



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

MBA-Total Quality Management International

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ -
ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΤΟΥΝΤΑ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

στη «Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα» με διεθνή προσανατολισμό

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

(περιλαμβάνεται ως ξεχωριστή (δευτερή) σελίδα στο σώμα της διπλωματικής εργασίας)

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων - Ολική Ποιότητα με διεθνή προσανατολισμό με τίτλο:

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΜΕΣ ΠΑΓΚΟΣ ΚΑΙ ΒΙΟΞΙΜΙΑ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΙΣ
ΕΛΛΑΔΑ
ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή/τριας

Όνοματεπώνυμο

ΘΕΟΔΩΡΑ ΤΟΥΜΠΑ

Ημερομηνία

28/02/2022



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θέλω να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, αξιότιμο κ. Σφακιανάκη Μιχαήλ, αφενός για τη συνεχή καθοδήγηση και την αμέριστη υποστήριξη του καθ' όλη την διάρκεια της φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς. αφετέρου για την επίβλεψη της διπλωματικής εργασίας μου και για την υποστήριξή του, που συνετέλεσαν τόσο στην ολοκλήρωση των σπουδών μου όσο και στην ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και σ' όλους εκείνους που συνέβαλαν άμεσα και έμμεσα στην ολοκλήρωση των σπουδών μου, καθ' όλη την περίοδο φοίτησης στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών MBA-Total Quality Management International

Περίληψη

Οι Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας αποτελούν μια πραγματικότητα για όλες σχεδόν τις χώρες του πλανήτη ειδικά τα τελευταία χρόνια, κατά τα οποία παρατηρείται μια σημαντική επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής εξαιτίας της ανθρώπινης παρέμβασης στο περιβάλλον από την μια πλευρά και από την άλλη, εξαιτίας της μείωσης των αποθεμάτων των παραδοσιακών πρώτων υλών ενέργειας. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι το να καταδείξει την σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μέρες μας και ταυτόχρονα να αναδειχτεί η ολοένα και αυξανόμενη σημασία των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα των περισσότερων, δυτικών στην πλειοψηφία τους, οικονομιών. Η παρούσα εργασία προέβλεψε μέση μηνιαία αύξηση της παραγωγής ΑΠΕ για το 2021 της τάξης του 16,1% έναντι 12,8% των πραγματικών δεδομένων του πρώτου οκταμήνου του 2021, μέση μηνιαία αύξηση της παραγωγής αιολικής ενέργειας για το 2021 της τάξης του 6,3% έναντι 10,8% των πραγματικών δεδομένων και μέση μηνιαία αύξηση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα για το 2021 της τάξης του 7,2% έναντι 12% των πραγματικών δεδομένων.

Abstract

Renewable Energy is a reality for almost all countries of the world, especially in recent years, during which there is a significant deterioration of climate change due to human intervention in the environment on the one hand and due to declining stocks of traditional energy raw materials. The purpose of this dissertation is to demonstrate the importance of renewable energy sources today and at the same time to highlight the growing importance of RES in the energy mix of most, mostly western, economies. The present thesis predicted an average monthly increase in RES production for 2021 of 16.1% compared to 12.8% of the actual data for the first eight months of 2021, an average monthly increase in wind energy production for 2021 of 6.3 % versus 10.8% of actual data and an average monthly increase in biomass energy production for 2021 of 7.2% versus 12% of actual data.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	10
1. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	11
1.1. Η Έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης.....	11
1.2. Η Ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση ..	14
1.3. Η σημασία και τα πλεονεκτήματα της αξιοποίησης των ΑΕΠ.....	20
1.3.1 Θετικά στοιχεία της αξιοποίησης των ΑΠΕ.....	20
1.3.2 Επιπτώσεις της αξιοποίησης των ΑΠΕ	24
1.4. Πρόσφατα στοιχεία σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παγκοσμίως	27
1.4.1. Η βιο-ενέργεια	27
1.4.2. Η γεωθερμική ενέργεια.....	29
1.4.3. Η υδροηλεκτρική ενέργεια	31
1.4.4. Η ενέργεια των ωκεανών	33
1.4.4. Η ηλιακή ενέργεια	35
1.4.5. Η αιολική ενέργεια	36
2. ΑΠΕ και βιωσιμότητα.....	39
2.1 Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο ενεργειακό μίγμα.....	39
2.1.1 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη σημερινή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη	45
2.2. Η σημασία της πράσινης ανάπτυξης	48
2.3. Δράσεις στον τομέα της ενέργειας για την κλιματική αλλαγή	58
2.3.1 Προσαρμογή στην Κλιματική αλλαγή στη Συμφωνία του Παρισιού	58
2.3.2. Ευρωπαϊκές Δράσεις για την κλιματική αλλαγή	61
2.3.3. Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος της Ελλάδας.....	62
3. Η διαχρονική εξέλιξη των ενεργειακών μεγεθών στην Ελλάδα και ο σχηματισμός προβλέψεων τους	66

3.1 Εξέλιξη των ενεργειακών μεγεθών	66
3.2. Η μέθοδος προβλέψεων με βάση τα μοντέλα ARIMA.....	80
3.3.Εφαρμογή των μοντέλων προβλέψεων στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ.....	83
Συμπεράσματα	94
Βιβλιογραφία	96
Παράρτημα.....	106

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Μηνιαία στοιχεία για την συνολική παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ για τα έτη 2015 – 2020	66
Πίνακας 2. Μηνιαία στοιχεία για την Αιολική ενέργεια στην παραγωγή ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2015 – 2020	72
Πίνακας 3. Μηνιαία στοιχεία για την Βιομάζα στην παραγωγή ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2015 – 2020	76
Πίνακας 4. Τα πραγματικά δεδομένα για το 2020 του μοντέλου πρόβλεψης, οι προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.	84
Πίνακας 5. Τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα για το 2021 του μοντέλου πρόβλεψης, σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.	86
Πίνακας 6. Τα πραγματικά δεδομένα για το 2020 του μοντέλου πρόβλεψης, οι προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή αιολικής ενέργειας.	88
Πίνακας 7. Τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα για το 2021 του μοντέλου πρόβλεψης, σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή αιολικής ενέργειας.	89
Πίνακας 8. Τα πραγματικά δεδομένα για το 2020 του μοντέλου πρόβλεψης, οι προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.	91
Πίνακας 9. Τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα για το 2021 του μοντέλου πρόβλεψης, σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.	93

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Διαχρονική εξέλιξη της μηνιαίας παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα και εγκατεστημένης ισχύος, από τον Ιανουάριο του 2015 έως και τον Δεκέμβριο του 2020. Πηγή: <http://www.lagie.gr>. 71

Διάγραμμα 2. Διαχρονική εξέλιξη της μηνιαίας παραγωγής αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα και εγκατεστημένης ισχύος, από τον Ιανουάριο του 2015 έως και τον Δεκέμβριο του 2020. Πηγή: <http://www.lagie.gr>. 76

Διάγραμμα 3. Διαχρονική εξέλιξη της μηνιαίας παραγωγής ενέργειας βιομάζας στην Ελλάδα και εγκατεστημένης ισχύος, από τον Ιανουάριο του 2015 έως και τον Δεκέμβριο του 2020. Πηγή: <http://www.lagie.gr>. 80

Διάγραμμα 4. Διαγραμματική αποτύπωση του μοντέλου πρόβλεψης της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα, για το 2021. 84

Διάγραμμα 5. Διαγραμματική αποτύπωση του μοντέλου πρόβλεψης της παραγόμενης αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα, για το 2021..... 87

Διάγραμμα 6. Διαγραμματική αποτύπωση του μοντέλου πρόβλεψης της παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα στην Ελλάδα, για το 2021. 91

Εισαγωγή

Οι αγορές ενέργειας σε ολόκληρο τον κόσμο έχουν αλλάξει σημαντικά τα τελευταία είκοσι χρόνια ως απάντηση στις διαθέσιμες νέες τεχνολογίες, τα προβλήματα και τις νέες λύσεις παραγωγής. Η τεχνολογία και οι εφαρμογές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τις έχουν προωθήσει σε μια θέση στην οποία μπορούν να αρχίσουν να ανταγωνίζονται τις παραδοσιακές μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα προβλήματα ρύπανσης που επηρεάζουν τη δημόσια υγεία, το περιβάλλον και άλλους πόρους έχουν έρθει στο προσκήνιο της εθνικής πολιτικής των κρατών και αυτές οι νέες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προσφέρουν λύση στους κινδύνους των ορυκτών καυσίμων. Οι κυβερνήσεις επενδύουν και προσβλέπουν σε αυτές τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για να εξυπηρετήσουν καλύτερα τους πληθυσμούς τους και να διατηρήσουν τη δημόσια ευημερία εκτός από τον τερματισμό της εξάρτησης από την οικονομικά ασταθή οικονομία ορυκτών καυσίμων.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι το να καταδείξει την σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μέρες μας και ταυτόχρονα να αναδειχτεί η ολοένα και αυξανόμενη σημασία των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα των περισσότερων, δυτικών στην πλειοψηφία τους, οικονομιών.

Για τον λόγο αυτό, η εργασία αποτελείται από τρία κεφάλαια. Στο πρώτο γίνεται εκτενής αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και παρέχονται τα πλέον πρόσφατα στοιχεία σχετικά με την παγκόσμια παραγωγή και ζήτησή τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο λαμβάνει χώρα μια εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση με σκοπό να αναδειχτεί η άρρηκτη σχέση μεταξύ των εννοιών της βιωσιμότητας και της βιώσιμης ανάπτυξης και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο δίνονται στοιχεία σχετικά με την παραγωγή ΑΠΕ και ειδικά της αιολικής ενέργειας και της ενέργειας από βιομάζα στην Ελλάδα, ενώ παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα των προβλεπτικών μοντέλων για το 2021.

1. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

1.1. Η Έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης

Η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης αναπτύχθηκε ως απάντηση στις σοβαρές ανησυχίες σχετικά με τη δυνατότητα του παγκόσμιου οικοσυστήματος της Γης να διατηρήσει και να διαχειριστεί τον αντίκτυπο της ανθρώπινης πίεσης στο περιβάλλον. Έχει ως στόχο την προληπτική εξάλειψη ή τουλάχιστον τη μείωση της ανισορροπίας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της κοινωνικής ανάπτυξης καθώς και της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης και του φυσικού περιβάλλοντος.

Η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης εισήχθη στην παγκόσμια χρησιμοποιούμενη ορολογία από τις υπηρεσίες των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ). Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε εκτενώς για πρώτη φορά στη Διάσκεψη του ΟΗΕ για το Ανθρώπινο Περιβάλλον το 1972. Προήλθε από την αρχική έννοια της αειφόρου διαχείρισης των φυσικών πόρων. Ορίστηκε ως μια στρατηγική που στοχεύει στην ανάπτυξη που βασίζεται στην ορθολογική χρήση των τοπικών πόρων και της γνώσης που αποκτούν οι εμπλεκόμενοι αρχικά σε περιοχές χωρών του Τρίτου Κόσμου.

Η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης ορίζεται ως μια διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία καλύπτει στο εύρος της την περιβαλλοντική (το φυσικό κεφάλαιο), την κοινωνική (κοινωνικό κεφάλαιο) και την οικονομική σφαίρα (το οικονομικό κεφάλαιο). Είναι μια ιδέα και ταυτόχρονα μια έννοια δράσεων που οδηγούν σε αλλαγές στη ζωή του ανθρώπινου πληθυσμού στον 21ο αιώνα για τη διασφάλιση επαρκών συνθηκών διαβίωσης για τις σημερινές και τις μελλοντικές γενιές, καθώς και τη δυνατότητα ικανοποίησης των αναγκών τους (Siuta-Tokarska & Nauka, 2020).

Μπορεί να υποθεθεί ότι η ιδέα της Βιώσιμης Ανάπτυξης είναι ένας ορισμένος συμβιβασμός μεταξύ των εννοιών για πολλά συστατικά στοιχεία της φυσικής, κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης. Πρέπει να επισημανθεί εδώ ότι ο όρος της Βιώσιμης Ανάπτυξης από την άποψη των οικονομικών επιστημών προέρχεται από τα οικονομικά της ανάπτυξης, η οποία περιλαμβάνει την νεοκλασική θεωρία και θεωρίες

που τονίζουν το πρόβλημα της ευθύνης στο πλαίσιο της προγραμματισμένης και υλοποιημένης οικονομικής ανάπτυξης.

Η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης εξετάζεται κυρίως στο πλαίσιο τριών προσεγγίσεων (Adamowicz, 2006): (1) την κοινωνικο-φιλοσοφική προσέγγιση που υποθέτει την ανάγκη για αλλαγές στο σύστημα των ανθρώπινων αξιών), (2) μια σύγχρονη κατεύθυνση οικονομικής ανάπτυξης (υποθέτοντας νέες μεθόδους οικονομικής οργάνωσης και διαχείρισης), (3) και μια νέα πειθαρχία της επιστήμης.

Τέτοιες μελέτες όπως αυτές του Gorka (2010) προσπάθησαν να τυποποιήσουν την ορολογία σχετικά με την έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Πρέπει να σημειωθεί ότι μερικές φορές, λανθασμένα, ο όρος βιώσιμος (sustainable) αντικαθίσταται από τον όρο «ισορροπημένος» (Balanced). Ωστόσο, η κατάσταση της διαρκούς ισορροπίας δεν συνάδει με την ουσία αυτής της έννοιας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε οικονομική σταθεροποίηση ή ακόμα και οπισθοδρόμηση.

Η Pirages (1997) ήταν της άποψης ότι η Βιώσιμη Ανάπτυξη αναφέρεται στην οικονομική ανάπτυξη, η οποία συντηρείται από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον. Με τη σειρά τους, οι Goodland και Ledec (1987) τόνισαν ότι η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι μια διαδικασία οικονομικού μετασχηματισμού που συνίσταται στη βελτιστοποίηση των τρεχόντων οικονομικών και κοινωνικών οφελών χωρίς να διακυβεύεται η δυνατότητα επίτευξης αυτών των οφελών στο μέλλον. Ο Turner (1998) παρουσίασε τη γνώμη ότι η Βιώσιμη Ανάπτυξη απαιτεί μεγιστοποίηση των καθαρών οφελών της οικονομικής ανάπτυξης προκειμένου να διατηρηθεί η προσβασιμότητα στις περιβαλλοντικές υπηρεσίες και η ποιότητα των φυσικών πόρων με την πάροδο του χρόνου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι Pearce et al. (1989) ήταν της άποψης ότι η Βιώσιμη Ανάπτυξη περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του κοινωνικό-οικονομικού συστήματος, το οποίο υποστηρίζει τους ακόλουθους στόχους: αύξηση του πραγματικού εισοδήματος, βελτίωση των εκπαιδευτικών προτύπων, της υγείας και της ποιότητας ζωής. Με τη σειρά τους, ο Gorka (2010) όρισε την Βιώσιμη Ανάπτυξη ως μια τέτοια πορεία οικονομικής ανάπτυξης, η οποία δεν διαταράσσει σημαντικά ή αμετάκλητα το περιβάλλον διαβίωσης για τον άνθρωπο, σεβόμενη ταυτόχρονα τους νόμους της φύσης και της οικονομίας.

Κατά τη γνώμη του Runowski (2000) η Βιώσιμη Ανάπτυξη συνίσταται στις προσπάθειες για την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ των διαφόρων στόχων της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης, χωρίς τους οποίους η βιωσιμότητα του συστήματος μπορεί να είναι δύσκολο να επιτευχθεί. Πρωταρχικός στόχος είναι η διασφάλιση της διαρκούς ανάπτυξης όσον αφορά τη σταθερότητα και τη συνέχειά της. Η Βιώσιμη Ανάπτυξη παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για τη βιωσιμότητα ως στόχο που πρέπει να επιτευχθεί.

Με τη σειρά τους, οι Giovannini και Linster (2005) δήλωσαν ότι η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης αναφέρεται τόσο στην ποιότητα όσο και στον όγκο της οικονομικής ανάπτυξης και συνδυάζει τρεις διαστάσεις της ευημερίας: την οικονομική, την κοινωνική και την φυσική. Ο Borgys [36] όρισε την Βιώσιμη Ανάπτυξη ως μια ολοκληρωμένη σειρά, δηλαδή ένα συγκεκριμένο παιχνίδι περιορισμών στη χρήση όλων των κεφαλαίων.

Ο Holger (2010) ήταν της άποψης ότι η Βιώσιμη Ανάπτυξη προσπαθεί να ορίσει τέτοιες συνθήκες διαχείρισης που θα μπορούσαν να εγγυηθούν επαρκώς υψηλά οικολογικά, οικονομικά και κοινωνικο-πολιτιστικά πρότυπα σε ολόκληρο τον ανθρώπινο πληθυσμό και στις μελλοντικές γενιές, παρατηρώντας παράλληλα την ανοχή στη φύση και συνειδητοποιώντας την σημασία της δικαιοσύνης μεταξύ των σημερινών και των επόμενων γενεών.

Με τη σειρά τους, οι Stanny & Czarniecki (2011) εξέφρασαν την άποψη ότι η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών στόχων που καθορίζουν την ευημερία των μελλοντικών γενεών. Η οικονομική πτυχή αναφέρεται όχι μόνο στην ικανοποίηση των σημερινών αναγκών, αλλά και στη διατήρηση πόρων που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών των μελλοντικών γενεών. Η κοινωνική πτυχή συνδέεται με την εκπαίδευση και τη δυνατότητα απόκτησης της ικανότητας επίλυσης μεγάλων κοινωνικών προβλημάτων και συμμετοχής στην αναπτυξιακή διαδικασία ολόκληρου του συστήματος. Τέλος, η οικολογική πτυχή αναφέρεται στον προσδιορισμό απόλυτων ορίων στην ανθρώπινη δραστηριότητα.

Η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι μια έννοια που αναφέρεται πλήρως σε όλο το εύρος της ανθρώπινης δραστηριότητας και στις επακόλουθες αλληλεπιδράσεις του ανθρώπου

με το περιβάλλον. Μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένας συγκεκριμένος τύπος κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης, ο οποίος ενόψει των αλλαγών που συμβαίνουν στη Γη πρέπει να παρακολουθείται και να αναλύεται συνεχώς. Μία από τις βασικές αρχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επομένως, σε αυτούς θα αφιερωθεί το επόμενο μέρος του κεφαλαίου.

1.2. Η Ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές αποτελεί σημαντικό στοιχείο της στρατηγικής για την Βιώσιμη Ανάπτυξη των χωρών μελών της ΕΕ, αλλά και όλων των χωρών του πλανήτη γενικότερα. Οι δημόσιες αρχές στην ΕΕ έχουν υιοθετήσει τις παραδοχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης για τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, ορίζοντας ως αποτελεσματική χρήση ενέργειας και των ανθρώπινων, οικονομικών και φυσικών πόρων. Αυτό προκύπτει από την ταχεία οικονομική ανάπτυξη, τη συνεχή αύξηση της ενεργειακής ζήτησης καθώς και τη συνειδητοποίηση ότι οι παγκόσμιοι παραδοσιακοί ενεργειακοί πόροι είναι περιορισμένοι (Kumar, 2020).

Η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης τονίζει τη σημασία της προστασίας του περιβάλλοντος και της πλήρωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό υπό τις νέες συνθήκες που παρατηρούνται παγκοσμίως. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι μια τέτοια δραστηριότητα, η οποία συντηρεί το φυσικό περιβάλλον και δεν μπορεί να διεξαχθεί σε βάρος των μελλοντικών γενεών. Η έννοια της Βιώσιμης Ανάπτυξης βασίζεται στους ανθρώπους ως υποκείμενα που έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον, στον πλανήτη ως περιοχή (αντικείμενο) ανθρώπινης επίδρασης και στη σύμπραξη των δυο ως μέθοδο ολοκληρωμένης δραστηριότητας (Kumar, 2020).

Οι παγκόσμιες ενέργειες για την Βιώσιμη Ανάπτυξη πρέπει να διασφαλίζουν την ευημερία και την ειρήνη παγκοσμίως. Τέτοιες θεμελιώδεις αρχές παρουσιάστηκαν επίσης στο ψήφισμα του ΟΗΕ «Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development», που εγκρίθηκε τον Σεπτέμβριο του 2015. Η παγκόσμια

πρωτοβουλία για την Βιώσιμη Ανάπτυξη επισημαίνει την κλιματική αλλαγή και τα προβλήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι 17 παγκόσμιοι στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης (ΣΒΑ) περιλαμβάνουν ενεργειακά ζητήματα, π.χ., ο SDG7 υποδεικνύει την ανάγκη για πρόσβαση σε φθηνή, καθαρή, αξιόπιστη, τεχνολογικά προηγμένη και βιώσιμη ενέργεια για όλους τους ανθρώπους έως το 2030. Αυτό πρέπει να επιτευχθεί με τα εξής (UN, 2015):

- ✓ Παροχή κοινής πρόσβασης σε φθηνές, αξιόπιστες και τεχνολογικά προηγμένες υπηρεσίες τροφοδοσίας.
- ✓ Σημαντική αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο και διπλασιασμός του παγκόσμιου δείκτη ενεργειακής απόδοσης.
- ✓ Ενίσχυση της διεθνούς συνεργασίας για τη διευκόλυνση της πρόσβασης σε καθαρή ενέργεια και τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, διασφαλίζοντας έτσι μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση και υπερσύγχρονες τεχνολογίες καθαρών ορυκτών καυσίμων, καθώς και υποστήριξη επενδύσεων στην υποδομή ηλεκτρολογικής μηχανικής και τις τεχνολογίες παραγωγής καθαρής ενέργειας και ανάπτυξη των υποδομών και εκσυγχρονισμό τεχνολογιών που παρέχουν προηγμένες και βιώσιμες ενεργειακές υπηρεσίες σε όλες τις αναπτυσσόμενες χώρες, ιδιαίτερα στις λιγότερο ανεπτυγμένες οικονομικά χώρες.

Η ΕΕ έχει επίσης διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της Ατζέντας 2030, η οποία συνάδει πλήρως με το ευρωπαϊκό όραμα και αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόγραμμα δράσεων για την Βιώσιμη Ανάπτυξη σε παγκόσμια κλίμακα, με βάση τους ΣΒΑ. Εδώ και πολλά χρόνια, η ΕΕ αναλαμβάνει δράσεις για την Βιώσιμη Ανάπτυξη στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Από την αρχή, ο ενεργειακός τομέας ήταν η πιο σημαντική πτυχή των διαδικασιών ολοκλήρωσης στην Ευρώπη. Η ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας Άνθρακα και Χάλυβα και της Ευρωπαϊκής Κοινότητας Ατομικής Ενέργειας αποσκοπούσε στον έλεγχο αυτού του τομέα και στη διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας για τις χώρες μέλη.

Το 1987 η «Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη» εισήγαγε την πολιτική προστασίας του περιβάλλοντος και ένα χρόνο αργότερα το «Εγγραφο εργασίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την εσωτερική αγορά ενέργειας» παρουσίασε στόχους στην ενεργειακή

πολιτική. Από το 1992, η ΕΕ εργάζεται για τη δημιουργία της ενιαίας αγοράς ενέργειας, η οποία περιλαμβάνει τρία στάδια. Το επόμενο βήμα στην ανάπτυξη της συνεργασίας στον ενεργειακό τομέα συνδέθηκε με την υιοθέτηση το 2010 «Μια στρατηγική για ανταγωνιστική, βιώσιμη και ασφαλή ενέργεια», καθορίζοντας τις προτεραιότητες της ΕΕ στην ενεργειακή πολιτική έως το 2020. Η ΕΕ προσδιόρισε αυτές τις προτεραιότητες ως διασφάλιση της ανταγωνιστικότητας των τιμών και ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού καθώς και ενίσχυση του τεχνολογικού πλεονεκτήματος σε αυτόν τον τομέα (European Commission, 2012).

Οι παραδοχές της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» υποθέτουν και αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%, αύξηση του μεριδίου ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στο επίπεδο του 20% το 1990. Στην επόμενη «Ενεργειακή Στρατηγική 2030» η ΕΕ όρισε τους στόχους για το κλίμα και την ενέργεια, εντός των οποίων τα κράτη μέλη δήλωσαν την πρόθεσή τους από το 2030 για μείωση κατά ελάχιστο 40% των εκπομπών τους των αερίων θερμοκηπίου σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, για αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 32% της ενέργειας που καταναλώνεται σε ολόκληρη την ΕΕ, για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 30% και για την διασφάλιση της δυνητικής μεταφοράς 15% της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην ΕΕ προς άλλες χώρες της Ευρώπης, στο πλαίσιο των συστημάτων διασύνδεσης. Η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 80–90% σε σύγκριση με εκείνη του 1990 είναι ένας άλλος στρατηγικός στόχος της ΕΕ που προσδιορίζεται στον «Ενεργειακό Οδικό Χάρτη 2050» του 2011.

Το επόμενο βήμα συνδέθηκε με την έγκριση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου το 2014 της «Ευρωπαϊκής Στρατηγικής Ενεργειακής Ασφάλειας», αναλαμβάνοντας βραχυπρόθεσμες ενέργειες σε περίπτωση διακοπής της παροχής φυσικού αερίου ή διαταραχών στις εισαγωγές της στην ΕΕ. Το πλαίσιο για την ενεργειακή πολιτική για τα έτη 2020–2030 ενημερώθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2016 στην έκθεση με τίτλο «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους», η οποία ανέφερε ότι ο φιλόδοξος στόχος της ενεργειακής απόδοσης αυξήθηκε κατά 32% (EU, 2016).

Σύμφωνα με τις παραδοχές της στρατηγικής για το κλίμα που αναφέρονται ως Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, που παρουσιάστηκε στη Σύνοδο Κορυφής για το

Κλίμα του 2019 στην Ισπανία, η ΕΕ δήλωσε ότι θα μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αρχικά, θεωρήθηκε ότι οι ρύποι θα μειωθούν κατά 80–95% έως το 2050 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Τελικά, αποφασίστηκε ότι στις χώρες της ΕΕ θα γίνουν μηδενικές εκπομπές (θα μετατραπούν δηλαδή αυτές σε κλιματικά ουδέτερες) έως το 2050. Με τη σειρά τους, κατά τη σύνοδο κορυφής του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου στις 10–11 Δεκεμβρίου 2020, οι ηγέτες της ΕΕ-27 συμφώνησαν να αυξήσουν τον στόχο μείωσης του CO₂ σε 55% έως το 2030 (European Council, 2020).

Όλες οι ενέργειες που έχει αναλάβει η ΕΕ που σχετίζονται με την ενέργεια και το κλίμα συνάδουν με τις υποθέσεις της «Ατζέντα 2030». Αυτοί οι φιλόδοξοι στόχοι της ΕΕ για την επίτευξη νέων στόχων για το κλίμα και την ενέργεια επικεντρώνονται κυρίως στην Βιώσιμη Ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα. Αυτές οι δράσεις επικεντρώνονται, π.χ., στην αυξημένη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πηγών, στο ενεργειακό ισοζύγιο. Ένας αυξανόμενος όγκος στοιχείων σχετικά με την αρνητική επίδραση των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας στο φυσικό περιβάλλον, την ανθρώπινη ζωή και την υγεία είναι πρωταρχικοί λόγοι για το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο κύριος στόχος της πολιτικής για τη βιώσιμη ενέργεια είναι ο περιορισμός των συνεπειών των αρνητικών επιπτώσεων του ενεργειακού τομέα στην ατμόσφαιρα. Έτσι, είναι εύλογο ότι οι κυβερνήσεις παγκοσμίως προωθούν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Gallagher, 2013).

Η ενέργεια θα πρέπει να παράγεται και να καταναλώνεται αποκλειστικά όταν παράγεται από καθαρές πηγές ενέργειας, δηλαδή κυρίως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν ενέργεια από βιομάζα, ηλιακή ενέργεια, υδροηλεκτρική ενέργεια, παλιρροιακή ενέργεια, αιολική και γεωθερμική ενέργεια. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η Βιώσιμη Ανάπτυξη που είναι επικεντρωμένη στην ενέργεια, σε μεμονωμένες χώρες απαιτείται για την περαιτέρω ύπαρξη του ενεργειακού τομέα και είναι καθοριστική για την ανάπτυξη όχι μόνο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά και για την οικονομία, το περιβάλλον και την κοινωνία (Gielen et al., 2019).

Η αυξημένη σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο παγκόσμιο ισοζύγιο καυσίμων και ενέργειας μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση κατανάλωσης ενεργειακών πρώτων υλών και στη βελτίωση της κατάστασης του φυσικού

περιβάλλοντος χάρη στα μειωμένα επίπεδα ρύπανσης του αέρα και των υδάτων και στις μειωμένες ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων. Για το λόγο αυτό, η υποστήριξη για την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνεται γρήγορα μια σημαντική κατεύθυνση στην πολιτική, η οποία πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό των ενεργειακών πολιτικών πολλών χωρών παγκοσμίως (Wang & Zhan, 2019).

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει διερευνηθεί σε πολλές μελέτες και επιστημονικές αναλύσεις. Οι περισσότερες εξ' αυτών αφορούν κυρίως την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο πλαίσιο της Βιώσιμης Ανάπτυξης, τη δυνατότητα χρήσης ηλιακής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα, την απόδοσή τους και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τη δυνατότητα χρήσης αιολικής ενέργειας, την υδροηλεκτρική ενέργεια, την παραγωγή ενέργειας από τα ωκεάνια ρεύματα, την γεωθερμική ενέργεια και την ενέργεια από βιομάζα. Πολλές δημοσιεύσεις είναι αφιερωμένες στην οικονομική αποδοτικότητα των επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην ΕΕ (García-Álvarez et al., 2018).

Οι κύριες ενδείξεις για την ανάπτυξη και την ανάπτυξη του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνουν το γεγονός ότι αυτές οι πηγές εκπέμπουν σημαντικά χαμηλότερες ποσότητες αερίων θερμοκηπίου και άλλων ρύπων και συμβάλλουν σε μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Δεν απαιτούν εξειδικευμένες υποδομές και μπορούν να συμβάλουν στην αύξηση των ποσοστών απασχόλησης και να προσφέρουν οικονομικά οφέλη, ιδιαίτερα στις αγροτικές περιοχές, ενώ η παραγωγή τους είναι φθηνότερη σε σύγκριση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα εμπόδια που εμποδίζουν την ταχεία εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το κύριο εμπόδιο συνδέεται με το υψηλό αρχικό κόστος των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών (π.χ. φωτοβολταϊκά πάνελ ή ανεμογεννήτριες), την έλλειψη δεδομένων και πληροφοριών για τους πόρους, την έλλειψη εγκαταστάσεων αποθήκευσης, την ανεπαρκή ικανότητα κατασκευής συστημάτων και παρακολούθησης της απόδοσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι προκλήσεις που σχετίζονται με την ενσωμάτωση συμβατικών και ανανεώσιμων τεχνολογιών ενέργειας περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την επίδραση στη χρήση της γεωργικής γης, την έλλειψη ισχυρών σε επιβολή αντίστοιχων πολιτικών ή τον

σχεδιασμό και την εφαρμογή προγραμμάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Marzec & Ziolo, 2016).

Οι εξαρτήσεις μεταξύ της αειφόρου ανάπτυξης και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αναφέρονται στη βιβλιογραφία περιλαμβάνουν τον ρόλο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην οικονομική ανάπτυξη. Η ανθρωπότητα από την αρχή βασίστηκε στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η βιομάζα, η ενέργεια του νερού ή η ηλιακή ενέργεια ήταν οι μόνες διαθέσιμες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, στην πορεία της ανάπτυξης, οι βιομηχανικές χώρες άρχισαν να εκμεταλλεύονται νέες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης και της πυρηνικής ενέργειας. Επί του παρόντος, σε πολλές χώρες, η ενέργεια θεωρείται δικαίωμα και οι κυβερνήσεις αναμένεται να καλύψουν αυτή την ανάγκη. Οι καταναλωτές ενεργειακών υπηρεσιών θέλουν κυρίως να είναι άφθονες, αξιόπιστες και εύκολα προσβάσιμες.

Ωστόσο, πολλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εξαρτώνται από τις δυνάμεις της φύσης και το περιβάλλον, όπως συμβαίνει, για παράδειγμα, με την αιολική ή την ηλιακή ενέργεια. Έτσι, η αφθονία ή η αξιοπιστία πολλών πηγών ενέργειας ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή. Ενδέχεται επίσης να παρουσιαστούν ελλείψεις ή διακοπή του ενεργειακού εφοδιασμού. Για μικρούς οικισμούς ή απομακρυσμένες κοινότητες, η ενέργεια μπορεί να είναι επαρκής, αλλά όταν εξετάζονται μεγάλοι οικισμοί ή βιομηχανικές περιοχές με υψηλή ενεργειακή ζήτηση, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να σχεδιαστεί επαρκώς. Το κόστος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι επίσης κρίσιμο. Σε πολλές περιπτώσεις, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προωθείται με βάση την προοπτική μείωσης του κόστους της. Η πολιτική της ΕΕ επικεντρώθηκε στην υποστήριξη των πολιτικών και των επιχειρήσεων των κρατών μελών της για χρήση φιλικής προς το περιβάλλον ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Pultowicz, 2009).

Επί του παρόντος, στην ΕΕ προωθείται η χρήση ηλιακής ενέργειας στα νοικοκυριά χάρη στις επιδοτήσεις για την αγορά φωτοβολταϊκών πάνελ, την αντικατάσταση κλιβάνων με καύση άνθρακα και τη θερμική μετασκευή των οικογενειακών κατοικιών. Επίσης εισάγονται κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Μια ουσιαστική πτυχή που συζητείται στη βιβλιογραφία συνδέεται επίσης με την ενεργειακή ασφάλεια ως πτυχή της βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτό αφορά την αξιοπιστία

και τη διαθεσιμότητα ενεργειακών υπηρεσιών, ιδιαίτερα στις βιομηχανικές χώρες, όπου οι διακοπές του ενεργειακού εφοδιασμού δημιουργούν κόστος. Με τη σειρά του, η απειλή των διακυμάνσεων των τιμών της ενέργειας μπορεί να επηρεάσει την οικονομία και σε ακραίες περιπτώσεις να οδηγήσει σε οικονομική κρίση (Sathaye et al., 2011).

Σημαντικό ρόλο από την άποψη αυτή διαδραματίζει το κράτος και η πολιτική του για την ενεργειακή ασφάλεια. Η ΕΕ, για την προώθηση της ενεργειακής ασφάλειας, έχει διαμορφώσει την ενιαία αγορά ενέργειας, όπου εφαρμόζεται η διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας. Η ΕΕ προσπαθεί να γίνει ανεξάρτητη από τον εξωτερικό ενεργειακό εφοδιασμό. Έτσι, παρατηρείται διαφοροποίηση στις μορφές παραγωγής ενέργειας με στόχο την αυξημένη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Όσον αφορά την ενεργειακή πολιτική της ΕΕ, προτεραιότητα είναι η διατήρηση μιας ισορροπίας μεταξύ της ασφάλειας, της ικανοποίησης των κοινωνικών αναγκών, της οικονομικής ανταγωνιστικότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος [67]. Η στρατηγική για την ανάπτυξη του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας υποδηλώνει την ορθολογική χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία θα συμβάλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας στη χρήση και διατήρηση των ενεργειακών υλικών πόρων και στη βελτίωση της κατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος (Pultowicz, 2009).

1.3. Η σημασία και τα πλεονεκτήματα της αξιοποίησης των ΑΕΠ

1.3.1 Θετικά στοιχεία της αξιοποίησης των ΑΠΕ

Παράλληλα με το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη διαθεσιμότητα ορυκτών ενεργειακών πόρων και την εκθετική αύξηση της ενεργειακής ζήτησης τις τελευταίες δεκαετίες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας γίνονται ένας σημαντικός πρόσθετος ενεργειακός πόρος για την κάλυψη των αναγκών, ιδίως για ηλεκτρική ενέργεια. Η αξιοποίηση των φυσικών, απεριόριστων ενεργειακών πόρων από το περιβάλλον με

στόχο τη μετατροπή τους σε ηλεκτρική ενέργεια, διασφαλίζοντας παράλληλα την περιβαλλοντική πτυχή, προσδίδει στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πολυάριθμα πλεονεκτήματα στη χρήση τους, με πρώτο την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές από το γεγονός ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ευθύνονται για το μηδέν ή σχεδόν μηδέν τοις εκατό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και άλλης ατμοσφαιρικής ρύπανσης (United Nations Development Programme, 2000).

Ένας περιεκτικός δείκτης της περιβαλλοντικής ρύπανσης που προκαλείται από έναν ορισμένο τύπο ηλεκτροπαραγωγής στη δραστηριότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να προσδιοριστεί από τη συνολική διάρκεια ζωής ενός μεμονωμένου σταθμού ηλεκτροπαραγωγής. Η αξιολόγηση του συνολικού κύκλου ζωής διαφορετικών τύπων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής δείχνει κατανοητά το υψηλότερο επίπεδο εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα αέρια του θερμοκηπίου, ως υποπροϊόν της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δεν εμφανίζονται στην εφαρμογή της πυρηνικής ενέργειας. Δεδομένου ότι αυτό είναι σε αντίθεση με τους ορυκτές πηγές, αυτός είναι επίσης ένας από τους λόγους για την συμπερίληψη της πυρηνικής ενέργειας στο πλαίσιο των «ανανεώσιμων πηγών». Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση, τα ραδιενεργά πυρηνικά απόβλητα, τα οποία έχουν υψηλές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, είναι ο λόγος που τελικά αυτού του είδους η ενέργεια δεν περιλαμβάνεται στις ανανεώσιμες πηγές (Kowalski, 2011).

Εάν παρατηρηθεί ο συνολικός κύκλος ζωής μιας μονάδας που χρησιμοποιεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου που εκφράζεται σε ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) εξακολουθεί να είναι εξαιρετικά μικρή ή αμελητέα. Στον συνολικό κύκλο ζωής τους, οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιούν συμβατικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ή η υδροηλεκτρική ενέργεια, έχουν ασήμαντες ποσότητες εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, γεγονός που επιβεβαιώνει την περιβαλλοντική αποδοχή τους (Ellabban et al., 2014).

Είναι ακριβώς οι αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις που προκαλούνται από τη ρύπανση από τη καύση συμβατικών, ορυκτών καυσίμων που αποτελούν ένα από τα κύρια επιχειρήματα για την προώθηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από

ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ως φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό πόρο, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμφανίζονται κυρίως στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας ως πρόσθετη υποστήριξη σε ήδη υπάρχουσες συμβατικές μονάδες ενέργειας για την παροχή πρόσθετων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας.

Αυτό επηρεάζει άμεσα τη μείωση της ενέργειας από ορυκτά καύσιμα που διαφορετικά θα καταναλωνόταν σε μια συμβατική μονάδα παραγωγής ενέργειας για την παραγωγή ίσης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μειώνουν την εξάρτηση από εισαγωγές, πρωτίστως ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και την εισαγωγή των απαραίτητων ορυκτών πόρων ενέργειας, δηλαδή καυσίμων που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια (Ellabban et al., 2014).

Ένα άλλο πλεονέκτημα στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εκδηλώνεται με την ενθάρρυνση της οικονομικής ανάπτυξης, δηλαδή την ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα και όλων των συναφών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με αυτόν τον κλάδο. Οι ανανεώσιμες πηγές έχουν σημαντική πολλαπλασιαστική επίδραση σε εκείνες τις χώρες των οποίων η βιομηχανία είναι ικανή να παράγει ενεργειακά μηχανήματα και εξοπλισμό με βάση τις τεχνολογικές καινοτομίες, ειδικά στις εξαγωγές τους (Kowalski, 2011).

Η καινοτομία που προωθεί τις τεχνικές και τεχνολογικές αλλαγές στις νέες δομές της αγοράς έχει προσδιοριστεί ως το πιο σημαντικό όφελος από τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Fankhauser et al., 2008). Στην πραγματικότητα, οι καινοτομίες σχετίζονται με νέες τεχνολογικές διαδικασίες στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που οδηγούν στη βελτίωση των επιχειρηματικών διαδικασιών και στην οικονομική ανάπτυξη.

Επίσης, οι τεχνολογικές αλλαγές και η καινοτομία, καθώς και η σταδιακή ανάπτυξη των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αυξάνουν τη ζήτηση για εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό, ενισχύοντας έτσι άμεσα την απασχόληση. Εκτός από τα παραπάνω, επισημαίνονται μέτρα πολιτικής που συμβάλλουν στη διατήρηση του περιβάλλοντος και στην αειφόρο ανάπτυξη. Ένα τέτοιο μέτρο είναι η λεγόμενη οικονομική ανάπτυξη με βάση την ενέργεια, η οποία ενσωματώνει την οικονομική ανάπτυξη και την ενεργειακή πολιτική και το σχεδιασμό σε ένα νέο πεδίο διαχείρισης των εθνικών οικονομιών.

Η οικονομική ανάπτυξη με βάση την ενέργεια ορίζεται ως η διαδικασία κατά την οποία οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων στον οικονομικό και ενεργειακό σχεδιασμό και την ανάπτυξη, οι κυβερνητικοί αξιωματούχοι και άλλες δημόσιες αρχές, οι ρυθμιστικές αρχές ενέργειας, οι εκπρόσωποι της βιομηχανίας και άλλοι συμμετέχοντες στην αγορά τείνουν να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση και τη διαφοροποίηση των ενεργειακών πόρων με τρόπο που δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας, διατηρεί την απασχόληση και ενθαρρύνει την ευημερία της περιοχής (Carley et al., 2011).

Η ουσία της έννοιας της οικονομικής ανάπτυξης με βάση την ενέργεια έγκειται στην κάλυψη των αναγκών οικονομικής και ενεργειακής ανάπτυξης. Έτσι, οι θεμελιώδεις στόχοι σχετίζονται με την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, τη διαφοροποίηση των πόρων και την αυτάρκεια, τη βελτίωση της βιομηχανίας και της οικονομικής ανάπτυξης, την ανάπτυξη της επιχειρηματικότητας, την ενθάρρυνση της τεχνολογικής καινοτομίας, την αύξηση του επιπέδου απασχόλησης και εξειδίκευσης κ.λπ. Οι πρωτοπόροι στην ανάπτυξη καθαρών «πράσινων» τεχνολογιών έχουν την ευκαιρία να γίνουν περιφερειακοί ή και παγκόσμιοι ηγέτες στον κλάδο. Εδώ πρέπει να επισημανθεί το παράδειγμα της Γερμανίας, καθώς η χώρα αυτή κατέχει ηγετική θέση στις εξαγωγές τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Fankhauser et al., 2008).

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας γενικά θεωρείται ότι έχουν ισχυρή επίδραση στην αύξηση της απασχόλησης, ειδικά στην απασχόληση του τοπικού πληθυσμού όπου βρίσκεται μια συγκεκριμένη ανανεώσιμη πηγή. Έρευνες έχουν δείξει ότι αυτό δεν είναι απολύτως σωστό, αλλά διαφέρει σημαντικά ανάλογα με τον βαθμό δραστηριότητας του κύκλου ζωής του εργοστασίου που εκμεταλλεύεται την ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Αν και κάθε τμήμα της ανανεώσιμης ενέργειας έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όλα έχουν έναν κοινό κύκλο ζωής που περιλαμβάνει πέντε φάσεις (Llera-Sastresa et al., 2010):

1. Έρευνα και σχεδιασμός
2. Ανάπτυξη και κατασκευή
3. Κατασκευή και εγκατάσταση
4. Λειτουργία και συντήρηση

5. Αναβάθμιση και αποσυναρμολόγηση.

1.3.2 Επιπτώσεις της αξιοποίησης των ΑΠΕ

1.3.3.1. Κοινωνικές επιπτώσεις

Οι πόροι από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχουν επίσης κοινωνικά οφέλη όπως η βελτίωση της υγείας, ανάλογα με την επιλογή του καταναλωτή, η πρόοδος στις τεχνολογίες και οι ευκαιρίες για εργασία, αλλά θα πρέπει να ληφθούν ορισμένα βασικά στοιχεία προς όφελος των ανθρώπων, για παράδειγμα, οι κλιματικές συνθήκες, το επίπεδο εκπαίδευσης και το βιοτικό επίπεδο, αλλά και περιφέρεια, είτε αυτή είναι αστική, είτε αγροτική, από γεωργική άποψη. Οι κοινωνικές πτυχές είναι οι βασικοί παράγοντες για την ανάπτυξη κάθε χώρας. Τα ακόλουθα κοινωνικά οφέλη μπορούν να επιτευχθούν από τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: τοπική απασχόληση, καλύτερη υγεία, ευκαιρίες απασχόλησης και επιλογή των καταναλωτών. Η μελέτη της Akella (2009) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η συνολική μείωση των εκπομπών αυξάνεται εκθετικά σε διάφορα χρόνια μετά την εγκατάσταση έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές.

1.3.3.2 Οικονομικές επιπτώσεις

Ανακαλύφθηκε ότι τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρέχουν οφέλη από οικονομική άποψη επειδή χρησιμοποιούν τοπική εργασία από αγροτικές περιοχές, τοπικά υλικά και επιχειρήσεις, τοπικούς μετόχους και υπηρεσίες τοπικών τραπεζών. Επιπλέον, τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν διευκολύνει τις κοινότητες με τη δημιουργία ενός καταπιστευματικού ταμείου που στοχεύει να επενδύσει τα χρήματα που κερδίζονται από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στην τοπική οικονομία. Αυτό καθιστά εύκολο για μερικές κοινότητες να επενδύσουν χρήματα σε οποιαδήποτε μικρή

επιχείρηση της επιλογής τους. Τα έργα βιοκαυσίμων δημιούργησαν μεγάλο αριθμό θέσεων εργασίας. Ωστόσο, πολύ χαμηλές θέσεις εργασίας δημιουργήθηκαν από τους ηλιακούς σταθμούς, καθώς αυξάνεται η αναλογία των ατόμων που εργάζονται σε διαφορετικές εταιρείες που θα δημιουργήσει περισσότερες θέσεις εργασίας για άλλους χρησιμοποιώντας το μέρος της οικονομίας τους για διασκέδαση, αναψυχή κ.λπ. Στους καταναλωτές θα παρέχεται ηλεκτρική ενέργεια σε χαμηλό κόστος σε σύγκριση με αυτό των συμβατικών πηγών ενέργειας, και η συνολική οικονομία θα βελτιωθεί επειδή θα υπάρχουν πολλαπλές επιλογές παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιώντας διαφορετικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που υπάρχουν στην περιοχή (Akella, 2009).

1.3.3.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν επίσης συμβάλει στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως η μείωση του διοξειδίου του άνθρακα, αφυπνίζοντας τις τοπικές κοινότητες σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Η μελέτη του Hicks (2011) παρατήρησε πολύ μικρές επιπτώσεις στους ανθρώπους που ζουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή, στον τουρισμό, στο κόστος του ενεργειακού εφοδιασμού και στις εκπαιδευτικές επιπτώσεις. Σημαντικές επιπτώσεις παρατηρήθηκαν στη βελτίωση του επιπέδου ζωής, στη δημιουργία κοινωνικών δεσμών και στην ανάπτυξη της κοινότητας. Παρατήρησαν επίσης οι ερευνητές ότι τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πολύπλοκα στην εγκατάσταση και είναι τοπικά ευαίσθητα στο περιβάλλον και στις συνθήκες. Η πρόβλεψη, η εκτέλεση και ο προγραμματισμός τους απαιτούν περισσότερη προσοχή και γνώση σε σύγκριση με άλλα έργα. Οι δύο κύριες πτυχές του περιβάλλοντος είναι η ρύπανση του αέρα και του νερού, που συνήθως δημιουργείται από το νερό που εκκενώνεται από τα σπίτια, τις βιομηχανίες και τη μολυσμένη βροχή, και η απόρριψη χρησιμοποιημένων ελαίων και υγρών που περιέχουν δηλητηριώδεις χημικές ουσίες και βαρέα μέταλλα όπως υδράργυρο, μόλυβδο κ.λπ. Οι φυσικοί πόροι ωστόσο, μπορούν να διατηρηθούν και το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορούν να μετριαστούν με τη σωστή χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1.3.3.4 Κοινωνικοπολιτικές επιπτώσεις

Οι ηλιακοί συλλέκτες εγκαθίστανται συνήθως στις στέγες των κτιρίων που αυξάνουν τις ευκαιρίες εργασίας στην κατασκευή και εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος. Αυτό αυξάνει την περιφερειακή ανάπτυξη και μειώνει τη χρήση ενέργειας από έργα μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Είναι πολύ χρήσιμο σε περιοχές όπου δεν υπάρχει πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια. Το κύριο πρόβλημα με το ηλιακό σύστημα είναι το υψηλό κόστος επένδυσης και συντήρησης. Τα ενεργειακά έργα βιομάζας έχουν μεγάλη συμβολή στη δημιουργία τοπικών θέσεων εργασίας και στην ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών. Τέτοιοι τύποι σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχουν μεγάλες ευκαιρίες για θέσεις εργασίας στην κατασκευή μονάδων, τη διαχείριση, τη συντήρηση εγκαταστάσεων, την παραγωγή και την προετοιμασία βιομάζας. Μόνο η παραγωγή θορύβου και η δυσάρεστη οσμή είναι οι αρνητικές επιπτώσεις αυτών των φυτών. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν αργή εφαρμογή λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής εγκαταστάσεων και παραγωγής ενέργειας. Η κατασκευή και λειτουργία τους δημιουργεί θέσεις εργασίας σε όλες σχεδόν τις τεχνικές δραστηριότητες.

Στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς, το μείζον κοινωνικοπολιτικό πρόβλημα είναι η μετατόπιση των ανθρώπων από τις περιοχές που πρόκειται να κατασκευαστεί το εργοστάσιο. Τα εργοστάσια αυτά παρέχουν σημαντικές θέσεις εργασίας για την τοπική κοινωνία και επίσης παίζουν σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη της κοινότητας. Η κατασκευή σταθμών παλιρροιακής ενέργειας δεν έχει καμία επίδραση στον άνθρωπο και έχουν καλύτερη συμβολή στην τοπική και επίσημη απασχόληση. Τα έργα αιολικής ενέργειας δεν δημιουργούν κανένα πρόβλημα μετανάστευσης και δημιουργούν μεγάλο αριθμό ευκαιριών εργασίας ειδικά για μηχανικούς. Τα έργα γεωθερμικής ενέργειας παρέχουν τα ακόλουθα κοινωνικοπολιτικά οφέλη: βελτίωση της εκπαίδευσης των κατοίκων της περιοχής, βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και βελτίωση της φροντίδας των ανθρώπων σε θέματα υγείας (Vezmar, 2014).

1.3.3.5. Κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις

Πραγματοποιήθηκαν τρεις περιπτώσιολογικές μελέτες για τη διερεύνηση των κοινωνικοοικονομικών οφελών των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Και στις τρεις περιπτώσεις ήταν έργα ηλιακής ενέργειας, αιολικής ενέργειας και βιοκαυσίμων και χρησιμοποιήθηκε εμπειρική μέθοδος για τη συλλογή δεδομένων. Ο βασικός στόχος της μελέτης ήταν να γνωρίζει τη συμβολή των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τοπική βιωσιμότητα, η οποία περιλαμβάνει την κοινωνική, την οικονομική και την περιβαλλοντική διάσταση και σκόπευε να εντοπίσει τα κοινωνικοοικονομικά οφέλη των επενδύσεων αυτών. Χρησιμοποιήθηκαν έντεκα παράμετροι, όπως η δημιουργία θέσεων εργασίας, οι επιπτώσεις στην εκπαίδευση, η εύκολη χρήση της ενέργειας, η ανάπτυξη του εισοδήματος, οι δημογραφικές επιπτώσεις, η δημιουργία κοινωνικών δεσμών και η ανάπτυξη της κοινότητας, η χρήση εγγενών πόρων και ο τουρισμός. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι επιπτώσεις των ΑΠΕ στην απασχόληση είναι θετικές και ότι η έμμεση απασχόληση είναι υψηλή σε σύγκριση με το μέγεθος της κοινότητας, ενώ η άμεση απασχόληση είναι μέτρια (Rio, 2009).

1.4. Πρόσφατα στοιχεία σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παγκοσμίως

1.4.1. Η βιο-ενέργεια

Η βιοενέργεια περιλαμβάνει τη χρήση βιολογικών υλικών για ενεργειακούς σκοπούς. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα υλικών, συμπεριλαμβανομένων υπολειμμάτων από τη γεωργία και τη δασοκομία, στερεών και υγρών οργανικών απόβλητων (συμπεριλαμβανομένων των αστικών στερεών αποβλήτων και λυμάτων) και καλλιέργειες που καλλιεργούνται ειδικά για ενέργεια. Πολλές διαφορετικές διαδικασίες μπορούν να μετατρέψουν αυτές τις πρώτες ύλες σε θερμότητα, ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμα για τις μεταφορές (βιοκαύσιμα). Ενώ ορισμένες από αυτές τις

διαδικασίες έχουν καθιερωθεί πλήρως, άλλες βρίσκονται σε προηγούμενα στάδια ανάπτυξης, επίδειξης και εμπορευματοποίησης (GWEC, 2020).

Η βιομάζα παρέχει ενέργεια για θέρμανση στη βιομηχανία και τα κτίρια, τις μεταφορές και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συνολικά, η βιοενέργεια αντιπροσώπευε περίπου το 11,6% ή 44 exajoules (EJ) της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2019. Περισσότερο από το ήμισυ αυτής της συνολικής βιοενέργειας προήλθε από την παραδοσιακή χρήση της βιομάζας, η οποία παρείχε περίπου 24,6 EJ ενέργειας για μαγείρεμα και θέρμανση σε αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες οικονομίες, ιδίως στην υποσαχάρια Αφρική (GWEC, 2020).

Άλλες πιο σύγχρονες και αποδοτικές χρήσεις της βιοενέργειας παρείχαν περίπου το ήμισυ του συνόλου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας το 2019, με το συνολικό ποσό να εκτιμάται σε 19,5 EJ, ή 5,1% της συνολικής παγκόσμιας τελικής ζήτησης ενέργειας. Η σύγχρονη βιοενέργεια παρείχε περίπου 13,7 EJ για θέρμανση (7,3% της παγκόσμιας προσφοράς ενέργειας που χρησιμοποιείται για θέρμανση), 4,0 EJ για τις μεταφορές (3,3% των ενεργειακών αναγκών στις μεταφορές) και 1,7 EJ για παγκόσμια παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (2,1% του συνόλου). Η σύγχρονη χρήση βιοενέργειας έχει αυξηθεί περισσότερο με ταχείς ρυθμούς στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας –αύξηση 27% μεταξύ 2010 και 2019– σε σύγκριση με αύξηση περίπου 15% για τη χρήση των μεταφορών και λιγότερο από 5% για τη βιοθερμότητα (GWEC, 2019).

Η χρήση της βιομάζας για θέρμανση έχει αλλάξει σχετικά λίγο τα τελευταία χρόνια. Η παραδοσιακή χρήση της βιομάζας στις αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες οικονομίες είναι η παροχή ενέργειας για μαγείρεμα και θέρμανση σε παραδοσιακές ανοιχτές εστίες ή αναποτελεσματικές σόμπες. Ωστόσο, η βιομάζα που χρησιμοποιείται σε αυτές τις εφαρμογές έχει μειωθεί κατά περίπου 9% από το 2009, από 27,0 EJ σε περίπου 24,6 EJ το 2019 (Eckhouse, 2020).

Λόγω των αρνητικών επιπτώσεων της παραδοσιακής χρήσης της βιομάζας στην τοπική ποιότητα του αέρα και τη δημόσια υγεία, καθώς και της μη βιώσιμης φύσης μεγάλου μέρους της παροχής βιομάζας, οι κυβερνήσεις και οι διεθνείς οργανισμοί καταβάλλουν σημαντικές παγκόσμιες προσπάθειες για να βελτιώσουν την πρόσβαση σε καθαρότερα καύσιμα για μαγείρεμα και θέρμανση. Αυτά τα καύσιμα

περιλαμβάνουν υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG), ηλεκτρική ενέργεια και καθαρότερες μορφές βιομάζας, όπως τα καύσιμα αιθανόλης και οι μπρικότες και τα πέλλετ ξύλου (Eckhouse, 2020).

Η σύγχρονη βιοενέργεια μπορεί να παρέχει θερμότητα αποτελεσματικά και καθαρά για τη βιομηχανία και για κατοικίες, δημόσια και εμπορικά κτίρια. Ο τελικός χρήστης μπορεί να καταναλώσει απευθείας βιομάζα για να παράγει βιοθερμότητα σε σόμπα ή λέβητα. Εναλλακτικά, η βιοθερμότητα μπορεί να παραχθεί σε αποκλειστική μονάδα (συμπεριλαμβανομένης της συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας με χρήση συστημάτων συνδυασμένης θερμότητας και ισχύος (CHP)) και να διανεμηθεί μέσω του δικτύου στους τελικούς καταναλωτές. Το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας που χρησιμοποιείται για θέρμανση είναι καύσιμο με βάση το ξύλο, αλλά χρησιμοποιούνται επίσης υγρά και αέρια βιοκαύσιμα, συμπεριλαμβανομένου του βιομεθανίου, το οποίο μπορεί να εγχυθεί στα συστήματα διανομής φυσικού αερίου.

1.4.2. Η γεωθερμική ενέργεια

Οι γεωθερμικοί πόροι αξιοποιούνται για ενεργειακές εφαρμογές μέσω δύο πρωταρχικών οδών, με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που συμβαίνει στην ηλιακή ενέργεια και τη βιοενέργεια. Είτε μέσω της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, είτε μέσω διαφόρων θερμικών εφαρμογών «άμεσης χρήσης» (χωρίς μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια), όπως η θέρμανση χώρων και η βιομηχανική εισροή θερμότητας. Η παραγωγή γεωθερμικής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν περίπου 97 TWh το 2020, ενώ η άμεση χρήσιμη θερμική παραγωγή ήταν περίπου 128 TWh (462 PJ). Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι γεωθερμικές μονάδες παράγουν τόσο ηλεκτρική ενέργεια όσο και θερμότητα για θερμικές εφαρμογές (συμπαραγωγή), αλλά αυτή η επιλογή εξαρτάται από τη θερμική ζήτηση ειδικής τοποθεσίας που συμπίπτει με τον γεωθερμικό πόρο (IEA, 2019).

Υπολογίζεται ότι 0,1 GW νέας δυναμικότητας παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας κυκλοφόρησε το 2020, ανεβάζοντας το παγκόσμιο σύνολο σε περίπου 14,1 GW. Το ξεχωριστό χαρακτηριστικό του 2020 ήταν η δυσανάλογα μικρή αύξηση της

δυναμικότητας σε σχέση με τα τελευταία χρόνια (που αποδίδεται εν μέρει σε διαταραχές που σχετίζονται με την πανδημία), με όλες σχεδόν τις νέες εγκαταστάσεις που βρίσκονται στην Τουρκία. Άλλες χώρες που πρόσθεσαν μικρές ποσότητες χωρητικότητας γεωθερμικής ενέργειας το 2020 ήταν οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ιαπωνία.

Οι 10 χώρες με το μεγαλύτερο απόθεμα χωρητικότητας γεωθερμικής ενέργειας στα τέλη του 2020 ήταν οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Ινδονησία, οι Φιλιππίνες, η Τουρκία, η Νέα Ζηλανδία, το Μεξικό, η Κένυα, η Ιταλία, η Ισλανδία και η Ιαπωνία. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η πραγματική ικανότητα παραγωγής (ικανότητα λειτουργίας) μπορεί να είναι χαμηλότερη από τις υποδεικνυόμενες τιμές, λόγω της σταδιακής υποβάθμισης της ικανότητας παραγωγής ατμού των γεωθερμικών πεδίων ή της ανεπαρκούς γεώτρησης φρεατίων για την αναπλήρωση της ροής ατμού με την πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα, η αποτελεσματική δυναμικότητα παραγωγής στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν 2,6 GW στο τέλος του 2020, ενώ η μικτή δυναμικότητα ήταν 3,7 GW (EIA, 2021).

Η επέκταση της γεωθερμικής δυναμικότητας της Τουρκίας το 2020 αναφέρθηκε ότι ήταν 99 MW, η οποία ήταν η μικρότερη ετήσια αύξηση της χώρας από το 2014 και μικρότερη από το ήμισυ της μέσης ετήσιας προσθήκης για τα προηγούμενα πέντε χρόνια. Ωστόσο, νέες εγκαταστάσεις δυναμικότητας δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια του έτους, ώστε η τελική παραγωγή ανήλθε σε περίπου 128 MW. Καθένα από αυτά τα εργοστάσια, συμπεριλαμβανομένης της εγκατάστασης Nezihe Beren των 20 MW, πληροί τις προϋποθέσεις για το υψηλότερο εθνικό τιμολόγιο τροφοδοσίας της Τουρκίας για γεωθερμικές εγκαταστάσεις λόγω της τοπικής παραγωγής περιεχομένου (Exergy, 2020).

Μετά από μια πανομοιότυπη προσθήκη το 2019, το συγκρότημα Pamukören πρόσθεσε άλλη μονάδα 32 MW τον Δεκέμβριο. Επίσης, το συγκρότημα Efeler επεκτάθηκε κατά τουλάχιστον 25 MW μέχρι το τέλος του έτους. Όλοι οι νέοι σταθμοί γεωθερμίας της Τουρκίας βρίσκονται στη Δυτική Ανατολία, μαζί με όλη την υπάρχουσα δυναμικότητα. Το 2020, η Τουρκία εξακολουθεί να κατατάσσεται στην τέταρτη θέση παγκοσμίως ως προς τη συνολική χωρητικότητα γεωθερμικής ενέργειας, με 1,6 GW. Η γεωθερμική παροχή ενέργειας αποτελεί περίπου το 3% της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας (Ormat, 2020).

1.4.3. Η υδροηλεκτρική ενέργεια

Παρά την αύξηση κατά 24% στις προσθήκες δυναμικότητας, κυρίως λόγω της China, η παγκόσμια αγορά υδροηλεκτρικής ενέργειας δεν ανέκαμψε το 2020 μετά από αρκετά χρόνια επιβράδυνσης. Οι επιπτώσεις της πανδημίας COVID-19 ήταν αξιοσημείωτες, με την αγορά να επιβραδύνεται καθώς η κατασκευή σταμάτησε προσωρινά, οι αλυσίδες εφοδιασμού εξαρτημάτων διαταράχθηκαν και η ζήτηση ενέργειας μειώθηκε. Οι προσθήκες χωρητικότητας για το έτος εκτιμάται ότι ανήλθαν σε 19,4 GW συνολικά, ανεβάζοντας τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ στα 1.170 GW. Οι κορυφαίες 10 χώρες με την μεγαλύτερη συνολική χωρητικότητα δεν άλλαξαν και ήταν, κατά σειρά εγκατεστημένης ισχύος οι εξής: Κίνα, Βραζιλία, Καναδάς, Ηνωμένες Πολιτείες, Ρωσική Ομοσπονδία, Ινδία, Νορβηγία, Τουρκία, Ιαπωνία και Γαλλία, που μαζί αντιπροσωπεύουν περισσότερα από τα δύο τρίτα των συνολικών παραγόμενων ποσοτήτων (International Water Power & Dam Construction, 2020).

Η Κίνα ανέκτησε το προβάδισμα από τη Βραζιλία στο θέμα της λειτουργίας μονάδων νέας δυναμικότητας υδροηλεκτρικής ενέργειας (μεγάλες και μικρές εγκαταστάσεις), ακολουθούμενη από την Τουρκία, την Ινδία, την Αγκόλα και τη Ρωσική Ομοσπονδία. Καθώς οι μεγάλοι και οικονομικά βιώσιμοι υδρολογικοί πόροι γίνονται πιο περιορισμένοι, οι αγορές αναπτύσσουν όλο και περισσότερο το εναπομένον αναξιοποίητο δυναμικό που είναι διαθέσιμο (Deign, 2021).

Η παγκόσμια παραγωγική ικανότητα αποθήκευσης (η οποία υπολογίζεται χωριστά από την ικανότητα υδροηλεκτρικής ενέργειας) αυξήθηκε κατά 1,5 GW (0,9%) το 2020, κυρίως από νέες εγκαταστάσεις στην Κίνα και το Ισραήλ. Η παγκόσμια παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 1,5% το 2020, φτάνοντας τις 4.370 TWh, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 16,8% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο.

Η Κίνα πρόσθεσε 12,6 GW υδροηλεκτρικής ισχύος το 2020, το υψηλότερο ποσό της για τα προηγούμενα πέντε χρόνια, φθάνοντας τα 338,7 GW στο τέλος του έτους. Η δυναμικότητα της χώρας αυξήθηκε κατά 15% κατά την περίοδο 2015-2020

και οι νέοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί αντιπροσώπευαν το 7% του συνόλου της Κίνας της πρόσφατα εγκατεστημένης ισχύος παραγωγής ενέργειας το 2020. Οι μεγαλύτερες προσθήκες περιελάμβαναν το εργοστάσιο 1,6 GW Datengxia στην αυτόνομη περιοχή Guangxi Zhuang, με οκτώ τουρμπίνες 200 MW και τις πέντε μονάδες 850 MW που τέθηκαν σε λειτουργία στο εργοστάσιο Wudongde μεταξύ των επαρχιών Yunnan και Sichuan. Το Wudong είναι το έβδομο μεγαλύτερο εργοστάσιο στον κόσμο μετά την ολοκλήρωσή του, με 10,2 GW συνολικής εγκατεστημένης ισχύος (REN21, 2021).

Άλλα έργα υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Κίνα περιελάμβαναν την ολοκληρωμένη ανακατασκευή του εργοστασίου Fengman 1,5 GW και τη συνεχιζόμενη κατασκευή του μεγάλου έργου Baihetan των 16 GW, με προγραμματισμένη έναρξη λειτουργίας για το 2021. Η συνολική παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας της Κίνας έφτασε τις 1.360 TWh, αυξημένη κατά 4,1% από το 2019. Εν τω μεταξύ, το φράγμα Three Gorges σημείωσε νέο παγκόσμιο ρεκόρ για την ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2020 (HPEC, 2020).

Η ευρωπαϊκή αγορά υδροηλεκτρικής ενέργειας έχει φτάσει σχεδόν στην ωριμότητα και οι δυνατότητες για νέες, μεγάλες εγκαταστάσεις είναι περιορισμένες. Η Νορβηγία πρόσθεσε 324 MW δυναμικότητας –με σχεδόν το ήμισυ αυτής να αποτελείται από σταθμούς κάτω των 10 MW– επιπλέον σε πολλές μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένης μιας μονάδας 77 MW. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της χώρας έφτασε τα 32 GW το 2020, που αντιπροσωπεύει το 89% της εθνικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Στη Γαλλία, το εργοστάσιο Romanche-Gavet 97 MW τέθηκε σε λειτουργία μετά από μια δεκαετία κατασκευής, αντικαθιστώντας έξι σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και πέντε φράγματα που κατασκευάστηκαν γύρω στο 1910. Για να μειωθεί ο οπτικός αντίκτυπος της εγκατάστασης, οι κατασκευαστές εγκατέστησαν το εργοστάσιο υπόγεια και αντικατέστησαν τις προηγούμενες κατασκευές με ένα μόνο φράγμα. Επιπλέον, τοπικά είδη φυτεύτηκαν κατά μήκος των όχθων του φράγματος για οικολογική αποκατάσταση. Στην Αλβανία, η οποία βασίζεται εξ ολοκλήρου στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και τις εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας, το εργοστάσιο 197 MW Moglice είναι το δεύτερο από τα δύο εργοστάσια που αποτελούν μέρος του προγράμματος Devoll Hydropower Scheme ισχύος 269 MW.

1.4.4. Η ενέργεια των ωκεανών

Οι ωκεανοί περιέχουν τη μεγαλύτερη αναξιοποίητη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Ενώ οι τεχνολογίες ενέργειας των ωκεανών αντιπροσωπεύουν το μικρότερο μερίδιο της αγοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προχωρούν σταθερά προς την εμπορευματοποίηση. Οι νέες εγκαταστάσεις το 2020 πρόσθεσαν περίπου 2 MW, ανεβάζοντας τη συνολική λειτουργική εγκατεστημένη ισχύ στα 527 MW περίπου στο τέλος του έτους. Δύο παλιρροϊκά φράγματα που χρησιμοποιούν τεχνολογίες ώριμων στροβίλων αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 90% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος: ο σταθμός La Rance 240 MW στη Γαλλία (εγκαταστάθηκε το 1966) και το εργοστάσιο Sihwa ισχύος 254 MW στη Δημοκρατία της Κορέας (2011) (IRENA, 2021).

Το παλιρροϊκό ρεύμα και η κυματική ισχύς είναι το κύριο επίκεντρο των αναπτυξιακών προσπαθειών. Οι εξελίξεις σε αυτές τις τεχνολογίες έχουν συγκεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στην Ευρώπη, ιδίως στο Ηνωμένο Βασίλειο, το οποίο διαθέτει σημαντικούς πόρους. Ωστόσο, η γενναιόδωρη υποστήριξη εσόδων και τα φιλόδοξα προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης στον Καναδά, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Κίνα δίνουν ώθηση στην ανάπτυξη και αλλού. Το 2020, η ΕΕ έθεσε έναν φιλόδοξο στόχο για 40 GW θαλάσσιας ισχύος έως το 2050, συμπεριλαμβανομένου τουλάχιστον 100 MW πιλοτικών έργων έως το 2025 και 1 GW έως το 2030 (European Commission, 2020).

Οι κατασκευές παλιρροϊακού ρεύματος πλησιάζουν στην ωρίμανση και τα προεμπορικά έργα βρίσκονται σε εξέλιξη. Ο σχεδιασμός των συσκευών για παραγωγή σε κλίμακα χρησιμότητας έχει συγκλίνει σε αυτές που χρησιμοποιούν στροβίλους οριζόντιου άξονα που είναι τοποθετημένοι στον πυθμένα της θάλασσας ή προσαρτημένοι σε πλωτή πλατφόρμα. Αυτές οι συσκευές έχουν επιδείξει σημαντική αξιοπιστία στην απόδοση, με την συνολική παραγωγή να ξεπερνά τις 60 GWh μέχρι το τέλος του 2020 (από 45 GWh το προηγούμενο έτος). Μια σειρά από άλλες έννοιες είναι υπό ανάπτυξη, σχεδιασμένες για να ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες εφαρμογές ή

περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η παροχή ρεύματος σε απομακρυσμένες κοινότητες ή σε τοποθεσίες χαμηλής ενέργειας (European Commission, 2017).

Οι συσκευές κυματικής ισχύος παραμένουν στη φάση της δημιουργίας πρωτοτύπων και δεν υπάρχει ακόμη σύγκλιση στο σχεδιασμό, λόγω της πολυπλοκότητας της εξαγωγής της κυματικής ενέργειας από μια ποικιλία συνθηκών κυμάτων και του ευρέος φάσματος πιθανών αρχών λειτουργίας. Οι προγραμματιστές γενικά έχουν επιλέξει μία από τις δύο διαφορετικές οδούς για την ανάπτυξη της κυματικής ενέργειας: είτε συσκευές άνω των 100 kW που στοχεύουν σε αγορές ηλεκτρικής ενέργειας σε κλίμακα κοινής ωφέλειας, ενώ οι μικρότερες συσκευές, συνήθως κάτω των 50 kW, προορίζονται κυρίως για εξειδικευμένες εφαρμογές (πετρέλαιο και φυσικό αέριο, υδατοκαλλιέργεια, θαλάσσια παρακολούθηση και άμυνα).

Η βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας των ωκεανών αντιμετώπισε σημαντικές προκλήσεις το 2020 καθώς η πανδημία COVID-19 επιβράδυνε την κατασκευή, καθυστέρησε τις εγκαταστάσεις και παρενέβη στα χρονοδιαγράμματα συντήρησης. Οι περισσότερες προγραμματισμένες αναπτύξεις αναβλήθηκαν για το 2021, αν και πραγματοποιήθηκαν ορισμένες αναπτύξεις και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συνεχίστηκε παρά τη μειωμένη συντήρηση. Συνολικά, επτά συσκευές παλιρροιακού ρεύματος αναπτύχθηκαν με επιτυχία το 2020, συμπεριλαμβανομένης μιας συστοιχίας τριών στροβίλων, ενός στροβίλου μεγάλης εμπορικής κλίμακας και μικρότερων αναπτύξεων επίδειξης.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Verdant Power εγκατέστησε μια συστοιχία 105 kW με τρεις τουρμπίνες παλιρροϊκής ισχύος στην τοποθεσία Roosevelt Island Tidal Energy Project στο East River της Νέας Υόρκης, σηματοδοτώντας το πρώτο εγκεκριμένο έργο παλιρροιακής ενέργειας στη χώρα. Από τον Ιανουάριο του 2020, η συστοιχία είχε λειτουργήσει συνεχώς για τρεις μήνες, επιτυγχάνοντας 100 μεγαβατώρες (MWh) παραγωγής στις πρώτες 85 ημέρες. Στο Igiugig της Αλάσκας, η Ocean Renewable Power Company (ORPC, ΗΠΑ) ανέπτυξε εκ νέου το σύστημα τροφοδοσίας RivGen των 35 kW, έναν βυθιζόμενο στρόβιλο ρεύματος ποταμού ροής. Σε συνδυασμό με ηλεκτρονικά μικροδίκτυα και αποθήκευση ενέργειας, το σύστημα αναμένεται να μειώσει τη χρήση ντίζελ στο Igiugig Village κατά 90% περίπου (US Department of Energy, Water Power Technologies Office, 2021).

1.4.4. Η ηλιακή ενέργεια

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά διατήρησαν την ανοδική τους πορεία τα τελευταία χρόνια σημειώνοντας ρεκόρ το 2019, με νέες εγκαταστάσεις που έφτασαν τα 139 GW . Αυτό οδήγησε το παγκόσμιο σύνολο σε περίπου 760 GWDC, συμπεριλαμβανομένης της χωρητικότητας εντός και εκτός δικτύου.. Ωστόσο, στην αγορά κυριαρχεί έντονα ένα κλίμα αβεβαιότητας (IEA, 2021).

Το κλείσιμο επιχειρήσεων, τα lockdowns και οι περιορισμοί στις μετακινήσεις που σχετίζονται με την πανδημία COVID-19 μείωσαν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και άλλαξαν τα μοτίβα της καθημερινής ζήτησης. Η πανδημία οδήγησε επίσης σε καθυστερήσεις στην αποστολή και τις παραδόσεις ηλιακών συλλεκτών και σχετικού υλικού στον πελάτη, επιδεινώνοντας τις υπάρχουσες προκλήσεις σε ορισμένες αγορές.

Ωστόσο, ενώ η ανάπτυξη σε ορισμένες αγορές ήταν χαμηλότερη από τις ισχυρές προσδοκίες για το 2020, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά κατάφεραν να επιτύχουν τη μεγαλύτερη αύξηση χωρητικότητας που έχει παρατηρηθεί ποτέ σε ένα μόνο έτος. Ο τομέας της διανομής επηρεάστηκε περισσότερο από τον τομέα κοινής ωφέλειας, αλλά αρκετές χώρες είδαν αυξήσεις στη ζήτηση κατοικιών. Οι επικείμενες αλλαγές πολιτικής στο τέλος του έτους οδήγησαν μεγάλο μέρος της ανάπτυξης στις τρεις κορυφαίες αγορές (Κίνα, Ηνωμένες Πολιτείες και Βιετνάμ) , αλλά αρκετές ακόμη χώρες γνώρισαν επίσης αξιοσημείωτη επέκταση της αγοράς (IEA, 2021).

Η ζήτηση για ηλιακά φωτοβολταϊκά εξαπλώνεται και επεκτείνεται καθώς γίνεται η πιο ανταγωνιστική επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε έναν αυξανόμενο αριθμό τοποθεσιών, τόσο για οικιακές και εμπορικές εφαρμογές όσο και για έργα κλίμακας κοινής ωφέλειας – ακόμη και χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το εξωτερικό κόστος των ορυκτών καυσίμων. Αυτό ισχύει επίσης για την αποθήκευση ηλιακής ενέργειας σε έναν αυξανόμενο αριθμό αγορών. Το 2020, εκτιμάται ότι 20 χώρες πρόσθεσαν τουλάχιστον 1 GW νέας ηλιακής ισχύος Φ/B, από 18 χώρες το 2019, και όλες οι ήπειροι συνεισέφεραν σημαντικά στην παγκόσμια ανάπτυξη. Μέχρι το

τέλος του 2020, τουλάχιστον 42 χώρες είχαν σωρευτική ισχύ 1 GW ή περισσότερο (IEA, 2021).

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε έναν αυξανόμενο αριθμό χωρών. Μέχρι το τέλος του 2020, τουλάχιστον 15 χώρες είχαν αρκετή ικανότητα λειτουργίας για να καλύψουν τουλάχιστον το 5% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας με ηλιακά φωτοβολταϊκά. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά αντιπροσώπευαν περίπου το 11,2% της ετήσιας παραγωγής στην Ονδούρα και αξιόλογα μερίδια και στη Γερμανία (10,5%), την Ελλάδα (10,4%), την Αυστραλία (9,9%), την Χιλή (9,8%), την Ιταλία (9,4%) και την Ιαπωνία (8,5%), μεταξύ άλλων (Parnell, 2020).

Η Ισπανία και το Ηνωμένο Βασίλειο έσπασαν ρεκόρ ηλιακής παραγωγής στις αρχές του έτος, λόγω κυρίως της νέας χωρητικότητας καθώς και της υψηλότερης παραγωγής που προκύπτει από τον καθαρότερο αέρα κατά τη διάρκεια των περιορισμών λόγω COVID. Ο καθαρότερος ουρανός κατά τη διάρκεια του lockdown επέτρεψε επίσης σχεδόν 10% περισσότερο ηλιακό φως να φτάσει στα ηλιακά πάνελ στο Δελχί και συνέβαλε στην αύξηση της παραγωγής στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα. Ωστόσο, ο καπνός από τις πυρκαγιές στην Αυστραλία και την πολιτεία της Καλιφόρνια των ΗΠΑ είχε αντίστροφη επίδραση επηρεάζοντας επίσης αρνητικά την ηλιακή μεταβλητότητα και τις προβλέψεις.

1.4.5. Η αιολική ενέργεια

Εκτιμάται ότι 93 GW δυναμικότητας αιολικής ενέργειας εγκαταστάθηκε παγκοσμίως το 2020 – συμπεριλαμβανομένων περισσότερων από 86,9 GW στην ξηρά, το υψηλότερο μέχρι τώρα, και σχεδόν 6,1 GW υπεράκτια. Αυτή η αγορά ρεκόρ ήταν 45% πάνω από το προηγούμενο υψηλό, το 2015 (63,8 GW), και αντιπροσωπεύει αύξηση σχεδόν 53% σε σχέση με τις εγκαταστάσεις του 2019 (GWEC, 2021).

Για αρκετούς μήνες του 2020, οι περιορισμοί που σχετίζονται με την πανδημία διέκοψαν τις αλυσίδες εφοδιασμού, κατέστησαν μη διαθέσιμο μεγάλο μέρος του εργατικού δυναμικού της αιολικής ενέργειας, οδήγησαν σε αναβολή ή ακύρωση

δημοπρασιών και καθυστερημένες επενδύσεις και αναγκαστικές καθυστερήσεις ή ακυρώσεις κατασκευής έργων σε πολλές χώρες, ιδιαίτερα στον τομέα της ξηράς. Ωστόσο, ακόμη και με τις παγκόσμιες υγειονομικές, οικονομικές και πολιτικές προκλήσεις, μέχρι το τέλος του έτους, η συνολική παγκόσμια δυναμικότητα αιολικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 14% σε σχέση με το 2019 και πλησίασε τα 743 GW (707,4 GW χερσαία και τα υπόλοιπα υπεράκτια). Αυτή ήταν διπλάσια από τη χωρητικότητα σε λειτουργία παγκοσμίως μόλις έξι χρόνια νωρίτερα, στα τέλη του 2014 (GWEC, 2021).

Η ταχεία ανάπτυξη το 2020 οφειλόταν στη δραματική αύξηση στην Κίνα καθώς και σε ένα άλμα στις Ηνωμένες Πολιτείες πριν από τις αλλαγές πολιτικής. Ο υπόλοιπος κόσμος εγκατέστησε περίπου την ίδια ποσότητα σε χωρητικότητα όπως το 2019. Η πανδημία προστέθηκε στις προηγούμενες προκλήσεις χρηματοδότησης, υποδομής, πολιτικής και κανονιστικών ρυθμίσεων σε ορισμένες χώρες, ενώ άλλες χώρες (εκτός από την Κίνα και τις Ηνωμένες Πολιτείες) είδαν την ικανότητα των εγκαταστάσεων να ξεπερνάν τα ρεκόρ τους κατά τη διάρκεια του 2020, συμπεριλαμβανομένων της Αργεντινής, της Αυστραλίας, της Χιλής, της Ιαπωνίας, του Καζακστάν, της Νορβηγίας, της Ρωσικής Ομοσπονδίας και της Σρι Λάνκα. Επιπλέον, τουλάχιστον μία χώρα, η Τανζανία, έφερε στο διαδίκτυο το πρώτο της εμπορικό έργο. Μέχρι το τέλος του 2020 περισσότερες από 100 χώρες είχαν κάποιο επίπεδο εμπορικής δυναμικότητας αιολικής ενέργειας και 37 χώρες – που αντιπροσωπεύουν κάθε περιοχή – είχαν περισσότερα από 1 GW σε λειτουργία (GWEC, 2020).

Η ραγδαία πτώση του κόστους ανά κιλοβατώρα (τόσο στην ξηρά όσο και στην υπεράκτια) έχει κάνει την αιολική ενέργεια ακόμη πιο ανταγωνιστική και επέτρεψε την αιολική ενέργεια στην ξηρά να ανταγωνιστεί την παραγωγή ορυκτών καυσίμων σε μεγάλο και αυξανόμενο αριθμό αγορών, συχνά χωρίς οικονομική υποστήριξη. Τα οικονομικά της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει ο κύριος μοχλός για νέες εγκαταστάσεις. Εκτός της Κίνας (η οποία είχε τιμολόγιο τροφοδοσίας ή FIT) και των Ηνωμένων Πολιτειών (με φορολογικές εκπτώσεις και κρατικά πρότυπα χαρτοφυλακίου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή RPS), παγκόσμια η ζήτηση για αιολική ενέργεια το 2020 προωθήθηκε σε μεγάλο βαθμό από άλλους μηχανισμούς πολιτικής, συμπεριλαμβανομένων των δημοπρασιών. Το 2020, ωστόσο, η ισχύς που παράχθηκε

παγκοσμίως μέσω εταιρικών PPA μειώθηκε κατά 29% σε σχέση με το 2019, στα 6,5 GW (Bogmans, 2020).

Η αιολική ενέργεια παρέχει σημαντικό μερίδιο ηλεκτρικής ενέργειας σε έναν αυξανόμενο αριθμό χωρών. Το 2020, η αιολική ενέργεια παρήχθη σε τέτοια ποσότητα για να παρέχει περίπου το 15% της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ-27 και συμμετείχε σε πολύ υψηλότερα μερίδια σε τουλάχιστον πέντε επιμέρους κράτη μέλη. Η αιολική ενέργεια κάλυψε περίπου το 48% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της Δανίας το 2020. Άλλες ευρωπαϊκές χώρες με μερίδια αιολικής παραγωγής τουλάχιστον 20% για το έτος περιλαμβάνουν την Ιρλανδία (38%), το Ηνωμένο Βασίλειο (24,2%), την Πορτογαλία (24%), τη Γερμανία (23,2%) και την Ισπανία (21,9%). Η Ουρουγουάη (40,4%) και η Νικαράγουα (27,6%) πέτυχαν επίσης υψηλά μερίδια παραγωγής από αιολική ενέργεια και τα μερίδια ήταν υψηλά σε περιφερειακό επίπεδο σε αρκετές χώρες. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η αιολική ενέργεια αντιπροσώπευε περίπου περισσότερο από το 6% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το 2020 (Ember, 2021).

Για 12η συνεχή χρονιά, η Ασία ήταν η μεγαλύτερη περιφερειακή αγορά, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το 60% της προστιθέμενης δυναμικότητας (από 50% το 2019), με συνολικά σχεδόν 348,7 GW μέχρι το τέλος του 2020. Σχεδόν το 56% της νέας δυναμικότητας ήταν μόνο στην Κίνα. Οι περισσότερες από τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις ήταν στη Βόρεια Αμερική (18,3%), την Ευρώπη (14,8%) και τη Λατινική Αμερική και την Καραϊβική (5,0%).¹⁹ Οι μόνες περιφερειακές αγορές που δεν επεκτάθηκαν το 2020 ήταν η Ευρώπη, όπου η πανδημία ώθησε πολλές κατασκευές νέων εγκαταστάσεων στο 2021, και η Αφρική και η Μέση Ανατολή, που παρέμειναν σταθερές (GWEC, 2021).

2. ΑΠΕ και βιωσιμότητα

2.1 Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο ενεργειακό μίγμα

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής αναμένονται σε όλο το ενεργειακό σύστημα. Από την πλευρά της ζήτησης, η ισορροπία των προτύπων ζήτησης θέρμανσης και ψύξης αλλάζει λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Από την πλευρά της προσφοράς, οι επιπτώσεις περιλαμβάνουν αλλαγές στους μέσους όρους και τη μεταβλητότητα των πόρων αιολικής, ηλιακής και υδροηλεκτρικής ενέργειας, τη διαθεσιμότητα των καλλιεργειών για βιοενεργειακές πρώτες ύλες, το κόστος και την διαθεσιμότητα των ορυκτών καυσίμων λόγω της τήξης των θαλάσσιων πάγων και του μόνιμου παγετού, την αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, των θερμοηλεκτρικών σταθμών και των γραμμών μεταφοράς λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και τον χρόνο διακοπής της τεχνολογίας λόγω αλλαγών στη συχνότητα και την ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων (Ebinger & Vergara 2011).

Αυτές οι φυσικές επιπτώσεις έχουν επιπτώσεις στην αξιοπιστία, το κόστος και τις τοπικές περιβαλλοντικές διαδικασίες του ενεργειακού εφοδιασμού. Επιπλέον, ορισμένες επιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένη χρήση ορυκτών καυσίμων και, ως εκ τούτου, να αυξήσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Για παράδειγμα, μειώσεις στην απόδοση της ισχύος οδηγούν σε μειώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή αυξημένους κινδύνους ζημιών από καταιγίδες στις παράκτιες υποδομές.

Αυτά θα υπονόμευαν τις προσπάθειες για την απομάκρυνση του άνθρακα από τον ενεργειακό τομέα. Για να διασφαλιστεί ότι οι επιλογές μετριασμού και προσαρμογής μπορούν να εξεταστούν διεξοδικά, είναι επομένως επιτακτική ανάγκη οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής να συνυπολογίζονται διεξοδικά στα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την εξέταση της σκοπιμότητας, του κόστους και των επιπτώσεων των τρόπων απαλλαγής από τον άνθρακα των ενεργειακών συστημάτων. Περαιτέρω έρευνα σχετικά με τις κλιματικές επιπτώσεις στο ενεργειακό σύστημα και τη συμπερίληψή τους σε μια διατομεακή ολοκληρωμένη μοντελοποίηση επισημαίνεται

στην Πέμπτη Έκθεση Αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Clarke, 2014).

Η κλιματική αλλαγή είναι πλέον ορατή παντού και οι επιπτώσεις της θα ενταθούν τα επόμενα χρόνια. Το έτος 2020 συναγωνίστηκε το 2016 ως το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ποτέ, επιβεβαιώνοντας μια επίμονη τάση αύξησης των θερμοκρασιών. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας επιταχύνεται, τα στρώματα πάγου στους πόλους έχουν συρρικνωθεί αισθητά και τα καιρικά φαινόμενα που προηγουμένως θεωρούνταν ακραία συμβαίνουν τώρα τακτικά.

Από θετική άποψη, η ευαισθητοποίηση για την εκτυλισσόμενη κλιματική κρίση έχει επίσης αυξηθεί σημαντικά και το 2019 σημειώθηκε ανανεωμένη δυναμική, με πολλές χώρες να αναθεωρούν τους στόχους τους για τις εκπομπές άνθρακα. Ωστόσο, ακόμη και όταν η Συμφωνία του Παρισιού καταφέρει να περιορίσει την υπερθέρμανση του πλανήτη σε πολύ κάτω από τους δύο βαθμούς Κελσίου μακροπρόθεσμα, μια άνοδος της θερμοκρασίας τα επόμενα χρόνια θεωρείται ήδη σίγουρη, καθώς οι επιπτώσεις της απαλλαγής από τις εκπομπές άνθρακα της οικονομίας θα ξεκινήσουν μετά από λίγο (Bamber et al., 2019).

Η κλιματική έκτακτη ανάγκη εκθέτει τις κοινωνίες σε γεγονότα μεγάλης κλίμακας εκτός του ελέγχου τους. Τόσο η σοβαρότητα όσο και η συχνότητα των φυσικών καταστροφών αυξάνονται και τα παραδείγματα αφθονούν. Είτε πρόκειται για ξηρασίες στην υποσαχάρια Αφρική, πυρκαγιές στην Αμερική και την Αυστραλία, επεισόδια ακραίας ζέστης στη Νότια Ασία ή πλημμύρες στην Ευρώπη, κανένα μέρος του πλανήτη δεν φαίνεται να είναι απρόσβλητο από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και τις σημαντικές απώλειες που προκαλεί στο περιβάλλον, την άγρια ζωή καθώς και τις ανθρώπινες ζωές και τα μέσα διαβίωσης.

Ενώ ο αντίκτυπος των φυσικών καταστροφών μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί, άλλες επιπτώσεις της κλιματικής κρίσης είναι πιο σταδιακές. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και τα επίπεδα της θάλασσας συσσωρεύονται αργά αλλά σταθερά με την πάροδο του χρόνου, αν και με πιθανές επιζήμιες επιπτώσεις (Bamber et al., 2019).

Ταυτόχρονα, η απαιτούμενη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών άνθρακα περιβάλλεται από αβεβαιότητα. Η σταδιακή κατάργηση των

ορυκτών καυσίμων θα διαρκέσει δεκαετίες. Πολλές πτυχές της μετάβασης, όπως η ταχύτητα, οι μελλοντικές πολιτικές και ο αντίκτυπος στις τιμές και τα περιουσιακά στοιχεία, ενέχουν κινδύνους για τις εταιρείες. Η αβεβαιότητα επηρεάζει ήδη τις αποφάσεις των επενδυτών, ιδίως στον ενεργειακό τομέα, αλλά εξαπλώνεται όλο και περισσότερο και σε άλλους τομείς (Feyen et al., 2019).

Απαιτείται καλύτερη κατανόηση όλων των κινδύνων που ενέχει η κλιματική αλλαγή για να περιοριστούν οι επιπτώσεις. Το περιβάλλον, και κατά συνέπεια οι υποδομές και ολόκληρη η οικονομία (ιδιαίτερα η γεωργία και οι δραστηριότητες που εκτίθενται στη ζέστη) αντιμετωπίζουν άμεσους φυσικούς κινδύνους, οι οποίοι εξαρτώνται επίσης σε μεγάλο βαθμό από τη γεωγραφική τους θέση. Ο κίνδυνος μετάβασης σχετίζεται με τη μετατροπή ενέργειας, η οποία επηρεάζει ολόκληρη την οικονομία. Για τις επιχειρήσεις, οι επιπτώσεις υπερβαίνουν την κερδοφορία, καθώς οι γραμμές προσφοράς, η ζήτηση και τελικά ακόμη και τα επιχειρηματικά μοντέλα θα μπορούσαν να διακυβευούνται.

Οι τράπεζες εκτίθενται επίσης σε κλιματικούς κινδύνους, άμεσα και έμμεσα μέσω της έκθεσής τους σε επιχειρήσεις και ιδιώτες, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την ασφάλεια και την ευρωστία διαφόρων χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων και τελικά τη σταθερότητα των τραπεζικών συστημάτων. Οι κυβερνήσεις είναι επίσης εκτεθειμένες, καθώς πρέπει εν μέρει να υποστηρίξουν το κόστος της μετάβασης και ταυτόχρονα μπορεί να χρειαστεί να παράσχουν μέτρα στήριξης για τα νοικοκυριά και τους οικονομικούς τομείς που επηρεάζονται και να ανοικοδομήσουν υποδομές ή να τις καταστήσουν πιο ανθεκτικές (Feyen et al., 2019).

Κατά την αντιμετώπιση του κλιματικού κινδύνου, η διάσταση της χώρας έχει ιδιαίτερη σημασία. Ο αντίκτυπος του κλιματικού κινδύνου μπορεί να φαίνεται με την πρώτη ματιά ως πολύ τοπικός, επηρεάζοντας μια μεμονωμένη τοποθεσία ή μια μεμονωμένη εταιρεία (ή ακόμη και μόνο έναν από τους επιχειρηματικούς κλάδους της). Αυτό είναι εμφανές ιδιαίτερα στην περίπτωση ακραίων γεγονότων (για παράδειγμα, ένα ποτάμι που πλημμυρίζει ένα χωριό, μια κατολίσθηση που επηρεάζει ένα ξενοδοχείο, κ.λπ.).

Ωστόσο, η ικανότητα αντίδρασης σε τέτοια γεγονότα, η οποία δεν είναι μόνο η εκ των προτέρων ικανότητα προσαρμογής και μετριασμού, αλλά και η ικανότητα

προσαρμογής και επανεκκίνησης μιας επιχείρησης, τροποποίησης της στρατηγικής και του επιχειρηματικού μοντέλου, ανάπτυξης νέων τεχνολογιών, λήψης υποστήριξης από οι δημόσιες αρχές κ.λπ. — συνδέεται στενά με τη χώρα. Η ικανότητα μιας χώρας να αντιμετωπίσει την κλιματική πρόκληση είναι επομένως ένας από τους κύριους μοχλούς για την ικανότητα των επιχειρήσεων να αντεπεξέλθουν και σε αυτήν (Paun et al., 2018).

Στον χρηματοπιστωτικό τομέα ειδικά, τα πλαίσια διαχείρισης κινδύνων έχουν προσαρμοστεί για να ληφθούν υπόψη όλο και περισσότερο οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Αυτές οι βελτιώσεις προέρχονται κυρίως από την ηθική πειθαρχία που επιβάλλουν οι ρυθμιστικές αρχές και άλλοι ενδιαφερόμενοι φορείς και εν αναμονή μελλοντικών απαιτήσεων. Πιο πρόσφατα, ωστόσο, τέθηκε σε εφαρμογή ένας δεσμευτικός κανονισμός. Για παράδειγμα, η ταξινόμηση της ΕΕ, ένα σύστημα ταξινόμησης που προσδιορίζει πότε μια επένδυση μπορεί να θεωρηθεί περιβαλλοντικά βιώσιμη, τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο του 2020, ακολουθούμενη τον Νοέμβριο από τις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας (ΕΚΤ) σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι τράπεζες πρέπει να διαχειρίζονται με σύνεση και να αποκαλύπτουν με διαφάνεια την αλλαγή των κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα (Paun et al., 2018).

Ως τράπεζα της ΕΕ για το κλίμα και σημαντικός πάροχος πράσινης χρηματοδότησης στην Ευρώπη και σε όλο τον κόσμο, η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕπ) προσαρμόζει όλες τις πρακτικές της, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης κινδύνου, ώστε να συμμορφώνεται με τις βέλτιστες πρακτικές και τους σχετικούς κανονισμούς. Η οπτική του κλίματος αποτελεί πλέον αναπόσπαστο μέρος της στρατηγικής, των διαδικασιών και των γνωστοποιήσεων της ΕΤΕπ.

Διενεργείται αξιολόγηση κλιματικού κινδύνου για εταιρείες, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και άλλους τύπους ομολόγων. Κίνδυνοι για μεμονωμένες εταιρείες ή έργα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, αλλά πολλοί από αυτούς τους κινδύνους είναι κοινοί σε όλες τις εταιρείες στη χώρα, είτε άμεσα λόγω της έκθεσης στους ίδιους κινδύνους ή της επίδρασης τους από παρόμοιους εθνικούς κανονισμούς, είτε έμμεσα, για παράδειγμα, μέσω, δυνητικά χαμηλότερης ζήτησης (EU High-Level Expert Group on Sustainable Finance, 2018).

Στην συνέχεια, γίνεται αναφορά σε πρόσφατες μελέτες που ασχολούνται με το θέμα των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Υδροηλεκτρική ενέργεια. Οι παγκόσμιες μελέτες διαφέρουν ως προς τις προβλέψεις τους για τις επιπτώσεις στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και της αλλαγής των προτύπων βροχοπτώσεων. Οι Hamududu & Killingtveit (2012) προβλέπουν ότι η κλιματική αλλαγή θα έχει μικρή επίδραση στο συνολικό παγκόσμιο δυναμικό πόρων, ακόμη και σε σενάρια υψηλών εκπομπών, ενώ οι van Vliet et al. (2016) προβλέπουν μείωση της παγκόσμιας ικανότητας υδροηλεκτρικής ενέργειας έως και 6,1% στο πλαίσιο του RCP8.5 τη δεκαετία του 2080. Οι Hamududu & Killingtveit (2012) προβλέπουν επίσης μικρές αλλαγές σε τοπικό επίπεδο (περίπου $\pm 1\%$), ενώ οι van Vliet et al. (2016) προβλέπουν ότι οι δυνατότητες έργων θα αυξηθούν κατά 5–20% για τις περισσότερες περιοχές σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (Καναδάς, Ρωσία, βόρεια Ευρώπη, βορειοανατολική Κίνα) και θα μειωθούν κατά 5–20% σε περιοχές όπως η νότια Ευρώπη, οι νότιες πολιτείες των ΗΠΑ, η νοτιοανατολική Κίνα και οι νότιες περιοχές της Νότιας Αμερικής.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τις επιπτώσεις στην αιολική ενέργεια δείχνει την έρευνα των Pryor & Barthelmie (2010) οι οποίοι οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι οι μέσες ταχύτητες ανέμου σε όλη την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική θα παραμείνουν εντός ενός εύρους $\pm 15\%$ των σημερινών τιμών μέχρι το τέλος του αιώνα. Αυτό το όριο έχει από τότε αναθεωρηθεί έως και $\pm 20\%$ και $\pm 30\%$ (Carvalho, 2017). Περιορισμένες μελέτες δείχνουν ότι δεν θα υπάρξει σημαντική αλλαγή στους αιολικούς πόρους στην Κίνα ή στη Νότια Αφρική.

Οι προβλέψεις για την αλλαγή του ηλιακού κλίματος τείνουν να συμφωνούν ότι η νεφοκάλυψη θα μειωθεί σε περιοχές χαμηλού έως μεσαίου γεωγραφικού πλάτους. Ωστόσο, οι αυξήσεις στους ηλιακούς πόρους συχνά θα αντισταθμιστούν με τη μείωση της απόδοσης λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Ως εκ τούτου, οι περιφερειακές μελέτες τείνουν να προβλέπουν αλλαγές στην ηλιακή παραγωγή λιγότερο από $\pm 10\%$ μέχρι το τέλος του αιώνα (Panagea, 2014).

Ο πόρος που σχετίζεται με την ενέργεια από τους ωκεανούς επηρεάζεται δυνητικά από τις αλλαγές στα μοτίβα του ανέμου και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Ωστόσο, περιορισμένες μελέτες δεν προβλέπουν καμία αλλαγή στη

δημιουργία κυμάτων στον Περσικό Κόλπο και λιγότερο από 3% στο Ηνωμένο Βασίλειο (Reeve, 2011).

Βιοενέργεια. Τόσο οι μέσες αποδόσεις όσο και οι κατάλληλες περιοχές για την τοποθέτηση βιοενεργειακών καλλιεργειών επηρεάζονται από την άνοδο της θερμοκρασίας και την αλλαγή των προτύπων βροχοπτώσεων. Γενικά, οι αποδόσεις αναμένεται να αυξηθούν σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και να μειωθούν σε χαμηλά γεωγραφικά πλάτη, για παράδειγμα έως - 16% και + 28% στη δεκαετία του 2050 (Haberl, 2011), αν και οι μελέτες σημειώνουν ιδιαίτερα μεγάλες αβεβαιότητες σχετικά με τη σημασία της τεχνολογικής ανάπτυξης. Αυτό αναμένεται να μετατοπίσει την κατάλληλη γη προς τα βόρεια για αρκετές καλλιέργειες.

Θερμοηλεκτρικοί σταθμοί. Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες αναμένεται να μειώσουν την παραγωγή των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής κατά περίπου 0,4–0,7% ανά βαθμό λόγω της μειωμένης θερμικής απόδοσης. Οι μειωμένοι πόροι για ψύξη αναμένεται να προκαλέσουν μείωση του φορτίου ή διακοπή λειτουργίας των σταθμών παραγωγής ενέργειας. Για παράδειγμα, μια ετήσια μέση αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3 °C θα μπορούσε να προκαλέσει ημερήσιες μειώσεις της παραγωγικής ικανότητας έως και 36% στη Γερμανία. Ενώ ορισμένες περιοχές αναμένεται να παρουσιάσουν αυξημένη δυναμικότητα λόγω της κλιματικής αλλαγής (Ινδία και Ρωσία), η παγκόσμια ετήσια δυναμικότητα των σταθμών θερμικής ενέργειας είναι πιθανό να μειωθεί κατά 7–12% στα μέσα του αιώνα (van Vliet, 2016).

Γραμμές μεταφοράς. Περιορισμένες μελέτες δείχνουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα μειώσει την ικανότητα μετάδοσης των εναέριων γραμμών, αν και αυτός ο κίνδυνος αναμένεται να είναι χαμηλός στο Ηνωμένο Βασίλειο, αλλά μπορεί να είναι σημαντικός στις ΗΠΑ σε περιόδους αιχμής της καλοκαιρινής ζήτησης με μειώσεις έως και 5,8%. Όλο και περισσότερο, οι συχνές καταιγίδες αναμένεται να παρουσιάζουν ως επί το πλείστον χαμηλούς κινδύνους για τα ηλεκτροφόρα καλώδια στο Ηνωμένο Βασίλειο, αλλά μπορεί να αυξήσουν τους δείκτες παραγωγής έως και 30% σε μέρη της Ρωσίας (Tyuson, 2017).

Ορισμένες επιπτώσεις καλύπτονται λιγότερο καλά στη βιβλιογραφία. Παρόλο που πολλές εργασίες αναφέρονται σε αυξανόμενες ζημιές σε καλλιέργειες βιοενέργειας και ενεργειακές υποδομές λόγω καταιγίδων (ακραίοι άνεμοι, πλημμύρες,

κατολισθήσεις), πολύ λίγες μελέτες βρέθηκαν για την ποσοτικοποίηση αυτών. Δεν βρέθηκαν ποσοτικές μελέτες σχετικά με τις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις συντήρησης για τις ηλιακές τεχνολογίες ή τη διαθεσιμότητα και το κόστος εξόρυξης πόρων ορυκτών καυσίμων όπως τήκεται ο θαλάσσιος πάγος και ο μόνιμος παγετός. Οι πιο μελετημένες επιπτώσεις αφορούν την υδροηλεκτρική και την αιολική ενέργεια στην Ευρώπη, ακολουθούμενες από αυτές που αφορούν στη Βόρεια Αμερική. Υπάρχουν επίσης κάποιες μη-περιφερειακές μελέτες που εξέταζαν τη θερμοδυναμική συμπεριφορά των πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Οι επιπτώσεις στην Αυστραλία, την Ασία (εκτός από την Κίνα) και την Αφρική ωστόσο, είναι λίγες.

2.1.1 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη σημερινή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (2020) είναι ποικίλες σε ολόκληρη την ευρωπαϊκή ήπειρο.

Στη Βόρεια Ευρώπη (Δανία, Εσθονία, Φινλανδία, Λετονία, Λιθουανία, Σουηδία) σημειώνεται μια ισχυρή αύξηση στη διαθεσιμότητα νερού (ιδιαίτερα το χειμώνα) που συσχετίζεται με την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Δεδομένου ότι οι περισσότεροι πυρηνικοί σταθμοί βρίσκονται στις ακτές της θάλασσας (Σουηδία, Φινλανδία) με άφθονα αποθέματα νερού, δεν παρατηρείται καμία προσομοίωση επίδρασης στην πυρηνική παραγωγή, παρά την παρουσία θερμότερων ημερών που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ορισμένους περιορισμούς ψύξης. Από την άλλη πλευρά, οι θερμικοί σταθμοί επηρεάζονται έμμεσα επειδή το χαμηλότερο οριακό κόστος της υδροηλεκτρικής ενέργειας μειώνει τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από πηγές θερμικής ηλεκτρικής ενέργειας. Το τοπικό μείγμα ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζει ποια πηγή ενέργειας θα αντικατασταθεί από την υδροηλεκτρική ενέργεια: βιομάζα στη Σουηδία, άνθρακας στη Φινλανδία, πετρέλαιο στη Λιθουανία, αέριο στη Λετονία. Τα εργοστάσια άνθρακα στην Εσθονία επηρεάζονται από τις υψηλότερες θερμοκρασίες του νερού, αλλά ως η κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούν την πλεονάζουσα δυναμικότητά τους για να αντισταθμίσουν αυτήν την κατάσταση (Despres & Adamovic, 2020).

Το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιρλανδία δεν αντιμετωπίζουν σημαντικές επιπτώσεις. Η γενικά υψηλότερη διαθεσιμότητα νερού δεν επηρεάζει ουσιαστικά το σύστημα ισχύος, καθώς η εγκατεστημένη υδροηλεκτρική ισχύς είναι μικρή. Εξάλλου, η επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας του ανέμου είναι αμελητέα.

Στην Κεντρική Ευρώπη Βορρά (Βέλγιο, Γερμανία, Ολλανδία, Πολωνία, Λουξεμβούργο), υπάρχει επίσης μια αύξηση της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας που συνδέεται με την προβλεπόμενη αύξηση της διαθεσιμότητας νερού σε όλες τις εποχές και ιδιαίτερα την χειμερινή περίοδο. Ωστόσο, ο αντίκτυπος στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρός, καθώς η υδροηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει μόνο το 3,6% του περιφερειακού μείγματος ηλεκτρικής ενέργειας. Οι άλλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζονται οριακά (περίπου 0,5% ή λιγότερο), κυρίως λόγω των αυξημένων θερμοκρασιών (επιδράσεις στην ηλιακή απόδοση) ή χαμηλότερης καλοκαιρινής απορροής ποταμών σε ορισμένα σενάρια (Despres & Adamovic, 2020).

Στην Κεντρική Ευρώπη του Νότου (Αυστρία, Τσεχία, Γαλλία, Ουγγαρία, Σλοβακία, Ρουμανία) η διαθεσιμότητα νερού κατά μέσο όρο προβλέπεται να αυξηθεί, αν και υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στις προβλέψεις των διαφορετικών κλιματικών μοντέλων. Η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας συσχετίζεται στενά με τη διαθεσιμότητα νερού και ακολουθεί αυτό το μοτίβο. Οι πυρηνικοί σταθμοί επηρεάζονται επίσης και χαρακτηρίζονται από μείωση της καλοκαιρινής τους παραγωγής σε ορισμένα σενάρια. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αρνητική επίδραση της μειωμένης ροής στη ζήτηση νερού ψύξης (π.χ. στη Γαλλία, τη Ρουμανία και την Τσεχία) ή στις επιπτώσεις των υψηλότερων θερμοκρασιών του νερού (π.χ. στην Ουγγαρία). Ενώ οι θερμικές μονάδες αντιμετωπίζουν τους ίδιους περιορισμούς ψύξης, μπορούν να αντικαταστήσουν την υδροηλεκτρική και πυρηνική παραγωγή που λείπει λόγω της πλεονάζουσας ικανότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Despres & Adamovic, 2020).

Στη Νότια Ευρώπη (Βουλγαρία, Κροατία, Κύπρος, Ελλάδα, Ιταλία, Μάλτα, Πορτογαλία, Σλοβενία, Ισπανία) προβλέπεται συνολική μείωση της διαθεσιμότητας νερού. Ενώ η Ιβηρική Χερσόνησος αντιμετωπίζει γενικές μειώσεις στη διαθεσιμότητα νερού, αυτές οι απώλειες εξαρτώνται από το σενάριο στην Ελλάδα και τη Βουλγαρία. Τα ισπανικά πυρηνικά εργοστάσια και τα ελληνικά λιγνιτικά εργοστάσια προβλέπεται να μειώσουν την παραγωγή τους λόγω της μείωσης της απορροής των ποταμών,

ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Οι θερμοκρασίες του νερού περιορίζουν επίσης τη διαθεσιμότητα θερμικών εγκαταστάσεων τις πιο ζεστές μέρες του καλοκαιριού λόγω των περιβαλλοντικών κανονισμών. Συνέπεια αυτών των μειωμένων παραγωγών είναι ότι άλλες (ακριβότερες) θερμικές μονάδες αυξάνουν την παραγωγή τους για να καλύψουν τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτές οι μονάδες πρέπει επίσης να αντιμετωπίσουν τη μειωμένη διαθεσιμότητα νερού για ψύξη, αλλά αντισταθμίζουν χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα πλεονάζουσα δυναμικότητά τους (π.χ. στην Ισπανία, την Πορτογαλία και την Ελλάδα). Από την άλλη πλευρά, η διαθεσιμότητα νερού, και συνεπώς η υδροηλεκτρική παραγωγή, προβλέπεται να αυξηθεί στην Ιταλία, τη Σλοβενία και την Κροατία. Οι μονάδες φυσικού αερίου δεν χρειάζονται τόσο πολύ για την κάλυψη της ζήτησης και τη μείωση της παραγωγής τους. Τέλος, η Κύπρος, η Μάλτα και η Κροατία αντιμετωπίζουν θερμότερα καλοκαίρια με υψηλότερες θερμοκρασίες νερού, αλλά δεν προβλέπεται καμία επίδραση στο υπόλοιπο σύστημα, καθώς υπάρχει άφθονο νερό ψύξης από τη θάλασσα (Despres & Adamovic, 2020).

Τα κοινά χαρακτηριστικά σε όλη την Ευρώπη είναι ότι οι αιολικές και ηλιακές εγκαταστάσεις δεν αναμένεται να αντιμετωπίσουν μεγάλες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα κλιματικά μοντέλα προβάλλουν μόνο μικρές αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου (Tobin et al., 2015). Αυτό το αποτέλεσμα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με κάποια προσοχή λόγω της πολυπλοκότητας της μοντελοποίησης των ταχυτήτων ανέμου στα κλιματικά μοντέλα, για παράδειγμα λαμβάνοντας υπόψη τη μάλλον αδρή χωρική τους ανάλυση. Οι προβλεπόμενες αυξήσεις θερμοκρασίας έχουν περιορισμένο αντίκτυπο στην ηλιακή παραγωγή που αντισταθμίζεται από το φαινόμενο του ενεργειακού μίγματος, καθώς όλες οι πηγές ενέργειας του μίγματος ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να αθροίζονται στη ζήτηση και ορισμένες άλλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας (υδροηλεκτρική, πυρηνική) αντιμετωπίζουν πολύ ισχυρότερες επιπτώσεις. Άλλες μελέτες (Jerez et al., 2015), οι οποίες εξετάζουν όλους τους παράγοντες της παραγωγικότητας των φωτοβολταϊκών (συμπεριλαμβανομένης της ακτινοβολίας που συνδέεται με την κάλυψη νέφους) δεν προβάλλουν συνεπή αλλαγή προς οποιαδήποτε κατεύθυνση.

2.2. Η σημασία της πράσινης ανάπτυξης

Οι ορισμοί της δικαιοσύνης στη βιβλιογραφία βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στις αρχές της κλιματικής δικαιοσύνης και χρησιμοποιούν τον όρο «δίκαιη μετάβαση» για να περιγράψουν την πορεία προς ένα δίκαιο ενεργειακά μέλλον. Οι βασικές αρχές που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή αυτών των μεταβάσεων είναι η διανομή και η διαδικαστική δικαιοσύνη – διασφαλίζοντας ότι οι πολίτες μοιράζονται δίκαια τα αποτελέσματα των ενεργειακών μεταβάσεων καθώς και την δίκαιη συμμετοχή στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η έρευνα σε μόνο ενεργειακές μεταβάσεις χρησιμοποιεί αυτούς τους ορισμούς και τους εφαρμόζει στη διαδικασία μετάβασης σε μια κοινωνία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Αυτές οι αρχές χρησιμοποιούνται από ερευνητές, αλλά δεν είναι καλά κατανοητές από το κοινό και αρχίζουν να χρησιμοποιούνται από φιλανθρωπικές οργανώσεις, οι οποίες τις ερμηνεύουν με διάφορους τρόπους (Maguire & Shaw, 2021).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει μια μικρή, αλλά σημαντική βιβλιογραφία για τις δίκαιες ενεργειακές πολιτικές και πολύ λίγη συμμετοχική έρευνα με ευάλωτους πολίτες έχει γίνει. Ορισμένες προσπάθειες για τη συμμετοχή του κοινού σε μια δίκαιη ενεργειακή μετάβαση περιελάμβαναν τη διαβούλευση με τους τοπικούς ενδιαφερόμενους φορείς, τη διαφανή από κοινού ανάπτυξη ενεργειακών πολιτικών και την παροχή μιας επιλογής σε ένα δίκαιο ενεργειακό μέλλον. Ωστόσο, μέχρι σήμερα ελάχιστη έρευνα έχει ασχοληθεί με τους ευάλωτους πληθυσμούς. Η έρευνα έχει επικεντρωθεί κυρίως σε γενικά ενδιαφερόμενα μέρη – που είναι απίθανο να είναι ευάλωτοι πολίτες. Δεν υπάρχει σχεδόν καμία ένδειξη ότι οι ευάλωτοι πολίτες συνεισέφεραν άμεσα στην ανάπτυξη δίκαιων ενεργειακών πολιτικών (Maguire & Shaw, 2021)

Η έρευνα έχει επισημάνει την ανάγκη για εμπιστοσύνη και μια δημόσια αντίληψη περί δικαιοσύνης κατά τη διάρκεια των ενεργειακών μεταβάσεων. Η συμμετοχή έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει τόσο την εμπιστοσύνη όσο και την αντίληψη της δικαιοσύνης. Ως εκ τούτου, για να αποφευχθεί η επανεμφάνιση προηγούμενων αδικιών, χρειάζεται περισσότερη προσπάθεια για την αύξηση της συμμετοχής μέσω -

όχι μόνο περισσότερης έρευνας- αλλά και μιας πιο συμβουλευτικής δημόσιας διαδικασίας για τις τοπικές ενεργειακές μεταβάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν από οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών και άλλους επαγγελματίες. Ο τομέας είναι πολύ νέος για να έχει ακόμη παράσχει στοιχεία για τον αντίκτυπο της πολιτικής (Maguire & Shaw, 2021)

Εξάλλου, επί του παρόντος, όλες οι χώρες και οι περιφέρειες αντιμετωπίζουν το καθήκον όχι μόνο να τονώσουν ενεργά την οικονομική ανάπτυξη ως μέσο κάλυψης βασικών υλικών αναγκών, αλλά και την ανάγκη βελτίωσης της ποιότητας ζωής του πληθυσμού στο σύνολό του. Από αυτή την άποψη, επικαιροποιείται το πρόβλημα της προστασίας του περιβάλλοντος και της οικονομικής χρήσης των φυσικών πόρων. Τα κράτη έχουν θέσει ως κορυφαία προτεραιότητά τους τη διατήρηση των σπάνιων πόρων προκειμένου να φροντίσουν τις μελλοντικές γενιές.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 παρατηρήθηκε μια ριζική επαναξιολόγηση των απόψεων σχετικά με τις ανθρωπογενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, τις οικολογικές συνέπειες της χρήσης των πόρων και τη σχέση μεταξύ του περιβάλλοντος, της φτώχειας και της οικονομικής αλλαγής. Ως αποτέλεσμα, έχει προκύψει μια νέα προσέγγιση για τα περιβαλλοντικά ζητήματα και την οικονομική ανάπτυξη - μια προσέγγιση που βασίζεται στη λεγόμενη αρχή των «ανταγωνιστικών στόχων», δηλαδή τη διατήρηση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων, την οικονομική ανάπτυξη ή την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών. Αυτή η έννοια ονομάζεται βιώσιμη ανάπτυξη.

Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης βασίζεται στην υπόθεση ότι η ευημερία ενός έθνους εξαρτάται όχι μόνο από τον οικονομικό του πλούτο, αλλά και από ένα ευνοϊκό περιβάλλον. Υποτίθεται ότι η οικονομική ανάπτυξη δεν θα έχει νόημα εάν δεν αποτραπούν οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι. Καταστρέφοντας ανεπανόρθωτα το περιβάλλον ή εξαντλώντας τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους, περιορίζει κανείς την πρόσβαση των μελλοντικών γενεών σε αυτούς τους πόρους και, ως εκ τούτου, θέτει σε κίνδυνο την ικανότητά τους να καλύψουν τις δικές τους μελλοντικές ανάγκες. Έτσι, η αειφόρος ανάπτυξη αφορά την αλληλεπίδραση της οικονομίας και του περιβάλλοντος και τον τρόπο διαχείρισής τους για τη διασφάλιση της ισότητας μεταξύ των γενεών.

Παρά τους φαινομενικά αντιφατικούς στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης, αυτή εν τέλει είναι πιο ωφέλιμη μακροπρόθεσμα. Για παράδειγμα, η οικονομική ανάπτυξη

μπορεί να έρχεται σε σύγκρουση με τη διατήρηση των φυσικών πόρων. Ωστόσο, μακροπρόθεσμα, η υπεύθυνα χρήση των φυσικών πόρων σήμερα θα συμβάλει στη διασφάλιση της διαθεσιμότητας πόρων για βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη στο μακρινό μέλλον.

Η αειφόρος ανάπτυξη είναι μια έννοια που απαντάται σε πολλές έρευνες για θέματα περιβάλλοντος και ανάπτυξης και έτσι γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στον σύγχρονο κόσμο. Κατά συνέπεια, υπάρχουν επί του παρόντος πολλοί ορισμοί της αειφόρου ανάπτυξης. Οι περισσότεροι ορισμοί τονίζουν ότι η βιωσιμότητα απαιτεί αποφάσεις που αναγνωρίζουν τη σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και των επιπτώσεών της στο περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία.

Ένας από τους πιο συχνά αναφερόμενους ορισμούς της βιώσιμης ανάπτυξης είναι ο ορισμός που περιέχεται στην έκθεση του G.Kh. Brundtland, στο οποίο η αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται ως «η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες» (United Nations, 1987).

Ένας άλλος ορισμός της έννοιας της αειφόρου ανάπτυξης είναι η «Φροντίδα για τη Γη», όπου η αναπτυξιακή βιωσιμότητα νοείται ως μια προσέγγιση που στοχεύει στη «βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής κατά τη διάρκεια της ζωής εντός της φέρουσας ικανότητας των συστημάτων υποστήριξης» (Trzyna, 1995). Η αειφόρος ανάπτυξη συνεπάγεται τη χρήση περιορισμένων πόρων και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον με τρόπο που να μην καταστρέφει ή να επιδεινώνει την κατάστασή τους και επίσης να μην μειώνει τη χρησιμότητά τους για τις μελλοντικές γενιές.

Χρησιμοποιώντας οικονομικά εργαλεία, οι πρώτοι οικονομολόγοι θεωρητικοί υπέθεσαν ότι η οικονομική ανάπτυξη μπορεί να συνυπάρχει με τις περιβαλλοντικές πολιτικές και μπορεί επίσης να προωθήσει την καινοτομία και την κερδοφορία. Ο Άρθουρ Πιγκού, το 1920, στο έργο του «Τα Οικονομικά της ευημερίας», σημείωσε ότι η ασυμφωνία μεταξύ του οριακού ιδιωτικού κόστους και οφέλους και του οριακού κοινωνικού κόστους και οφέλους δημιουργεί αυτό που σήμερα ονομάζουμε εξωτερικότητες ή εξωτερικές επιδράσεις.

Αυτές οι εξωτερικές επιδράσεις λειτουργούν ως παρενέργειες από την οικονομική δραστηριότητα ή ως κόστος ή οφέλη που δεν υπολογίζονται στις τιμές των

αγαθών ή των υπηρεσιών. Για να εσωτερικοποιηθούν οι αρνητικές εξωτερικές επιδράσεις, ο Πιγκού πρότεινε την εισαγωγή φόρου σε εκείνες τις δραστηριότητες που τις δημιουργούν με συντελεστή που θα εξισώνει το ιδιωτικό και το κοινωνικό κόστος. Αυτός ο φόρος ονομάζεται φόρος Πιγκού και χάρη στην εισαγωγή αυτού του φόρου, η αγοραία τιμή θα αντικατοπτρίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια το κόστος και τα οφέλη της οικονομικής δραστηριότητας. Η πρακτική εφαρμογή του φόρου Πιγκού αποδείχθηκε εξαιρετικά δύσκολη, καθώς προέκυψαν περιφερειακά και παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα. Αποδείχθηκε ότι το σύστημα της αγοράς είναι ανίκανο να διανεμίει αποτελεσματικά τους περιβαλλοντικούς πόρους και να δώσει επαρκή χρηματική αξία για την καταστροφική χρήση τους.

Λαμβάνοντας υπόψη τα επιχειρήματα των A. Ρίγου, οι Michael Porter και Klaas van der Linde (1995) τεκμηρίωσαν θεωρητικά ότι η περιβαλλοντική ρύπανση μπορεί να θεωρηθεί ως ένδειξη αναποτελεσματικής χρήσης των πόρων. Με βάση αυτό, συνήχθη το συμπέρασμα ότι ακριβώς οι βελτιώσεις στις παραγωγικές διαδικασίες είναι που μειώνουν το επίπεδο περιβαλλοντικής ρύπανσης, που αποτελεί την προϋπόθεση για την επίτευξη ενός συμβιβασμού μεταξύ οικολογίας και οικονομίας. Στην εργασία τους, οι συγγραφείς τεκμηριώνουν ότι τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα εξαρτώνται άμεσα από την ικανότητα των επιχειρήσεων να καινοτομούν, γι' αυτό και τα αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα μπορούν να οδηγήσουν σε τόνωση της καινοτομίας και, κατά συνέπεια, του επιπέδου ανταγωνιστικότητας και κερδοφορίας.

Έτσι, η οικολογική διάσταση της αειφόρου ανάπτυξης καθορίζει τον τρόπο προστασίας των οικοσυστημάτων, την ποιότητα του αέρα, την ακεραιότητα και τη βιωσιμότητα των πόρων και εστιάζει σε εκείνα τα στοιχεία που ασκούν πίεση στο περιβάλλον. Αφορά επίσης το πώς η τεχνολογία θα διαμορφώσει το «πιο πράσινο» μέλλον και το ότι η πρόοδος στην τεχνολογία και την καινοτομία είναι το κλειδί για μια τέτοια βιωσιμότητα και για την προστασία του περιβάλλοντος του μέλλοντος από τις πιθανές ζημιές που μπορεί να προκληθούν από την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο.

Από τα τέλη του περασμένου αιώνα, η έννοια της «πράσινης» οικονομίας αναπτύσσεται όλο και περισσότερο ως μια καινοτόμος μορφή τεχνολογικού μοντέλου και ένας από τους κύριους παράγοντες για την επίτευξη περιβαλλοντικά βιώσιμης ανάπτυξης. Υπό το πρίσμα των αυξανόμενων παγκόσμιων προκλήσεων όπως η

κλιματική αλλαγή, η πληθυσμιακή αύξηση, η ρύπανση και η αναποτελεσματική χρήση και εξάντληση των φυσικών πόρων, οι χώρες πρέπει να εφαρμόζουν τεχνολογίες και προσεγγίσεις στην οικονομική δραστηριότητα που είναι λιγότερο επιβλαβείς για το περιβάλλον και διατηρούν τους πόρους. Η αειφόρος ανάπτυξη συνδέεται με μικρότερη ζημιά στο περιβάλλον και λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των μελλοντικών γενεών και θα πρέπει να τονωθεί από πολιτικές δράσεις, τόσο σε διεθνές επίπεδο όσο και σε επίπεδο μεμονωμένης χώρας (Guo et al., 2020).

Έτσι, η ευρωπαϊκή στρατηγική για «έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη» προσδιορίζει τους ακόλουθους κύριους παράγοντες που συμβάλλουν στην ενίσχυση της οικονομίας: «έξυπνη» ανάπτυξη (ανάπτυξη οικονομίας βασισμένης στη γνώση και την καινοτομία), βιώσιμη ανάπτυξη (προώθηση μιας πιο αποδοτικής από πλευράς πόρων, πιο πράσινης και πιο ανταγωνιστικής οικονομίας και ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς (προώθηση της δημιουργίας μιας οικονομίας υψηλής απασχόλησης που διασφαλίζει την κοινωνική και εδαφική συνοχή).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals, SDGs), που εγκρίθηκαν από τη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών το 2015, παρέχουν ένα ισχυρό πλαίσιο για τη διεθνή συνεργασία για την επίτευξη ενός βιώσιμου μέλλοντος για τον πλανήτη. Οι 17 ΣΒΑ και οι 169 επιμέρους στόχοι τους που βρίσκονται στο επίκεντρο της «Ατζέντας 2030», ορίζουν έναν δρόμο για τον τερματισμό της ακραίας φτώχειας, την καταπολέμηση της ανισότητας και της αδικίας και την προστασία του περιβάλλοντος. Η αειφόρος ενέργεια είναι κεντρικής σημασίας για την επιτυχία της Ατζέντας 2030.

Ο παγκόσμιος στόχος για την ενέργεια - SDG 7 - περιλαμβάνει τρεις βασικούς στόχους: Την εξασφάλιση οικονομικής, αξιόπιστης και καθολικής πρόσβασης σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες, το να αυξήσει σημαντικά το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα και να επιτευχθεί διπλάσιος ρυθμός βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με την παγκόσμια ανάπτυξη. Οι διαφορετικοί στόχοι του SDG 7 συμβάλλουν στην επίτευξη άλλων στόχων SDG και πρόσφατα αυτό ήταν το επίκεντρο ενός αυξανόμενου αριθμού μελετών (Allen et al., 2016).

Προηγούμενη ανάλυση των μελλοντικών ενεργειακών οδών δείχνει ότι είναι τεχνικά δυνατό να επιτευχθεί βελτιωμένη ενεργειακή πρόσβαση, ποιότητα αέρα και ενεργειακή ασφάλεια ταυτόχρονα, αποφεύγοντας επιπλέον την επικίνδυνη κλιματική αλλαγή. Στην πραγματικότητα, ένας αριθμός εναλλακτικών συνδυασμών πόρων, τεχνολογιών και πολιτικών βρέθηκε ικανός να επιτύχει αυτούς τους στόχους (Riahi et al., 2017).

Αν και ένας επιτυχημένος μετασχηματισμός θεωρείται ότι είναι τεχνικά εφικτός, θα απαιτήσει την ταχεία εισαγωγή εφαρμογών και θεμελιωδών πολιτικών αλλαγών προς συντονισμένες προσπάθειες για την ενσωμάτωση των παγκόσμιων ανησυχιών, όπως η κλιματική αλλαγή, στις τοπικές και εθνικές προτεραιότητες πολιτικής (όπως η υγεία και η ρύπανση, η ενεργειακή πρόσβαση και η ενεργειακή ασφάλεια). Θα είναι επομένως απαραίτητος ένας ολοκληρωμένος σχεδιασμός πολιτικής για τον εντοπισμό οικονομικών λύσεων «win-win» που μπορούν να επιτύχουν πολλαπλούς στόχους ταυτόχρονα.

Η γη, η ενέργεια και το νερό είναι από τους πιο πολύτιμους πόρους, αλλά ο τρόπος και ο βαθμός εκμετάλλευσής τους συμβάλλει στην αλλαγή του κλίματος. Εν τω μεταξύ, τα συστήματα που παρέχουν αυτούς τους πόρους είναι τα ίδια πολύ ευάλωτα στις κλιματικές αλλαγές. Η αποτελεσματική διαχείριση των πόρων είναι επομένως μεγάλης σημασίας, τόσο για τον μετριασμό όσο και για σκοπούς προσαρμογής. Η έλλειψη ενσωμάτωσης στις αξιολογήσεις πόρων και στη χάραξη πολιτικής οδηγεί σε ασυνεπείς στρατηγικές και αναποτελεσματική χρήση των πόρων. Μια ολιστική άποψη του κλίματος, της χρήσης γης, των στρατηγικών ενέργειας και νερού μπορεί να βοηθήσει στην αποκατάσταση ορισμένων από αυτές τις ελλείψεις (Howells et al., 2013).

Απαιτείται επείγοντως μια παγκόσμια ενεργειακή μετάβαση για να επιτευχθούν οι στόχοι του περιορισμού της μέσης αύξησης της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας κάτω από τους 2° Κελσίου. Οι επιπτώσεις της συμφωνίας του Παρισιού στον ενεργειακό τομέα θα είναι βαθιές σε βαθμό που δεν έχει ακόμη αποτυπωθεί πλήρως από τα υπάρχοντα ενεργειακά σενάρια. Η μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα σε λύσεις χαμηλών εκπομπών άνθρακα θα διαδραματίσει ουσιαστικό ρόλο, καθώς οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που σχετίζονται με την ενέργεια

αντιπροσωπεύουν τα δύο τρίτα όλων των αερίων θερμοκηπίου (GHG) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014).

Αυτή η ενεργειακή μετάβαση θα καταστεί δυνατή από τεχνολογική καινοτομία, ιδίως στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ρεκόρ νέων προσθηκών εγκατεστημένης ισχύος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να αποδοθούν στη ραγδαία πτώση του κόστους και της ανταγωνιστικότητας, ιδιαίτερα για τα ηλιακά φωτοβολταϊκά και την αιολική ενέργεια. Το ένα τέταρτο της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως παρήχθη από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το 2017. Ωστόσο, η μετάβαση δεν πραγματοποιείται αρκετά γρήγορα: μετά από τρία χρόνια σταθερών εκπομπών CO₂ από το 2014 έως το 2016, αυτές αυξήθηκαν το 2017 κατά 1,4%.

Η πρόβλεψη του χρόνου και της έκτασης των ενεργειακών μεταπτώσεων δεν είναι απλή. Πρόσφατα παραδείγματα άλλων προβλέψεων που δεν έχουν αποδειχθεί ακριβείς περιλαμβάνουν διογκωμένες προβλέψεις χρήσης του φυσικού αερίου και δομικές υποεκτιμήσεις της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η εμπειρία έχει δείξει ότι μια ενεργειακή μετάβαση απαιτεί χρόνο, συνήθως μισό αιώνα από την πρώτη απορρόφηση από την αγορά στο πλειοψηφικό μερίδιο αγοράς για την ενεργειακή μετάβαση. Οι προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις οδηγήθηκαν από τεχνολογικές αλλαγές, οικονομικές αλλαγές, την πρόσβαση σε πόρους ή ανώτερες ενεργειακές υπηρεσίες για τους καταναλωτές. Ως εκ τούτου, οι επιχειρηματικές ευκαιρίες και τα οφέλη από την ενεργειακή μετάβαση ή η αυτοδιάθεση των ατόμων ήταν στο επίκεντρο της αλλαγής (Mey & Diesendorf, 2017).

Οι εθνικές προτάσεις για την ενεργειακή μετάβαση περιλαμβάνουν διδάγματα τόσο από επιτυχίες όσο και από αποτυχίες. Οι ιστορίες επιτυχίας δείχνουν ότι οι ενεργειακές μεταβάσεις που βασίζονται σε ενεργειακά πλαίσια ενεργειακής πολιτικής, έχουν σχεδιαστεί από κυβερνήσεις που μπορούν να επιταχύνουν τις ενεργειακές μεταβάσεις και να καθορίσουν την κατεύθυνση τους. Οι καλά σχεδιασμένες πολιτικές μετάβασης λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά των ενεργειακών συστημάτων και περιλαμβάνουν την προσφορά και τη ζήτηση ενέργειας.

Τα μαθήματα από διάφορες χώρες και περιοχές είναι παραδείγματα για αυτό. Στη Βραζιλία, το πρόγραμμα Proalcohol ξεκίνησε το 1975 και ένας συνδυασμός μέσων πολιτικής που εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου χρησιμοποιήθηκαν για την

αντιμετώπιση των αναγκών τόσο της προσφοράς όσο και της ζήτησης. Εξακολουθεί να ισχύει ότι οι κυβερνητικές εντολές ανάμειξης οδηγούν τη ζήτηση αιθανόλης με βάση τη βιομάζα, αλλά η μακροπρόθεσμη επιτυχία του κλάδου συνεχίζει να επηρεάζεται από τους οικονομικούς κύκλους και τις μεταβαλλόμενες κυβερνητικές προτεραιότητες (Altenburg & Assmann, 2017).

Στη Γερμανία, το Energiewende είναι το αποτέλεσμα μιας εθνικής συναίνεσης για την εγκατάλειψη των πυρηνικών και τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 80% έως το 2050 μέσω της ταχείας απορρόφησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, το Energiewende εξακολουθεί να παραμένει ως πολιτική μετάβασης στον τομέα της ενέργειας με μικρό αντίκτυπο στην παραγωγή άνθρακα και για την επιτάχυνση της μετάβασης στους τομείς της θέρμανσης και των μεταφορών. Στη Δανία, υπάρχει επίσης συναίνεση σχετικά με τους στόχους για το κλίμα σε συνδυασμό με τη σιωπηρή πολιτική υποστήριξης της βιομηχανίας εφοδιασμού με ανανεώσιμες πηγές (Renn & Marshall, 2016).

Οι φιλοδοξίες για στόχους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εγείρονται σταθερά σε πολλές χώρες για άλλους λόγους. Για παράδειγμα, η Ευρωπαϊκή Ένωση προσάρμοσε τον δεσμευτικό στόχο της για το 2030 του 27% που είχε τεθεί ξανά το 2014 σε 32% τον Ιούνιο του 2018. Ο νέος στόχος περιλαμβάνει ένα άρθρο που αναφέρει ότι το 2023 οι χώρες θα συνεδριάσουν εκ νέου για να συζητήσουν μια ενημέρωση προς τα πάνω. Η κυβέρνηση της Ινδίας έθεσε έναν φιλόδοξο στόχο ανανεώσιμης ενέργειας 175 GW έως το 2022, ο οποίος περιλαμβάνει 60 GW αιολικής ενέργειας και 100 GW ηλιακής ενέργειας. Καθώς η χώρα σημείωσε σημαντική πρόοδο, η κυβέρνηση της Ινδίας αύξησε τον στόχο στα 227 GW έως το 2027 (MNRE, 2018).

Παρά την ετερογένεια στον ενεργειακό της τομέα και τις διακριτές διαφορές και προτεραιότητες κάθε παράγοντα που θέτει σε κίνδυνο μεμονωμένες αγορές ενέργειας που ρυθμίζονται σε καθεμία από τις 50 πολιτείες της και με περισσότερες από 3000 επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, οι Ηνωμένες Πολιτείες προσφέρουν ένα επιτυχημένο μοντέλο ενεργειακής μετάβασης. Η εγχώρια παραγωγή φυσικού αερίου και μια αποφασιστική πολιτική προσπάθεια σε ομοσπονδιακό και πολιτειακό επίπεδο που καθοδηγείται από μηχανισμούς όπως τα φορολογικά κίνητρα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν μεταμορφώσει τον ενεργειακό τομέα της χώρας. Το 11% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης και το 17% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής

ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες προμηθεύεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία για το 2017 από την Υπηρεσία Ενεργειακών Πληροφοριών των ΗΠΑ (US EIA, 2018).

Αυτό κατέστη επίσης δυνατό από τον προγραμματισμό του δικτύου και την καινοτομία. Για παράδειγμα, η Χαβάη στις Ηνωμένες Πολιτείες στοχεύει να φτάσει το 70% της ενεργειακής ανεξαρτησίας έως το 2030, εκ των οποίων το 40% αυτού θα αντιπροσωπεύεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η περίπτωση των Ηνωμένων Πολιτειών δείχνει επίσης τη σημασία της συνεχούς ενημέρωσης και βελτίωσης των πολιτικών ενεργειακής μετάβασης, όπου οι τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας και των μεταφορών παρουσιάζουν ομοιότητα με τον τρόπο που το πεδίο εφαρμογής των πολιτικών τους έχει επανειλημμένα διευρυνθεί και τα χρονοδιαγράμματα τους έχουν επεκταθεί πέρα από τους αρχικούς στόχους (Stokes & Breetz, 2018).

Τέλος, όπως έχει ήδη σημειωθεί νωρίτερα, οι αγορές ενέργειας σε ολόκληρο τον κόσμο έχουν αλλάξει γρήγορα τα τελευταία είκοσι χρόνια ως απάντηση στη νέα τεχνολογία, τα προβλήματα και τις λύσεις παραγωγής. Η τεχνολογία και οι εφαρμογές της ανανεώσιμης ενέργειας την έχουν προωθήσει σε μια θέση στην οποία μπορεί να αρχίσει να ανταγωνίζεται τις παραδοσιακές μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα προβλήματα ρύπανσης που επηρεάζουν τη δημόσια υγεία, το περιβάλλον και άλλους πόρους έχουν έρθει στο προσκήνιο της εθνικής πολιτικής, και αυτές οι νέες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προσφέρουν λύση στους κινδύνους των ορυκτών καυσίμων. Οι κυβερνήσεις επενδύουν και προσβλέπουν σε αυτές τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για να εξυπηρετήσουν καλύτερα τους πληθυσμούς τους και να διατηρήσουν τη δημόσια ευημερία εκτός από τον τερματισμό της εξάρτησης από την οικονομικά ασταθή οικονομία ορυκτών καυσίμων (Pyper, 2018).

Υπάρχει μια εναλλακτική στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όταν ο στόχος είναι η μείωση των εκπομπών. Μια σημαντική εναλλακτική είναι ο συνδυασμός των μη ανανεώσιμων πηγών με τεχνολογίες που μειώνουν τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους, όπως η τεχνολογία δέσμευσης άνθρακα. Αυτή η εναλλακτική προσέγγιση μπορεί να είναι πιο οικονομική από την υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εγγύς μέλλον, καθώς συμπληρώνει ήδη υπάρχουσες ενεργειακές εγκαταστάσεις δημιουργώντας μια δυνητικά φθηνότερη λύση σε σύγκριση με την κατασκευή εντελώς νέων βιομηχανιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι μελέτες των εναλλακτικών λύσεων της αγοράς ενέργειας έναντι των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν επικεντρωθεί στον τρόπο καθορισμού του κόστους της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, πιθανές νέες μορφές μείωσης του άνθρακα, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ακόμη και μια συζήτηση για το πόσα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να απαιτούνται στο μέλλον μέσω μιας ανασκόπησης μιας παγκόσμιας ανάλυσης ζήτησης. Ωστόσο, υπήρξαν λίγες δημοσίως διαθέσιμες αναλύσεις σχετικά με το εάν η ιεράρχηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα ήταν μια γενικά φθηνότερη και αποτελεσματικότερη επιλογή για την παραγωγή ενέργειας στο εγγύς μέλλον, ιδιαίτερα τα επόμενα δέκα χρόνια (Gillingham & Stock, 2018).

Ένα σημαντικό ερώτημα είναι το κατά πόσο αναμένεται να είναι πιο αποτελεσματικό να συνεχιστεί η χρήση ορυκτών καυσίμων με νέες τεχνολογίες μείωσης του άνθρακα στις ΗΠΑ παράλληλα με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή τα ορυκτά καύσιμα θα τεθούν εκτός χρήσης λόγω των τεχνολογιών μείωσης που δεν τα καθιστούν εξίσου οικονομικά αποδοτικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η σύγκριση των προβλεπόμενων δαπανών καθεμιάς από αυτές τις πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου του κόστους μείωσης των εκπομπών άνθρακα και του δημόσιου και περιβαλλοντικού κόστους της πλήρους αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θα επιτρέψει στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να δουν εάν είναι πιο αποτελεσματικό οι ανανεώσιμες πηγές να χρησιμοποιούνται παράλληλα με τα ορυκτά καύσιμα για πολλά χρόνια ή εάν πρέπει να γίνει πλήρης μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το συντομότερο δυνατό.

Επιπλέον, μια ανάλυση της σχέσης του κόστους για τον προσδιορισμό του εάν και πώς σχετίζονται το κόστος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το κόστος ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμη για τον προσδιορισμό των μελλοντικών δράσεων. Τέλος, ένα άλλο σημαντικό ερώτημα είναι το πώς έχει αλλάξει το ενεργειακό κόστος για τις πολιτείες των ΗΠΑ που ψήφισαν πολιτική που απαιτεί ένα ορισμένο ποσοστό της παραγωγής ενέργειας να παράγεται με ανανεώσιμες πηγές. Καθώς τα δεδομένα εξετάζονται πιο βαθιά, αυτές οι ερωτήσεις θα προσαρμοστούν για να καθοριστεί ποιες μπορούν να απαντηθούν εύλογα με τα σημερινά δεδομένα (Lin & Ge, 2019).

2.3. Δράσεις στον τομέα της ενέργειας για την κλιματική αλλαγή

2.3.1 Προσαρμογή στην Κλιματική αλλαγή στη Συμφωνία του Παρισιού

Τον Δεκέμβριο του 2015, η 21η σύνοδος της Διάσκεψης των συμβαλλόμενων Μερών ενέκρινε τη Συμφωνία του Παρισιού βάσει της Σύμβασης του Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) [14]. Η συμφωνία έχει τιμηθεί ευρέως ως μια ιστορική στιγμή στην παγκόσμια πολιτική για το κλίμα, επειδή είναι η πρώτη παγκόσμια και νομικά δεσμευτική συμφωνία για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι επίσης μια παγκόσμια και νομικά δεσμευτική συμφωνία για το κλίμα, αλλά οι διατάξεις του μετριασμού ισχύουν μόνο για τις χώρες που αναφέρονται στο Παράρτημα I της UNFCCC. Ο στόχος μετριασμού της Συμφωνίας του Παρισιού προσδιορίζεται στο άρθρο. 2 ως εξής (UNFCCC, 2015, σελ. 3):

«Διατήρηση της αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας πολύ κάτω από τους 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και συνέχιση των προσπαθειών για περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας στους 1,5°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα, αναγνωρίζοντας ότι αυτό θα μείωνε σημαντικά τους κινδύνους και τις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος».

Ως τεχνολογία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, η πυρηνική ενέργεια έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) που σχετίζονται με την ενέργεια, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τα τρία τέταρτα των συνολικών εκπομπών GHG. Ο ΙΑΕΑ τόνισε τη δυναμική συμβολή της πυρηνικής ενέργειας στην επίτευξη του στόχου μετριασμού που καθορίζεται στη Συμφωνία του Παρισιού, ενώ παράλληλα ενθάρρυνε την εφαρμογή πολλών Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης που εγκρίθηκαν από τα Ηνωμένα Έθνη (International Atomic Energy Agency, 2016)

Πολύ λιγότερη προσοχή του κοινού και των μέσων ενημέρωσης έχει δοθεί σε άλλα στοιχεία που κάνουν τη Συμφωνία του Παρισιού μοναδική: είναι πραγματικά

περιεκτική και περιλαμβάνει μια σειρά θεμάτων για τα οποία θα απαιτηθεί προοδευτική δράση για την εφαρμογή περιβαλλοντικά αποτελεσματικών, οικονομικά αποδοτικών και κοινωνικά δίκαιων στρατηγικών προστασίας του κλίματος. Πέρα από τον μετριασμό, αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν την προσαρμογή, την απώλεια και τη ζημιά, τη χρηματοδότηση, την ανάπτυξη και μεταφορά τεχνολογίας, τη δημιουργία ικανοτήτων και τη διαφάνεια των δράσεων. Δεδομένου του εκ των κάτω προς τα άνω, εθελοντικού χαρακτήρα των στόχων και των δράσεων σε αυτούς τους τομείς και των ακόμη απροσδιόριστων κανόνων και τρόπων εφαρμογής, είναι δύσκολο να προβλεφθούν απτά αποτελέσματα.

Δίπλα στον στόχο μετριασμού, το άρθρο 2 της Συμφωνίας του Παρισιού προσδιορίζει επίσης την προσαρμογή ως εξέχοντα στόχο της συμφωνίας: «Αύξηση της ικανότητας προσαρμογής στις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και ενίσχυση της κλιματικής ανθεκτικότητας και της ανάπτυξης χαμηλών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, με τρόπο που δεν απειλεί την παραγωγή τροφίμων». (UNFCCC, 2015, σελ. 3). Το Άρθρο 7 σχετικά με τις συνδέσεις προσαρμογής και τις ανάγκες προσαρμογής στον στόχο θερμοκρασίας, σημειώνει (UNFCCC, 2015, σελ. 9):

«Τα μέρη καθορίζουν τον παγκόσμιο στόχο για την προσαρμογή της ενίσχυσης της προσαρμοστικής ικανότητας, την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και τη μείωση της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή, με σκοπό τη συμβολή στη βιώσιμη ανάπτυξη και τη διασφάλιση κατάλληλης προσαρμογής στο πλαίσιο του στόχου θερμοκρασίας που αναφέρεται στο άρθρο 2. »

Το άρθρο 7 ρυθμίζει ως επί το πλείστον τις διεθνείς πτυχές της προσαρμογής και τονίζει τη σημασία της διεθνούς υποστήριξης για τις αναπτυσσόμενες χώρες στις προσπάθειές προσαρμογής τους. Η «εθνικά καθορισμένη» φύση του σχεδιασμού και της εφαρμογής της προσαρμογής περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, «την αξιολόγηση των επιπτώσεων και της τρωτότητας της κλιματικής αλλαγής, με σκοπό τη διαμόρφωση εθνικά καθορισμένων δράσεων προτεραιότητας, λαμβάνοντας υπόψη ευάλωτα άτομα, μέρη και οικοσυστήματα» (UNFCCC, 2015, σελ. 10).

Η προσαρμογή είναι επίσης βασικό στοιχείο των εθνικά καθορισμένων συνεισφορών (NDC) και θα πρέπει να αναφέρεται τακτικά ως επικοινωνία προσαρμογής στην UNFCCC ως μέρος ή μαζί με άλλες ανακοινώσεις, όπως εθνικά

σχέδια προσαρμογής (national adaptation plans, NAP) ή τις εθνικές ανακοινώσεις. Τα σχέδια και οι δράσεις προσαρμογής θα επανεξετάζονται στις περιοδικές αξιολογήσεις της συλλογικής προόδου προς τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού. Η διαδικασία αυτή αναφέρεται ως «παγκόσμια απογραφή».

Ο τρόπος εφαρμογής αυτών των διατάξεων είναι κάπως ασαφής σε αυτό το σημείο. Ένα από τα καθήκοντα που σχετίζονται με την προσαρμογή για την προώθηση της συμφωνίας είναι η ανάπτυξη τρόπων αναγνώρισης των προσπαθειών προσαρμογής των αναπτυσσόμενων χωρών και η έγκρισή τους από την πρώτη σύνοδο της Διάσκεψης των Μερών που λειτουργεί ως συνάντηση των Μερών της Συμφωνίας του Παρισιού (UNFCCC, 2016). Οι συστηματικές αξιολογήσεις των τρωτών σημείων και των επιλογών προσαρμογής στον ενεργειακό τομέα που παρουσιάζονται μπορούν επίσης να βοηθήσουν τα μέρη στη σύνταξη ενεργειών προσαρμογής για τις εκθέσεις που αυτό απαιτείται.

Όλες οι διατάξεις σχετικά με την ευπάθεια και την προσαρμογή παρουσιάζονται στη Συμφωνία του Παρισιού σε γενικό επίπεδο. Εκτός από την αρχή που αναφέρθηκε παραπάνω ότι η προσαρμογή και η χαμηλή ανάπτυξη αερίων του θερμοκηπίου δεν πρέπει να απειλούν την παραγωγή τροφίμων, κανένας οικονομικός τομέας ή δραστηριότητα δεν αναφέρεται σε συνδυασμό με την προσαρμογή. Κατά συνέπεια, οι κίνδυνοι και τα αντίμετρα που σχετίζονται με το κλίμα δεν συζητούνται με συγκεκριμένους τομείς, αλλά οι αρχές, οι διαδικασίες, οι κατευθυντήριες γραμμές και οι διατάξεις ισχύουν επίσης για τον ενεργειακό τομέα.

Αρκετοί οργανισμοί έχουν δημοσιεύσει έγγραφα καθοδήγησης, ιδίως για τις αναπτυσσόμενες χώρες, σχετικά με την εφαρμογή της Συμφωνίας του Παρισιού. Ο οδηγός για τη συμφωνία του Παρισιού από την Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία Ανάπτυξης Ικανοτήτων εξηγεί σε μη τεχνική γλώσσα τι περιλαμβάνει η συμφωνία για την εφαρμογή σε εθνικό επίπεδο. Η έκθεση επεξεργάζεται τις διατάξεις του άρθρου για την προσαρμογή, αλλά η εμβάθυνση σε τομεακές λεπτομέρειες είναι πέρα από το πεδίο εφαρμογής της. Μαζί με άλλους οργανισμούς, το Climate and Development Knowledge Network ετοίμασε έναν οδηγό γρήγορης εκκίνησης και ένα εγχειρίδιο αναφοράς για να υποστηρίξει τις αναπτυσσόμενες χώρες στην προετοιμασία και την εφαρμογή των εθνικών σχεδίων δράσης τους. Η ενότητα προσαρμογής παρέχει πολύ χρήσιμες οδηγίες και μια λεπτομερή διαδικασία για την εφαρμογή της συνιστώσας

προσαρμογής των σχεδίων αυτών (Climate and Development Knowledge Network, 2016).

Πολλές λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες έχουν εκπονήσει εθνικά προγράμματα δράσης προσαρμογής από το 2008 και τα έχουν υποβάλει στην UNFCCC. Αυτά τα προγράμματα επικεντρώνονται σε επείγουσες και άμεσες ανάγκες προσαρμογής και περιλαμβάνουν συνθέσεις των διαθέσιμων πληροφοριών: αξιολογήσεις ευπάθειας με δεδομένη την τρέχουσα μεταβλητότητα του κλίματος, καθώς και αξιολογήσεις περιοχών όπου οι κίνδυνοι θα αυξάνονταν λόγω της κλιματικής αλλαγής. Τα προγράμματα ασχολούνται επίσης με την αναζήτηση βασικών μέτρων προσαρμογής, τον καθορισμό κριτηρίων για την ιεράρχηση των δραστηριοτήτων υλοποίησης και την επιλογή των πιο επειγουσών δραστηριοτήτων (Climate and Development Knowledge Network, 2016).

Η διαδικασία που αναφέρεται στα εθνικά σχέδια δράσης καθιερώθηκε το 2011 για να βοηθήσει τις χώρες να πραγματοποιήσουν μια ολοκληρωμένη μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη αξιολόγηση της τρωτότητας του κλίματος και τον σχεδιασμό της προσαρμογής τους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προετοιμασία και την εφαρμογή του τμήματος προσαρμογής των σχεδίων ενός κράτους εστιάζοντας στους ακόλουθους στόχους (UNFCCC, 2016, σελ. 12):

«(α) Να μειωθεί η ευπάθεια στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με την οικοδόμηση της προσαρμοστικής ικανότητας και της ανθεκτικότητας·

(β) Να διευκολυνθεί η ενσωμάτωση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, με συνεκτικό τρόπο, σε σχετικές νέες και υφιστάμενες πολιτικές, προγράμματα και δραστηριότητες, ιδίως σε διαδικασίες και στρατηγικές αναπτυξιακού σχεδιασμού, σε όλους τους σχετικούς τομείς και σε διαφορετικά επίπεδα, ανάλογα με την περίπτωση.»

2.3.2. Ευρωπαϊκές Δράσεις για την κλιματική αλλαγή

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal, EGD) καθορίζει τον στόχο να γίνει κλιματικά ουδέτερη η Ευρώπη το 2050 με τρόπο που συμβάλλει στην

ευρωπαϊκή οικονομία, την ανάπτυξη και τις θέσεις εργασίας. Αυτός ο στόχος απαιτεί μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030, όπως επιβεβαιώθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο τον Δεκέμβριο του 2020. Αυτό με τη σειρά του απαιτεί σημαντικά υψηλότερα μερίδια ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ένα ολοκληρωμένο ενεργειακό σύστημα. Ο τρέχων στόχος της ΕΕ για τουλάχιστον 32% ανανεώσιμη ενέργεια έως το 2030, που ορίζεται στην Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Renewable Energy Directive, REDII), δεν είναι επαρκής και πρέπει να αυξηθεί στο 38-40%, σύμφωνα με το Σχέδιο Στόχου για το Κλίμα (Climate Target Plan, CTP). Ταυτόχρονα, απαιτούνται νέα συνοδευτικά μέτρα σε διάφορους τομείς, σύμφωνα με την Ολοκλήρωση του Ενεργειακού Συστήματος, το Υδρογόνο, τις Υπεράκτιες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τις Στρατηγικές για τη Βιοποικιλότητα για την επίτευξη αυτού του αυξημένου στόχου (European Commission, 2021).

Οι γενικοί στόχοι της αναθεώρησης του REDII είναι η επίτευξη αύξησης της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έως το 2030, η προώθηση της καλύτερης ολοκλήρωσης των ενεργειακών συστημάτων και η συμβολή στους κλιματικούς και περιβαλλοντικούς στόχους, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας της βιοποικιλότητας, αντιμετωπίζοντας έτσι τις ανησυχίες σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη και την απώλεια βιοποικιλότητας. Αυτή η αναθεώρηση του REDII είναι απαραίτητη για την επίτευξη του αυξημένου κλιματικού στόχου καθώς και για την προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας των ανθρώπων, τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης και τη συμβολή στην τεχνολογική και βιομηχανική ηγεσία της ΕΕ μαζί με τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την οικονομική ανάπτυξη (European Commission, 2021).

2.3.3. Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος της Ελλάδας

Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος στο σύνολό του ορίζει εθνικούς στόχους για την ενέργεια και το κλίμα για το 2030, οι οποίοι είναι πολύ πιο φιλόδοξοι τόσο από εκείνους του αρχικού σχεδίου που παρουσιάστηκε τον Ιανουάριο του 2019 όσο και από τους βασικούς στόχους της ΕΕ που τέθηκαν στο πλαίσιο της Ενεργειακής Ένωσης. Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος στοχεύει επίσης να συμβάλει στη

νέα πράσινη συμφωνία που προωθείται από την Επιτροπή, η οποία αναμένεται να ενσωματώσει νέους μηχανισμούς και προτεραιότητες χρηματοδότησης για τη στήριξη της μετάβασης στην ενέργεια και το κλίμα, ενισχύοντας επίσης την ανταγωνιστικότητα της ευρωπαϊκής οικονομίας.

Πιο συγκεκριμένα, το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος έχει θέσει τους ακόλουθους στόχους για το 2030 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019):

(α) Αρχικά όσον αφορά την κλιματική αλλαγή και τις εκπομπές, ένας πολύ υψηλότερος βασικός στόχος για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) κατά περισσότερο από 42% σε σύγκριση με τις εκπομπές το 1990 και περισσότερο από 56% σε σύγκριση με τις εκπομπές το 2005 τέθηκε, υπερβαίνοντας έτσι ακόμη και τους βασικούς στόχους της ΕΕ. Πρέπει να τονιστεί ότι οι στόχοι αυτοί ήταν πολύ χαμηλότεροι στο αρχικό προσχέδιο του σχεδίου, με αποτέλεσμα τη μείωση κατά 33% και 49% αντίστοιχα. Αυτοί οι νέοι στόχοι για τη μείωση των εκπομπών GHG αποτελούν επίσης προϋπόθεση για να καταστεί δυνατή η μετάβαση σε μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία έως το 2050, καθώς η ελληνική κυβέρνηση στοχεύει να συμμετάσχει κατ' αναλογία στη δέσμευση για μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία σε επίπεδο ΕΕ.

Επίσης, όσον αφορά τις πολιτικές για την κλιματική αλλαγή και την προσαρμογή, το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος καθορίζει τις πρωτοβουλίες που πρέπει να αναληφθούν στο πλαίσιο της Εθνικής Στρατηγικής για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή, η οποία καθορίζει τους γενικούς στόχους, τις κατευθυντήριες γραμμές και τα εργαλεία για την εφαρμογή των απαραίτητων μέτρων προσαρμογής του κλίματος σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Καθορίζει επίσης πρωτοβουλίες για την ολοκλήρωση του χωροταξικού σχεδιασμού, σε αστικές περιοχές, ιδίως όσον αφορά τη βιώσιμη χρήση γης και την προώθηση της βιώσιμης αστικής κινητικότητας. Η διαχείριση απορριμμάτων αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του εθνικού σχεδίου για την ενέργεια και το κλίμα και ως εκ τούτου παρουσιάζονται οι σχετικές πρωτοβουλίες για την αναθεώρηση των εθνικών και περιφερειακών σχεδίων διαχείρισης απορριμμάτων. Στόχος των σχεδίων αυτών είναι η εντατικοποίηση μιας σειράς μέτρων ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων, σύμφωνα πάντα με τις απαιτήσεις της κυκλικής οικονομίας.

Επιπλέον, η κυκλική οικονομία αποτελεί βασικό στοιχείο της αναπτυξιακής στρατηγικής της Ελλάδας και η εφαρμογή της περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, ένα τετραετές στρατηγικό σχέδιο που καλύπτει όλο το φάσμα της αλυσίδας αξίας. Στο πλαίσιο αυτό, το NECP καθορίζει τους άξονες της σχετικής πολιτικής.

(β) Όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχει τεθεί πολύ υψηλότερος στόχος όσον αφορά το μερίδιο στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, καθώς υπάρχει πλέον στόχος για ελάχιστο μερίδιο 35%, έναντι 31% στο αρχικό προσχέδιο NECP. Αυτό είναι επίσης πολύ υψηλότερο από τον βασικό στόχο της ΕΕ για τις ΑΠΕ του 32%.

Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ο ενεργειακός μετασχηματισμός που θα γίνει στην ηλεκτροπαραγωγή, καθώς έχει προβλεφθεί το μερίδιο ΑΠΕ στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας να ξεπερνά το 60%. Στο πλαίσιο αυτό ήδη προωθούνται και υλοποιούνται από την κυβέρνηση συγκεκριμένες πρωτοβουλίες, π.χ. απλούστευση και επιτάχυνση του πλαισίου αδειοδότησης, διασφάλιση της βέλτιστης ενσωμάτωσης των ΑΠΕ στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, της λειτουργίας συστημάτων αποθήκευσης και της προώθησης της ηλεκτροκίνησης.

(γ) Όσον αφορά τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, είναι επίσης πολύ πιο φιλόδοξος στόχος από αυτόν του αρχικού σχεδίου και του αντίστοιχου στόχου της ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει ποσοτικός στόχος η κατανάλωση τελικής ενέργειας το 2030 να είναι χαμηλότερη από αυτή που καταγράφηκε το 2017. Συνεπώς, ο στόχος του σχεδίου είναι πλήρως συμβατός με τον σχετικό δείκτη της ΕΕ. Υπάρχει επίσης 38% ποιοτική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στην τελική κατανάλωση ενέργειας, σύμφωνα με συγκεκριμένη μεθοδολογία της ΕΕ, σε σύγκριση με τον αντίστοιχο βασικό στόχο της ΕΕ 32,5% και τον αρχικό στόχο στο προσχέδιο του σχεδίου 32%. Η επίτευξη αυτού του φιλόδοξου στόχου θα συμβάλλει στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής οικονομίας και της προστασίας των καταναλωτών.

Βασικός στόχος στο πλαίσιο της νέας αναθεωρημένης κυβερνητικής στρατηγικής για το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος είναι το εξαιρετικά φιλόδοξο, αλλά ρεαλιστικό πρόγραμμα για την απότομη και οριστική μείωση του μεριδίου του λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή, δηλαδή τη λεγόμενη σταδιακή κατάργηση του λιγνίτη, με την εφαρμογή ενός σχετικά εμπροσθοβαρούς

προγράμματος την επόμενη δεκαετία και τον τερματισμό της χρήσης του λιγνίτη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα έως το 2028. Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος καθορίζει επίσης το χρονοδιάγραμμα για τη διακοπή λειτουργίας των λιγνιτικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν σήμερα, το οποίο θα έχει ολοκληρωθεί έως το 2023 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

Αυτός ο στόχος ενσωματώνει επίσης το όραμα της κυβέρνησης να αντιμετωπίσει μακροπρόθεσμα ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος και να εξορθολογίσει το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα σήμερα. Το σχέδιο σταδιακής κατάργησης του λιγνίτη για την ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα περιλαμβάνει επίσης την υιοθέτηση ολοκληρωμένων προγραμμάτων για τη στήριξη λιγνιτοπαραγωγών περιοχών στην Ελλάδα, για την εξομάλυνση της μετάβασης στη μεταλιγνιτική εποχή. Η ελληνική κυβέρνηση έχει δεσμευτεί να κλείσει τις λιγνιτικές μονάδες έως το 2028 με καλά συντονισμένο και υπεύθυνο τρόπο. Η διατήρηση των θέσεων εργασίας και η αξιοποίηση της τεχνογνωσίας του ανθρώπινου δυναμικού σε αυτούς τους τομείς αποτελούν κορυφαία προτεραιότητα. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στα μέσα του 2020 παρουσιάστηκε ένα ολοκληρωμένο, πολύπλευρο σχέδιο (Just Development Transition Master Plan), για να χρησιμεύσει ως οδικός χάρτης για τη μεταλιγνιτική εποχή.

3. Η διαχρονική εξέλιξη των ενεργειακών μεγεθών στην Ελλάδα και ο σχηματισμός προβλέψεων τους

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν στην διαχρονική εξέλιξη της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς και της εγκατεστημένης ισχύος, για την περίοδο από το 2015 μέχρι και το 2020. Ο λόγος που δεν συμπεριλήφθηκε στην έρευνα και το 2021 είναι το ότι δεν υπάρχουν κατά την συγγραφή της εργασίας, στοιχεία διαθέσιμα για τον Δεκέμβριο του 2021 και τους προηγούμενους μήνες, καθώς τα διαθέσιμα στοιχεία υπάρχουν μέχρι και τον Αύγουστο του 2021. Ωστόσο, τα δεδομένα του 2021 χρησιμοποιούνται στο τελευταίο σκέλος της έρευνας, που αναφέρεται στην πραγματική αποτίμηση των προβλεπτικών μοντέλων.

3.1 Εξέλιξη των ενεργειακών μεγεθών

Αρχικά, στον πίνακα που ακολουθεί και στον σχετικό διάγραμμα που τον συνοδεύει, παρουσιάζονται αναλυτικά τα μηνιαία στοιχεία παραγωγής ηλεκτρισμού από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, όπως αυτά παρουσιάζονται στον διαδικτυακό τόπο lagie.gr. Σημειώνεται ότι οι μετρήσεις αφορούν από τον Ιανουάριο του 2015 μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2020. Με βάση τα στοιχεία του πίνακα αυτού γίνεται εμφανής μια αύξηση στην παραγωγή ενέργειας από το 2016 και έπειτα. Η βασικότερη ίσως αιτία για αυτήν την αύξηση, η οποία διατηρείται και τα επόμενα χρόνια, φαίνεται να είναι η εισαγωγή του αναπτυξιακού νόμου 4399 του 2016, με βάση τον οποίο, το δημόσιο αποφάσισε να αναλάβει σημαντικό ποσοστό του κόστους της επένδυσης σε ΑΠΕ. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, την αθρόα εισαγωγή νέων επενδυτών στον χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς το κόστος για μια τέτοια απόφαση μειώθηκε.

Πίνακας 1. Μηνιαία στοιχεία για την συνολική παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ για τα έτη 2015 – 2020

Ενέργεια (GWh)

2015

Ιανουάριος	442.47
Φεβρουάριος	462.06
Μάρτιος	440.03
Απρίλιος	410.21
Μάιος	323.69
Ιούνιος	339.35
Ιούλιος	390.22
Αύγουστος	430.68
Σεπτέμβριος	295.74
Οκτώβριος	480.71
Νοέμβριος	418.85
Δεκέμβριος	385.77

2016

Ιανουάριος	500.65
Φεβρουάριος	494.57
Μάρτιος	503.34
Απρίλιος	375.71
Μάιος	387.89
Ιούνιος	354.65

Ιούλιος	409.74
Αύγουστος	486.80
Σεπτέμβριος	350.93
Οκτώβριος	403.05
Νοέμβριος	478.65
Δεκέμβριος	567.28
2017	
Ιανουάριος	779.90
Φεβρουάριος	818.30
Μάρτιος	970.10
Απρίλιος	805.20
Μάιος	947.70
Ιούνιος	703.30
Ιούλιος	980.60
Αύγουστος	1,161.40
Σεπτέμβριος	778.70
Οκτώβριος	846.50
Νοέμβριος	708.20
Δεκέμβριος	1,017.00
2018	
Ιανουάριος	892.00

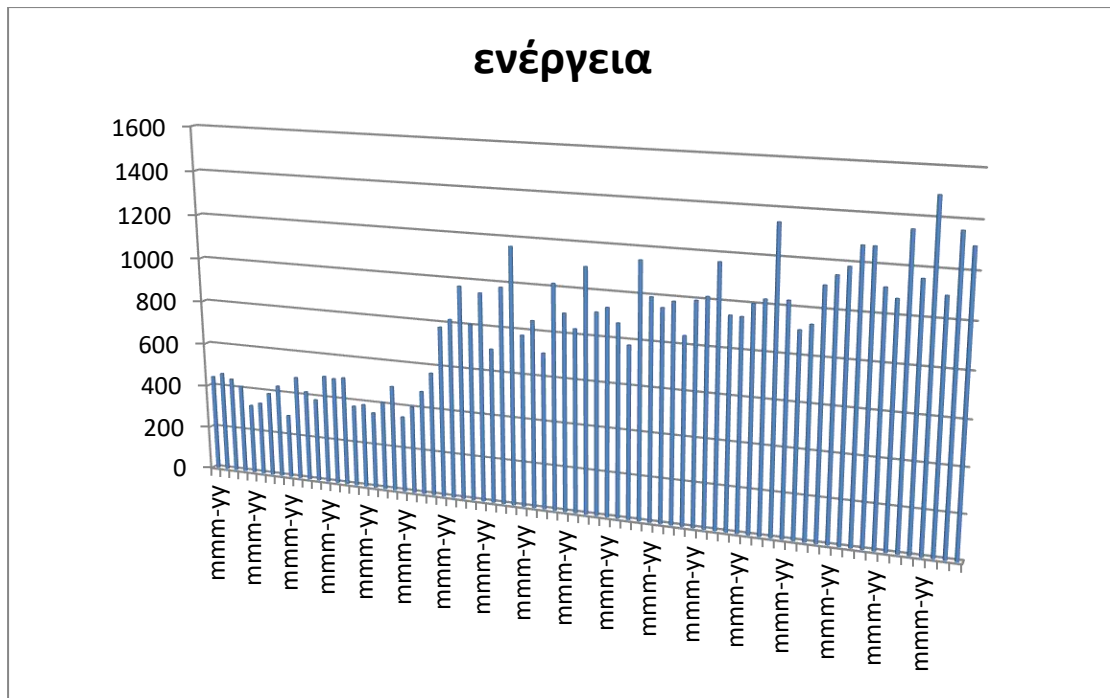
Φεβρουάριος	828.00
Μάρτιος	1,100.00
Απρίλιος	909.00
Μάιος	933.00
Ιούνιος	870.00
Ιούλιος	779.00
Αύγουστος	1,146.00
Σεπτέμβριος	994.00
Οκτώβριος	952.00
Νοέμβριος	983.00
Δεκέμβριος	842.00

2019

Ιανουάριος	995.00
Φεβρουάριος	1,015.00
Μάρτιος	1,163.00
Απρίλιος	945.00
Μάιος	943.00
Ιούνιος	1,002.00
Ιούλιος	1,024.00
Αύγουστος	1,343.00
Σεπτέμβριος	1,027.00

Οκτώβριος	909.00
Νοέμβριος	936.00
Δεκέμβριος	1,101.00
2020	
Ιανουάριος	1,146.00
Φεβρουάριος	1,184.00
Μάρτιος	1,273.00
Απρίλιος	1,273.00
Μάιος	1,112.00
Ιούνιος	1,070.00
Ιούλιος	1,350.00
Αύγουστος	1,158.00
Σεπτέμβριος	1,490.00
Οκτώβριος	1,098.00
Νοέμβριος	1,358.00
Δεκέμβριος	1,300.00

Πηγή: <http://www.lagie.gr>



Διάγραμμα 1. Διαχρονική εξέλιξη της μηνιαίας παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα και εγκατεστημένης ισχύος, από τον Ιανουάριο του 2015 έως και τον Δεκέμβριο του 2020. Πηγή: <http://www.lagie.gr>.

Ο επόμενος πίνακας και το αντίστοιχο διάγραμμα που ακολουθεί, παρουσιάζουν αναλυτικά τα μηνιαία στοιχεία παραγωγής αιολικής ενέργειας, όπως αυτά παρουσιάζονται στον διαδικτυακό τόπο [lagie.gr](http://www.lagie.gr). Σημειώνεται ότι οι μετρήσεις αφορούν από τον Ιανουάριο του 2015 μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2020. Με βάση τα στοιχεία του πίνακα αυτού γίνεται εμφανής η τάση αύξησης τόσο της συνολικά παραγόμενης αιολικής ενέργειας, όσο και της δυνατότητας για παραγωγή τέτοιου είδους ενέργειας. Ωστόσο, όπως είναι δυνατόν να διαπιστώσει κανείς, η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αύξηση της παραγωγής, γεγονός που δείχνει ότι υπάρχουν δυνατότητες μεγαλύτερης αύξησης της παραγωγής αιολικής ενέργειας σε σχέση με την κατάσταση που επικρατούσε τα προηγούμενα χρόνια.

Πίνακας 2. Μηνιαία στοιχεία για την Αιολική ενέργεια στην παραγωγή ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2015 – 2020

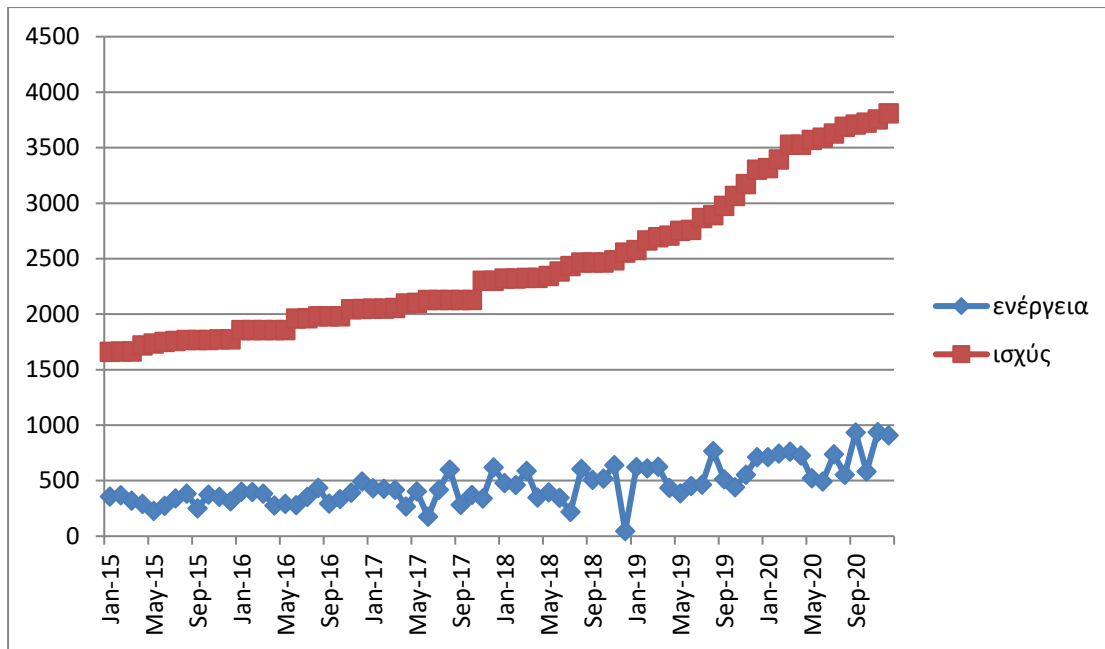
	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
	2015	
Ιανουάριος	355.87	1,661.72
Φεβρουάριος	368.53	1,664.12
Μάρτιος	320.85	1,664.12
Απρίλιος	291.09	1,717.92
Μάιος	227.36	1,737.92
Ιούνιος	274.06	1,750.92
Ιούλιος	341.17	1,767.07
Αύγουστος	383.97	1,767.07
Σεπτέμβριος	250.96	1,767.07
Οκτώβριος	374.29	1,768.07
Νοέμβριος	355.51	1,772.07
Δεκέμβριος	312.52	1,774.62
	2016	
Ιανουάριος	401.21	1,856.62
Φεβρουάριος	398.73	1,856.62
Μάρτιος	382.65	1,856.62
Απρίλιος	275.16	1,856.62
Μάιος	291.24	1,856.62

Ιούνιος	279.77	1,960.22
Ιούλιος	353.76	1,962.77
Αύγουστος	435.40	1,981.37
Σεπτέμβριος	293.09	1,981.37
Οκτώβριος	335.04	1,981.37
Νοέμβριος	391.93	2,043.57
Δεκέμβριος	492.91	2,047.17
	2017	
Ιανουάριος	433.40	2,048.80
Φεβρουάριος	426.60	2,048.80
Μάρτιος	416.90	2,054.80
Απρίλιος	266.60	2,096.80
Μάιος	403.70	2,102.20
Ιούνιος	176.30	2,128.50
Ιούλιος	418.70	2,128.50
Αύγουστος	600.50	2,128.50
Σεπτέμβριος	282.70	2,128.50
Οκτώβριος	370.20	2,128.50
Νοέμβριος	340.30	2,301.80
Δεκέμβριος	619.70	2,301.80
	2018	

Ιανουάριος	477.00	2,322.00
Φεβρουάριος	460.00	2,322.00
Μάρτιος	589.00	2,326.00
Απρίλιος	349.00	2,326.00
Μάιος	394.00	2,344.00
Ιούνιος	346.00	2,384.00
Ιούλιος	218.00	2,434.00
Αύγουστος	606.00	2,464.00
Σεπτέμβριος	506.00	2,464.00
Οκτώβριος	518.00	2,464.00
Νοέμβριος	641.00	2,485.00
Δεκέμβριος	47.00	2,555.00
	2019	
Ιανουάριος	622.00	2,579.00
Φεβρουάριος	610.00	2,663.00
Μάρτιος	624.00	2,693.00
Απρίλιος	434.00	2,709.00
Μάιος	386.00	2,750.00
Ιούνιος	451.00	2,760.00
Ιούλιος	464.00	2,865.00
Αύγουστος	767.00	2,892.00

Σεπτέμβριος	512.00	2,976.00
Οκτώβριος	440.00	3,064.00
Νοέμβριος	554.00	3,172.00
Δεκέμβριος	712.00	3,301.00
	2020	
Ιανουάριος	710.90	3,315.00
Φεβρουάριος	743.90	3,394.00
Μάρτιος	761.50	3,526.00
Απρίλιος	726.90	3,526.00
Μάιος	520.90	3,569.00
Ιούνιος	492.40	3,591.00
Ιούλιος	738.30	3,628.00
Αύγουστος	554.00	3,687.00
Σεπτέμβριος	935.00	3,709.00
Οκτώβριος	581.00	3,727.00
Νοέμβριος	937.00	3,755.00
Δεκέμβριος	907.00	3,810.00

Πηγή: <http://www.lagie.gr>



Διάγραμμα 2. Διαχρονική εξέλιξη της μηνιαίας παραγωγής αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα και εγκατεστημένης ισχύος, από τον Ιανουάριο του 2015 έως και τον Δεκέμβριο του 2020. Πηγή: <http://www.lagie.gr>.

Τέλος, ο επόμενος πίνακας και το αντίστοιχο διάγραμμα που ακολουθεί, παρουσιάζουν αναλυτικά τα μηνιαία στοιχεία παραγωγής ενέργειας με την χρήση βιομάζας, όπως αυτά παρουσιάζονται στον διαδικτυακό τόπο lagie.gr. Σημειώνεται ότι οι μετρήσεις αφορούν από τον Ιανουάριο του 2015 μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2020. Με βάση τα στοιχεία του πίνακα αυτού γίνεται εμφανής η τάση αύξησης τόσο της συνολικά παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα, όσο και της δυνατότητας για παραγωγή τέτοιου είδους ενέργειας. Ωστόσο, όπως είναι δυνατόν να διαπιστώσει κανείς, η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος είναι και σε αυτήν την περίπτωση αρκετά μεγαλύτερη από την αύξηση της παραγωγής, γεγονός που δείχνει ότι υπάρχουν δυνατότητες μεγαλύτερης αύξησης της παραγωγής αιολικής ενέργειας σε σχέση με την κατάσταση που επικρατούσε τα προηγούμενα χρόνια. Επιπλέον, θα πρέπει να υπογραμμιστεί και η μεγάλη αύξηση της εν λόγω παραγωγής που έλαβε χώρα το 2020.

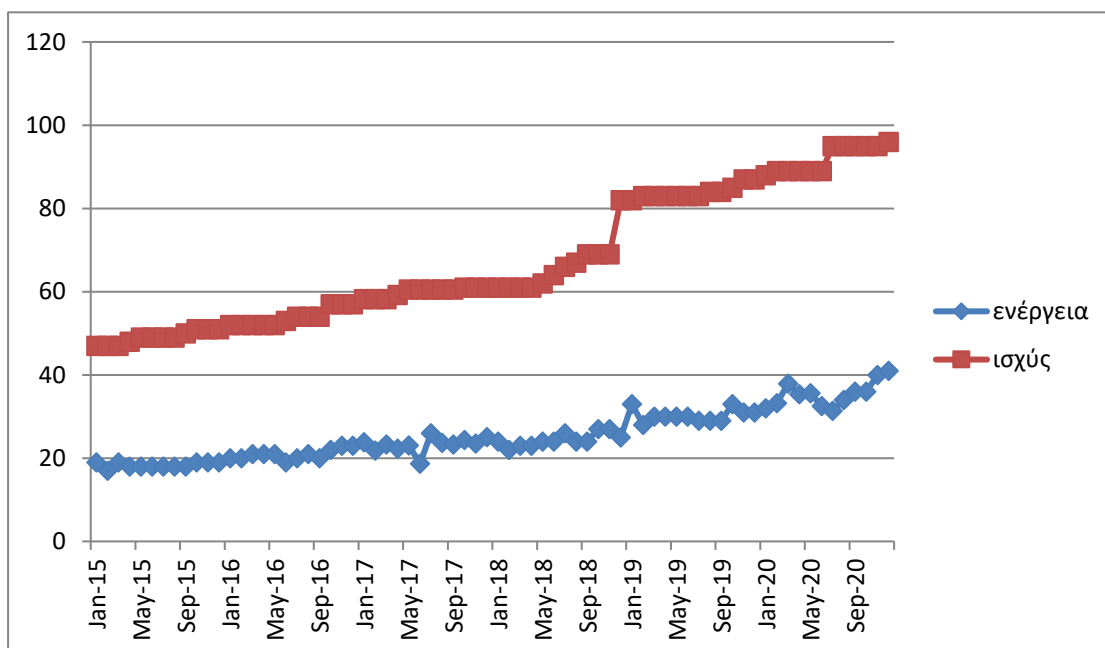
Πίνακας 3. Μηνιαία στοιχεία για την Βιομάζα στην παραγωγή ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύος για τα έτη 2015 – 2020

	Ενέργεια (GWh)	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
2015		
Ιανουάριος	19.00	47.00
Φεβρουάριος	17.00	47.00
Μάρτιος	19.00	47.00
Απρίλιος	18.00	48.00
Μάιος	18.00	49.00
Ιούνιος	18.00	49.00
Ιούλιος	18.00	49.00
Αύγουστος	18.00	49.00
Σεπτέμβριος	18.00	50.00
Οκτώβριος	19.00	51.00
Νοέμβριος	19.00	51.00
Δεκέμβριος	19.00	51.00
2016		
Ιανουάριος	20.00	52.00
Φεβρουάριος	20.00	52.00
Μάρτιος	21.00	52.00
Απρίλιος	21.00	52.00
Μάιος	21.00	52.00
Ιούνιος	19.00	53.00
Ιούλιος	20.00	54.00
Αύγουστος	21.00	54.00
Σεπτέμβριος	20.00	54.00
Οκτώβριος	22.00	57.00
Νοέμβριος	23.00	57.00
Δεκέμβριος	23.00	57.00
2017		
Ιανουάριος	23.80	58.20
Φεβρουάριος	21.80	58.20
Μάρτιος	23.30	58.20

Απρίλιος	22.30	59.20
Μάιος	23.10	60.50
Ιούνιος	18.70	60.50
Ιούλιος	26.00	60.50
Αύγουστος	23.70	60.50
Σεπτέμβριος	23.30	60.50
Οκτώβριος	24.40	61.00
Νοέμβριος	23.50	61.00
Δεκέμβριος	25.10	61.00
2018		
Ιανουάριος	24.00	61.00
Φεβρουάριος	22.00	61.00
Μάρτιος	23.00	61.00
Απρίλιος	23.00	61.00
Μάιος	24.00	62.00
Ιούνιος	24.00	64.00
Ιούλιος	26.00	66.00
Αύγουστος	24.00	67.00
Σεπτέμβριος	24.00	69.00
Οκτώβριος	27.00	69.00
Νοέμβριος	27.00	69.00
Δεκέμβριος	25.00	82.00
2019		
Ιανουάριος	33.00	82.00
Φεβρουάριος	28.00	83.00
Μάρτιος	30.00	83.00
Απρίλιος	30.00	83.00
Μάιος	30.00	83.00
Ιούνιος	30.00	83.00
Ιούλιος	29.00	83.00
Αύγουστος	29.00	84.00

Σεπτέμβριος	29.00	84.00
Οκτώβριος	33.00	85.00
Νοέμβριος	31.00	87.00
Δεκέμβριος	31.00	87.00
2020		
Ιανουάριος	32.00	88.00
Φεβρουάριος	33.20	89.00
Μάρτιος	37.90	89.00
Απρίλιος	35.40	89.00
Μάιος	35.60	89.00
Ιούνιος	32.50	89.00
Ιούλιος	31.40	95.00
Αύγουστος	34.00	95.00
Σεπτέμβριος	36.00	95.00
Οκτώβριος	36.00	95.00
Νοέμβριος	40.00	95.00
Δεκέμβριος	41.00	96.00

Πηγή: <http://www.lagie.gr>



Διάγραμμα 3. Διαχρονική εξέλιξη της μηνιαίας παραγωγής ενέργειας βιομάζας στην Ελλάδα και εγκατεστημένης ισχύος, από τον Ιανουάριο του 2015 έως και τον Δεκέμβριο του 2020. Πηγή: <http://www.lagie.gr>.

3.2. Η μέθοδος προβλέψεων με βάση τα μοντέλα ARIMA

Η πρόβλεψη είναι μια δραστηριότητα για την πρόβλεψη μελλοντικών γεγονότων και είναι ένα εφαρμόσιμο εργαλείο για αποτελεσματικό και αποδοτικό σχεδιασμό. Οποιαδήποτε μελλοντική εξέλιξη ορίζεται και επηρεάζεται από διαφορετικούς παράγοντες, ιδιαίτερα από την τυχαία τάση. Τα παραδοσιακά στατιστικά εργαλεία δεν αρκούν στην ανάγκη για έρευνα πρόβλεψης, καθώς είναι δύσκολο να γενικευθούν. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το μοντέλο Automatic Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα σε διάφορους τομείς, κυρίως λόγω της εύχρηστης ιδέας και της χρησιμότητας των αλγορίθμων. Το αυτό-παλίνδρομο μοντέλο κινητού μέσου όρου (ARIMA) είναι μια δημοφιλής μέθοδος για την πρόβλεψη δεδομένων μονομεταβλητών χρονοσειρών (Wigid & Sulantari, 2021).

Τα μοντέλα ARIMA έχουν μελετηθεί σε βάθος από τους George Box και Gwilym Jenkins, 1976, και τα ονόματά τους είναι συχνά συνώνυμα με τη διαδικασία ARIMA, η οποία εφαρμόζεται σε περιοδικές σειρές ανάλυσης και προβλέψεων. Η μέθοδος Box-Jenskin είναι μια τυπική διαδικασία που χρησιμοποιείται ευρέως για τη λήψη ενός κατάλληλου μοντέλου ARIMA για δεδομένα χρονοσειρών. Αυτή η μέθοδος αποτελείται από τέσσερα κύρια στάδια: αναγνώριση, εκτίμηση παραμέτρων, διαγνωστική εξέταση και πρόβλεψη χρησιμοποιώντας το μοντέλο ARIMA (p, d, q) (Wigid & Sulantari, 2021).

Το αυτό-παλίνδρομο μοντέλο κινητού μέσου όρου (ARIMA) είναι μια δημοφιλής μέθοδος για την πρόβλεψη δεδομένων μονομεταβλητών χρονοσειρών. Σύμφωνα με τον Rosadi, το μοντέλο AR (p) είναι ένα μονομεταβλητό αυτοπαλινδρομικό μοντέλο τάξης p για μια στατική διεργασία και γράφεται ως:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_1 X_{t-1} + \phi_1 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

Το μοντέλο MA (q) είναι το μονομεταβλητό μοντέλο κινητού μέσου όρου q για μια στατική διεργασία και γράφεται ως:

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

Το μοντέλο αυτοπαλινδρομικού ολοκληρωμένου κινητού μέσου όρου (ARIMA (p, d, q)) είναι μια μονομεταβλητή χρονοσειρά μοντέλου πρόβλεψης που συνδυάζει το αυτοπαλινδρομικό μοντέλο (AR (p)) και το μοντέλο κινητού μέσου όρου (MA (q)) για μη στάσιμα δεδομένα. Η γενική μορφή του ARIMA (p, d, q) μπορεί να γραφτεί ως:

$$\phi_p(B) (1-B)^d X_t = \theta_0 + \theta_q(B) \varepsilon_t \quad (3)$$

με, $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$, και $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_p B^p)$ με τιμή $d > 0$. Για να γίνει στατικό το μοντέλο είναι απαραίτητη η διαφοροποίηση. Η έννοια της διαφοροποίησης διεξάγεται αφαιρώντας τις παρατηρήσεις X_t από τις προηγούμενες παρατηρήσεις, δηλαδή X_{t-1}

Η εκτίμηση παραμέτρων του μοντέλου ARIMA (p, d, q) μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους, μία από τις οποίες είναι η μέθοδος εκτίμησης μέγιστης πιθανότητας (MLE). Η μέθοδος εκτίμησης μέγιστης πιθανοφάνειας εξακολουθεί να θεωρείται ως μία από τις αποτελεσματικές μεθόδους εκτίμησης των παραμέτρων του μοντέλου ARIMA (p, d, q).

Αυτοσυσχέτιση

Οι παρατηρήσεις χρονοσειρών συχνά συσχετίζονται με παρατηρήσεις σε προηγούμενα χρονικά σημεία και επομένως δεν κατανέμονται ανεξάρτητα. Αυτή η συσχέτιση αναφέρεται ως αυτοσυσχέτιση ή σειριακή συσχέτιση. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι χρονοσειρές που εμφανίζουν αυτοσυσχέτιση δεν ικανοποιούν τις τυπικές υποθέσεις της ανάλυσης παλινδρόμησης. Καθώς τα δεδομένα αυτοσυσχέτισης συνήθως δεν είναι στάσιμα, η διαφοροποίηση των δεδομένων είναι συχνά αρκετή για να αφαιρεθεί η αυτοσυσχέτιση και επομένως οποιοδήποτε απαραίτητοι μετασχηματισμοί δεδομένων θα πρέπει να εκτελούνται πριν από τη δοκιμή για αυτοσυσχέτιση.

Οι συναρτήσεις αυτοσυσχέτισης (ACF) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της σταθερότητας και της αυτοσυσχέτισης. Ένα ACF σχεδιάζει τη συσχέτιση

μεταξύ κάθε παρατήρησης και προηγούμενων τιμών σε διάφορες καθυστερήσεις, όπου υστέρηση είναι ο αριθμός των χρονικών σημείων μεταξύ μιας παρατήρησης και των προηγούμενων τιμών της.

Μη σταθερότητα

Απαίτηση της μοντελοποίησης ARIMA είναι η χρονοσειρά να είναι στατική. Μια σταθερή σειρά έχει τρεις ιδιότητες: σταθερό μέσο όρο, σταθερή διακύμανση και σταθερή συνδιακύμανση που εξαρτάται μόνο από το χρονικό διάστημα μεταξύ των τιμών. Μια σταθερή σειρά (που ονομάζεται επίσης "διεργασία λευκού θορύβου") είναι ευκολότερο να αναλυθεί καθώς μπορεί να μοντελοποιηθεί με λιγότερες παραμέτρους. Ενώ μπορεί να παρουσιάζει διακυμάνσεις, θα επανέρχεται πάντα σε μια σταθερή μέση τιμή και επομένως είναι ευκολότερο να προβλεφθεί. Υπάρχουν δύο κύριες πηγές μη στατικότητας: η πρώτη είναι η μεταβαλλόμενη διακύμανση με την πάροδο του χρόνου (ετεροσκεδαστικότητα) η οποία μπορεί συχνά να αντιμετωπιστεί με την εφαρμογή ενός λογαριθμικού μετασχηματισμού και η δεύτερη είναι μια αυξητική ή πτωτική τάση που μπορεί συχνά να εξαλειφθεί λαμβάνοντας την πρώτη διαφορά (δηλαδή $Y_t - Y_{t-1}$). Περιστασιακά μπορεί να απαιτείται μια δεύτερη διαφοροποίηση για να επιτευχθεί σταθερότητα, αλλά η διαφορά τρίτης τάξης και άνω είναι σπάνια [10]. Για την ακρίβεια, ο παραπάνω ορισμός αφορά μια ασθενώς ακίνητη σειρά. Μια χρονοσειρά θεωρείται αυστηρά ακίνητη εάν η κατανομή πιθανοτήτων μιας ακολουθίας παρατηρήσεων είναι αμετάβλητη από τις χρονικές μετατοπίσεις. Οι αυστηρά ακίνητες σειρές είναι σπάνιες και συχνά αρκεί να υποθέσουμε αδύναμη σταθερότητα.

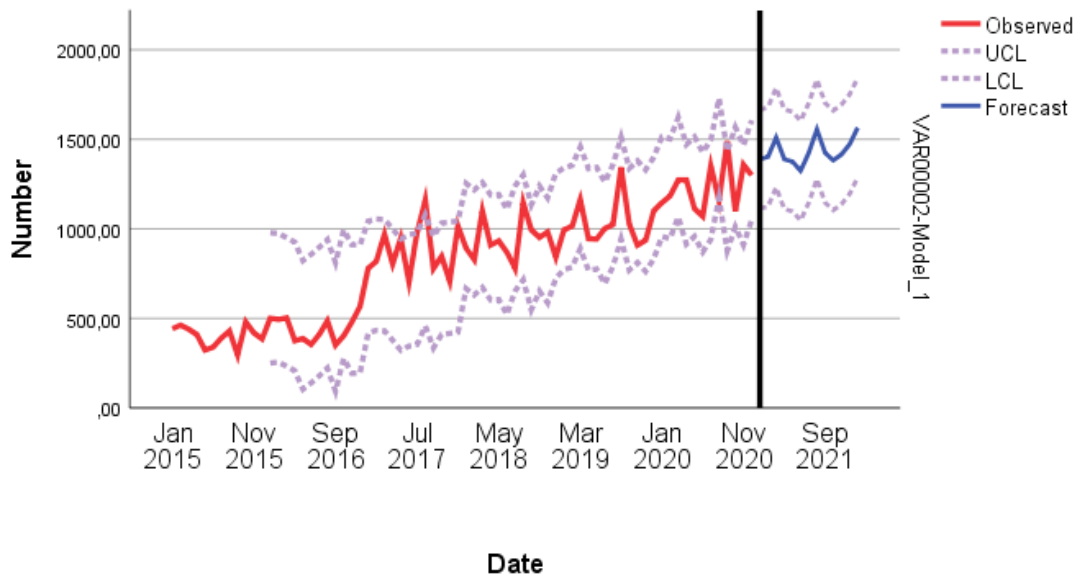
Εποχικότητα

Η εποχικότητα αναφέρεται στη διακύμανση μιας σταθερής ή γνωστής συχνότητας, που εμφανίζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, όπως η εποχή του έτους ή η ημέρα της εβδομάδας. Η εποχικότητα στις χρονοσειρές δεδομένων για την ενέργεια είναι κοινή και μπορεί να οφείλεται σε φυσικά αίτια, όπως τα καιρικά μοτίβα ή και οι επιχειρηματικές ή διοικητικές διαδικασίες. Για παράδειγμα, οι ανάγκες για ενέργεια είναι πιο συχνές τους χειμερινούς και τους θερινούς μήνες. Η έκταση της εποχικότητας θα εξαρτηθεί από τη μονάδα χρόνου της σειράς. Για παράδειγμα, η εποχικότητα είναι σπάνια σε χρονοσειρές που μετρώνται σε ετήσια διαστήματα (Schaffer et al., 2021).

Με εποχιακά μηνιαία δεδομένα, πιθανότατα θα υπάρχει σημαντική αυτοσυσχέτιση στην υστέρηση 12 στο διάγραμμα ACF. Στη μοντελοποίηση ARIMA, η εποχικότητα αντιμετωπίζεται συνήθως λαμβάνοντας την εποχιακή διαφορά. Δηλαδή, με μηνιαία δεδομένα, παίρνει κανείς τη διαφορά μεταξύ κάθε παρατήρησης και της προηγούμενης τιμής στην υστέρηση 12 ($Y_t - Y_{t-12}$). Για τριμηνιαία δεδομένα, θα χρησιμοποιούσε κανείς την υστέρηση 4. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι όταν λαμβάνει κανείς την εποχιακή διαφορά για μηνιαία δεδομένα, οι πρώτες 12 παρατηρήσεις χάνονται, καθώς η εποχιακή διαφορά δεν μπορεί να υπολογιστεί για αυτές τις παρατηρήσεις. Αυτό είναι σημαντικό να το έχει κανείς υπόψη εάν υπάρχουν εποχιακά δεδομένα.

3.3.Εφαρμογή των μοντέλων προβλέψεων στη συνολικά παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ

Αρχικά, σημειώνεται ότι επιλέχθηκε το βέλτιστο μοντέλο πρόβλεψης, το οποίο είναι εποχικό με περίοδο 12 μήνες, και συγκεκριμένα είναι το ARIMA(0,0,1)x(0,1,1)₁₂ με σταθερά, μέσα από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.26, για την συνολική παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ στην Ελλάδα για το 2021. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μοντέλου, αρχικά θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι προβλέπεται μια αύξηση για το τρέχον (2021) έτος. Η αύξηση αυτή, όπως και οι πραγματικές παρατηρήσεις για τα προηγούμενα χρόνια, εμφανίζει στοιχεία εποχικότητας, καθώς είναι εμφανές ότι παρατηρείται με επαναληψιμότητα, ένα μοντέλο στο οποίο οι χειμερινοί μήνες παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγή. Επιπλέον, παρατηρείται μια δυναμική αύξηση της παραγωγής μέσα στον χρόνο, η οποία, όπως σημειώθηκε και προηγουμένως, είναι ιδιαίτερα έντονη την περίοδο 2016- 2017 και που ωστόσο, φαίνεται να σταθεροποιείται τα επόμενα χρόνια.



Διάγραμμα 4. Διαγραμματική αποτύπωση του μοντέλου πρόβλεψης της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα, για το 2021.

Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει με αριθμητικά δεδομένα, τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν διαγραμματικά προηγουμένως. Έτσι, μελετώντας αυτά τα αριθμητικά δεδομένα παρατηρεί κανείς ότι σχεδόν σε όλους τους μήνες του 2021 προβλέπεται αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, η οποία μάλιστα τις περισσότερες φορές είναι μεγαλύτερη από 15-20%. Ο μόνος μήνας που προβλέπεται μείωση της παραγωγής είναι ο Σεπτέμβριος, αν και σε αυτήν την περίπτωση, αυτή η μείωση δεν ξεπερνά το 5% σε σχέση με την παραγωγή του Σεπτεμβρίου του 2020. Επιπλέον, ο πίνακας παρουσιάζει τα κατώτερα και τα ανώτερα όρια της πρόβλεψης σε διάστημα εμπιστοσύνης 95%, κάτι το οποίο ωστόσο, θα αναλυθεί περαιτέρω τον επόμενο πίνακα που παρουσιάζεται. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση μηνιαία αύξηση που προβλέπει το μοντέλο για την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ είναι της τάξης του 16,1% για το 2021.

Πίνακας 4. Τα πραγματικά δεδομένα για το 2020 του μοντέλου πρόβλεψης, οι προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

Μήνες	Τιμές 2020	Προβλέψεις 2021	Κατώτερο όριο	Ανώτερο όριο	Ποσοστό μεταβολής
Ιανουάριος	1146,00	1389,47	1115,14	1663,81	21,25
Φεβρουάριος	1184,00	1401,70	1123,72	1679,68	18,39
Μάρτιος	1273,00	1509,71	1231,73	1787,68	18,59
Απρίλιος	1273,00	1387,84	1109,86	1665,81	9,02
Μάιος	1112,00	1375,93	1097,95	1653,90	23,73
Ιούνιος	1070,00	1324,64	1046,67	1602,62	23,80
Ιούλιος	1350,00	1423,78	1145,80	1701,75	5,47
Αύγουστος	1158,00	1555,72	1277,75	1833,70	34,35
Σεπτέμβριος	1490,00	1424,40	1146,42	1702,37	-4,40
Οκτώβριος	1098,00	1382,85	1104,88	1660,83	25,94
Νοέμβριος	1358,00	1415,30	1137,33	1693,28	4,22
Δεκέμβριος	1300,00	1472,04	1194,14	1749,94	13,23

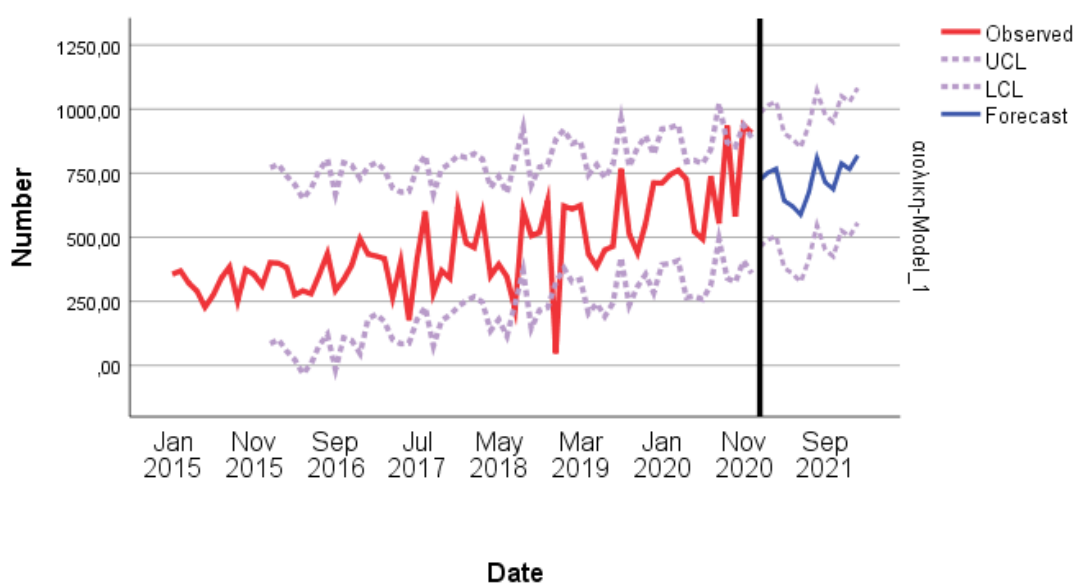
Τέλος, ο πίνακας που ακολουθεί παρέχει την δυνατότητα για πρακτική επαλήθευση ή όχι, της ισχύος του εν λόγω προβλεπτικού μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε, καθώς παρέχει πληροφόρηση σε σχέση με τα πραγματικά δεδομένα της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ για το 2021, όπως αυτά παρέχονται μέσα από το επίσημο διαδικτυακό τόπο του ΔΕΔΔΗΕ. Με βάση λοιπόν, τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα, μόνο για τον μήνα Ιούνιο το μοντέλο δεν καταφέρνει να περιλάβει ανάμεσα στην ελάχιστη και την μέγιστη τιμή του την πραγματική παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Μάλιστα, για αυτόν τον μήνα., η παραγωγή είναι μικρότερη από το κατώτατο όριο του μοντέλου. Ωστόσο, για τους υπόλοιπους επτά μήνες της παρατήρησης η μέση τιμή της

πρόβλεψης απέχει το πολύ 13 ποσοστιαίες μονάδες από την πραγματική τιμή, ενώ όλες οι παρατηρήσεις εμπίπτουν μέσα στα όρια του μοντέλου, γεγονός που υποδηλώνει την σημασία της πρόβλεψης. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση μηνιαία απόκλιση που προβλέπει το μοντέλο σε σχέση με την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ είναι της τάξης του 8,8% για τους μήνες που υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, με δεδομένο ότι οι αρνητικές αποκλίσεις υπολογίστηκαν στην απόλυτη τιμή τους ώστε να μην εξισορροπηθεί το αρνητικό με το θετικό πρόσημο, προκύπτοντας έτσι μια υποεκτίμηση της πραγματικής απόκλισης. Επιπλέον, η πραγματική αύξηση της παραγόμενης ενέργειας που παρατηρήθηκε τους πρώτους μήνες του 2021 ήταν της τάξης του 12,8% έναντι πρόβλεψης 16,1%.

Πίνακας 5. Τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα για το 2021 του μοντέλου πρόβλεψης, σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

Μήνες	Τιμές 2021	Προβλέψεις 2021	Κατώτερο όριο	Ανώτερο όριο	Ποσοστό απόκλισης
Ιανουάριος	1.607	1389,47	1115,14	1663,81	-13,54
Φεβρουάριος	1.356	1401,70	1123,72	1679,68	3,37
Μάρτιος	1.415	1509,71	1231,73	1787,68	6,69
Απρίλιος	1.366	1387,84	1109,86	1665,81	1,60
Μάιος	1.394	1375,93	1097,95	1653,90	-1,30
Ιούνιος	1.042	1324,64	1046,67	1602,62	27,12
Ιούλιος	1.522	1423,78	1145,80	1701,75	-6,45
Αύγουστος	1.401	1555,72	1277,75	1833,70	11,04

Στην συνέχεια, παρουσιάζεται το αποτέλεσμα του μοντέλου πρόβλεψης μέσα από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.26, για την συνολική αιολική ενέργεια στην Ελλάδα για το 2021. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μοντέλου, αρχικά θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι προβλέπεται μια μικρή αύξηση για τους περισσότερους μήνες του τρέχοντος (2021) έτους. Η αύξηση αυτή, όπως και οι πραγματικές παρατηρήσεις για τα προηγούμενα χρόνια, εμφανίζει στοιχεία εποχικότητας σε μικρότερο, ωστόσο βαθμό σε σχέση με την συνολικά παραγόμενη ποσότητα ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς είναι εμφανές ότι παρατηρείται με επαναληψιμότητα. Επιπλέον, παρατηρείται μια μικρή, δυναμική αύξηση της παραγωγής μέσα στον χρόνο, η οποία, όπως σημειώθηκε και προηγουμένως, είναι ιδιαίτερα έντονη την περίοδο 2016- 2017 και που ωστόσο, φαίνεται να σταθεροποιείται τα επόμενα χρόνια.



Διάγραμμα 5. Διαγραμματική αποτύπωση του μοντέλου πρόβλεψης της παραγόμενης αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα, για το 2021.

Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει με αριθμητικά δεδομένα, τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν διαγραμματικά προηγουμένως. Έτσι, μελετώντας αυτά τα αριθμητικά δεδομένα παρατηρεί κανείς ότι σχεδόν σε όλους τους μήνες του 2021 προβλέπεται αύξηση της παραγωγής αιολικής ενέργειας για τους επτά από τους 12 μήνες και μικρή μείωση για τους υπόλοιπους 5 μήνες. Επιπλέον, ο πίνακας παρουσιάζει τα κατώτερα

και τα ανώτερα όρια της πρόβλεψης σε διάστημα εμπιστοσύνης 95%, κάτι το οποίο ωστόσο, θα αναλυθεί περαιτέρω τον επόμενο πίνακα που παρουσιάζεται. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση μηνιαία αύξηση που προβλέπει το μοντέλο για την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ είναι της τάξης του 2,6% για το 2021.

Πίνακας 6. Τα πραγματικά δεδομένα για το 2020 του μοντέλου πρόβλεψης, οι προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή αιολικής ενέργειας.

Μήνες	Τιμές 2020	Προβλέψεις 2021	Κατώτερο όριο	Ανώτερο όριο	Ποσοστό μεταβολής
Ιανουάριος	710,90	723,28	462,13	984,44	1,74
Φεβρουάριος	743,90	752,60	490,13	1015,08	1,17
Μάρτιος	761,50	767,19	504,72	1029,67	0,75
Απρίλιος	726,90	641,83	379,36	904,31	-11,70
Μάιος	520,90	621,68	359,20	884,15	19,35
Ιούνιος	492,40	587,78	325,30	850,25	19,37
Ιούλιος	738,30	673,60	411,13	936,08	-8,76
Αύγουστος	554,00	808,93	546,45	1071,40	46,02
Σεπτέμβριος	935,00	714,92	452,44	977,39	-23,54
Οκτώβριος	581,00	687,55	425,07	950,02	18,34
Νοέμβριος	937,00	788,14	525,66	1050,61	-15,89
Δεκέμβριος	907,00	765,88	503,43	1028,33	-15,56

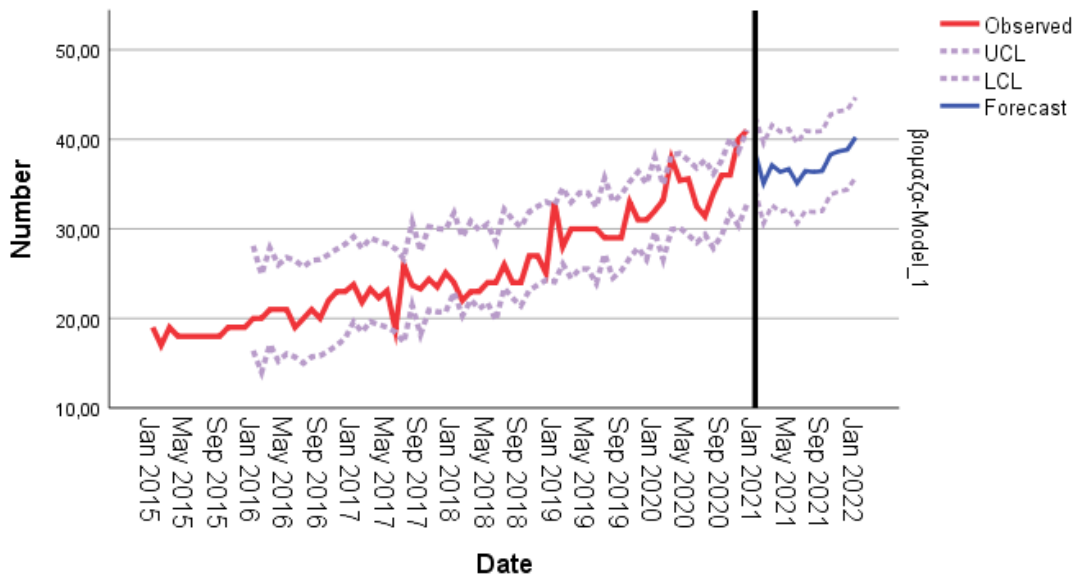
Τέλος, και σε αυτήν την περίπτωση, ο πίνακας που ακολουθεί παρέχει την δυνατότητα για πρακτική επαλήθευση ή όχι, της ισχύος του εν λόγω προβλεπτικού μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε, καθώς παρέχει πληροφόρηση σε σχέση με τα πραγματικά δεδομένα της παραγωγής αιολικής ενέργειας για το 2021, όπως αυτά παρέχονται μέσα από το επίσημο διαδικτυακό τόπο του ΔΕΔΔΗΕ. Με βάση λοιπόν, τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα, μόνο για τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο, αλλά και για τον μήνα Ιούνιο το μοντέλο δεν καταφέρνει να περιλάβει ανάμεσα στην ελάχιστη και την μέγιστη τιμή του την πραγματική παραγωγή αιολικής ενέργειας από ΑΠΕ. Μάλιστα, για τους δυο χειμερινούς μήνες η πραγματική παραγωγή είναι μεγαλύτερη από το ανώτατο όριο, ενώ για τον Ιούνιο, η παραγωγή είναι μικρότερη από το κατώτατο όριο του μοντέλου. Εξάλλου, για τους υπόλοιπους πέντε μήνες της παρατήρησης η μέση τιμή της πρόβλεψης απέχει το πολύ 24 ποσοστιαίες μονάδες από την πραγματική τιμή, γεγονός που υποδηλώνει την μικρότερη σημασία της πρόβλεψης σε σχέση με την προηγούμενη πρόβλεψη. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση μηνιαία απόκλιση που προβλέπει το μοντέλο σε σχέση με την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ είναι της τάξης του 22,6% για τους μήνες που υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, με δεδομένο ότι οι αρνητικές αποκλίσεις υπολογίστηκαν στην απόλυτη τιμή τους ώστε να μην εξισορροπηθεί το αρνητικό με το θετικό πρόσημο, προκύπτοντας έτσι μια υποεκτίμηση της πραγματικής απόκλισης. Επιπλέον, η πραγματική αύξηση της παραγόμενης ενέργειας που παρατηρήθηκε τους πρώτους μήνες του 2021 ήταν της τάξης του 10,8% έναντι πρόβλεψης 6,3%.

Πίνακας 7. Τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα για το 2021 του μοντέλου πρόβλεψης, σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή αιολικής ενέργειας.

Μήνες	Τιμές 2021	Προβλέψεις 2021	Κατώτερο όριο	Ανώτερο όριο	Ποσοστό απόκλισης
Ιανουάριος	1.149,00	723,28	462,13	984,44	-37,05
Φεβρουάριος	835,82	752,60	490,13	1015,08	-9,96
Μάρτιος	786,08	767,19	504,72	1029,67	-2,40

Απρίλιος	700,00	641,83	379,36	904,31	-8,31
Μάιος	634,78	621,68	359,20	884,15	-2,06
Ιούνιος	314,43	587,78	325,30	850,25	86,94
Ιούλιος	745,69	673,60	411,13	936,08	-9,67
Αύγουστος	647,69	808,93	546,45	1071,40	24,89

Τέλος, παρουσιάζεται το αποτέλεσμα του μοντέλου πρόβλεψης μέσα από το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.26, για την συνολική ενέργεια που παράγεται από βιομάζα στην Ελλάδα για το 2021. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μοντέλου, αρχικά θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι προβλέπεται μια μικρή αύξηση για τους περισσότερους μήνες του τρέχοντος (2021) έτους. Η αύξηση αυτή, όπως και οι πραγματικές παρατηρήσεις για τα προηγούμενα χρόνια, εμφανίζει στοιχεία εποχικότητας σε μικρότερο, ωστόσο βαθμό σε σχέση με την συνολικά παραγόμενη ποσότητα ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς είναι εμφανές ότι παρατηρείται με επαναληψιμότητα. Επιπλέον, παρατηρείται μια σημαντική, δυναμική αύξηση της παραγωγής μέσα στον χρόνο, η οποία, όπως σημειώθηκε και προηγουμένως, είναι ιδιαίτερα έντονη την περίοδο 2016- 2017 και που ωστόσο, φαίνεται να σταθεροποιείται τα επόμενα χρόνια.



Διάγραμμα 6. Διαγραμματική αποτύπωση του μοντέλου πρόβλεψης της παραγόμενης ενέργειας από βιομάζα στην Ελλάδα, για το 2021.

Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει με αριθμητικά δεδομένα, τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν διαγραμματικά προηγουμένως. Έτσι, μελετώντας αυτά τα αριθμητικά δεδομένα παρατηρεί κανείς ότι σχεδόν σε όλους τους μήνες του 2021 προβλέπεται αύξηση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα για τους εννιά από τους 12 μήνες και μικρή μείωση για τους υπόλοιπους 3 μήνες. Επιπλέον, ο πίνακας παρουσιάζει τα κατώτερα και τα ανώτερα όρια της πρόβλεψης σε διάστημα εμπιστοσύνης 95%, κάτι το οποίο ωστόσο, θα αναλυθεί περαιτέρω τον επόμενο πίνακα που παρουσιάζεται. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση μηνιαία αύξηση που προβλέπει το μοντέλο για την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ είναι της τάξης του 4,98% για το 2021.

Πίνακας 8. Τα πραγματικά δεδομένα για το 2020 του μοντέλου πρόβλεψης, οι προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.

Μήνες	Τιμές 2020	Προβλέψεις 2021	Κατώτερο όριο	Ανώτερο όριο	Ποσοστό μεταβολής
Ιανουάριος	32,00	38,44	34,33	42,56	20,13

Φεβρουάριος	33,20	35,08	30,61	39,55	5,66
Μάρτιος	37,90	37,11	32,64	41,58	-2,08
Απρίλιος	35,40	36,36	31,89	40,83	2,71
Μάιος	35,60	36,69	32,22	41,17	3,06
Ιούνιος	32,50	35,11	30,64	39,58	8,03
Ιούλιος	31,40	36,48	32,00	40,95	16,18
Αύγουστος	34,00	36,36	31,89	40,83	6,94
Σεπτέμβριος	36,00	36,46	31,99	40,93	1,28
Οκτώβριος	36,00	38,31	33,84	42,78	6,42
Νοέμβριος	40,00	38,66	34,19	43,13	-3,35
Δεκέμβριος	41,00	38,84	34,38	43,31	-5,27

Τέλος, και σε αυτήν την περίπτωση, ο πίνακας που ακολουθεί παρέχει την δυνατότητα για πρακτική επαλήθευση ή όχι, της ισχύος του εν λόγω προβλεπτικού μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε, καθώς παρέχει πληροφόρηση σε σχέση με τα πραγματικά δεδομένα της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα για το 2021, όπως αυτά παρέχονται μέσα από το επίσημο διαδικτυακό τόπο του ΔΕΔΔΗΕ. Με βάση λοιπόν, τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα, μόνο για τον μήνα Μάιο το μοντέλο δεν καταφέρνει οριακά να περιλάβει ανάμεσα στην ελάχιστη και την μέγιστη τιμή του την πραγματική παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. Μάλιστα, για τον εν λόγω μήνα η πραγματική παραγωγή είναι οριακά μεγαλύτερη από το ανώτατο όριο. Εξάλλου, για όλους τους μήνες της παρατήρησης η μέση τιμή της πρόβλεψης απέχει το πολύ 11 ποσοστιαίες μονάδες από την πραγματική τιμή, γεγονός που υποδηλώνει την σημασία της πρόβλεψης σε σχέση με την προηγούμενη πρόβλεψη. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέση μηνιαία απόκλιση που προβλέπει το μοντέλο σε σχέση με την παραγόμενη

ενέργεια από ΑΠΕ είναι της τάξης του 7,4% για τους μήνες που υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, με δεδομένο ότι οι αρνητικές αποκλίσεις υπολογίστηκαν στην απόλυτη τιμή τους ώστε να μην εξισορροπηθεί το αρνητικό με το θετικό πρόσημο, προκύπτοντας έτσι μια υπο-εκτίμηση της πραγματικής απόκλισης. Επιπλέον, η πραγματική αύξηση της παραγόμενης ενέργειας που παρατηρήθηκε τους πρώτους μήνες του 2021 ήταν της τάξης του 12% έναντι πρόβλεψης 7,2%.

Πίνακας 9. Τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα για το 2021 του μοντέλου πρόβλεψης, σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2021 και η διαφορά τους, για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.

Μήνες	Τιμές 2021	Προβλέψεις 2021	Κατώτερο όριο	Ανώτερο όριο	Ποσοστό απόκλισης
Ιανουάριος	40,86	38,44	34,33	42,56	-5,92
Φεβρουάριος	34,94	35,08	30,61	39,55	0,40
Μάρτιος	39,78	37,11	32,64	41,58	-6,71
Απρίλιος	40,71	36,36	31,89	40,83	-10,69
Μάιος	41,22	36,69	32,22	41,17	-10,99
Ιούνιος	39,22	35,11	30,64	39,58	-10,48
Ιούλιος	35,30	36,48	32,00	40,95	3,34
Αύγουστος	32,68	36,36	31,89	40,83	11,26

Συμπεράσματα

Οι Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας αποτελούν μια πραγματικότητα για όλες σχεδόν τις χώρες του πλανήτη ειδικά τα τελευταία χρόνια, κατά τα οποία παρατηρείται μια σημαντική επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής εξαιτίας της ανθρώπινης παρέμβασης στο περιβάλλον από την μια πλευρά και από την άλλη, εξαιτίας της μείωσης των αποθεμάτων των παραδοσιακών πρώτων υλών ενέργειας. Με δεδομένο αυτό, τόσο στην Ελλάδα όσο και στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, οι οποίες δεσμεύονται από την στήριξη των Διεθνών Συμφωνιών για την κλιματική αλλαγή και την μείωση του ενεργειακού τους αποτυπώματος τα προσεχή χρόνια, παρατηρείται μια αύξηση στην παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα διπλωματική εργασία προσπάθησε από την μια πλευρά να καταδείξει, μέσα από κριτική παράθεση της σχετικής βιβλιογραφίας, το μέγεθος του προβλήματος αυτού και από την άλλη, μέσα από στατιστικές μεθόδους, να προβλέψει την εξέλιξη της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα. Η χρονοσειρά που χρησιμοποιήθηκε αφορούσε στα τελευταία έξι χρόνια και η πρόβλεψη έγινε για την χρήση του 2021, η οποία κατά την συγγραφή της εργασίας, δεν είχε ολοκληρωθεί για το έτος αυτό. Αυτό το γεγονός έδωσε το πλεονέκτημα στην εργασία να είναι σ3ε θέση να επαληθεύσει με πραγματικά γεγονότα τις προβλέψεις της, οι οποίες σε γενικές γραμμές ήταν εντός του πλαισίου.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στις προβλέψεις της εργασίας έναντι της πραγματικότητας, αλλά και σε σχέση με την εργασία της Σουβατζή (2021), η οποία είχε παραπλήσιο θέμα. Έτσι, η παρούσα εργασία προέβλεψε μέση μηνιαία αύξηση της παραγωγής ΑΠΕ για το 2021 της τάξης του 16,1% έναντι 26% της πρόβλεψης της Σουβατζή (2021) και 12,8% στα πραγματικά δεδομένα του πρώτου οκταμήνου του 2021, μέση μηνιαία αύξηση της παραγωγής αιολικής ενέργειας για το 2021 της τάξης του 6,3% έναντι 38% της πρόβλεψης της Σουβατζή (2021) και 10,8% στα πραγματικά δεδομένα του πρώτου οκταμήνου του 2021 και μέση μηνιαία αύξηση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα για το 2021 της τάξης του 7,2% έναντι 32% της πρόβλεψης της Σουβατζή (2021) και 12% στα πραγματικά δεδομένα του πρώτου οκταμήνου του 2021.

Συμπερασματικά, η ανάπτυξη των ΑΠΕ φαίνεται να αποτελεί μια μη αντιστρέψιμη πραγματικότητα, στην οποία φαίνεται να είναι προσηλωμένοι τόσο οι επίσημοι θεσμοί, όσο και οι επενδυτές. Σε αυτήν την προσπάθεια μείωσης του ενεργειακού αποτυπώματος της χώρας συνέβαλλε στον βαθμό που της αναλογούσε και η παρούσα εργασία.

Βιβλιογραφία

Adamowicz, M. (2006). Concepts of sustainable development towards rural areas and agriculture. *Warsaw School of Economics Wind up*. 38:11–25.

Akella, A. (2009). Social, economic and environmental impacts of renewable energy systems. *Renewable Energy*. 34:390-396.

Allen, G., Metternicht, T., Wiedmann, N. (2016). National pathways to the Sustainable Development Goals (SDGs): a comparative review of scenario modeling tools. *Environmental Science & Policy*. 66:129–207.

Altenburg, C., Assmann, D. (2017). Green Industrial Policy. Concept, Policies, Country Experiences. Available at: https://www.die-gdi.de/uploads/media/GREEN_INDUSTRIAL_POLICY.Endf_07.pdf. [22/10/2021].

Bamber, L., Oppenheimer, M., Kopp, E., Aspinall, P., Cooke, M. (2019). Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment. *PNAS* 116 (23) 11195-11200.

Bogmans, C. (2020). Falling costs make wind, solar more affordable. Available at: <https://blogs.imf.org/2019/04/26/falling-costs-make-wind-solar-more-affordable>. [17/10/2021].

Carley, S., Lawrence, S., Brown, A., Nourafshan, A., Benami, E. (2011). Energy-based economic development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15(1):282-295.

Carvalho, D. (2017). Potential impacts of climate change on European wind energy resource under the CMIP5 future climate projections. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 101:29–40.

Clarke, L. (2014). Climate change 2014: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Climate and Development Knowledge Network. (2016). Planning for NDC Implementation.

Deign, J. (2021). Hydropower jostles for role in global green recovery programs. Available at: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/hydro-jostles-for-role-in-global-green-recovery-programs>. [7/10/2021].

Despres, J., Adamovic, M. (2020). Seasonal impacts of climate change on electricity production. European Commission. JRC Technical Report.

Ebinger, J., Vergara, W. (2011). Climate impacts on energy systems: key issues for energy sector adaptation. World Bank

Eckhouse, B. (2020). Solar and wind cheapest source of power in most of the world. Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-28/solar-and-wind-cheapest-sources-of-power-in-most-of-the-world>. [2/10/2021].

Ellabban, O., Abu-Rub, H., Blaabjerg, F. (2014), Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 39:748-764.

Ember. (2021). Global Electricity Review 2021. Available at: <https://ember-climate.org/project/global-electricity-review-2021>. [18/10/2021].

Energy Information Administration. (2021). Electric Power Monthly, February 2021. Available at: <https://www.eia.gov/electricity/monthly>. [4/10/2021].

EU High-Level Expert Group on Sustainable Finance (2018). Financing a Sustainable European Economy, Final Report 2018.

European Commission (2021). Amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652

European Commission. (2012). Energy Roadmap 2050. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Commission. (2016). Clean Energy for All Europeans Package. Available at: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en. [23/10/2021].

European Commission. (2017). Study on Lessons for Ocean Energy Development Available at: https://publications.europa.eu/resource/cellar/03c9b48d-66af-11e7-b2f2-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1. [11/10/2021].

European Commission. (2020). Strategy on Offshore Renewable Energy. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A741%3AFIN&qid=1605792629666>. [10/10/2021].

European Council. (2020). Main Results. Available at: <https://www.consilium.europa.eu/pl/meetings/european-council/2020/12/10-11/#>. [16/10/2021].

Exergy. (2020). Exergy delivering more green power: A 26 MWe, a 12 MWe and a 10 MWe geothermal plants come online in Turkey. Available at: https://www.exergy-orc.com/upload/pages/537/exergy-geothermal_start_up_october.pdf. [4/10/2021].

Fankhauser, S., Sehleier, F., Stern, N. (2008), Climate change, innovation and jobs. *Climate Policy*. 8(4):421-429.

Feyen, E., Utz, R., Zuccardi Huertas, I., Bogdan O., Moon, J. (2019). Macro-Financial Aspects of Climate Change. World Bank.

Gallagher, K. (2013). Why & How Governments Support Renewable Energy. *Daedalus*. 147: 59–77.

García-Álvarez, M.T., Cabeza-García, L., Soares, I. (2018). Assessment of energy policies to promote photovoltaic generation in the European Union. *Energy*. 151:864–874.

Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M., Wagner, N., Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*. 24:38–50.

- Gillingham, K., Stock, J. (2018). The Cost of Reducing Greenhouse Gas Emissions. *American Journal of Economic Perspectives*. 32(4):53-72.
- Giovannini, E., Linster, M. (2005). *Measuring Sustainable Development: Achievements and Challenges*. Geneva: OECD.
- Global Wind Energy Council. (2021). Global Wind Report 2021. Available at: <https://gwec.net/global-wind-report-2021>. [17/10/2021].
- Goodland, R., Ledec, G. (1987). Neoclassical economics and principles of sustainable development. *Ecological Modelling*. 38:19–46.
- Górka, K. (2010). Terminological issues in the evolution of the economics of environmental protection. *Aura*. 10:10–13.
- Guo, M., Nowakowska-Grunt, J., Gorbanyov, V., Egorova, M. (2020). Green technology and sustainable development: Assessment and green growth frameworks Sustainability. 12(16): 65- 71.
- GWEC. (2019). Global Wind Statistics 2019. Available at: <https://gwec.net/global-wind-report-2019/>. [1/10/2021].
- GWEC. (2020). Global Offshore Wind Report 2020. Available at: <http://gwec.net/global-offshore-wind-report-2020>. [1/10/2021].
- Haberl, H. (2011). Global bioenergy potentials from agricultural land in 2050: sensitivity to climate change, diets and yields. *Biomass Bioenergy*. 35(12):4753–4769.
- Hamududu, B., Killingveit, A. (2012). Assessing climate change impacts on global hydropower. *Energies*. 5(2): 305–322.
- Harbin Electric Group. (2020). Unit 4 of the Fengman Reconstruction Project developed by the Electric Motor Company was put into production with high quality. Available at: [http:// www.hpec.com/newsinfoview.asp?id=9389](http://www.hpec.com/newsinfoview.asp?id=9389). [8/10/2021].
- Hicks Community-owned renewable energy (CRE) (2011). Opportunities for Australia. *Rural Society*. 2011:244-255.

Holger, R. (2010). *The Economics of Sustainable Development*. Poznan: Zysk Publishing House.

Howells, S., Hermann, M., Welsch, M., Bazilian, R., Segerström, T., Alfstad, D., Gielen, H., Rogner, G., Fischer, H., Velthuis, D., Wiberg, C., Young, A., Roehrl, A., Mueller, P., Steduto, I., Ramma, D. (2013). Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. *Nature Climate Change*. 3: 622–626.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. [25/10/2021].

International Atomic Energy Agency. (2016). Nuclear Power and Sustainable Development, IAEA, Vienna.

International Energy Agency. (2020). Geothermal, 2019 Country Reports Available at: <http://iea-gia.org/publications-2/annual-reports>. [2/10/2021].

International Energy Agency. (2021). Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS), Snapshot of Global PV Markets 2021 Available at: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2021/04/IEA_PVPS_Snapshot_2021-V3.pdf. [15/10/2021].

International Renewable Energy Agency. (2021). Renewable Capacity Statistics 2021. Available at: <https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-Capacity-Statistics-2021>. [9/10/2021].

International Water Power & Dam Construction. (2020). Hydropower and the impact of COVID-19. Available at: <https://www.waterpowermagazine.com/features/featurehydropower-and-the-impact-of-covid-19-7929537>. [6/10/2021].

Jerez, S., Tobin, R., Vautard, J., Montávez, J., López-Romero, F., Thais, B., Bartok, F. (2015). The Impact of Climate Change on Photovoltaic Power Generation in Europe. *Nature Communications*. 6(1): 10014-10018.

Kowalski, M. (2011). *Alternative Energy Sources*. New York: Marshall Cavendish Benchmark.

Kumar, M. (2020). Social, Economic, and Environmental Impacts of Renewable Energy Resources. In *Wind Solar Hybrid Renewable Energy System*. Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/70874>. [20/10/2021].

Llera-Sastresa, E., Aranda-Usón, A., Bribián, I.Z., Scarpellini, S. (2010). Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(2):679-690.

Maguire, D., Shaw, C. (2021). Fair Energy Transition for All - Literature Review. Climate Outreach.

Marzec, L.; Zioło, M. (2016). Importance of Renewable Sources of Energy in the Visegrad Countries. *Energy*. 17:75–85.

Mey, M., Diesendorf, F. (2017). Who owns the energy transition? Strategic action fields and community wind energy in Denmark. *Energy Research & Social Science*. 5(2):147-156.

MNRE. (2019). Tentative State-wise break-up of Renewable Power target to be achieved by the year 2022 so that cumulative achievement is 175,000 MW. Available at: <https://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/Tentative-State-wise-break-up-of-Renewable-Power-by-2022.pdf>. [19/10/2021].

Ormat. (2020). Another success in Turkey. Available at: <https://www.ormat.com/en/company/news/view/?ContentID=8821>. [5/10/2021].

Panagea, I. (2014) Climate change impact on photovoltaic energy output: the case of Greece. *Advances in Meteorology*. 5:1–11.

Parnell, J. (2020). Clean air, clear skies and fresh megawatts cause Europe's solar records to tumble. Available at: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/clean-air-clear-skies-and-fresh-megawatts-see-europes-solar-records-tumble>. [16/10/2021].

Paun, A., Acton, L., Chan, S. (2018). Fragile Planet - Scoring climate risks around the world. HSBC Global Research.

Pearce, D., Markandya, A., Barbier, W. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. London Earthscan.

Pirages, C. (1997). *The Sustainable Society—Implications for Limited Growth*. New York: Praeger.

Porter, M., van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*. 9(4) 97-118.

Pryor, S., Barthelmie, R. (2010). Climate change impacts on wind energy: a review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 14(1): 430–437.

Pultowicz, A. (2009). The Premises of Renewable Energy Sources Market Development in Poland in the Light of Sustainable Development Idea. *Problems of Sustainable Development*. 4:109–115.

Reeve, D. (2011). An investigation of the impacts of climate change on wave energy generation: the Wave Hub, Cornwall, UK. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 36(9):2404–2413.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2020). Renewables Global Status Report. Available at: [https:// www.ren21.net/reports/global-status-report](https://www.ren21.net/reports/global-status-report). [8/10/2021].

Renn, J., Marshall, O. (2016). Coal, nuclear and renewable energy policies in Germany: from the 1950s to the “Energiewende”. *Energy Policy*, 99: 224–232.

Riahi, F., Dentener, D., Gielen, A., Grubler, J., Jewell, Z., Klimont, V., Krey, D., McCollum, S., Pachauri, S., Rao, B., van Ruijven, D., van Vuuren, C., Wilson, G. (2012). Global Energy Assessment Chapter 17: Energy Pathways for Sustainable Development. Available at: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/10065/1/GEA%20Chapter%2017%20Energy%20Pathways%20for%20Sustainable%20Development.pdf>. [1/11/2021].

Rio D (2009). An empirical analysis of impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2009:1314-1324

Runowski, H. (2000). Sustainable development of farms and agricultural enterprises. *Ecological Modelling*. 122:94-102.

Sathaye, J., Lucon, O., Rahman, A., Christensen, J., Denton, F., Fujino, J., Heath, G., Mirza, M., Rudnick, H., Schlaepfer, A. (2011). Renewable Energy in the Context of Sustainable Development. *Science of the Total Environment*. 1:707–790.

Schaffer, A., Dobbins, T., Pearson, Σ. (2021). Interrupted time series analysis using autoregressive integrated moving average (ARIMA) models: a guide for evaluating large-scale health interventions. *BMC Medical Research Methodology*. 21(58):1-12.

Siuta-Tokarska, B. (2020). Science and the philosophy of sustainable development. *Social Inequalities and Economic Growth*. 61:167–183.

Stanny, M ., Czarnecki, A. (2011). *Sustainable Development of Rural Areas, Green Lungs of Poland. Attempt at Empirical Analysis*. Warsaw: IRWIR.

Stokes, H., Breetz, J. (2018). Politics in the U.S. energy transition: case studies of solar, wind, biofuels and electric vehicles policy. *Energy Policy*. 113: 76–86.

Tobin, I., Greuell, S., Jerez, F., Ludwig, R., Vautard, H., van Vliet, F., Bréon, F. (2018). Vulnerabilities and Resilience of European Power Generation to 1.5 °C, 2 °C and 3 °C Warming. *Environmental Research Letters*. 13(4): 44024-44029.

Trzyna, T. (1995). *A Sustainable World: Defining and Measuring Sustainable Development*. London: Earthscan Publication.

Turner, K. (1988). Pluralism in an environmental economics: A survey of the sustainable economic development debate. *Journal of Agricultural Economics*. 39:352–359.

Tyusov, G. (2017). Projected climate change impacts on the operation of power engineering facilities in Russia. *Russian Meteorology and Hydrology*. 42(12):775–782.

U.S. Energy Information Administration. (2018). Renewable Energy. Available at: 2018https://www.eia.gov/energyexplained/?page=renewable_home. [24/10/2021].

UN. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Available at: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. [22/10/2021].

United Nations Development Programme. (2000). World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability. United Nations: United Nations Development Programme.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2012). National Adaptation Plans, Technical Guidelines for the National Adaptation Plan Process, UNFCCC, Bonn.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Paris Agreement, UNFCCC, Bonn.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016). Taking the Paris Agreement Forward: Tasks Arising from Decision 1/CP.21, UNFCCC, Bonn.

United Nations. (1987). Our Common Future. USA: Oxford University Press)

US Department of Energy, Water Power Technologies Office. (2020). Accomplishments Report Available at: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2021/01/f82/2019-2020-wpto-accomplishments-report.pdf>. [12/10/2021].

van Vliet, M. (2016). Power-generation system vulnerability and adaptation to changes in climate and water resources. *Nature Climate Change*. 6(4):54-67.

Vežmar, S. (2014). Positive and negative impacts of renewable energy sources. 2014. p. 5

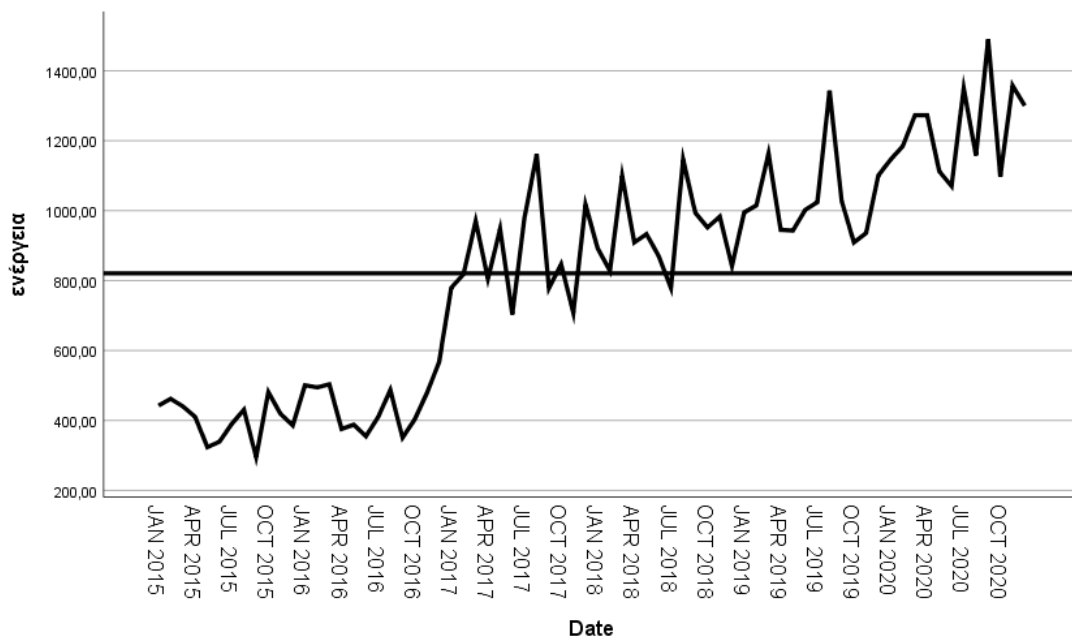
Wang, Q., Zhan, L. (2019). Assessing the sustainability of renewable energy: An empirical analysis of selected 18 European countries. *Science of the Total Environment*. 692:529–545.

Wigid, H., Sulantari, Φ. (2021). Application of ARIMA Model for Forecasting Additional Positive Cases of Covid-19 in Jember Regency. *International Journal of Statistics and Data Science*. 1(1):20-27.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2019). Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος.

Παράρτημα

Παράρτημα



Model Description

Model Name		MOD_4
Series Name	1	ενέργεια
Transformation		None
Non-Seasonal Differencing		0
Seasonal Differencing		0
Length of Seasonal Period		12
Maximum Number of Lags		16
Process Assumed for Calculating the Standard Errors of the Autocorrelations		Independence(white noise) ^a
Display and Plot		All lags

Applying the model specifications from MOD_4

a. Not applicable for calculating the standard errors of the partial autocorrelations.

Case Processing Summary

ενέργεια

Series Length		72
Number of Missing Values	User-Missing	0
	System-Missing	0
Number of Valid Values		72
Number of Computable First Lags		71

Autocorrelations

Series: ενέργεια

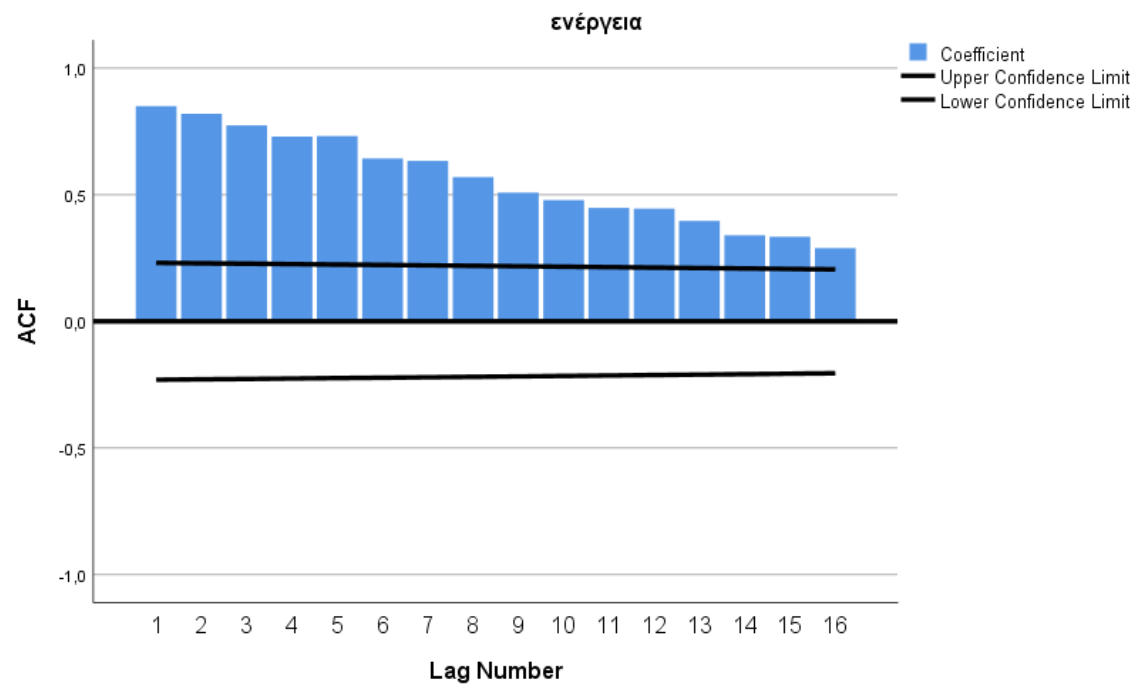
Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic
-----	-----------------	-------------------------	---------------------

			Value	df	Sig. ^b
1	,849	,115	54,144	1	,000
2	,819	,115	105,246	2	,000
3	,774	,114	151,495	3	,000
4	,730	,113	193,201	4	,000
5	,732	,112	235,804	5	,000
6	,643	,111	269,219	6	,000
7	,633	,110	302,097	7	,000
8	,569	,110	329,088	8	,000
9	,509	,109	350,961	9	,000
10	,479	,108	370,667	10	,000
11	,448	,107	388,187	11	,000
12	,445	,106	405,770	12	,000
13	,396	,105	419,952	13	,000
14	,340	,104	430,547	14	,000

15	,334	,103	440,983	15	,000
16	,289	,103	448,950	16	,000

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

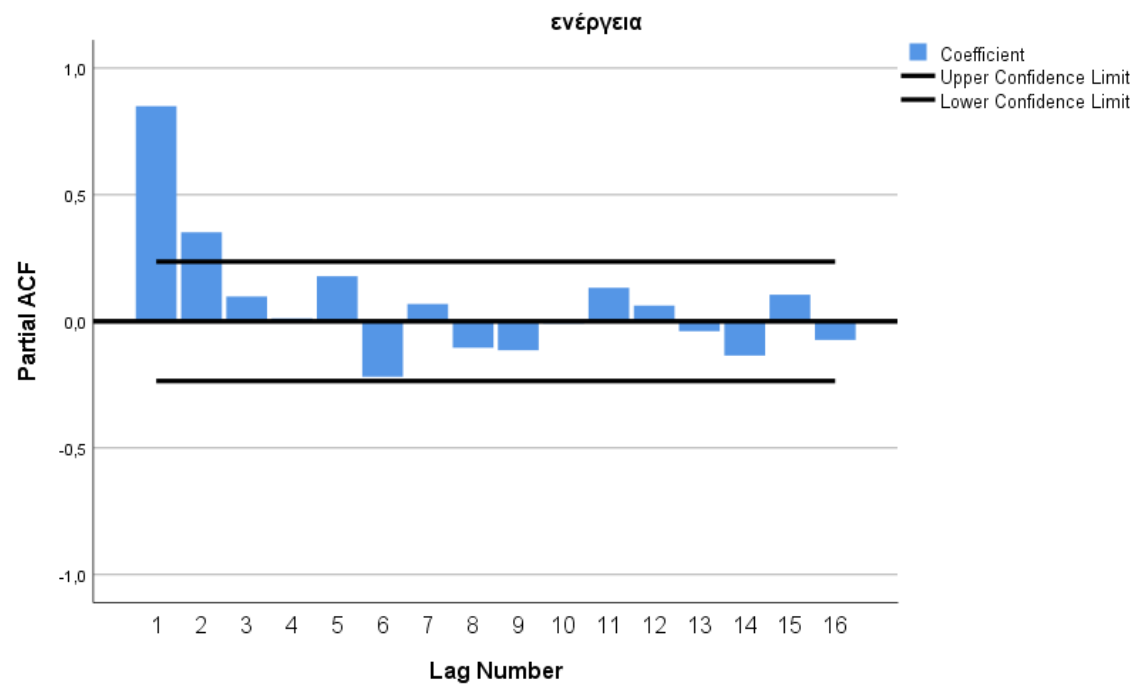


Partial Autocorrelations

Series: ενέργεια

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	,849	,118
2	,351	,118
3	,098	,118
4	,012	,118
5	,178	,118
6	-,219	,118
7	,069	,118
8	-,104	,118

9	-,114	,118
10	-,008	,118
11	,132	,118
12	,062	,118
13	-,039	,118
14	-,135	,118
15	,105	,118
16	-,073	,118



Model Description

Model Type

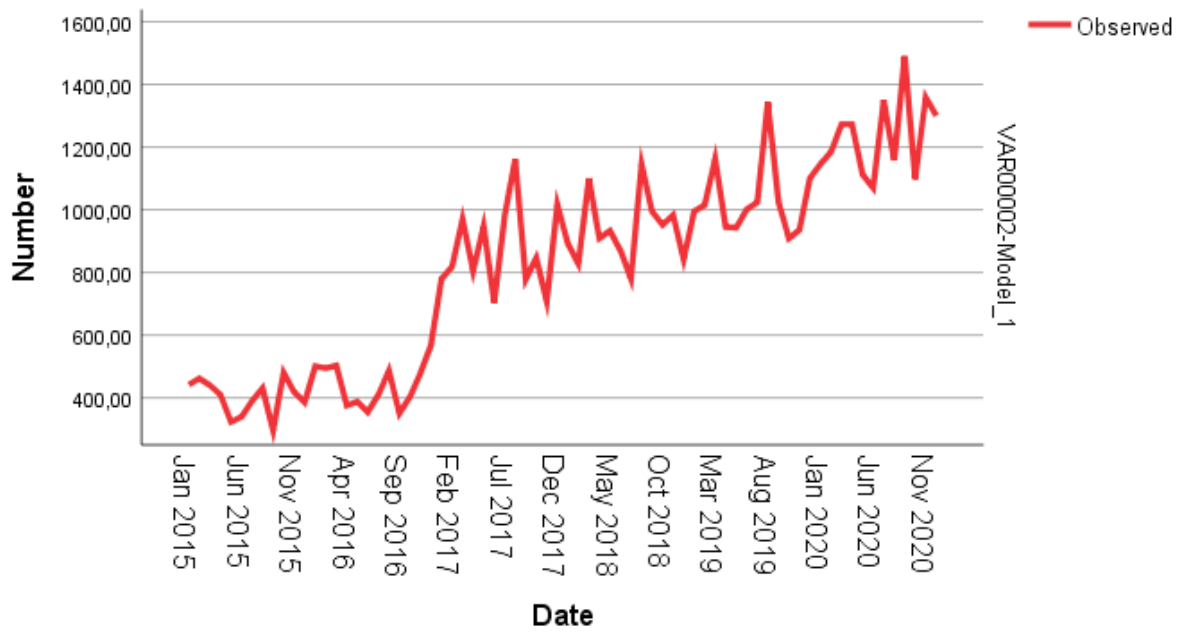
Model ID	ενέργεια	Model_1	ARIMA(0,0,1)(0,1,1)

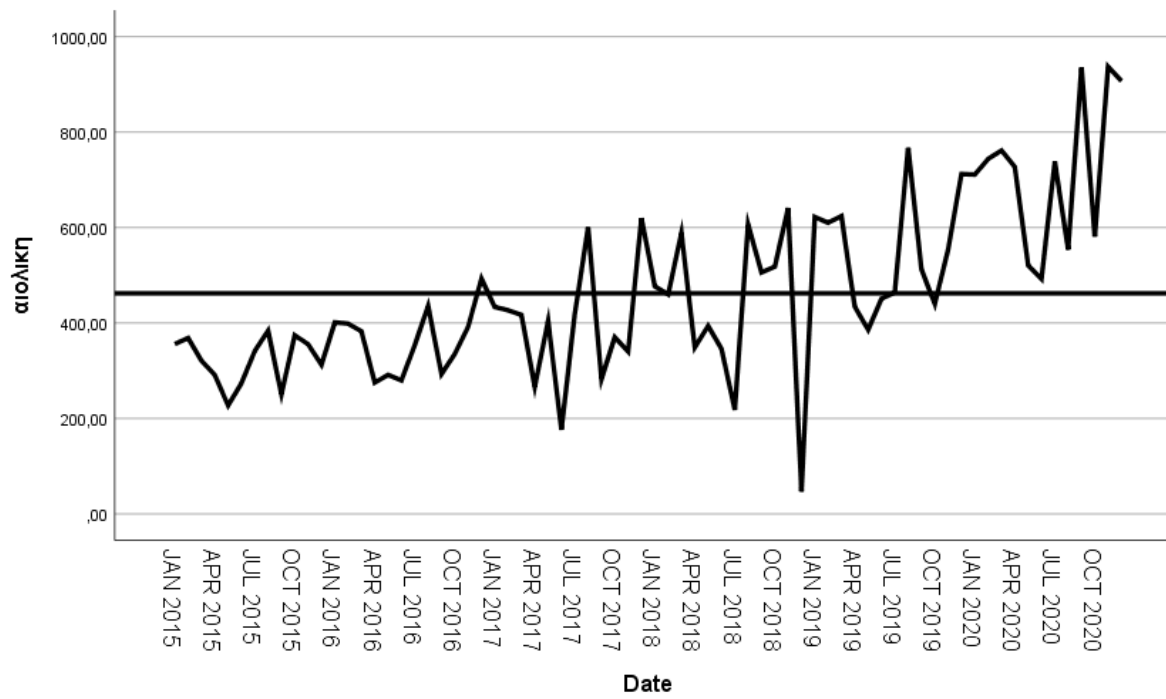
Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics Stationary R-squared	Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
			Statistics	DF	Sig.	
ενέργεια-Model_1	0	,396	48,794	16	,000	0

ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	t	Sig.
ενέργεια-Model_1	ενέργεια	No Transformation	Constant	171,848	10,350	16,603	,000
			MA Lag 1	-,166	,139	-1,197	,236
			Seasonal Difference	1			
			MA, Seasonal Lag 1	,979	4,472	,219	,827





Model Description

Model Name		MOD_3
Series Name	1	αιολικη

Transformation	None
Non-Seasonal Differencing	0
Seasonal Differencing	0
Length of Seasonal Period	12
Maximum Number of Lags	16
Process Assumed for Calculating the Standard Errors of the Autocorrelations	Independence(white noise) ^a
Display and Plot	All lags

Applying the model specifications from MOD_3

a. Not applicable for calculating the standard errors of the partial autocorrelations.

Case Processing Summary

αιολική

Series Length	72
---------------	----

Number of Missing Values	User-Missing	0
	System-Missing	0
Number of Valid Values		72
Number of Computable First Lags		71

Autocorrelations

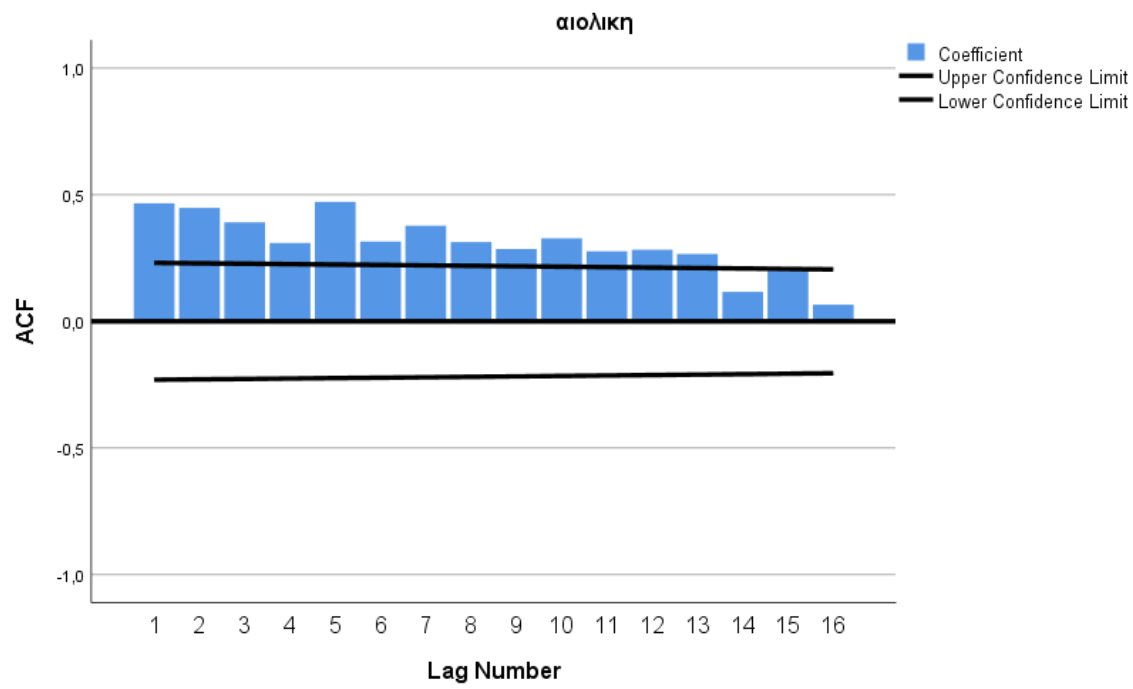
Series: αιολικη

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	,466	,115	16,319	1	,000
2	,448	,115	31,580	2	,000
3	,391	,114	43,392	3	,000
4	,310	,113	50,900	4	,000
5	,472	,112	68,586	5	,000

6	,315	,111	76,594	6	,000
7	,378	,110	88,290	7	,000
8	,313	,110	96,445	8	,000
9	,286	,109	103,346	9	,000
10	,328	,108	112,564	10	,000
11	,277	,107	119,244	11	,000
12	,283	,106	126,358	12	,000
13	,266	,105	132,750	13	,000
14	,116	,104	133,990	14	,000
15	,200	,103	137,738	15	,000
16	,065	,103	138,145	16	,000

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

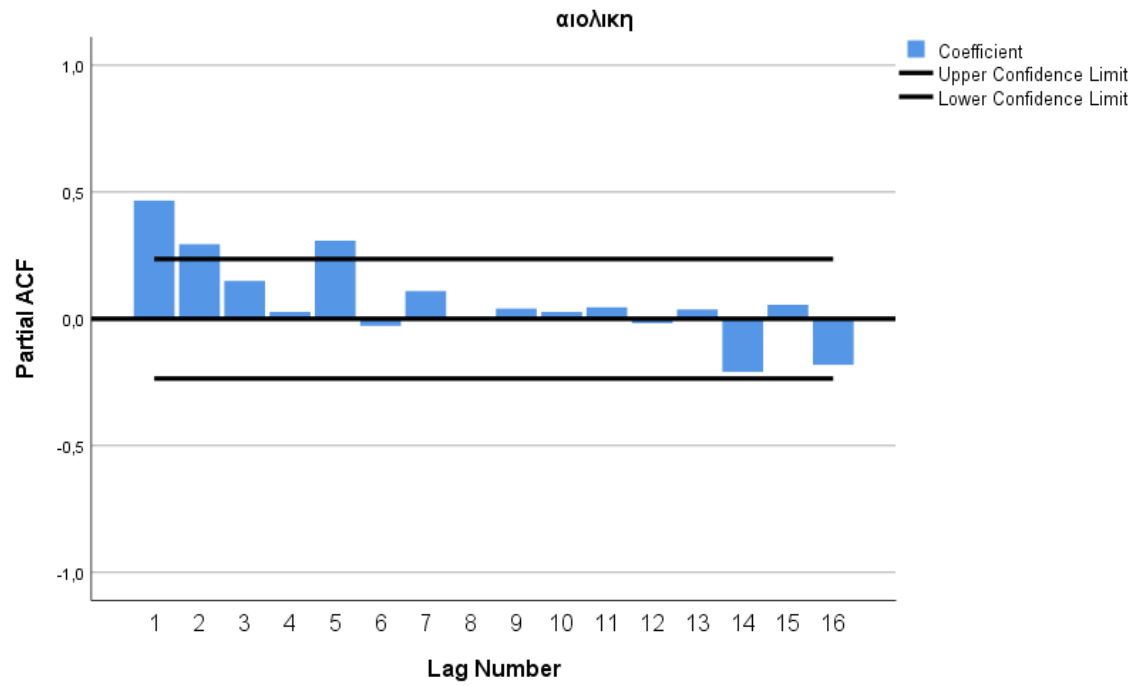


Partial Autocorrelations

Series: αιολικη

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	,466	,118
2	,294	,118
3	,149	,118
4	,027	,118
5	,308	,118
6	-,028	,118
7	,109	,118
8	-,002	,118
9	,040	,118
10	,027	,118
11	,045	,118
12	-,018	,118

13	,037	,118
14	-,210	,118
15	,055	,118
16	-,182	,118



Model Description

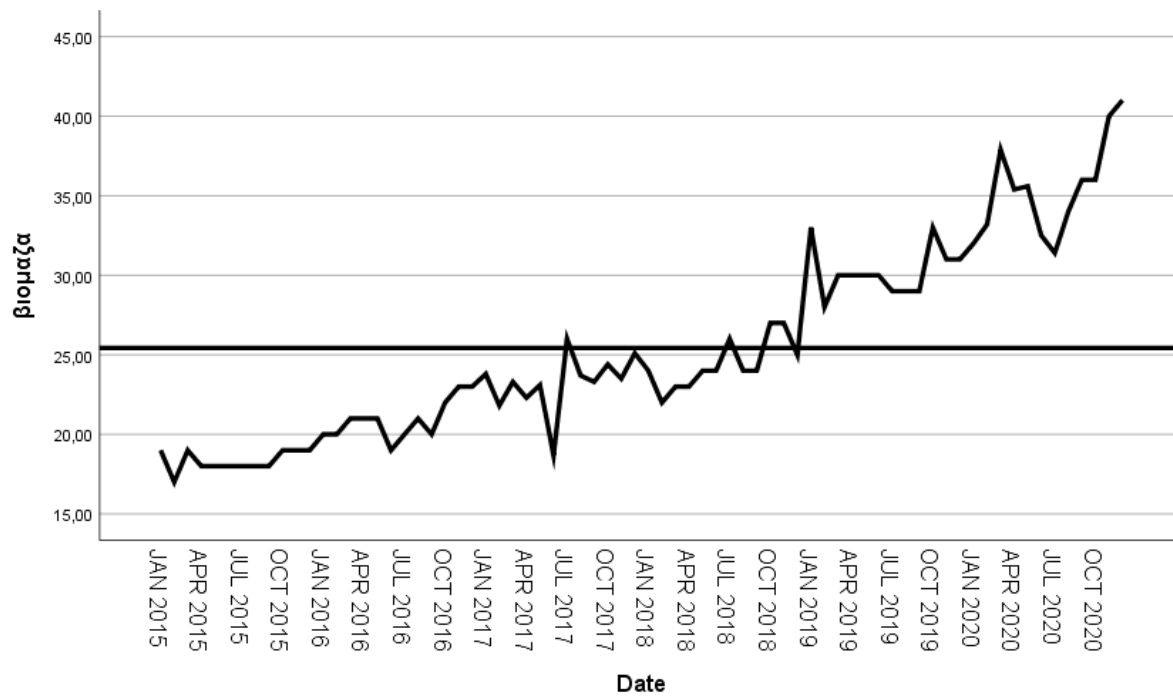
			Model Type
Model ID	αιολικη	Model_1	ARIMA(0,0,1)(0,1,1)

Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics Stationary R-squared	Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
			Statistics	DF	Sig.	
αιολικη-Model_1	0	,324	20,158	16	,213	0

ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	t	Sig.
αιολικη-Model_1	αιολικη	No Transformation	Constant	71,791	8,622	8,327	,000
			MA Lag 1	,102	,141	,723	,472
			Seasonal Difference	1			
			MA, Seasonal Lag 1	,975	3,931	,248	,805



Model Description

Model Name		MOD_2
Series Name	1	βιομαζα
Transformation		None
Non-Seasonal Differencing		0
Seasonal Differencing		0
Length of Seasonal Period		12
Maximum Number of Lags		16
Process Assumed for Calculating the Standard Errors of the Autocorrelations		Independence(white noise) ^a
Display and Plot		All lags

Applying the model specifications from MOD_2

a. Not applicable for calculating the standard errors of the partial autocorrelations.

Case Processing Summary

βιομαζα

Series Length		72
Number of Missing Values	User-Missing	0
	System-Missing	0
Number of Valid Values		72
Number of Computable First Lags		71

Autocorrelations

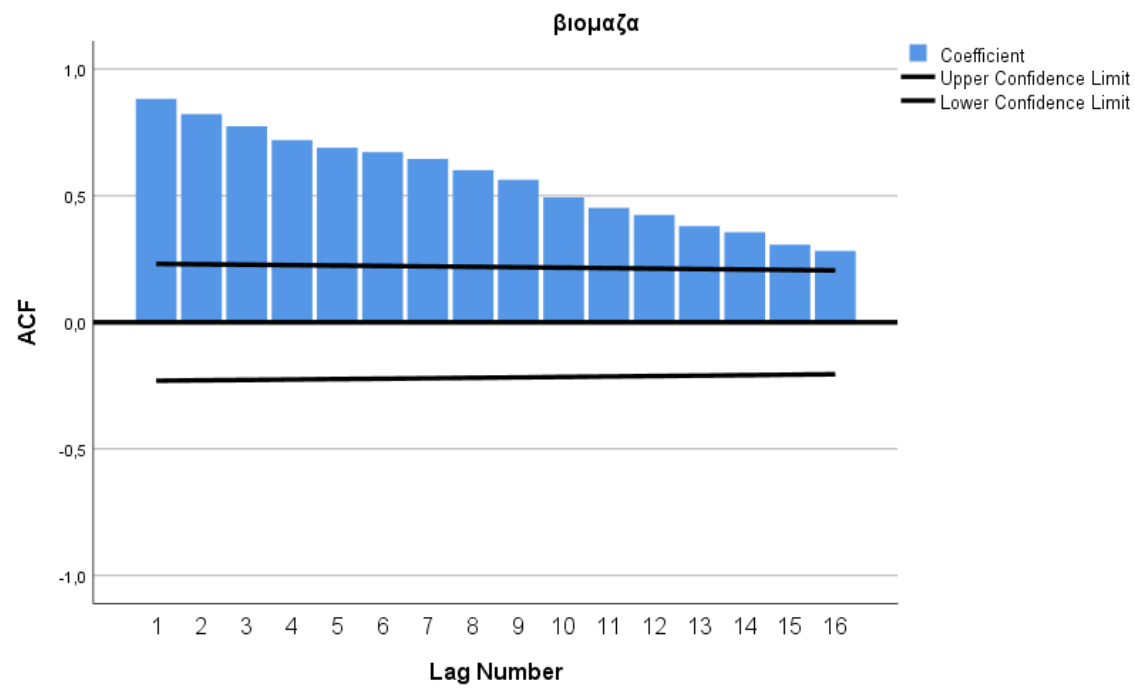
Series: βιομαζα

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	,883	,115	58,498	1	,000
2	,823	,115	109,993	2	,000
3	,775	,114	156,315	3	,000

4	,720	,113	196,910	4	,000
5	,689	,112	234,691	5	,000
6	,672	,111	271,174	6	,000
7	,645	,110	305,303	7	,000
8	,601	,110	335,389	8	,000
9	,563	,109	362,185	9	,000
10	,494	,108	383,118	10	,000
11	,452	,107	400,965	11	,000
12	,424	,106	416,940	12	,000
13	,380	,105	429,984	13	,000
14	,356	,104	441,600	14	,000
15	,306	,103	450,374	15	,000
16	,282	,103	457,937	16	,000

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

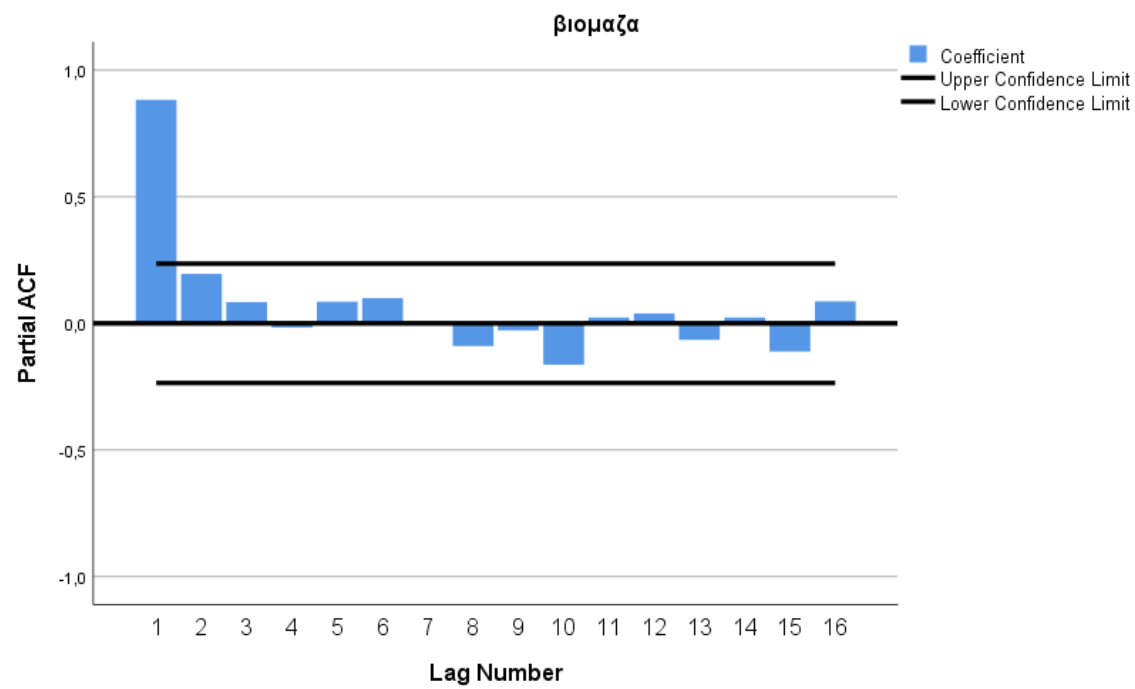


Partial Autocorrelations

Series: βιομαζα

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	,883	,118
2	,195	,118
3	,084	,118
4	-,016	,118
5	,086	,118
6	,099	,118
7	,007	,118
8	-,090	,118
9	-,028	,118
10	-,163	,118
11	,023	,118

12	,039	,118
13	-,065	,118
14	,023	,118
15	-,111	,118
16	,087	,118



Model Description

Model Type

Model ID	βιομαζα	Model_1	ARIMA(0,0,1)(0,1,1)

Model Fit

Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile							
					5	10	25	50	75	90	95	
Stationary R-squared	,309	.	,309	,309	,309	,309	,309	,309	,309	,309	,309	,309
R-squared	,855	.	,855	,855	,855	,855	,855	,855	,855	,855	,855	,855
RMSE	2,186	.	2,186	2,186	2,186	2,186	2,186	2,186	2,186	2,186	2,186	2,186
MAPE	6,272	.	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272	6,272
MaxAPE	23,750	.	23,750	23,750	23,750	23,750	23,750	23,750	23,750	23,750	23,750	23,750
MAE	1,672	.	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672	1,672
MaxAE	5,493	.	5,493	5,493	5,493	5,493	5,493	5,493	5,493	5,493	5,493	5,493
Normalized BIC	1,769	.	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769	1,769

Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics Stationary R-squared	Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
			Statistics	DF	Sig.	
βιομαζα-Model_1	0	,309	26,822	16	,044	0

ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	t	Sig.
βιομαζα-Model_1	βιομαζα	No Transformation	Constant	3,260	,234	13,911	,000
			MA Lag 1	-,431	,124	-3,461	,001
			Seasonal Difference	1			
			MA, Seasonal Lag 1	,994	18,100	,055	,956

