 2019 η ολοκλήρωση και επικαιροποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού της Ελλάδας μέχρι το 2030 από την Εθνική Επιτροπή για την Ενέργεια και το Κλίμα του ΥΠΕΝ, όπως και ο μακροχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός μέχρι το 2050, με απώτερο σκοπό την μετάβαση της Ελλάδας στην κλιματική ουδετερότητα, σύμφωνα με τις επιταγές της Ε.Ε. (IENE, 2020). Επομένως, η χώρα αποκτά δύο πολύ χρήσιμα εργαλεία για τη χάραξη στρατηγικής στον ενεργειακό τομέα, καθώς το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας, όπως και αυτό πολλών άλλων χωρών, ιδίως στη ΕΕ, εισέρχεται τώρα σε μια μεταβατική περίοδο με απώτερο στόχο την απανθρακοποίηση στην παραγωγή και χρήση ενέργειας και τη μετάβαση σε ένα πλέον καθαρό περιβάλλον, με δραστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Παρακάτω παρατίθεται η εξέλιξη του νομοθετικού πλαισίου στη χώρα μας:

- **N.2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α/168).** Ο νόμος αυτός περιλαμβάνει τη ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής που προέρχονται από ΑΠΕ και από συμβατά καύσιμα. Παρείχε την άδεια σε ανεξάρτητους παραγωγούς να έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ενέργεια από ΑΠΕ και στη συνέχεια η ΔΕΗ να την αγοράζει.

- **N. 2773/1999 « Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΦΕΚ Α/286).** Με το νόμο αυτό θεσμοθετείται η απελευθέρωση των εσωτερικών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας των κρατών μελών και προκύπτει η δημιουργία δυο νέων φορέων, της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), υπό την μορφή ανεξάρτητης αρχής, και του Διαχειριστή του Δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ).
- **N.2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. 'ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ' και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α'/201).** Βάσει του συγκεκριμένου νόμου έγινε διευθέτηση χωροταξικών θεμάτων που είχαν προκύψει σχετικά με την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ εντός δασικών εκτάσεων και δασών, βάσει διατάξεων οι οποίες έγιναν αποδεκτές από το Συμβούλιο της Επικρατείας (ICAP, 2019).
- **N.3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος» (ΦΕΚ Α' /117).** Με το νόμο αυτό κύρωσε η Ελλάδα το Πρωτόκολλο του Κιότο σχετικά με την αλλαγή του κλίματος.
- **N.3468/2006 (ΦΕΚ.Α'/129).** Μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/ΕΚ, L.283 και προωθείται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και μονάδες Συμπαγωγής.
- **N.3851/2010 (ΦΕΚ.Α'/85).** Γίνεται προσπάθεια περαιτέρω απλούστευσης και συντόμευσης της διαδικασίας αδειοδότησης νέων έργων ΑΠΕ. Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι δεν απαιτείται πλέον άδεια παραγωγής, εξαίρεση από την ΡΑΕ ή άλλη σχετική διαπιστωτική πράξη, για Φωτοβολταϊκούς και Ηλιοθερμικούς σταθμούς ισχύος ως και 1 MW. Επιπλέον, με τον Ν.3851 και καθορίστηκαν εθνικοί στόχοι για την διείσδυση των ΑΠΕ ως το 2020 (αναθεωρήσιμοι ανά διετία): α) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%. β) Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. γ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και

- ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%. δ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10% (ICAP, 2019).
- **N.4062/2012 «Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) – Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)» (ΦΕΚ Α'/2012).** Ο νόμος αυτός παρουσιάζει το πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ, το οποίο σχετίζεται με την χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Το πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ είναι μια διεθνής συνεργασία σχετικά με την ανάπτυξη, την παραγωγή και την εξαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία στην χώρα μας.
 - **N.4254/2014 «Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α'/85).** Ρυθμίζονται διάφορα θέματα των ΑΠΕ και κυρίως η τιμολόγηση σταθμών εν λειτουργία και νέων σταθμών, η επιμήκυνση της Σύμβασης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας και η επανέναρξη υποδοχής και εξέτασης νέων αιτημάτων φωτοβολταϊκών πάρκων (ICAP, 2019).

3.4 Οι στόχοι για το 2050

3.4.1 Ευρωπαϊκοί στόχοι

Η Ευρώπη στις μέρες που διανύουμε αντιμετωπίζει μια σειρά από προκλήσεις όπως η ολοένα αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση, διακυμάνσεις στις ενεργειακές τιμές, (γ) ανασφάλεια στον ενεργειακό εφοδιασμό και επιτακτική ανάγκη για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επομένως, πρέπει να υπάρξει μείωση του αντίκτυπου του τομέα της ενέργειας στο περιβάλλον και στην κλιματική αλλαγή (IENE, 2020).

Ο στόχος που έχει θέσει η Ε.Ε. προκειμένου να γίνει η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος μέχρι το 2050, αποτελεί αναμφίβολα μία πολύ μεγάλη πρόκληση. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι από το 2050 δεν θα πρέπει να εκπέμπονται στην

ατμόσφαιρα από τα κράτη μέλη της Ε.Ε. αέριοι ρύποι που είναι υπεύθυνοι για την Κλιματική Αλλαγή, καθώς εκτιμάται ότι με αυτόν τον τρόπο θα σταθεροποιηθεί η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη στον 1.5ο C. Για τον σκοπό αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε τον περασμένο Δεκέμβριο την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (Green Deal⁸⁷), την πιο φιλόδοξη, μέχρι στιγμής, δέσμη μέτρων, που έχει ως απώτερο σκοπό να βοηθήσει τους πολίτες και τις επιχειρήσεις της Ευρώπης να αποκομίσουν οφέλη από τη βιώσιμη μετάβαση στην «πράσινη» ανάπτυξη. Τα μέτρα, που συνοδεύονται από έναν αρχικό οδικό χάρτη (roadmap) σχετικά με τις βασικές πολιτικές, κυμαίνονται από τη φιλόδοξη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως τις επενδύσεις στην έρευνα και την καινοτομία, με στόχο τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης (IENE, 2020).

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων θα απαιτηθούν μέχρι το 2030 ετήσιες επενδύσεις ύψους €260 δισ., οι οποίες αντιστοιχούν περίπου στο 1.5% του ΑΕΠ του 2018 και για να φτάσει η Ευρώπη στην κλιματική ουδετερότητα το 2050, θα πρέπει να αναθεωρηθεί ο στόχος, από το 40% μείωσης των εκπομπών που είναι σήμερα μέχρι το 2030 και να αυξηθεί στο 50%-55%.

	2020	2030	2050
Μείωση εκπομπών ΑτΘ σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990	μείωση κατά 20%	μείωση κατά 40%	μείωση κατά 50%- 55%
Αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας	αύξηση τουλάχιστον στο 20%	αύξηση τουλάχιστον στο 32%	
Βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας	βελτίωση κατά τουλάχιστον 20%	βελτίωση κατά τουλάχιστον 32.5%	
Προώθηση ηλεκτρικών διασυνδέσεων		προώθηση σε ποσοστό 15%	

Πίνακας 1: Σύνοψη ευρωπαϊκών στόχων

3.4.2 Εθνικοί στόχοι

Στο πλαίσιο χάραξης μιας ενιαίας Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής έχουν τεθεί συγκεκριμένοι στόχοι για κάθε κράτος μέλος της ΕΕ. Οι στόχοι αυτοί τίθενται σε συνεργασία με τις κυβερνήσεις των κρατών-μελών, με τα περισσότερα κράτη να αποδέχονται τους βασικούς κατευθυντήριους στόχους. Μία γνωστή επίπτωση για την Ελλάδα σε ότι αφορά την υιοθέτηση της σημερινής Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής αποτελεί το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής, η οποία μέχρι πρόσφατα, δεν αποτελούσε προτεραιότητα της χώρας μας, καθώς η χρήση του λιγνίτη υπήρξε στρατηγική επιλογή, παρά τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μιας και είναι το μόνο εγχώριο ορυκτό καύσιμο (IENE, 2020).

Σήμερα, οι στόχοι της ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδας, που είναι συμβατοί με αυτούς της ΕΕ, συνοψίζονται ως εξής :

Εντός στόχου: 2030	Τελικό ΕΣΕΚ	Αρχικό σχέδιο ΕΣΕΚ	Νέοι στόχοι ΕΣΕΚ σε σχέση με στόχους Ευρωπαϊκής Ένωσης
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ενέργειας	≥35%	31%	Αυξημένος βαθμός φιλοδοξίας σε σχέση με Ευρωπαϊκό κεντρικό στόχο 32% ΕΕ
Μερίδιο ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Τελική Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	≈61% - 64%	56%	
Τελική Κατανάλωση Ενέργειας	≈16,1-16,5 Mtoe (≥38% σε σχέση με προβλέψεις 2007)	18,1 Mtoe	Αυξημένος βαθμός φιλοδοξίας σε σχέση με Ευρωπαϊκό κεντρικό στόχο 32,5% και επίτευξη στόχου βάσει νέου δείκτη ΕΕ για μείωση κατανάλωσης σε σχέση με το έτος 2017
Μερίδιο Λιγνίτη στην Ηλεκτροπαραγωγή	0%	16,5%	
Μείωση ΑτΘ	≥ 42% vs σε σχέση με 1990, ≥ 55% σε σχέση με 2005	32% σε σχέση με 1990, 48% σε σχέση με 2005	Σε τούτιση με κεντρικούς Ευρωπαϊκούς στόχους και υπεραπόδοση σε σχέση με εθνικές δεσμεύσεις στους τομείς εκτός ΣΕΔΕ

Πίνακας 2: Σύνοψη εθνικών στόχων στο πλαίσιο του αναθεωρημένου ΕΣΕΚ 2030 (IENE, 2020)

Ενδεικτικός στόχος στο πλαίσιο του νέου αναθεωρημένου ΕΣΕΚ, αποτελεί το άκρως φιλόδοξο αλλά και παράλληλα ρεαλιστικό πρόγραμμα για την απολιγνιτοποίηση και την πλήρη απένταξή του από το εγχώριο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το έτος 2028. «Ο στόχος αυτός ενσωματώνει και το όραμα της κυβέρνησης να αντιμετωπίσει θέματα προστασίας του περιβάλλοντος σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα, αλλά και να εξορθολογίσει άμεσα το κόστος της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας» (ΥΠΕΝ, 2019).

4 Ενέργεια και Βιώσιμη Οικονομική Ανάπτυξη

4.1 Το Ενεργειακό πρόβλημα

Το ενεργειακό πρόβλημα σαν έννοια εμφανίστηκε κάπου στη δεκαετία του 1950 και πρακτικά δηλώνει την αντίστροφη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και των αποθεμάτων της γης, κυρίως από συμβατικές πηγές ενέργειας. Μετά και την ενεργειακή κρίση του 1973 όμως εξελίχθηκε σε μείζον ζήτημα καθώς η ολοένα αύξηση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου και η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας άρχισε να κάνει το πρόβλημα ολοένα και μεγαλύτερο.

Από τις κυριότερες αιτίες δημιουργίας του ενεργειακού προβλήματος είναι:

- η εξάντληση των συμβατικών πηγών ενέργειας
- η αβεβαιότητα επάρκειας και σταθερότητας της ενεργειακής τροφοδοσίας
- η ανοδική τάση των τιμών ενέργειας
- η ρύπανση του περιβάλλοντος
- και οι απώλειες ενέργειας.

Πριν λοιπόν εξελιχθεί σε μη διαχειρίσιμο το ζήτημα του ενεργειακού προβλήματος, ο κόσμος άρχισε να συνειδητοποιεί ότι πρέπει να αλλάξει η κατάσταση αναζητώντας λύσεις. Και οι λύσεις αυτές ήρθαν όταν άρχισαν να στρέφονται τα βλέμματα προς την εξοικονόμηση ενέργειας και την αναζήτηση άλλων μορφών ενέργειας, κυρίως ΑΠΕ.

Η μετάβαση της Ελλάδας σε καθαρές μορφές ενέργειας αποτυπώνεται στο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), το οποίο προβλέπει διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 35% σε μια δεκαετία, από 17% σήμερα. Η εκπόνηση, κατάθεση και ψήφιση στη Βουλή σχετικού νομοσχεδίου με ρυθμίσεις για την απλοποίηση των αδειοδοτικών διαδικασιών για έργα ΑΠΕ, με στόχο τον περιορισμό του χρόνου αδειοδοτήσεων, κρίθηκε ως ιδιαίτερα σημαντική και αναμένεται να επισπεύσει πληθώρα «πράσινων» επενδύσεων, οι οποίες εκτιμώνται σε €9 δισ. (ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή) έως το 2030, σύμφωνα με εκτιμήσεις του ΕΣΕΚ. Επίσης, τα θέματα χωροθέτησης είναι από τα πλέον σημαντικά στη διαδικασία ωρίμανσης και αδειοδότησης των έργων ΑΠΕ και σε συνδυασμό με το νέο Ειδικό Χωροταξικό Σχέδιο για τις ΑΠΕ, το

οποίο βρίσκεται σε φάση εκπόνησης, αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του τομέα τα επόμενα χρόνια (IENE, 2020)

Η χώρα μας αποκτά δύο πολύ χρήσιμα εργαλεία για τη χάραξη στρατηγικής στον ενεργειακό τομέα με την ολοκλήρωση και επικαιροποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού της Ελλάδας μέχρι το 2030 από την Εθνική Επιτροπή για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) του ΥΠΕΝ, και τον μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό μέχρι το 2050, με απώτερο σκοπό την μετάβαση της Ελλάδας στην κλιματική ουδετερότητα, σύμφωνα με τις επιταγές της ΕΕ. Το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας, όπως και αυτό πολλών άλλων χωρών, ιδίως στη ΕΕ, εισέρχεται τώρα σε μια μεταβατική περίοδο με απώτερο στόχο την απανθρακοποίηση στην παραγωγή και χρήση ενέργειας και τη μετάβαση σε ένα πλέον καθαρό περιβάλλον, με δραστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα δύο αυτά κείμενα στην τελική μορφή τους θα αποτελέσουν την Στρατηγική Agenda για την ενέργεια και το κλίμα και θα πρέπει να ακολουθήσουν τα σχέδια εφαρμογής αναπροσαρμοζόμενα στις εκάστοτε εξελίξεις για την επίτευξη των στόχων για το 2030 και το 2050 (IENE, 2020).

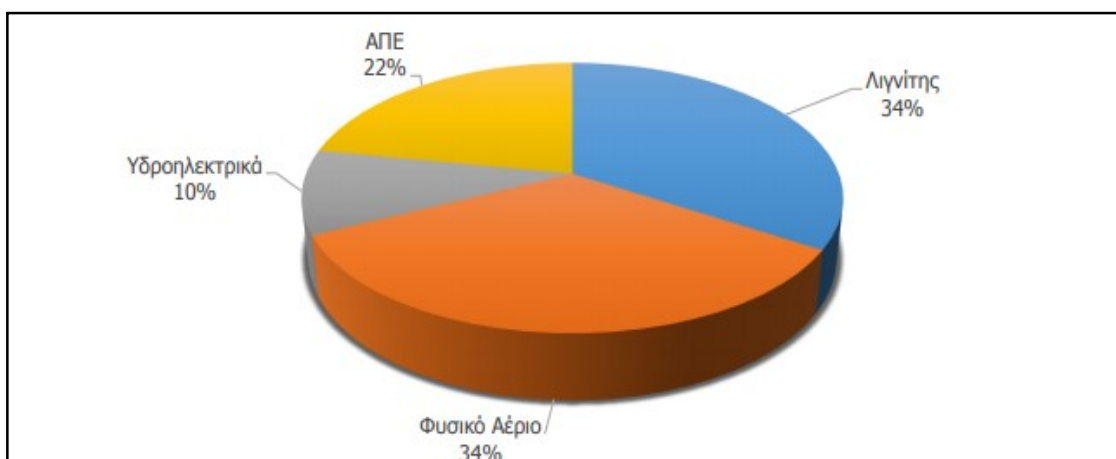
Το 2019, η Ελλάδα αναδείχθηκε από ουραγός των εξελίξεων στην κλιματική πολιτική σε πρωταγωνίστρια, με την χώρα να στοχεύει πλέον στο κλείσιμο όλων των λιγνιτικών μονάδων το αργότερο μέχρι το 2028. Η δέσμευση αυτή ενσωματώθηκε και στο νέο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), ενώ το νέο business plan της ΔΕΗ είναι ακόμα πιο εμπροσθοβαρές, αφού περιλαμβάνει την απόσυρση όλων των υφιστάμενων λιγνιτικών μονάδων ως το 2023. Έτσι, η Ελλάδα εντάσσεται πλέον στην ομάδα των 15 πιο προοδευτικών χωρών της ΕΕ, που αποφάσισαν ήδη την πλήρη ανεξάρτησή τους από τον άνθρακα/λιγνίτη στον πλανήτη και ταυτόχρονα αποτελεί την πρώτη λιγνιτοπαραγωγό χώρα στην ΕΕ που θέτει ημερομηνία απολιγνιτοποίησης πριν το 2030. Επίσης, η Ελλάδα έγινε η 33η χώρα παγκοσμίως, η οποία εντάσσεται στην διεθνή συμμαχία ανεξάρτησης από το κάρβουνο (IENE, 2020).

Όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί, το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει σημαντική αύξηση τα τελευταία χρόνια και κάλυψε ποσοστό υπερτριπλάσιο σε σχέση με το 2012 (6,4%).

Έτος	Παραχθείσα Η/Ε	Λιγνίτης	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο	Υδρο-ηλεκτρικά	ΑΠΕ*
2006	50,0 TWh	53,8%	6,10%	18,8%	11,5%	2,1%
2007	52,0 TWh	55,1%	5,70%	23,7%	5,5%	2,3%
2008	51,3 TWh	52,5%	6,20%	23,4%	5,2%	2,8%
2009	48,5 TWh	63,0%	3,50%	19,4%	10,2%	3,9%
2010	46,7 TWh	58,8%	0,20%	22,2%	14,4%	4,4%
2011	48,6 TWh	56,7%	0,00%	30,5%	7,6%	5,2%
2012	48,8 TWh	56,5%	0,20%	28,9%	8,0%	6,4%
2013	48,3 TWh	48,6%	0,00%	25,2%	11,3%	14,9%
2014	41,3 TWh	58,0%	0,01%	15,5%	7,4%	19,0%
2015	41,2 TWh	49,3%	0,01%	20,2%	10,5%	20,0%
2016	41,6 TWh	35,5%	0,00%	33,5%	9,9%	21,0%
2017	45,5 TWh	38,6%	0,00%	35,9%	5,4%	20,0%
2018	44,9 TWh	33,9%	0,0%	34,0%	10,1%	22,1%

Πίνακας 3: Συμμετοχή πηγών ενέργειας στην καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2006-2018 (ICAP, 2019)

Το φυσικό αέριο και ο λιγνίτης συμμετέχουν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σχεδόν με το ίδιο ποσοστό για το 2018, 34% και 33,9% αντίστοιχα και ακολουθούν οι ΑΠΕ με 22,1%.



Διάγραμμα 4: Ποσοστιαία συμμετοχή πηγών ενέργειας στην καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2018 (ICAP, 2019)

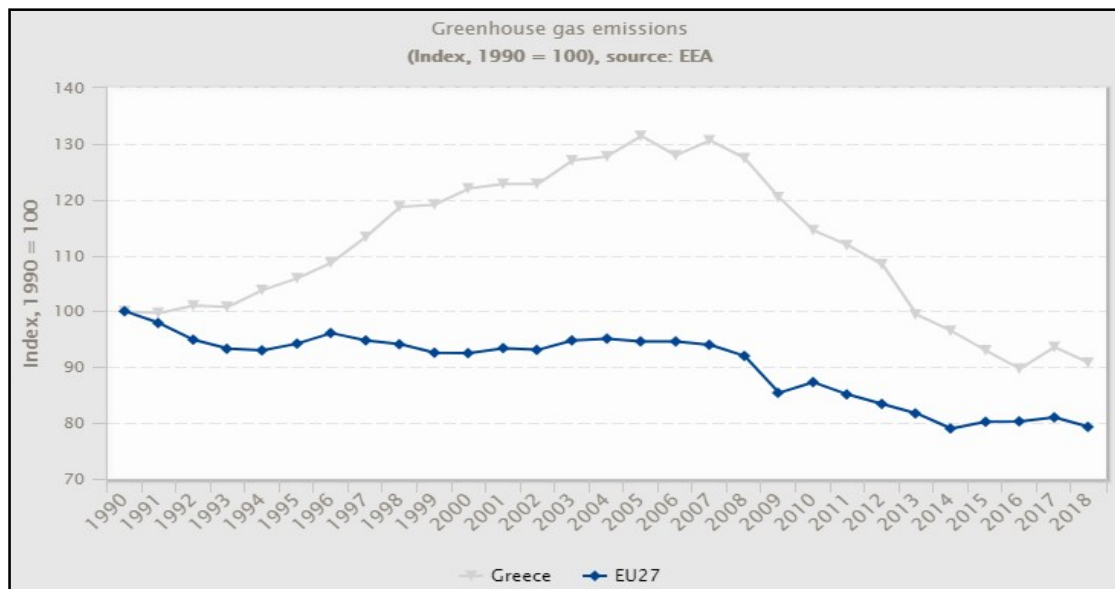
4.2 Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων αποτελεί πρωταρχική έννοια για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η διατήρηση του σημερινού ενεργειακού και αναπτυξιακού μοντέλου και η επέκτασή του σε αναπτυσσόμενες χώρες οδηγεί σε ανεξέλεγκτη κατανάλωση της ενέργειας, σε ένταση των ανταγωνισμών, στην ταχεία εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και στην

υποβάθμιση του περιβάλλοντος (ΚΑΠΕ, 2018). Καταρακτώδεις βροχές, παρατεταμένοι καύσωνες και πυρκαγιές είναι μερικά από τα φαινόμενα που προκύπτουν από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση των φυσικών αερίων που συμβάλουν στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Ο πολλαπλασιασμός και η αύξηση της συχνότητας των παραπάνω φαινομένων συνάγει στην αποκαλούμενη αλλαγή των κλιματικών συνθηκών του πλανήτη (ΚΑΠΕ, 2018).

Αν και κανείς δεν μπορεί να είναι σίγουρος για τη συνέχεια αυτών των καιρικών φαινομένων, οι προβλέψεις δείχνουν ότι, αν δεν παρθούν μέτρα, η θερμοκρασία της γης ίσως αυξηθεί κατά 1 με 3,5 °C μέχρι το 2100.



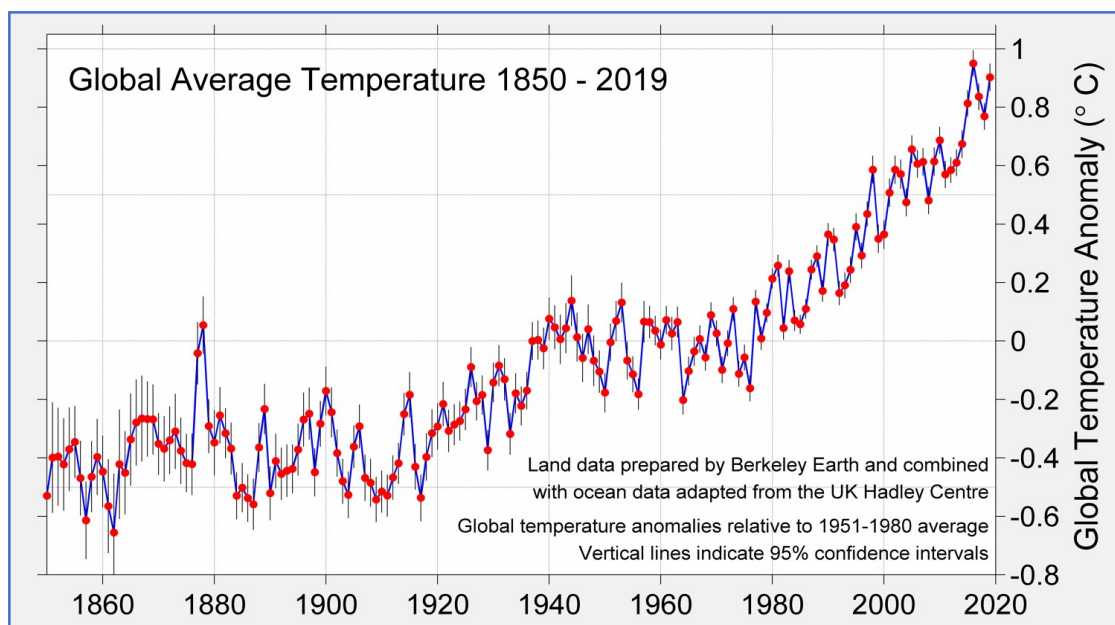
Διάγραμμα 5: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Eurostat - Visualisations - Climate change, no date)

Η Συμφωνία των Παρισίων, που στόχο έχει τη λήψη μέτρων σε παγκόσμιο επίπεδο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, περιλαμβάνει σχέδιο δράσης με στόχο να συγκρατηθεί η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη "αρκετά κάτω" των 2 βαθμών Κελσίου. Αν εξαιρέσουμε τις ΗΠΑ που επί προεδρίας Ντόναλντ Τράμπ, απεχώρησαν την εν λόγω Συμφωνία, το κείμενο έχουν κυρώσει περισσότερα από 55 κράτη που αντιπροσωπεύουν το 70% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Σε εκδήλωση για την επέτειο της Συμφωνίας το Δεκέμβριο του 2020, ο Γενικός Γραμματέας των Ηνωμένων Εθνών, κ. Αντόνιο Γκουτέρρες, είχε δηλώσει

απογοητευμένος από την πρόοδο που έχει σημειωθεί έως τώρα, λέγοντας πως "κρίνονται ανεπαρκείς οι μέχρι σήμερα δεσμεύσεις των περισσότερων κρατών στους στόχους της Συμφωνίας των Παρισίων και η εφαρμογή των συμφωνηθέντων πολιτικών, και άρα οδεύουμε προς μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, μέχρι το τέλος του αιώνα, στους 3 βαθμούς Κελσίου". Με δεδομένο ότι ο στόχος της Συμφωνίας των Παρισίων είναι η αύξηση αυτή να μην υπερβεί τους 2 βαθμούς, ο Γενικός Γραμματέας των Η.Ε. εισηγήθηκε την κήρυξη του πλανήτη σε κατάσταση "έκτακτου κλιματικής ανάγκης".

Εντύπωση προκάλεσε όμως και η συμμετοχή του ίδιου του προέδρου της Κίνας, Xi Jinping, και η παρέμβαση του μέσω της οποίας επιβεβαίωσε την δέσμευση του Πεκίνου για μηδενικούς ρύπους μέχρι το 2060. (Σταμπολής, 2020b) .



Διάγραμμα 6: Παγκόσμια μέση θερμοκρασία 1850 - 2020 (Berkeley Earth, 2020).

4.3 Ενέργεια και Βιώσιμη Οικονομική Ανάπτυξη

Ο όρος βιώσιμη ανάπτυξη εμφανίζεται για πρώτη φορά στην έκθεση Brundtland το 1987 της παγκόσμιας επιτροπής για την ανάπτυξη και το περιβάλλον. Θεωρείται ο ιδεολογικός προπομπός και η βάση για την Agenda 21 και την έναρξη της εφαρμογής της αειφόρου και βιώσιμης ανάπτυξης. Με τον όρο βιώσιμη η αειφόρο ανάπτυξη εννοούμε μια συνεχή

και βιώσιμη ανάπτυξη, η οποία είναι φιλική προς την κοινωνία και το περιβάλλον και έχει ως κεντρικό σημείο αναφοράς τις ανάγκες της σημερινής γενιάς, όσο και των μελλοντικών η με άλλα λόγια μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του σήμερα χωρίς συμβιβασμούς για τις ανάγκες του αύριο. Η βιώσιμη ανάπτυξη προϋποθέτει ανάπτυξη των παραγωγικών δομών της οικονομίας παράλληλα με τις υποδομές για μια ευαίσθητη στάση απέναντι στο φυσικό περιβάλλον. Ο όρος λοιπόν έχει οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές.

Ο τομέας της ενέργειας εισφέρει το 4,0% του ελληνικού ΑΕΠ, καλύπτει σχεδόν το 35% των εξαγωγών και προσφέρει 8.000 θέσεις πλήρους απασχόλησης και περισσότερες από 50.000 έμμεσες (Σταμπολής, 2020a). Καθώς μέσα στα επόμενα χρόνια έρχονται μεγάλες αλλαγές στο ενεργειακό μίγμα της χώρας, με πλέον χαρακτηριστική την απολιγνιτοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής, και τους υψηλούς στόχους του νέου ΕΣΕΚ για συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή (61-65%) και στο ενεργειακό ισοζύγιο (35%), δημιουργούνται νέες ευκαιρίες για την επέκταση και αναβάθμιση της παραγωγικής - βιομηχανικής βάσης στην ενέργεια. Σύμφωνα με εκτιμήσεις γεωλόγων πετρελαίου βασισμένες σε πολυετείς έρευνες, η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογες εκμεταλλεύσιμες ποσότητες σε συγκεκριμένα κοιτάσματα στη Δυτική Ελλάδα και σε παραχωρήσεις στο Ιόνιο και νότια της Κρήτης. Η αξιοποίησή τους από τις παραχωρησιούχες εταιρείες μπορεί να συμβάλει άμεσα στην ανάπτυξη της οικονομίας, στη ραγδαία μείωση των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου και τη δημιουργία εξαγωγικής βάσης και μερικών χιλιάδων θέσεων απασχόλησης (Σταμπολής, 2020a).

Προς αυτή την κατεύθυνση κινείται και η πρόσφατη μελέτη της Ευρωπαϊκής εκστρατείας *Renovate Europe* στην οποία παρουσιάστηκαν οι επιπτώσεις στην απασχόληση για διαφορετικές επιλογές ενεργειακών επενδύσεων όπου για κάθε ένα εκατομμύριο € που επενδύονται σε ενεργειακές ανακαινίσεις κτιρίων, δημιουργούνται περίπου 18 θέσεις εργασίας στην Ευρώπη, οι οποίες είναι μακροχρόνιες και σε τοπικό επίπεδο ενώ αντίστοιχα τα ίδια ποσά για ορυκτά καύσιμα είναι 5 θέσεις εργασίας. Σε μέσο όρο στην Ευρώπη, οι επενδύσεις σε ενεργειακή αναβάθμιση μπορούν να αυξήσουν την παραγωγικότητα έως και 12% προσφέροντας ένα επιπλέον όφελος 500 δις € στην Ευρωπαϊκή οικονομία κατ' έτος (Οικονόμου, 2020).

Οι αντίστοιχες εκτιμήσεις της McKinsey δείχνουν ότι για κάθε δαπάνη 10 εκατομμυρίων δολαρίων, δημιουργούνται άμεσα και έμμεσα 75 θέσεις εργασίας σε ΑΠΕ, 77 θέσεις εργασίας σε ενεργειακή αποδοτικότητα και μόλις 27 θέσεις εργασίας σε ορυκτά καύσιμα (Οικονόμου, 2020).

Η ενέργεια παίζει σημαντικό ρόλο και από τη σκοπιά του περιβάλλοντος καθώς συμβάλλει σημαντικά στο ζήτημα της ρύπανσης. Από τα πιο γνωστά προβλήματα παγκοσμίως που προκαλεί η ενέργεια, κυρίως λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων, είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, μέσω των εκπομπών αερίων που το προκαλούν, είναι υπεύθυνο για την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης αλλά και της κλιματικής αλλαγής. Είναι αισιόδοξο πάντως ότι οι κυβερνήσεις των κρατών σε όλο τον κόσμο έχουν αντιληφθεί τη σημαντικότητα των επιπτώσεων του φαινομένου για αυτό και έχουν κάνει βήματα αντιμετώπισής του, με ποιο αντιπροσωπευτικό τη Συμφωνία των Παρισίων που υπογράφηκε το 2016 και υιοθετήθηκε από την Ε.Ε. λίγους μήνες αργότερα.

Οι στόχοι της αειφόρου ανάπτυξης ήταν ανέκαθεν στην καρδιά της ευρωπαϊκής χάραξης πολιτικής εδώ και πολύ καιρό. Η καθολική υιοθέτηση της ατζέντας του ΟΗΕ για τη βιώσιμη ανάπτυξη του 2030 και των 17 στόχων αειφόρου ανάπτυξης (SDGs) αποτελεί ισχυρό σημάδι παγκόσμιου ενδιαφέροντος για την ενσωμάτωση οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων στις αναπτυξιακές φιλοδοξίες των κρατών μελών του ΟΗΕ (Moallemi *et al.*, 2019).

Η Ελλάδα, ως μέλος της Ε.Ε., είναι ουραγός σε αυτή την προσπάθεια κυρίως μέσω του στόχου απολιγνιτοποίησης στην ηλεκτροπαραγωγή και της μείωσης των εκπομπών ΑτΘ που δηλώνονται ρητώς στο νέο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα.

5 Μελέτη περίπτωσης των offshore αιολικών πάρκων

5.1 Αιολική ενέργεια

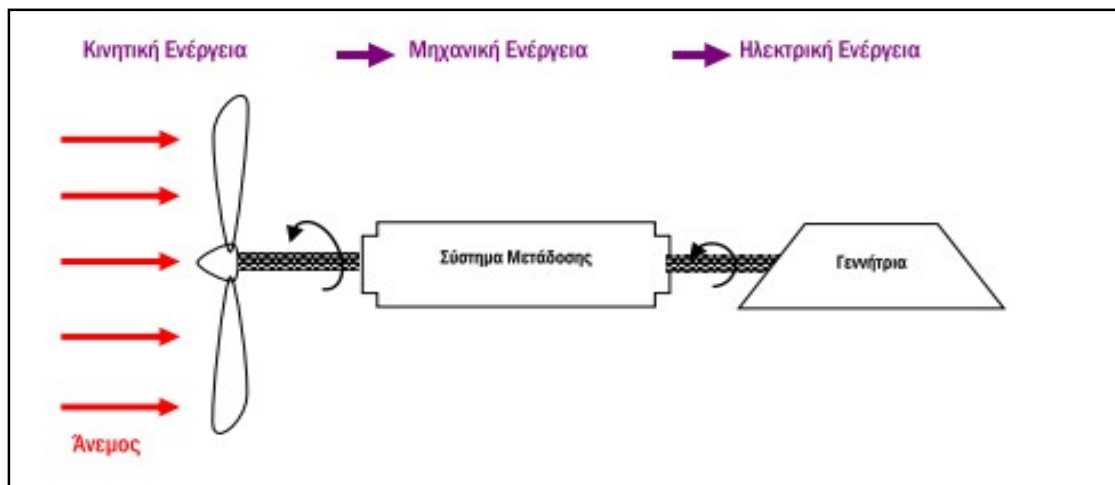
Η αιολική ενέργεια είναι μία μορφή ενέργειας που δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μία περιοχή στην άλλη, δημιουργεί δηλαδή τους ανέμους (ΚΑΠΕ, 2006) . Η πηγή αυτής της ενέργειας είναι πρακτικά ανεξάντλητη, ανανεούμενη συνεχώς, γι αυτό και ανήκει στην κατηγορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εάν είχαμε τη δυνατότητα, με τη τεχνολογία του σήμερα, να εκμεταλλευτούμε το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια από τον άνεμο θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες σε ηλεκτρικής ενέργειας της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Δυστυχώς όμως, μόνο ένα μικρό ποσοστό της τεράστιας αυτής ποσότητας ενέργειας μπορούμε να εκμεταλλευτούμε σήμερα (ΚΑΠΕ, 2006).

Από τεχνικοοικονομικής άποψης η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα την πλέον συμφέρουσα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, δεδομένου ότι ήδη το κόστος της παραγόμενης αιολικής KWh συναγωνίζεται το κόστος της συμβατικής KWh, χωρίς μάλιστα να συμπεριληφθεί το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή ενέργειας.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται εφικτή με την εγκατάσταση και λειτουργία ανεμογεννητριών. Η βασική αρχή λειτουργίας των Α/Γ είναι πολύ απλή και έχει σχέση με τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου πρώτα σε μηχανική ενέργεια, μέσω της δέσμευσης αυτής κάνοντας χρήση κατάλληλα σχεδιασμένων αεροδυναμικών συσκευών. Η κινητική ενέργεια που παράγεται μετατρέπεται σε μηχανική και μετά σε ηλεκτρική ενέργεια (ICAP, 2019) .

Η κύρια κατηγοριοποίηση των Α/Γ γίνεται βάσει της ισχύος αυτών, η οποία προσδιορίζεται από την διάμετρο του ρότορα. Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι Α/Γ βάσει της διάταξης του επιπέδου του άξονα περιστροφής του ρότορα προς το επίπεδο ροής του αέρα: οριζόντιος και κάθετος. Η μεν οριζόντια διάταξη εκμεταλλεύεται την άνωση που δημιουργείται από την ροή του αέρα στο επίπεδο περιστροφής του ρότορα, ενώ στην

κάθετη διάταξη έχουμε την εκμετάλλευση της αντίστασης του αέρα που δημιουργείται μεταξύ της ροής του αέρα και του ρότορα. Εμπορικά οι Α/Γ οριζόντιας διάταξης κυριαρχούν, με αυτές της κάθετης διάταξης να έχουν ουσιαστικά εκλείψει. Η τεχνολογία των Α/Γ στο διάστημα της τελευταίας εικοσαετίας σημείωσε πραγματικό άλμα, αφού η απόδοση των μηχανών από τις αρχές του 1980 μέχρι σήμερα έχει σχεδόν διπλασιαστεί (ΚΑΠΕ, 2006).



Εικόνα 1: Βασική αρχή ανεμογεννήτριας (ICAP, 2019).

Ωστόσο, οι πιέσεις που ασκήθηκαν για την χρήση της γης και οι συντονισμένες εκστρατείες προκειμένου να εμποδιστούν οι κατασκευές νέων αιολικών πάρκων κατεύθυνε τους κατασκευαστές να σκεφτούν το ενδεχόμενο της ανάπτυξης αιολικών πάρκων στη θάλασσα. Στην πορεία όμως, αποδείχτηκε ότι τα υπεράκτια αιολικά πάρκα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα. Καταρχήν, οι υπεράκτιοι άνεμοι έχουν περισσότερο στρωτή ροή κάτι το οποίο αυξάνει τη διάρκεια ζωής των Α/Γ και μεγαλύτερες ταχύτητες κατά 20- 25%. Επιπλέον, τα αιολικά πάρκα μπορούν να εγκατασταθούν σε σημεία που δεν εμφανίζουν οπτική και ακουστική όχληση. Τέλος, στη θάλασσα υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής υπεράκτιων αιολικών πάρκων με εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 1,000 MW ή περισσότερο (Μητσάκου, 2018).

Η συστηματική εκμετάλλευση του πολύ αξιόλογου αιολικού δυναμικού της χώρας μας, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της εγχώριας τεχνολογίας και βιομηχανίας παραγωγής Α/Γ , μπορεί να συμβάλει πολλαπλά σε όλα τα επίπεδα της οικονομίας (ΚΑΠΕ, 2006).

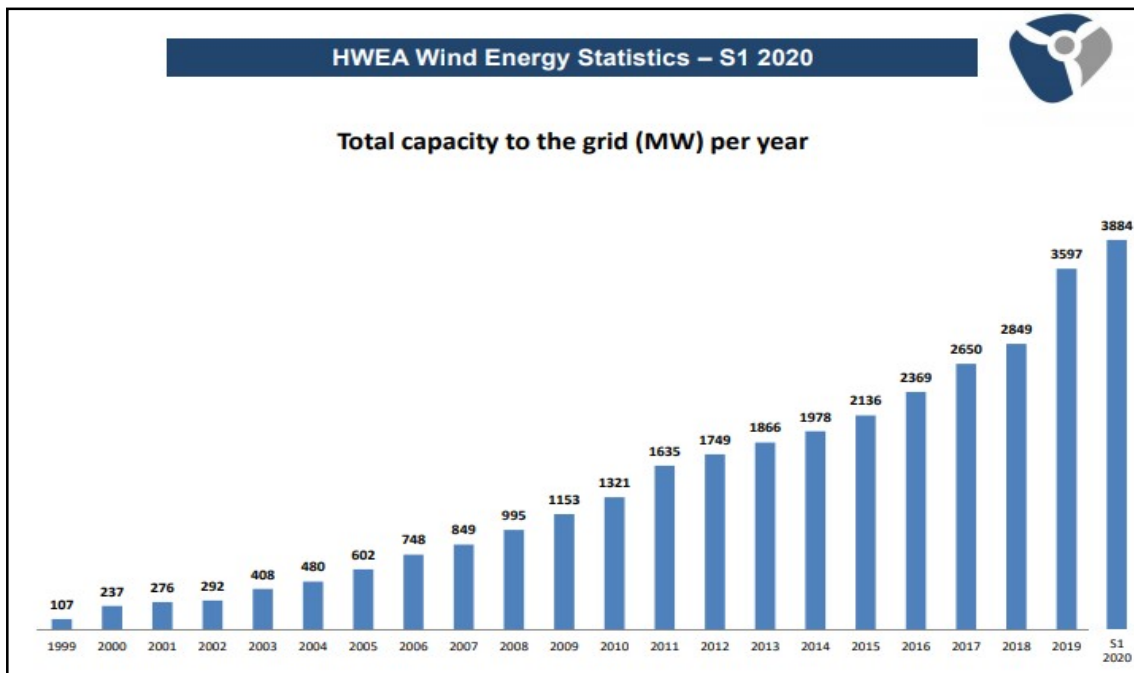
Με τον τρόπο αυτό λοιπόν πέρα από την αύξηση της ηλεκτρικής παραγωγής και της εξοικονόμησης συμβατικών καυσίμων, πέρα από την βελτίωση των συνθηκών του περιβάλλοντος λόγω αποτροπής εκπομπών ΑτΘ, όπως το διοξείδιο του άνθρακα λόγω καύσης ορυκτών καυσίμων, δημιουργούνται και πολλές νέες θέσεις εργασίας αφού εκτιμάται ότι για κάθε MW αιολικής ενέργειας που εγκαθίσταται δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας.

5.2 Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

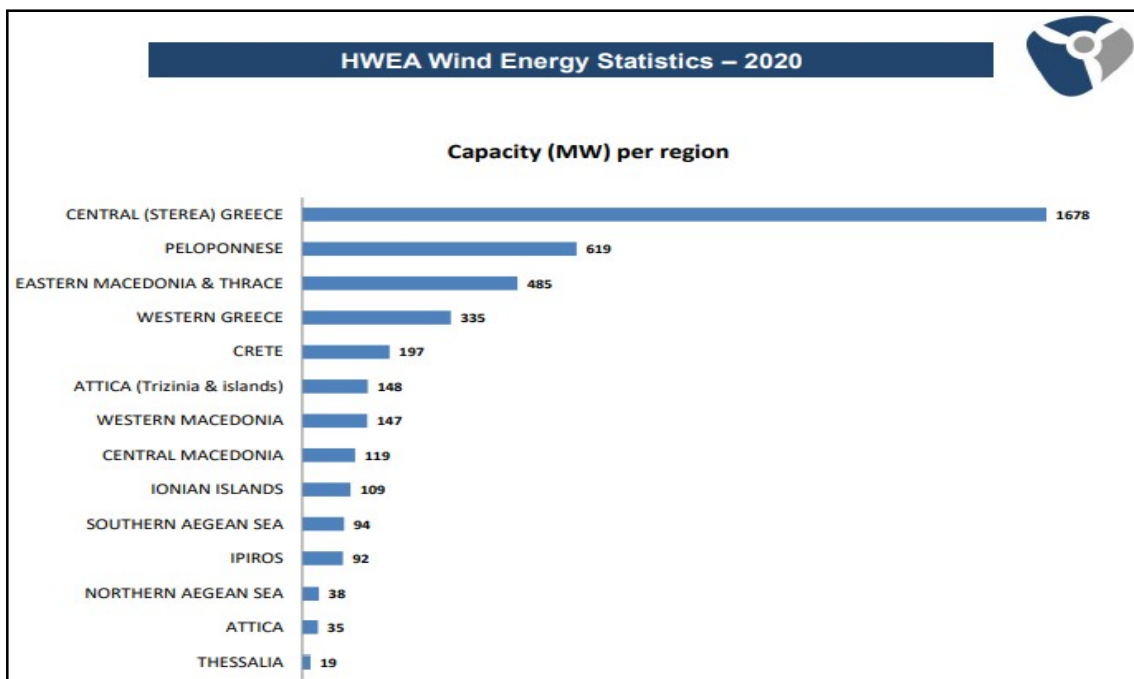
Σύμφωνα με την ΕΛΕΤΑΕΝ κατά το Α΄ εξάμηνο του 2020 συνδέθηκαν στο δίκτυο 110 ανεμογεννήτριες συνολικής αποδιδόμενης ισχύος στο δίκτυο 287,3 MW. Αυτό αποτελεί αύξηση 8% σε σχέση με το 2019. Το τέλος του Ιουνίου 2020, το σύνολο των αιολικών πάρκων που βρισκόταν σε εμπορική ή δοκιμαστική λειτουργία ήταν 3.883,9MW. Η συνολική αυτή αποδιδόμενη ισχύς κατανέμεται ως εξής:

- Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά : 299,7 MW
- Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα: 3.584,2 MW (μαζί με τα διασυνδεδεμένα νησιά)

Σε επίπεδο Περιφερειών, η Στερεά Ελλάδα παραμένει στην κορυφή των αιολικών εγκαταστάσεων αφού φιλοξενεί 1484,9 MW (38%) και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 619,2 MW (16%) και η Ανατολική Μακεδονία – Θράκη όπου βρίσκονται 481,2 MW (12%) (B2Green, 2020).



Διάγραμμα 7: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά έτος (Οι Αιολικές Εγκαταστάσεις στην Ελλάδα | HWEA Wind Statistics – ΕΛΕΤΑΕΝ, 2020).



Διάγραμμα 8: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας ανά περιφέρεια για το 2020 (Οι Αιολικές Εγκαταστάσεις στην Ελλάδα | HWEA Wind Statistics – ΕΛΕΤΑΕΝ, 2020).

5.3 Αιολικά πάρκα

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η ηλεκτροπαραγωγή δεν επιτυγχάνεται από μεμονωμένες ανεμογεννήτριες, αλλά από συστοιχίες ανεμογεννητριών, που ονομάζονται αιολικά πάρκα και λειτουργούν σαν ολοκληρωμένες μονάδες παραγωγής ενέργειας. Τα αιολικά πάρκα εντοπίζονται, κατά κανόνα, σε περιοχές ισχυρού αιολικού δυναμικού, με δυνατότητα πρόσβασης και εγκατάστασης των ανεμογεννητριών αλλά και μορφολογία και απόσταση από τις περιοχές ενεργειακής κατανάλωσης τέτοια που να επιτρέπει τη μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας. Παρακάτω, κατηγοριοποιούνται τα είδη των αιολικών πάρκων, με βάση το χαρακτήρα της περιοχής εγκατάστασης:

5.3.1 Χερσαία αιολικά πάρκα (onshore wind farms)

Ο όρος αναφέρεται σε πάρκα εγκατεστημένα σε χερσαίες περιοχές και απόσταση τριών, τουλάχιστον, χιλιομέτρων, προς το εσωτερικό, από την εγγύτερη ακτογραμμή. Κατασκευάζονται, κατά κανόνα, σε κορυφογραμμές μεγάλου υψόμετρου, λόγω των ταχυτήτων ανέμων που επιτυγχάνονται εκεί. Όντας η ευρύτερα διαδεδομένη μορφή αιολικών πάρκων, λόγω της προγενέστερης ανάπτυξής τους, η τεχνολογία τους χαρακτηρίζεται αρκετά ώριμη και οικονομικά συμφέρουσα, χωρίς, ωστόσο, να εκλείπουν οι προβληματισμοί γύρω από την εγκατάστασή τους. Η κατασκευή πάρκων σε κορυφογραμμές οροσειρών αντιμετωπίζει το ζήτημα της μεταφοράς του εξοπλισμού στο σημείο τοποθέτησης, καθώς, πρόκειται για μηχανήματα μεγάλου όγκου που καλούνται να μεταφερθούν σε δύσβατες περιοχές, με ελλιπές οδικό δίκτυο. Το γεγονός αυτό προσαυξάνει το κόστος κατασκευής του πάρκου, ιδιαίτερα όταν απαιτείται διάνοιξη δρόμων (Αντωνάκη, 2010).

5.3.2 Παράκτια αιολικά πάρκα (nearshore wind farms)

Τα παράκτια αιολικά πάρκα είναι εγκατεστημένα σε απόσταση από την ακτογραμμή μικρότερη των τριών χιλιομέτρων προς το εσωτερικό ή μικρότερη των δέκα χιλιομέτρων προς τη θάλασσα. Το πλεονέκτημά τους έγκειται στους ισχυρούς ανέμους, που δημιουργούνται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Τα παράκτια πάρκα, που βρίσκονται εγκατεστημένα στην ξηρά, θεωρούνται εξίσου

διαδεδομένα και ώριμα με τα χερσαία, καθώς χρησιμοποιούν όμοια τεχνολογία. (Αντωνάκη, 2010).

5.3.3. Υπεράκτια αιολικά πάρκα (offshore wind farms)

Τα υπεράκτια πάρκα είναι τοποθετημένα εντός της θάλασσας και σε απόσταση μεγαλύτερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή. Αποτελούν την τελευταία εξέλιξη στον τομέα της χωροθέτησης της αιολικής ενέργειας, ενώ οι λεπτομέρειες της κατασκευής τους εξακολουθούν να μελετώνται. Οι ταχύτητες του ανέμου που πνέουν στους ωκεανούς είναι συνήθως πολύ υψηλότερες από τις άλλες κατηγορίες αιολικών πάρκων αλλά, ταυτόχρονα και πολύ πιο συνεπείς από την άποψη ότι δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στις ταχύτητες τους συμβάλλοντας στην επίτευξη έως και 30% μεγαλύτερων αποδόσεων. Τέλος, με την εγκατάσταση πάρκων στη θάλασσα περιορίζονται σημαντικά τα προβλήματα αλλά και η δυσανασχέτηση των κατοίκων λόγω της οπτικής όχλησης και της σύγκρουσης χρήσεων γης.

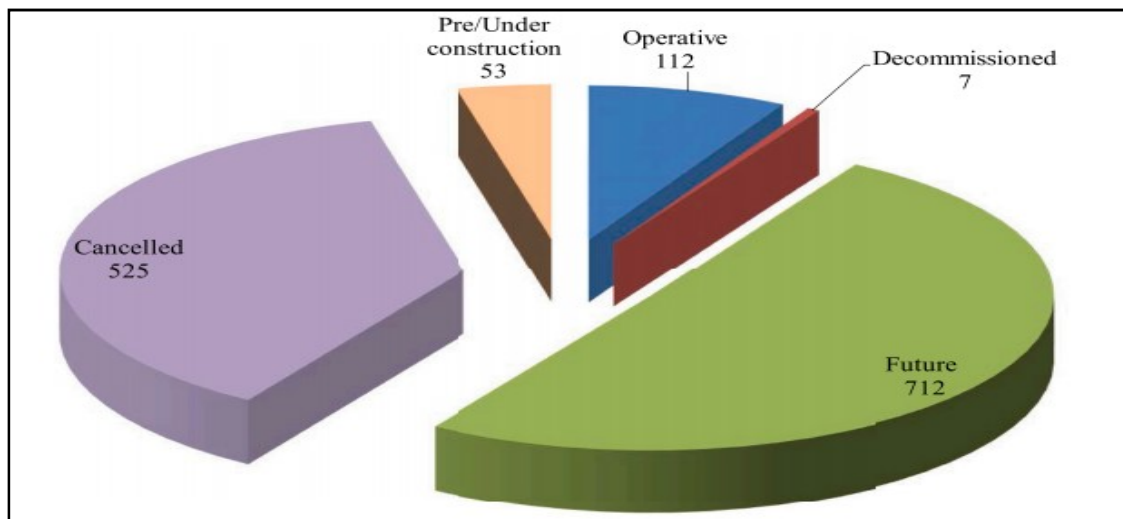
Σε σχέση με τα χερσαία, τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έχουν υψηλότερο κόστος σε ποσοστό που μπορεί να υπερβεί το 100%. Η διαφορά οφείλεται στις αναγκαίες προσαρμογές των ανεμογεννητριών για τη λειτουργία στη θάλασσα, στο κόστος των θεμελιώσεων και των υποθαλάσσιων καλωδίων. Από την άλλη, η ποιότητα του υπεράκτιου αιολικού πόρου είναι υψηλότερη, οπότε μπορεί να παραχθεί μέχρι και 50% περισσότερη ενέργεια από την εγκατεστημένη ισχύ.

Πάντως, το βάθος του νερού, η απόσταση από την ακτή, η σύνδεση με το δίκτυο και η υποδομή που απαιτείται για τη λειτουργία και συντήρηση είναι οι εμφανέστεροι παράγοντες που καθορίζουν το συνολικό κόστος κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Με τη σταδιακή ωρίμανση αυτής της βιομηχανικής δραστηριότητας και τη δημιουργία οικονομιών κλίμακας, το κόστος αναμένεται να μειώνεται ταχέως και να φθάσει σε χαμηλά επίπεδα σε λίγα χρόνια.

Από την περιβαλλοντική σκοπιά, η κύρια ένσταση οικολογικών οργανώσεων για τα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι ότι ο θόρυβος που διαδίδεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις, κυρίως στα θαλάσσια θηλαστικά. Από

την άλλη, υπάρχουν σημαντικές θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω αποφυγής επιβαρύνσεων στο περιβάλλον από την παραγωγή ενέργειας με άλλες μεθόδους. Μεταξύ άλλων, η μη εκπομπή αερίων θερμοκηπίου, τοξικών ρύπων και θερμικής ρύπανσης και η μη κατανάλωση νερού (Χατζημπίρος, no date)

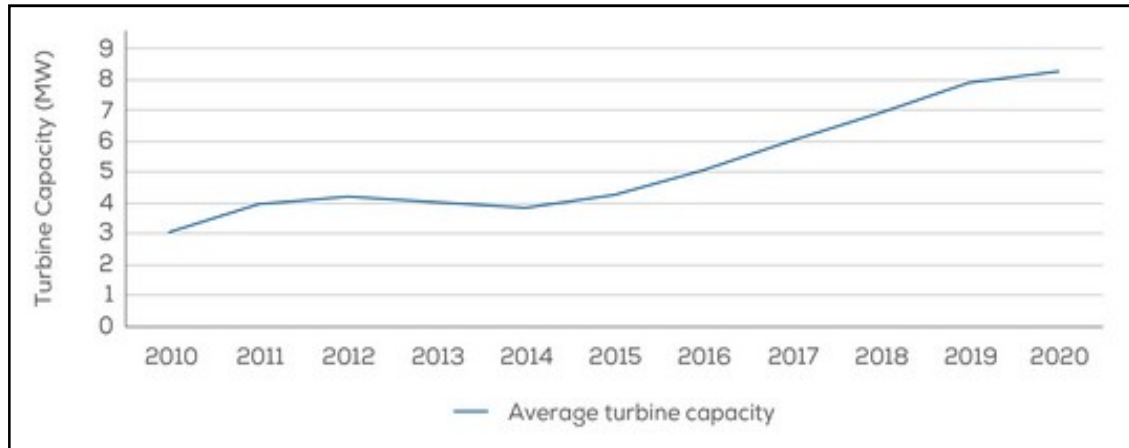
Μετά την εγκατάσταση της πρώτης υπεράκτιας αιολικής μονάδας στον κόσμο το 1991 (Δανία), η ανάπτυξη των υπεράκτιων αιολικών πάρκων είναι ενθαρρυντική και αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια. Εκτός από τα 112 υπεράκτια αιολικά πάρκα που λειτουργούν σήμερα, υπάρχουν 712 έργα σε διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης και 53 έργα υπό κατασκευή. Τα μελλοντικά έργα αναπτύσσονται ως επί το πλείστον στις χώρες που είναι ήδη εξοπλισμένες με αυτή την τεχνολογία (Díaz and Guedes Soares, 2020).



Διάγραμμα 9: Γενική επισκόπηση της κατάστασης των υπεράκτιων αιολικών πάρκων, 2018 (Díaz and Guedes Soares, 2020)

Το 2020 η Ευρώπη εγκατέστησε 2.9 GW νέων θαλασσίων αιολικών πάρκων, που αντιστοιχεί σε 356 ανεμογεννήτριες σε συνολικά 9 υπεράκτια αιολικά πάρκα, εξέλιξη που αυξάνει σε 25 GW την συνολική ισχύ τους. Επίσης, μέσα στο 2020 λήφθηκε η τελική επενδυτική απόφαση και οριστικοποιήθηκε η χρηματοδότηση 7.1 GW νέων θαλασσίων αιολικών πάρκων που αντιστοιχούν σε επενδύσεις €26.3 δις τα επόμενα έτη, και αφορά σε 4 νέα υπεράκτια αιολικά πρότζεκτ σε 4 χώρες. Οι νέες επενδύσεις σε υπεράκτια αιολικά στην ΕΕ έφτασαν τα επίπεδα-ρεκόρ των 26, 3 δις ευρώ, έναντι μόλις 6 δις το 2019, ενώ εκρηκτική ήταν και η αύξηση σε χρηματοδότηση νέας

εγκατεστημένης ισχύος σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά (7,1 GW έναντι 1,4 GW) (*energeia.gr*, 2021)



Διάγραμμα 10: Ετήσιος μέσος όρος των πρόσφατα εγκατεστημένων υπεράκτιων ανεμογεννητριών ονομαστικής χωρητικότητας (*energeia.gr*, 2021)

5.4 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι τα εξής:

- Ο άνεμος είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν. Είναι ανεξάντλητη πηγή ενέργειας ουσιαστικά, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα.
- Η αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή. Η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και οι ανεμογεννήτριες είναι πλήρως συμβατές με τον άνθρωπο, το αστικό και το οικιστικό περιβάλλον. Τα υλικά μιας ανεμογεννήτριας ανακυκλώνονται σε ποσοστό 85-90%, ενώ μπορούν και να επαναχρησιμοποιηθούν.
- Είναι εγχώρια πηγή ενέργειας και συνεισφέρει στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτητοποίησης και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος μειώνοντας τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας. Είναι διάσπαρτη γεωγραφικά και οδηγεί στην αποκέντρωση του

ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής.

- ο Τα αιολικά πάρκα μπορούν να προσφέρουν πολλαπλά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες όπως νέες θέσεις εργασίας, μείωση των λογαριασμών ρεύματος για τους κατοίκους που τα φιλοξενούν, τοπικά έργα ανάπτυξης μέσω του τέλους που παρακρατείται από τα έσοδά τους υπέρ των δήμων (ΕΛΕΤΑΕΝ, 2020)

Τα κυριότερα μειονεκτήματα που αποδίδονται στην αιολική ενέργεια είναι τα ακόλουθα:

- Η αδυναμία της ακριβούς πρόβλεψης της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου δε μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε την απαραίτητη αιολική ενέργεια τη στιγμή που τη χρειαζόμαστε. Το γεγονός αυτό μας υποχρεώνει να χρησιμοποιούμε τις αιολικές μηχανές σαν εφεδρικές πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με κάποια άλλη πηγή.
- Σε περιπτώσεις διασύνδεσης της αιολικής εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο η παραγόμενη ενέργεια δεν πληροί πάντα τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αυτοματισμών ελέγχου μηχανημάτων ρύθμισης τάσεως και συχνότητας (Ακτύπη, 2014).
- Επίσης από το σύνολο της απορροφούμενης ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια, μόνο ένα περιορισμένο μέρος της μετατρέπεται σε ωφέλιμη ενέργεια λόγω των αεροδυναμικών και των μηχανικών απωλειών και περιορισμών.

Ως μειονεκτήματα από την εγκατάσταση αιολικών πάρκων μπορούμε να βρούμε στην βιβλιογραφία επίσης την οπτική όχληση και τον θόρυβο από τις ανεμογεννήτριες, τον κίνδυνο για την ορνιθοπανίδα αλλά και το ότι μειώνουν την αξία της γης. Τα παραπάνω όμως μπορούν να καταρριφθούν από πληθώρα μελετών και στατιστικών που υπάρχουν επίσης στη βιβλιογραφία.

5.5 Η Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα

Ο ιδιαίτερα μεγάλος υδάτινος χώρος της Ελλάδας σε συνδυασμό με την αυξημένη απόδοση των ανέμων που επικρατούν, την καθιστούν **ιδανική** για την ανάπτυξη πλωτών αιολικών πάρκων. Οι πρώτες προσπάθειες εκμετάλλευσης και αξιοποίησης της Αιολικής Ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής τοποθετούνται στο 1980, όποτε η ΔΕΗ εγκατέστησε το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο. Τη δεκαετία του 1990 ο ρυθμός εγκατάστασης αιολικών πάρκων αυξήθηκε εντυπωσιακά, μιας και το θεσμικό πλαίσιο έγινε πιο ευνοϊκό. (Τραγούδα, 2019). Η εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα προβλέφθηκε αρχικά με το ν. 3468/2006.

Στη συνέχεια το Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων ήταν το πρόγραμμα στο πλαίσιο του άρθρου 6Α του Ν.3851/2010 που προσπάθησε να καθορίσει την ακριβή θέση των offshore πάρκων, τη θαλάσσια έκταση που καταλαμβάνουν και τη μέγιστη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ τους.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα, θα απαιτηθούν σημαντικές επενδύσεις σε έργα ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας. Γι αυτό το λόγο η κυβέρνηση ανακοίνωσε ότι μέσα στο δεύτερο εξάμηνο του 2021 θα ανακοινώσει το θεσμικό πλαίσιο το οποίο θα επιλύει εκκρεμότητες και προβλήματα που υπήρχαν μέχρι τώρα στον τομέα των υπεράκτιων αιολικών. Ήδη έχουν δείξει ενδιαφέρον τέσσερις εταιρείες της παγκόσμιας αγοράς offshore αιολικών πάρκων. Πρόκειται για την νορβηγική Equinor, τη δανέζικη Copenhagen Offshore Partners, την πορτογαλική Principle Power και τη γερμανική Innogy. Η νορβηγική Equinor, (η πρώην Statoil), από τον Απρίλιο του 2019 είχε κάνει γνωστό το επενδυτικό της ενδιαφέρον για μία θαλάσσια περιοχή μεταξύ Τήνου, Σύρου και Μυκόνου. Συγκεκριμένα, η εταιρεία πρότεινε την ανάπτυξη υπεράκτιου αιολικού πάρκου στην περιοχή των Κυκλάδων μεταξύ Τήνου, Σύρου και Μυκόνου, με χρήση της τεχνολογίας των πλωτών ανεμογεννητριών λόγω του μεγάλου βάθους της θάλασσας.

Η δανέζικη COP, (Copenhagen Offshore Partners), ένας από τους μεγαλύτερους developers υπεράκτιων πάρκων στον κόσμο, επίσης παρακολουθεί στενά τις εξελίξεις στην ελληνική αγορά. Μέχρι σήμερα έχει υλοποιήσει επενδύσεις ύψους 8 δισ. ευρώ

παγκοσμίως, ενώ μόνο στην Ευρώπη έχει αναπτύξει περισσότερα από 15 μεγάλης κλίμακας υπεράκτια αιολικά. Η εταιρεία ενδιαφέρθηκε να πληροφορηθεί για το καθεστώς που ισχύει στη χώρα μας γύρω από τα θαλάσσια αιολικά πάρκα, το ρυθμιστικό και νομοθετικό πλαίσιο, τις δυνατότητες χρηματοδοτήσεων, καθώς και τα έργα που βρίσκονται σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης ή έχουν αιτηθεί αδειοδότησης. Η πορτογαλική εταιρεία Principle Power έχει εγκαταστήσει 5 πάρκα και αναπτύσσει ακόμη 8, ενώ η γερμανική εταιρεία Innogy έχει αναπτύξει συνολικά 28 GW αιολικών πάρκων (Φλουδόπουλος, 2020).

Πολύ πρόσφατα ανακοινώθηκε και η πρώτη συνεργασία μεταξύ της Mytilineos, μέσω του Τομέα Ηλεκτρικής Ενέργειας & Φυσικού Αερίου - Protergia και της Copenhagen Infrastructure Partners (CIP), με έδρα την Δανία, εκ μέρους του επενδυτικού σχήματος «CI New Markets Fund I». Η κοινού συνεργασία (CIP 60% / MYTILINEOS 40%) προβλέπει ότι θα αναπτύξουν και θα συγχρηματοδοτήσουν υπεράκτια αιολικά έργα, συνδυάζοντας πόρους και τεχνογνωσία (*MYTILINEOS και CIP αναπτύσσουν υπεράκτια αιολικά πάρκα στην Ελλάδα | HuffPost Greece, 2021*). Η Copenhagen Infrastructure Partners είναι εταιρεία διαχείρισης κεφαλαίων που εξειδικεύεται σε ενεργειακές επενδύσεις παγκοσμίως, με έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ διαχειρίζεται κεφάλαια άνω των 15 δισ. Ευρώ (*Ισχυρό επενδυτικό ενδιαφέρον για τα offshore αιολικά πάρκα - Οι κινήσεις στην ελληνική αγορά ενέργειας, 2021*)

Ο κύριος κατασκευαστής για όλα τα έργα που θα αναπτυχθούν στο πλαίσιο της συνεργασίας CIP – MYTILINEOS, είναι η Copenhagen Offshore Partners (COP), μία κορυφαία παγκοσμίως εταιρεία ανάπτυξης, κατασκευής και λειτουργίας υπεράκτιων αιολικών έργων. Σε συνεργασία με την CIP, η COP εισφέρει τεχνογνωσία που θα ενισχύσει σημαντικά τη συνεργασία στον ολοένα και αυξανόμενο ανταγωνισμό στην βιομηχανία υπεράκτιας αιολικής ενέργειας (*MYTILINEOS και CIP αναπτύσσουν υπεράκτια αιολικά πάρκα στην Ελλάδα | HuffPost Greece, 2021*).

Πολύ σημαντικός παράγοντας τέλος, για την επιτυχία του εγχειρήματος που λέγεται «υπεράκτια αιολικά πάρκα» είναι η ενημέρωση των πολιτών και η διαβούλευση με τις

τοπικές κοινωνίες, καθώς πιθανές αντιδράσεις θα δημιουργήσουν σοβαρά εμπόδια στην υλοποίηση τέτοιων έργων.

5.6 Η περίπτωση της Δανίας

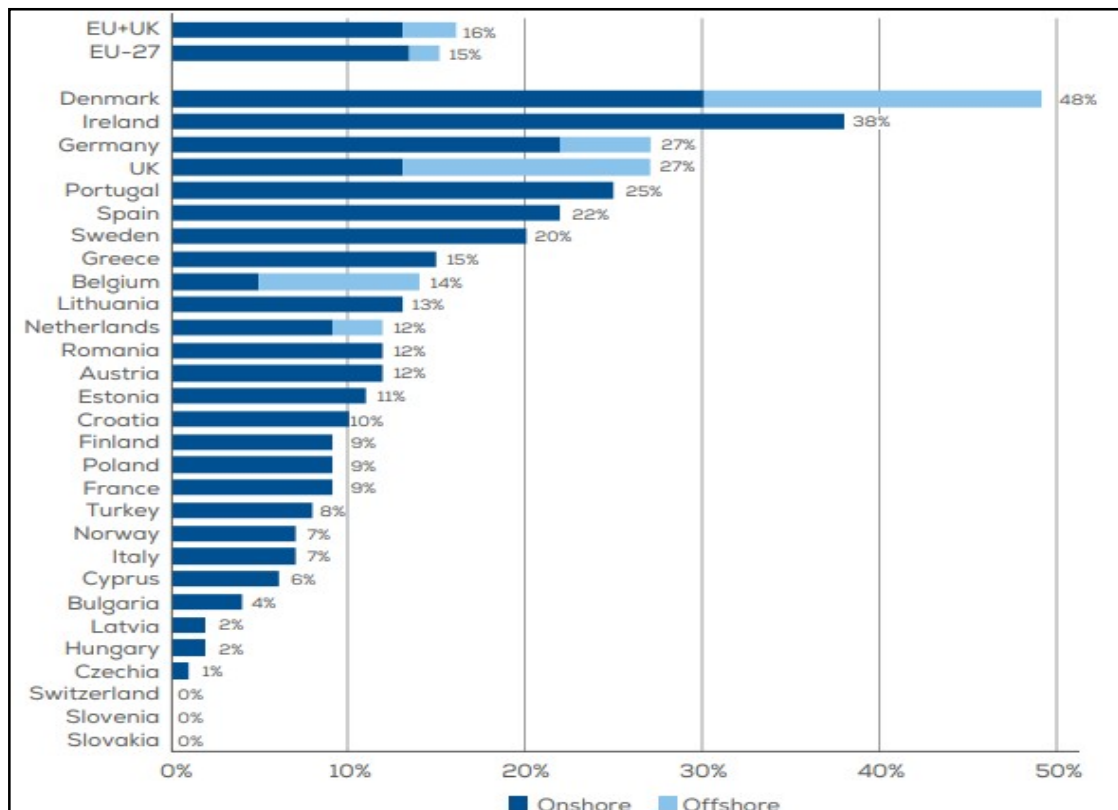
Η Δανία, όντας μια χώρα με τεράστια ακτογραμμή, έχει μία μεγάλη παράδοση στην εκμετάλλευση και στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Η μικρή σκανδιναβική χώρα της Δανίας είναι γνωστή για τον καινοτόμο ενεργειακό της τομέα και είναι ιδιαίτερα γνωστή για την αιολική ενέργεια και για τεχνολογίες αιολικής ενέργειας. Είναι ενεργή με προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης σε νέα είδη ανεμογεννητριών από το 1970, που σε συνδυασμό με την ευνοϊκή κυβερνητική πολιτική μέσω των επιδοτήσεων για την παραγωγή αιολικής ενέργειας, την καθιστούν κορυφαία χώρα στην παραγωγή και προώθηση της αιολικής ενέργειας κατέχοντας ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά διείσδυσής της στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.

Το 1991, το πρώτο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον κόσμο (Vindeby Havmøllepark) κατασκευάστηκε στα ανοικτά των ακτών του Lolland της Δανίας, 11 ανεμογεννήτριες συνολικής χωρητικότητας σχεδόν 5 MW (Johansen, 2021). Και καθώς τα σχέδια για αιολικά πάρκα στην ξηρά ήταν ολοένα και περισσότερο πηγή κοινωνικών αντιπαραθέσεων, η τεχνολογία υπεράκτιας αιολικής ενέργειας ωρίμαζε και η υπεράκτια βιομηχανία αιολικής ενέργειας άρχισε να αναπτύσσεται. Το 2002, το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον κόσμο εκείνη την εποχή (Horns Rev I) ήταν κατασκευασμένο στα ανοικτά των ακτών της Δυτικής Γιουτλάνδης της Δανίας, έκτασης σχεδόν 35km² και εξοπλισμένο με 80 × 2 MW Α/Γ, δηλαδή η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του ήταν 160 MW. Το 2010, ένα αιολικό πάρκο στα ανοικτά των ακτών του νησιού Anholt (Anholt Havmøllepark) ήταν, πάλι, το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο στον κόσμο εκείνη την εποχή. Το Anholt Havmøllepark παράγει αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για να προμηθεύει περίπου 400.000 νοικοκυριά για έναν χρόνο (Johansen, 2021).

Το 2015 η Δανία παράγαγε το 42% της ηλεκτρικής της ενέργειας από ανεμογεννήτριες σύμφωνα με επίσημα στοιχεία, το υψηλότερο ποσοστό που είχε καταγραφεί παγκοσμίως με αύξηση κατά 3% σε σχέση με το 2014, το οποίο ήταν επίσης έτος ρεκόρ για τη δανική

παραγωγή αιολικής ενέργειας. Το 2017 η χώρα έθεσε νέο ρεκόρ ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, λαμβάνοντας σχεδόν τη μισή ενέργειά της από τον άνεμο. Η αιολική ενέργεια κάλυψε το 43,6% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας με τις ανεμογεννήτριες να σημειώνουν νέο ρεκόρ παράγοντας 14.700 GW μέσα σε 12 μήνες. Από το 2001, η εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας έχει διπλασιαστεί, παρ' όλο που υπάρχουν περίπου 20% λιγότερες ανεμογεννήτριες στην επικράτεια της χώρας. Αυτό οφείλεται στο ότι οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι μεγαλύτερες και πιο αποδοτικές.

Το 2020 το 48% της εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της Δανίας προερχόταν από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, γεγονός που είχε αναδείξει την Δανία στην κορυφαία χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (βλέπε διάγραμμα 11), όσον αφορά τη διείσδυση της αιολικής ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Από αυτό το 30% αφορά παραγωγή που προέρχεται από χερσαία αιολικά ενώ το υπόλοιπο 18% από υπεράκτια. Ακολουθούν η Ιρλανδία με 38% και η Γερμανία με 27%.



Διάγραμμα 11: Ποσοστό της μέσης ετήσιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας που καλύπτεται από την αιολική ενέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Wind Europe, 2020)

Η αιολική ενέργεια στη Δανία απολαμβάνει γενικά υψηλή αποδοχή από την κοινωνία. Μάλιστα υπάρχει τόσο ισχυρή υποστήριξη για τις ΑΠΕ στη συγκεκριμένη χώρα που όταν στα μέσα της δεκαετίας 2000-2010 η κυβέρνηση ανακοίνωσε τους άμεσους στόχους για την ανανεώσιμη ενέργεια, αμέσως επικρίθηκε από πολλούς πολιτικούς και συμβαλλόμενα μέρη ότι δεν ήταν αρκετά προοδευτική.

Ο κύριος λόγος αποδοχής θεωρείται το καθεστώς της συνιδιοκτησίας. Ο δημόσιος κανονισμός χορηγεί ένα ποσοστό του ανέμου ικανό να ανεγερθεί από δημόσιες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, ενώ ακόμα πιο σημαντικό είναι ότι η νομοθεσία ενισχύει το σχηματισμό τοπικών συνεταιρισμών με ψιλή κυριότητα των μετοχών της ανεμογεννήτριας σε δημοτικά έργα (Τραγούδα, 2019). Η χώρα είναι, αναμφισβήτητα, ο παγκόσμιος ηγέτης όσον αφορά την αιολική τεχνολογία, εξάγοντας 7,45 δισεκατομμύρια δολάρια σε ενεργειακή τεχνολογία και εξοπλισμό το 2005, περίπου 8% του συνόλου των εξαγωγών της χώρας και το ένα τρίτο της παγκόσμιας αγοράς. Η δανική εταιρεία Vestas παρήγαγε 2.533 ανεμογεννήτριες το 2006, εγκαθιστώντας μία ανά τον κόσμο κάθε πέντε ώρες. Η Vestas είναι επίσης ηγέτης στον κόσμο στην εγκατάσταση υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

Η Δανία ανακοίνωσε ότι προτίθεται να φτάσει το 100% ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας ως το 2035 και να απαλλαγεί εντελώς από τα ορυκτά καύσιμα μέχρι το 2050 με στόχο να αποδεσμευτεί σύντομα από το αργό πετρέλαιο, τον άνθρακα και το φυσικό αέριο. Κατέχει την 1η θέση στη βιομηχανία Αιολικής Ενέργειας, στην οποία απασχολούνται περίπου 25.000 εργαζόμενοι (Τραγούδα, 2019).

Ένα εύλογο ερώτημα θα ήταν: 'Γιατί λοιπόν δεν μπορούμε να αντιγράψουμε το μοντέλο της Δανίας;'

5.7 Η Αιολική Ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο

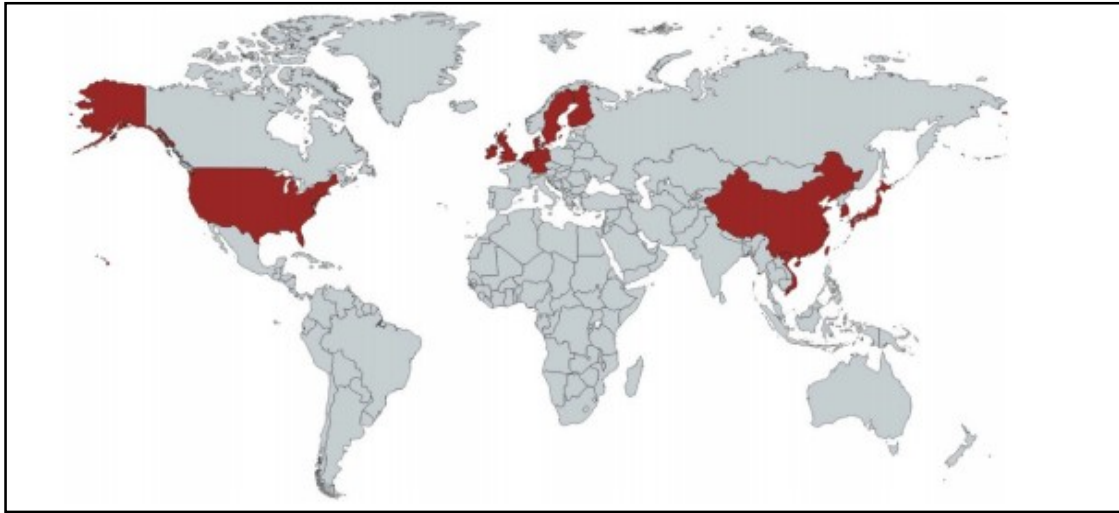
Τις τελευταίες δεκαετίες, οι ΑΠΕ έχουν γίνει ξεκάθαρα η εναλλακτική λύση για τα ορυκτά καύσιμα και τώρα δείχνουν δυνατότητες για έναν κόσμο χωρίς ανθρακικό αποτύπωμα. Μια νέα σύγχρονη αιολική βιομηχανία γεννήθηκε στα τέλη της δεκαετίας

του 1980 με το πρώτο εμπορικό αιολικό πάρκο που άρχισε να παράγει ηλεκτρισμό στα νοτιοδυτικά Νιού Χάμσαϊρ (ΗΠΑ), μετά από 100 χρόνια έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των ανεμογεννητριών. Στη συνέχεια, η βιομηχανία άρχισε να επεκτείνεται παγκοσμίως, με τις αιολικές βιομηχανίες της Γερμανίας και της Δανίας να ξεκινούν σχεδόν αμέσως μετά, ακολουθούμενοι από τους Ισπανούς. Αν και οι ΗΠΑ συνέχισαν να είναι ο ηγέτης της αγοράς για το υπόλοιπο της δεκαετίας, σύντομα αυτό τον ρόλο τον ανέλαβε η Ευρώπη. Τη δεκαετία του 1990, η ευρωπαϊκή αιολική βιομηχανία είδε ταχεία ανάπτυξη και το 1997 η γερμανική αιολική βιομηχανία ξεπέρασε την αντίστοιχη των ΗΠΑ. Ταυτόχρονα, η ευρωπαϊκή αγορά είδε μία άνθιση, συμπεριλαμβανομένων χωρών όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιταλία, η Σουηδία και οι Κάτω Χώρες.

Η εισαγωγή του κινεζικού νόμου για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το 2005 άλλαξε τη φύση της παγκόσμιας αγοράς αιολικής ενέργειας. Από τα νέα πάρκα που εγκαταστάθηκαν στη χώρα το 2017, το επίπεδο παραγωγής αιολικής ενέργειας έφτασε τα 1164 MW, αυξάνοντας στα 2788 MW το συνολικό επίπεδο παραγωγής και τοποθετώντας την Κίνα τρίτη στην παγκόσμια υπεράκτια παραγωγή αιολικής ενέργειας μετά το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γερμανία (DeCastro *et al.*, 2019).

Σήμερα, η αιολική ενέργεια είναι η πιο ανταγωνιστική ως προς το κόστος τεχνολογία στις περισσότερες αγορές. Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Συμβούλιο Αιολικής Ενέργειας (GWEC), η αύξηση της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας οφείλεται σε λόγους όπως η ωριμότητα του κλάδου, η βελτίωση και ωριμότητα της τεχνολογίας και η εισαγωγή και ανάπτυξη μιας νέας γενιάς ανεμογεννητριών με υψηλότερη περιοχή σάρωσης και συνεπώς υψηλότερη απόδοση.

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα που λειτουργούν σήμερα είναι διάσπαρτα σε πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο - οι περισσότερες από αυτές στην Ευρώπη, ακολουθούμενες από την Ασία και Αμερική.



Εικόνα 2: Παγκόσμια κατανομή υπερράκτιων αιολικών πάρκων ανά χώρα (Díaz and Guedes Soares, 2020)

Στην Ευρώπη, υπάρχουν εγκατεστημένα υπερράκτια αιολικά πάρκα στο Βέλγιο (6), Φινλανδία (2), Δανία (13), Γερμανία (19), Ιρλανδία (1), Κάτω Χώρες (6), Σουηδία (4) και Ηνωμένο Βασίλειο (30). Από την πλευρά της το υπερράκτιο αιολικό δυναμικό της ασιατικής ηπείρου βασίζεται κυρίως σε χώρες όπως η Κίνα (21), η Ιαπωνία (4), η Νότια Κορέα (2), η Ταϊβάν (1) και Βιετνάμ (2). Μεταξύ των περιφερειών, η Ευρώπη παραμένει η ήπειρος με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη χωρητικότητα (16,3 GW) ακολουθούμενη από την Ασία (2,7 GW) και την Αμερική (0,03 GW). Η συνολική χωρητικότητα αιολικής ενέργειας που εγκαταστάθηκε στο τέλος του 2018 έφτασε τα 19 GW σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA).

Continent	Country	Investment (M€)	Installed capacity (MW)
Europe	Belgium	3573	871.2
	Finland	120	84.4
	Denmark	2828	1273.1
	Germany	23030	5342.3
	Ireland	50	25.2
	Netherlands	4272	1117.8
	Sweden	348	191.2
Asia	UK	25643	7347.8
	China	4729	2409.9
	Japan	5	41.3
	South Korea	126	35.0
	Taiwan	70	8.0
America	Vietnam	205	183.2
	US	308	30.0

Πίνακας 4: Παγκόσμια υπερράκτια χωρητικότητα αιολικής ενέργειας (Díaz and Guedes Soares, 2020).

Η ανάπτυξη της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας έως το 2050 στην Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί ένα βασικό στόχο, με την WindEurope να αναφέρει πως τα επόμενα χρόνια θα χρηματοδοτηθούν υπεράκτια αιολικά ισχύος 7,1 GW. Σύμφωνα με στοιχεία του οργανισμού, ο ευρωπαϊκός υπεράκτιος αιολικός τομέας προσέλκυσε πάνω από 26 δισεκατομμύρια ευρώ επενδύσεων το 2020, που αποτελεί ποσό ρεκόρ. Επίσης, εγκαταστάθηκαν 2,9 GW υπεράκτιας αιολικής χωρητικότητας, καταγράφοντας μια πτώση 20%, σε σύγκριση με το 2019. Αυτή τη στιγμή το δυναμικό της υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη ανέρχεται σε περίπου 25 GW, με το 42% να βρίσκεται στα νερά του Ηνωμένου Βασιλείου και προσδοκά να φτάσει τα 40 GW έως το έτος 2030 (IENE, 2021).



Διάγραμμα 12: Νέες εγκαταστάσεις παράκτιων και υπεράκτιων αιολικών στην Ευρώπη (Wind Europe, 2020).

Τόσο η τρέχουσα κατάσταση όσο και το μέλλον των υπεράκτιων πηγών αιολικής ενέργειας βρίσκεται στα χέρια των κυβερνήσεων των ηγετών της αιολικής ενέργειας (ΕΕ, Κίνα και ΗΠΑ).

6 Συμπεράσματα – Προτάσεις

Η δεκαετία που πέρασε (2010-2019) υπήρξε καθοριστική ως προς την εδραίωση μίας παγκόσμιας αντίληψης για την ανάγκη της ενεργειακής μετάβασης σε έναν κόσμο με καθαρότερη ενέργεια και με μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η ιστορική Συμφωνία των Παρισίων του 2015 για την αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής μπορεί να χαρακτηριστεί ως το σημείο καμπής που σηματοδότησε την έλευση μίας νέας εποχής και μίας πλέον εστιασμένης περιβαλλοντικής συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων κρατών με κοινό στόχο την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και απώτερο σκοπό την συγκράτηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη (IENE, 2020).

Η ανάγκη για μετάβαση σε ένα «πράσινο» ενεργειακό μοντέλο προϋποθέτει άνοιγμα της εγχώριας αγοράς ενέργειας, αλλαγή του ενεργειακού μίγματος με αύξηση του ποσοστού της καθαρής ενέργειας, επενδύσεις στις ΑΠΕ και στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Το όφελος της προαναφερθείσας μετάβασης δεν θα είναι μόνο περιβαλλοντικό, αλλά και οικονομικό, καθώς η στροφή σε ένα βιώσιμο ενεργειακό μοντέλο θα δώσει κίνητρα για επενδύσεις στην καθαρή ενέργεια και θα δημιουργήσει χώρο για καινοτόμες επιχειρηματικές δράσεις από τις οποίες θα προκύψουν νέες θέσεις εργασίας (IENE, 2020). Η προσέλκυση και μόχλευση ιδιωτικών επενδυτικών κεφαλαίων, για την υλοποίηση των προβλεπόμενων από τον ενεργειακό σχεδιασμό τεχνολογικών αλλαγών στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα, αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική ευκαιρία εγχώριας οικονομικής ανάπτυξης σε διάφορους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας.

Η ανάπτυξη μεγάλης βιομηχανικής δραστηριότητας, ειδικά στην υπεράκτια αιολική ενέργεια, αποτελεί ίσως μια από τις προσφορότερες ευκαιρίες για την ανάπτυξη εύρωστης παραγωγικής και εξαγωγικής υποδομής στη χώρα στον τομέα παραγωγής ηλεκτρισμού (Χατζημπίρος, no date). Σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, προβλέπονται συνολικές ενεργειακές επενδύσεις στην Ελλάδα της τάξεως των €44 δισ. μέχρι το 2030, χωρίς όμως να λαμβάνονται υπόψη επενδύσεις στην έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων (IENE, 2020). Βάσει των νέων δεδομένων οι επενδύσεις αυτές θα εκτιναχθούν στα € 25

δισ. Το ποσό αυτό είναι ιδιαίτερα υψηλό ως ποσοστό των συνολικών επενδύσεων σε πάγια κεφάλαια (Σταμπολής, 2021).

Σήμερα οι ΑΠΕ καλύπτουν σχεδόν το 16% της ακαθάριστης εγχώριας ενεργειακής κατανάλωσης και το 28% της ηλεκτροπαραγωγής. Μέσα στα επόμενα χρόνια τα ποσοστά αυτά πρόκειται να αυξηθούν σημαντικά, αφού σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) μέχρι το 2030 οι ΑΠΕ θα πρέπει να καλύπτουν το 35% της αντίστοιχης κατανάλωσης ενέργειας και άνω του 60% της ηλεκτροπαραγωγής. Μετά δε την τελευταία απόφαση της ΕΕ για ακόμα μεγαλύτερη μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου στο 55% μέχρι το 2030, οι χώρες μέλη θα κληθούν να αναθεωρήσουν προς τα άνω τους στόχους τους για την διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα. Σύμφωνα με όλες τις ενδείξεις, και αν κρίνουμε μάλιστα από τον τεράστιο αριθμό αιτήσεων για έργα ΑΠΕ που κατατέθηκαν πρόσφατα στη ΡΑΕ και φθάνουν τα 45,5 GW, αλλά και από το μεγάλο ενδιαφέρον που υπάρχει σε επίπεδο ΕΕ και από την κυβέρνηση, η Ελλάδα πρόκειται κυριολεκτικά να "πρασινίσει" την επόμενη δεκαετία με χιλιάδες μικρά και μεγάλα έργα ΑΠΕ (Σταμπολής, 2021).

Μία πρόταση της παρούσας εργασίας για περαιτέρω έρευνα είναι η αύξηση του ποσοστού της προστιθέμενης αξίας στην κατασκευή μονάδων ΑΠΕ. Με αυτό τον τρόπο θα μπορέσει να καταστεί η χώρα μας εξαγωγική. Ειδικά, τα χρήματα που θα εισρεύσουν τα επόμενα χρόνια για επενδύσεις θα κατευθυνθούν σε ξένους προμηθευτές και η Ελλάδα θα ωφεληθεί μόνο από το στάδιο εγκατάστασης και λειτουργίας των μονάδων. Πριν από όλα αυτά όμως θα πρέπει να αρθούν τα όποια εμπόδια στην ανάπτυξη τέτοιου είδους βιομηχανίας και επενδύσεων όπως για παράδειγμα το ισχύον ρυθμιστικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ και την υπεράκτια αιολική ενέργεια αλλά και η τεράστια γραφειοκρατία.

Βιβλιογραφία

All About Energy - Τα πάντα για την Ενέργεια (no date). Available at: <http://www.allaboutenergy.gr/> (Accessed: 14 May 2021). *SHARES (Renewables) - Energy - Eurostat* (no date). Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> (Accessed: 24 April 2021).

B2Green (2020). Available at: <https://www.b2green.gr/el/post/82496/i-statistiki-tis-aiolikis-energeias-gia-to-pto-examino-tou-2020-3884mw-egkatestimeni-ischys> (Accessed: 11 June 2021).

Berkeley Earth (2020) *Global Temperature Report for 2019 - Berkeley Earth*. Available at: <http://berkeleyearth.org/2019-temperatures/> (Accessed: 30 May 2021).

Bird, L. *et al.* (2005) ‘Policies and market factors driving wind power development in the United States’, *Energy Policy*, 33(11), pp. 1397–1407. doi: 10.1016/j.enpol.2003.12.018.

Chen, J. *et al.* (2019) ‘Global non-fossil fuel consumption: driving factors, disparities, and trends’, *Management Decision*, 57(4), pp. 791–810. doi: 10.1108/MD-04-2018-0409.

DeCastro, M. *et al.* (2019) ‘Europe, China and the United States: Three different approaches to the development of offshore wind energy’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd, pp. 55–70. doi: 10.1016/j.rser.2019.04.025.

Díaz, H. and Guedes Soares, C. (2020) ‘Review of the current status, technology and future trends of offshore wind farms’, *Ocean Engineering*. Elsevier Ltd, p. 107381. doi: 10.1016/j.oceaneng.2020.107381.

energeia.gr (2021). Available at: <https://www.energia.gr/article/176038/29-gw-h-ne-egkatesthmenh-ishys-yperaktion-aiolikon-sthn-eyroph-to-2020-> (Accessed: 11 June 2021).

EU Energy Policy to 2050 – EAETAEN (no date). Available at: <https://eletaen.gr/eu-energy-policy-to-2050-windeurope-report-march-2011/> (Accessed: 23 April 2021).

European Commission (2020) *Sustainable development in the European Union*. Eurostat (2021) *Share of fossil fuels in gross available energy*. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210204-1/> (Accessed: 14 May 2021).

Eurostat (2020) *Share of renewable energy in gross final energy consumption [%]*. Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcod e=t2020_31 (Accessed: 24 April 2021).

Eurostat - Visualisations - Climate change (no date). Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/climate-change/visualisations> (Accessed: 30 May 2021).

ICAP (2019) *Κλαδική Μελέτη: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. ΨΗΦΙΔΑ.

Johansen, K. (2021) 'Blowing in the wind: A brief history of wind energy and wind power technologies in Denmark', *Energy Policy*, 152, p. 112139. doi: 10.1016/j.enpol.2021.112139.

Moallemi, E. A. et al. (2019) 'Local Agenda 2030 for sustainable development', *The Lancet Planetary Health*. Elsevier B.V., pp. e240–e241. doi: 10.1016/S2542-5196(19)30087-7.

MYTILINEOS και CIP αναπτύσσουν υπεράκτια αιολικά πάρκα στην Ελλάδα | *HuffPost Greece* (2021). Available at: https://www.huffingtonpost.gr/entry/mytilineos-kai-cip-anaptessoen-eperaktia-aiolika-parka-sten-ellada_gr_60dd808de4b070f97b39a5c4 (Accessed: 15 July 2021).

Sadorsky, P. (2021) 'Wind energy for sustainable development: Driving factors and future outlook', *Journal of Cleaner Production*, 289, p. 125779. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125779.

Sovacool, B. K., Lindboe, H. H. and Odgaard, O. (2008) 'Is the Danish Wind Energy Model Replicable for Other Countries?', *Electricity Journal*, 21(2), pp. 27–38. doi: 10.1016/j.tej.2007.12.009.

Wind Europe (2020) Wind energy in Europe 2020 Statistics and the outlook for 2021-2025 | WindEurope. Available at: <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2020-trends-and-statistics/#overview> (Accessed: 7 July 2021).

Xu, X. et al. (2019) 'Global renewable energy development: Influencing factors, trend predictions and countermeasures', *Resources Policy*, 63, p. 101470. doi: 10.1016/J.RESOURPOL.2019.101470.

Αδαμόπουλος, Α. (2020) Ο COVID-19 Στρέφει τον Κλάδο της Ενέργειας στις ΑΠΕ και το Υδρογόνο - IENE. Available at: <https://www.iene.gr/page.asp?pid=5260&lng=1> (Accessed: 23 April 2021).

Ακτύπη, Μ. (2014) Χωροθέτηση αιολικού πάρκου στη νήσο Ζάκυνθο μέσω τηλεπισκόπησης και γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Βόλος.

Αλεξόγλου, Α. (2019) Αιολική Ενέργεια: Οι περιπτώσεις των χωρών Ελλάδα και Ισπανίας. Θεσσαλονίκη.

Ανοίγει το παιχνίδι στα offshore αιολικά - Οι τέσσερις επενδυτές που εκφράζουν ήδη ενδιαφέρον. | e-mc2.gr (no date). Available at: <https://www.e-mc2.gr/el/news/anoigei-paihni-di-sta-offshore-aiolika-oi-tesseris-ependytes-poy-ekfrazoyn-idi-endiaferon> (Accessed: 24 April 2021).

Αντωνάκη, Ι. (2010) Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ο ρόλος της αιολικής ενέργειας στην Τοπική και Περιφερειακή Ανάπτυξη. Αθήνα.

ΕΛΕΤΑΕΝ (no date) Ανάλυση επιπτώσεων από την εγκατάσταση και λειτουργία αιολικών πάρκων. Available at: <https://eletaen.gr/analisi-epiptoseon-ap-may-2009/> (Accessed: 23 April 2021).

ΕΛΕΤΑΕΝ (2020) Η αλήθεια πίσω από τους μύθους. Available at: <https://eletaen.gr/dt-eletaen-ask4wind/> (Accessed: 23 April 2021).

«Ενέργεια και Απασχόληση στην Ελλάδα» - Μελέτες IENE - IENE (no date). Available at: <https://www.iene.gr/page.asp?pid=2991&lng=1> (Accessed: 23 April 2021).

Έρχονται τα πλωτά αιολικά πάρκα και στην Ελλάδα | Business Daily (no date). Available at: https://www.businessdaily.gr/oikonomia/5112_erhontai-ta-plota-aiolika-parka-kai-stin-ellada (Accessed: 24 April 2021).

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2020) Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση | Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. Available at: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/home> (Accessed: 15 May 2021).

IENE (2021) Η Αλλαγή Πλεύσης των ΗΠΑ στην Ανάπτυξη Υπεράκτιων Αιολικών – Τα Στοιχεία για την Ε.Ε. Available at: <https://www.iene.gr/page.asp?pid=5367&lng=1> (Accessed: 23 April 2021).

IENE (2020) Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας – Ετήσια Έκθεση 2020. Αθήνα.

Ισούκης Μ. and Παυλόπουλος Δ. (2020) Οι ΑΠΕ στην Ευρώπη και στον Ελλαδικό χώρο | ECOPRESS. Available at: <https://ecopress.gr/oi-ape-stin-evropi-kai-ston-elladiko-choro/> (Accessed: 15 May 2021).

Ισούκης Μ. and Παυλόπουλος Δ. (2020) Η εξέλιξη των ΑΠΕ και το νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα | ECOPRESS. Available at: <https://ecopress.gr/i-exelixa-ton-ape-kai-to-nomothetiko-plaisio-stin-ellada/> (Accessed: 15 May 2021).

Ισχυρό επενδυτικό ενδιαφέρον για τα offshore αιολικά πάρκα - Οι κινήσεις στην ελληνική αγορά ενέργειας (2021). Available at: <https://energypress.gr/news/ishyro-ependytiko-endiaferon-gia-ta-offshore-aiolika-parka-oi-kiniseis-stin-elliniki-agora> (Accessed: 15 July 2021).

ΚΑΠΕ (no date) *Ενέργεια και Πολίτης*. Available at: http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm (Accessed: 15 May 2021).

ΚΑΠΕ (2006) *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για δυνητικούς χρήστες*.

ΚΑΠΕ (no date) *Ενέργεια και Πολίτης - Αιολική ενέργεια*. Available at: http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_wind.htm (Accessed: 14 May 2021).

ΚΑΠΕ (2018) *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε οικιστικά σύνολα*.

Καρατσώρης, Φ. (2013) *Η εξέλιξη των ΑΠΕ σε Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα*. ΨΗΦΙΔΑ.

Κ.Σκρέκας: *Η ανάπτυξη υπεράκτιων πάρκων ΑΠΕ αποτελεί μία από τις βασικές προτεραιότητες της κυβέρνησης* (2021). Available at: <https://www.capital.gr/epikairoτητα/3529410/k-skrekas-i-anaptuxi-uperaktion-parkon-ape-apotelei-mia-apo-tis-basikes-proteraiotites-tis-kubernisis> (Accessed: 23 April 2021).

Μαστοράκης, Μ. (2021) *ΤΕΡΝΑ, ΔΕΗ, Rokas, Equinor, BlueFloat, Κοπελούζος: Οι παρεμβάσεις των 'παικτών' της αγοράς για την ανάπτυξη αιολικών στις ελληνικές θάλασσες*. Available at: <https://energypress.gr/news/terna-dei-rokas-equinor-bluefloat-kopeloyzos-oi-paremvaseis-ton-paikton-tis-agoras-gia-tin> (Accessed: 24 April 2021).

Μητσάκου, Α. (2018) *Τεχνοοικονομική ανάλυση εγκατάστασης υπεράκτιων αιολικών πάρκων*. Χανιά.

Μπαχάρογλου, Ι. (2020) *Οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα και η ανάλυση της αποδοτικότητας του κλάδου των βιοκαυσίμων*. Ψηφίδα.

Οι Αιολικές Εγκαταστάσεις στην Ελλάδα | HWEA Wind Statistics – ΕΛΕΤΑΕΝ (2020). Available at: <https://eletaen.gr/hwea-wind-statistics/> (Accessed: 23 April 2021).

Οικονόμου, Β. (2020) *Ενεργειακή μετάβαση και απασχόληση – Είμαστε σε σωστό δρόμο; | ECOPRESS*. Available at: <https://ecopress.gr/energiaki-metavasi-ke-apascholisi-imaste-se-sosto-dromo/> (Accessed: 11 May 2021).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις απογείωσαν την αγορά υπεράκτιας αιολικής ενέργειας την περίοδο 2010-2018 (no date). Available at: <https://energypress.gr/news/oi-tehnologikes-exelixeis-apogeiosan-tin-agora-yperaktias-aiolikis-energeias-tin-periodo-2010> (Accessed: 26 April 2021).

Σταμπολής, Κ. Ν. (2020) Ο Δύσκολος Δρόμος για την Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής και τον Έλεγχο της Αύξησης της Θερμοκρασίας του Πλανήτη - Άρθρα-Αναλύσεις - IENE. Available at: <https://www.iene.gr/page.asp?pid=5326&lng=1> (Accessed: 23 April 2021).

Σταμπολής, Κ. Ν. (2020) Κομβικός ο ρόλος της ενέργειας στον μετασχηματισμό του παραγωγικού μοντέλου. Available at: <https://www.naftemporiki.gr/story/1644828/kombikos-o-rolis-tis-energeias-ston-metasximatismo-tou-paragogikou-montelou> (Accessed: 11 May 2021).

Σταμπολής, Κ. Ν. (2021) Ανάγκη για Αύξηση της Εγχώριας Προστιθέμενης Αξίας σε Έργα ΑΠΕ στην Ελλάδα - Άρθρα-Αναλύσεις - IENE, IENE. Available at: <https://www.iene.gr/page.asp?pid=5352&lng=1> (Accessed: 23 April 2021).

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα και ο ρόλος τους στην ενεργειακή μετάβαση της Ευρώπης (no date). Available at: <https://energypress.gr/news/ta-yperaktia-aiolika-parka-kai-o-rolis-toys-stin-energeiaki-metavasi-tis-eyropis> (Accessed: 26 April 2021).

Τραγούδα, Σ. (2019) Η Αιολική ενέργεια και οι προοπτικές της στην Ελλάδα. Συγκριτική μελέτη με Δανία και Ισπανία. Θεσσαλονίκη.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (2018). Available at: <http://www.opengov.gr/minenv/> (Accessed: 16 May 2021).

ΥΠΕΝ (2019) Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα. Available at: <https://ypen.gov.gr/energeia/esek/> (Accessed: 16 May 2021).

ΥΠΕΝ: Θεσμικό πλαίσιο για υπεράκτια αιολικά πάρκα και αποθήκευση ενέργειας μέχρι τον Ιούνιο (2021). Available at: <https://www.naftemporiki.gr/story/1696187/ypen-thesmiko->

plaisio-gia-uperaktia-aiolika-parka-kai-apothikeusi-energeias-mexri-ton-iounio
(Accessed: 23 April 2021).

Φλουδόπουλος, Χ. (2020) *Capital - Έλληνες και ξένοι επενδυτές ξαναβλέπουν τα 'offshore'*. Available at: <https://www.capital.gr/epixeiriseis/3490367/aiolika-ellines-kai-xenoi-ependutes-xanablepoun-ta-offshore> (Accessed: 24 April 2021).

Χατζημπίρος, Π. (no date) 'Υπεράκτια αιολικά πάρκα στην προοπτική του 2050', in 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο: Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών.

Χριστάκης, Ι. and Αθανασόπουλος, Ι. (2016) *Αιολική ενέργεια στην Ελλάδα και οικονομική αξιολόγηση*. ΤΕΙ Πειραιά.