

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Συγκριτική μελέτη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και  
προοπτικές»



Της φοιτήτριας  
Όλγα Κεσανίδου  
Αρ. Μητρώου: 52204Μ

Επιβλέπων  
Ιορδάνης Κιοσκερίδης  
Καθηγητής

Ημερομηνία 10/3/25

Τίτλος Δ.Ε. Συγκριτική μελέτη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προοπτικές

Κωδικός Δ.Ε. 25134

Όνοματεπώνυμο φοιτητή Όλγα Κεσανίδου

Όνοματεπώνυμο εισηγητή Ιορδάνης Κιοσκερίδη

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 18/11/24

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 10/3/25

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Εφαρμοσμένα Ηλεκτρονικά Συστήματα» στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Όλγας Κεσανίδου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.*

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

*«Αφιερωμένη στην οικογένεια μου, στους γονείς και τις αδερφές μου.»*

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «**Συγκριτική μελέτη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προοπτικές**» εξετάζει τις διάφορες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας, συγκρίνοντας την αποδοτικότητα, το κόστος, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις μελλοντικές προοπτικές τους. Σε μια εποχή όπου η ενεργειακή μετάβαση αποτελεί βασική προτεραιότητα για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, η κατανόηση των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών κάθε ανανεώσιμης πηγής ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας.

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση και σύγκριση των βασικών μορφών ανανεώσιμων πηγών, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η βιομάζα και η γεωθερμική ενέργεια, με έμφαση στις τεχνολογικές εξελίξεις και τις προοπτικές ανάπτυξής τους σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Παράλληλα, διερευνούνται οι στρατηγικές που εφαρμόζονται για την ενίσχυση της χρήσης των ΑΠΕ, καθώς και οι προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν για τη βέλτιστη αξιοποίησή τους.

Η μελέτη βασίζεται σε επιστημονικές πηγές, στατιστικά δεδομένα και αναλύσεις που αφορούν τις τρέχουσες τάσεις στον τομέα της ενέργειας. Η ελπίδα μου είναι ότι η εργασία αυτή θα συμβάλει στην ευρύτερη συζήτηση γύρω από τη βιώσιμη ανάπτυξη και τη μετάβαση σε ένα καθαρότερο ενεργειακό μέλλον.

Ευχαριστώ θερμά όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της έρευνας αυτής και ελπίζω το περιεχόμενό της να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για όσους ενδιαφέρονται για το μέλλον των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

## Περίληψη

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν σήμερα τη βασική εναλλακτική επιλογή έναντι των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια, η σημασία τους αυξάνεται συνεχώς στο ενεργειακό μείγμα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), καθώς η μετάβαση σε φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας έχει καταστεί κεντρικός στόχος της ευρωπαϊκής στρατηγικής για την κλιματική ουδετερότητα μέχρι το 2050. Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η οποία επιδιώκει τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, προωθείται σταδιακά η απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και η ενίσχυση των ΑΠΕ, με σκοπό η ΕΕ να καλύπτει το 42,5 % της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έως το 2030.

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την Ελλάδα, με στόχο την αποτύπωση της εξέλιξης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η μελέτη αξιοποιεί δεδομένα που προέρχονται από επίσημες ευρωπαϊκές στατιστικές υπηρεσίες και καλύπτει την περίοδο 2010-2024.

Η ανάλυση εξετάζει την πρόοδο σε διάφορους τομείς όπου αξιοποιούνται οι ΑΠΕ, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, η θέρμανση, η ψύξη και οι μεταφορές, καθώς και τις βασικές μορφές ανανεώσιμης ενέργειας που χρησιμοποιούνται, όπως η αιολική, η ηλιακή και η υδροηλεκτρική. Μέσα από διαγράμματα και πίνακες παρουσιάζεται η πορεία των ΑΠΕ διαχρονικά.

Τα αποτελέσματα δείχνουν πως Ελλάδα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια στην ένταξη των ΑΠΕ στο ενεργειακό τους μείγμα. Η Ελλάδα έχει καταφέρει να αυξήσει σημαντικά τη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας στη θέρμανση και την ψύξη, φτάνοντας το 48 %, ενώ η Ευρώπη έχει επιτύχει την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών σε ποσοστό άνω του 50 % στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

# «Comparative Study of Renewable Energy Sources and Prospects»

«Olga Kesanidou»

## **Abstract**

Renewable Energy Sources (RES) are currently the main alternative to fossil fuels for energy production. In recent years, their importance has been steadily increasing in the energy mix of European Union (EU) countries, as the transition to environmentally friendly energy forms has become a central goal of the European strategy for climate neutrality by 2050. Within the framework of the European Green Deal, which aims to reduce greenhouse gas emissions, the gradual decoupling from fossil fuels and the strengthening of RES are being promoted, with the goal of the EU covering 42.5% of its total energy consumption from renewable sources by 2030.

This thesis focuses on the study of the use of Renewable Energy Sources in the EU member states and Greece, aiming to capture the evolution of electricity production from RES. The study utilizes data from official European statistical agencies and covers the period from 2010 to 2024.

The analysis examines progress in various sectors where RES are utilized, such as electricity, heating, cooling, and transportation, as well as the main forms of renewable energy used, including wind, solar, and hydroelectric power. Through diagrams and tables, the historical development of RES is presented.

The results indicate that Greece has made significant progress in recent years in integrating RES into its energy mix. Greece has managed to significantly increase the use of renewable energy in heating and cooling, reaching 48%, while Europe has achieved the integration of renewable sources exceeding 50% in electricity consumption.

## **Ευχαριστίες**

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κιοσκιερίδη Ιορδάνη για την υποστήριξή του στην εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας και την άμεση απόκρισή του οποτεδήποτε απαιτήθηκε. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για κάθε είδους στήριξη που μου παρείχε στις μεταπτυχιακές σπουδές μου.*

# Περιεχόμενα

|  |      |
|--|------|
| Περίληψη .....   | v    |
| Abstract .....   | vi   |
| Ευχαριστίες .....  | vii  |
| Περιεχόμενα .....  | viii |
| Κατάλογος Εικόνων.....   | ix   |
| Κατάλογος Πινάκων .....  | xi   |
| Συντομογραφίες.....  | xii  |
| Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....   | 1    |
| 1.1 Εισαγωγή .....   | 1    |
| 1.2 Σκοπός της Εργασίας.....   | 1    |
| 1.3 Σημασία και Επικαιρότητα του Θέματος.....  | 2    |
| 1.4 Μεθοδολογία Έρευνας.....   | 2    |
| Κεφάλαιο 2ο: Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....   | 4    |
| 2.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....  | 4    |
| 2.1.1 Κύριες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας .....   | 5    |
| 2.2 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση .....  | 14   |
| 2.2.1 Κατανάλωση ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας 2023 .....  | 14   |
| 2.2.2 Αιολική Ενέργεια στην Ευρώπη.....  | 21   |
| 2.2.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια στην Ευρώπη .....   | 22   |
| 2.3 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα .....   | 23   |
| 2.3.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά πηγή στην Ελλάδα.....  | 25   |
| 2.3.2 Η Παραγωγική Ικανότητα από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργεια στην Ελλάδα .....  | 45   |
| 2.3.3 Η Εξέλιξη του Ελληνικού Νομοθετικού Πλαισίου για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ..... | 50   |
| Κεφάλαιο 3ο: Συγκριτική ανάλυση κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας .....                         | 51   |
| Κεφάλαιο 4ο: Συμπεράσματα και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα .....  | 58   |
| 4.1 Συμπεράσματα .....   | 58   |
| 4.2 Μελλοντική Έρευνα .....  | 59   |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....  | 60   |

## Κατάλογος Εικόνων

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 1 : Μεριδίο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 2023 (%) (Eurostat, 2023 (nrg_ind_ren)).....                                     | 15 |
| Εικόνα 2: Μεριδίο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, 2023.....                         | 17 |
| Εικόνα 3: Μεριδίο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, 2023 (%) (Eurostat, 2023).....                              | 19 |
| Εικόνα 4: Μεριδίο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές, 2022 (%) (Eurostat, 2023) .....                                    | 20 |
| Εικόνα 5: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την χρήση αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη 2023(Our World in Data).....                    | 22 |
| Εικόνα 6: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη για το έτος 2023(Our World in Data) ..... | 23 |
| Εικόνα 7: Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας Ελλάδας (Ember Climate).....  | 24 |
| Εικόνα 8: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα, την ΕΕ και στον Κόσμο. (Ember Climate).....                             | 24 |
| Εικόνα 9: Ετήσια παραγωγή ενέργειας της Ελλάδας (το ποσοστό είναι επί της συνολικής παραγωγής). (Ember Climate) .....                | 26 |
| Εικόνα 10: Ετήσια παραγωγή ενέργειας της Ελλάδας (τεραβατώρες). (Ember Climate) .....  | 26 |
| Εικόνα 11: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate) .....                       | 28 |
| Εικόνα 12: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate).....                            | 28 |
| Εικόνα 13: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate).....            | 30 |
| Εικόνα 14: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες (Ember Climate) .....       | 30 |
| Εικόνα 15: Παραγωγή αιολικής ενέργειας (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate) .....                      | 33 |
| Εικόνα 16: Παραγωγή αιολικής ενέργειας (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate).....                           | 33 |
| Εικόνα 17: Παραγωγή αιολικής ενέργειας, 2024 σε ποσοστα (Ember Climate).....   | 34 |
| Εικόνα 18: Παραγωγή αιολικής ενέργειας, 2024 σε τεραβατώρες (Ember Climate).....   | 34 |
| Εικόνα 19: Παραγωγή υδροενέργειας (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate).....                            | 36 |
| Εικόνα 20: Παραγωγή υδροενέργειας (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate).....                                | 37 |
| Εικόνα 21: Παραγωγή υδροενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate).....                | 37 |
| Εικόνα 22: Παραγωγή υδροενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες (Ember Climate) .....           | 38 |
| Εικόνα 23: Παραγωγή ενέργειας από φυσικό αέριο (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate).....   | 40 |
| Εικόνα 24: Παραγωγή ενέργειας από φυσικό αέριο (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate) .....      | 40 |
| Εικόνα 25: Παραγωγή ενέργειας από φυσικού αέριο, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate).....  | 41 |

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 26: Παραγωγή ενέργειας από φυσικού αέριο, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες(Ember Climate).....   | 41 |
| Εικόνα 27: Παραγωγή ενέργειας από Λιγνίτη (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate) .....   | 43 |
| Εικόνα 28: Παραγωγή ενέργειας από Λιγνίτη (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate) .....   | 44 |
| Εικόνα 29: Παραγωγή Λιγνίτη, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate) .....   | 44 |
| Εικόνα 30: Παραγωγή Λιγνίτη, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες (Ember Climate) .....   | 45 |
| Εικόνα 31: Εγκατεστημένη Παραγωγική ισχύς ανά πηγή ενέργειας (σε GW). (Ember Climate).....   | 46 |
| Εικόνα 32 :Απόδοση Παραγωγής Ενέργειας ανά Πηγή ,με Συντελεστής Δυναμικότητας - απόδοση παραγωγής, σε σχέση με τη θεωρητική απόδοση αν λειτουργούσε συνεχόμενα για ολόκληρο τον χρόνο. (Ember Climate) .....       | 48 |
| Εικόνα 33:Η παραγωγή ηλιακής ενέργειας κορυφώνεται μεταξύ Ιουνίου και Οκτωβρίου. Μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σε τεραβατώρες). (Ember Climate).....  | 49 |
| Εικόνα 34: Η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους. ....  | 50 |
| Εικόνα 35:Μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ελλάδα, Ισπανία) - Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν υδροηλεκτρική, ηλιακή, αιολική, γεωθερμία, βιοενέργεια, κυμάτων και παλίρροιας..... | 52 |
| Εικόνα 36: Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ελλάδα, Ισπανία) για τα έτη 2004 έως 2023 (Our World in Data, 2024).....  | 52 |
| Εικόνα 37: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για τα έτη 2010-2023 (%) (Ιδίας Δημιουργίας) (Eurostat).....  | 53 |
| Εικόνα 38: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας .....   | 54 |
| Εικόνα 39: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη για τα έτη 2010-2023(%) (Ιδίας Δημιουργίας) (Eurostat, 2024) .....  | 55 |
| Εικόνα 40: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για μεταφορές για τα έτη 2010-2023(%) (Ιδίας Δημιουργίας) (Eurostat, 2024) .....  | 55 |
| Εικόνα 41: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από αιολική ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Ιδίας Δημιουργίας) (Our World in Data, 2024) .....   | 56 |
| Εικόνα 42: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από υδροηλεκτρική ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Ιδίας Δημιουργίας) (Our World in Data, 2024) .....   | 57 |
| Εικόνα 43:Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ηλιακή ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Ιδίας Δημιουργίας) (Our World in Data, 2024).....  | 57 |

## Κατάλογος Πινάκων

|   |    |
|---|----|
| Πίνακας 1:Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 2010-2023 (%) (Eurostat, 2023 (nrg_ind_ren))   | 15 |
| Πίνακας 2: Στατιστικές μεταβιβάσεις στήριξης που αναφέρθηκαν για το έτος 2023 (ktoe) ( Eurostat (nrg_ind_stjrss))   | 16 |
| Πίνακας 3:Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας,2013- 2023 (% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας) Πηγή Eurostat (nrg_ind_ren) | 18 |
| Πίνακας 4: Παρουσιάζει το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη θέρμανση και την ψύξη για την περίοδο 2004-2023, σε ποσοστό (%).Eurostat (nrg_ind_ren).                                     | 19 |
| Πίνακας 5: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές, 2010-2022 (%) (Eurostat, 2023)   | 20 |
| Πίνακας 6:Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για τα έτη 2010-2023(%) (Eurostat, 2024)  | 53 |
| Πίνακας 7:Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας   | 53 |
| Πίνακας 8: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη για τα έτη 2010-2023 (%)   | 54 |
| Πίνακας 9: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για μεταφορές για τα έτη 2010-2023 (%)   | 55 |
| Πίνακας 10: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από αιολική ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Our World in Data, 2024)   | 56 |
| Πίνακας 11: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από υδροηλεκτρική ενέργεια για τα έτη 2010- 2023 (Our World in Data, 2024)  | 56 |
| Πίνακας 12: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ηλιακή ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Our World in Data, 2024)  | 57 |

# Συντομογραφίες

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

# Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

## 1.1 Εισαγωγή

Η παγκόσμια ενεργειακή μετάβαση προς βιώσιμες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελεί βασική προτεραιότητα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας. Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την αύξηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), με απώτερο σκοπό την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050.

Η Ελλάδα, ως μέλος της Ε.Ε., ακολουθεί αυτή την πορεία, αξιοποιώντας το πλούσιο δυναμικό της σε ηλιακή και αιολική ενέργεια. Τα τελευταία χρόνια, η χώρα έχει πραγματοποιήσει σημαντικά βήματα προς την απανθρακοποίηση του ενεργειακού της μείγματος, αυξάνοντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μειώνοντας τη χρήση λιγνίτη. Ωστόσο, η σύγκριση της προόδου της Ελλάδας με άλλες ευρωπαϊκές χώρες είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση της θέσης της στο ενεργειακό τοπίο και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις προκλήσεις και τις ευκαιρίες που αντιμετωπίζει.

Η παρούσα εργασία επιχειρεί μια μελέτη των ΑΠΕ, εστιάζοντας στην παραγωγική ικανότητα και τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η ανάλυση επικεντρώνεται σε διάφορα ποσοστά παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις πολιτικές στήριξης, τις τεχνολογικές εξελίξεις και τους γεωγραφικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Η σημασία της μελέτης έγκειται όχι μόνο στην αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης, αλλά και στην κατανόηση των τάσεων που διαμορφώνουν το μέλλον της ενεργειακής αγοράς. Επιπλέον, η εργασία αναδεικνύει τις προκλήσεις που σχετίζονται με την αποδοτικότητα των ΑΠΕ, την ενεργειακή αποθήκευση και τη σταθερότητα των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας.

Συνολικά, η έρευνα αυτή αποσκοπεί να προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα της ανάπτυξης των ΑΠΕ στην Ευρώπη και να συμβάλει στη συζήτηση γύρω από τις προοπτικές και τις στρατηγικές που απαιτούνται για τη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση.

## 1.2 Σκοπός της Εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η συγκριτική ανάλυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) σε επίπεδο παραγωγής και κατανάλωσης, με έμφαση στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα. Στόχος είναι η διερεύνηση των μεριδίων ενέργειας που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές, η αξιολόγηση των τάσεων ανάπτυξης στην Ελλάδα και η σύγκρισή τους με συμβατικές μορφές ενέργειας.

Η εργασία επιδιώκει να αναδείξει τις διαφορές στην ενεργειακή στρατηγική της Ελλάδας, λαμβάνοντας υπόψη γεωγραφικούς, πολιτικούς και οικονομικούς παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ. Επιπλέον, εξετάζονται οι επιδόσεις συγκεκριμένων τεχνολογιών (αιολική, ηλιακή, υδροηλεκτρική, φυσικό αέριο) και η συμβολή τους στη διαμόρφωση του ενεργειακού μείγματος κάθε χώρας.

Ένα σημαντικό μέρος της ανάλυσης επικεντρώνεται στην παραγωγική ικανότητα των ΑΠΕ στην Ελλάδα, συγκρίνοντάς την με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Μέσω της διερεύνησης των πλεονεκτημάτων

και των προκλήσεων που παρουσιάζει η χώρα στον τομέα αυτό, η εργασία στοχεύει να συμβάλει στην κατανόηση των δυνατοτήτων περαιτέρω ανάπτυξης των ΑΠΕ στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα.

### **1.3 Σημασία και Επικαιρότητα του Θέματος**

Η συγκριτική μελέτη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελεί κρίσιμο πεδίο έρευνας, καθώς οι ΑΠΕ διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ενεργειακή μετάβαση και τη διασφάλιση της παγκόσμιας βιωσιμότητας. Η σταδιακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η ανάγκη για ενεργειακή ασφάλεια καθιστούν αναγκαία την ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα των κρατών.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, μέσω στρατηγικών όπως η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ, με σκοπό την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Η κατανόηση των διαφορών μεταξύ των κρατών-μελών στη διείσδυση των ΑΠΕ προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τις βέλτιστες πρακτικές και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν.

Η Ελλάδα, λόγω της γεωγραφικής της θέσης και των κλιματολογικών της συνθηκών, διαθέτει σημαντικές δυνατότητες αξιοποίησης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Ωστόσο, η σύγκριση της παραγωγικής ικανότητας της χώρας με άλλα κράτη της Ε.Ε. επιτρέπει την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με τις ευκαιρίες και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει στον ενεργειακό τομέα. Επιπλέον, η ανάλυση των μεριδίων κατανάλωσης ενέργειας αναδεικνύει την πραγματική διείσδυση των ΑΠΕ στα ενεργειακά συστήματα των χωρών, πέρα από τις θεωρητικές δυνατότητές τους.

Η επικαιρότητα της μελέτης ενισχύεται από τις πρόσφατες γεωπολιτικές και οικονομικές εξελίξεις, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα τον ενεργειακό σχεδιασμό των ευρωπαϊκών κρατών. Η ενεργειακή κρίση που προέκυψε τα τελευταία χρόνια, σε συνδυασμό με την ανάγκη μείωσης της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα, έχει οδηγήσει σε επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ. Μέσα από τη μελέτη των δεδομένων, η παρούσα εργασία προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα της τρέχουσας κατάστασης, συμβάλλοντας στην κατανόηση των μελλοντικών προοπτικών του ενεργειακού τομέα στην Ελλάδα και την Ευρώπη.

### **1.4 Μεθοδολογία Έρευνας**

Η παρούσα μελέτη ακολουθεί μια συγκριτική προσέγγιση για την ανάλυση της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η συλλογή δεδομένων βασίστηκε σε δευτερογενείς πηγές από αξιόπιστους διεθνείς και εθνικούς οργανισμούς, όπως η Eurostat, που παρέχει στατιστικά στοιχεία για την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και η Ember, η οποία προσφέρει επικαιροποιημένες πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη των ΑΠΕ και την ενεργειακή μετάβαση. Επιπλέον, αξιοποιήθηκαν δεδομένα από το Our World in Data, που αναλύει μακροχρόνιες τάσεις στην παγκόσμια ενεργειακή παραγωγή, καθώς και από την πλατφόρμα Greece in Figures, η οποία περιλαμβάνει στατιστικά στοιχεία για την ελληνική ενεργειακή αγορά. Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκαν εκθέσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (IEA) και του Οργανισμού

Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (IRENA), οι οποίες παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τις τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα των ΑΠΕ.

Η έρευνα, ωστόσο, υπόκειται σε ορισμένους περιορισμούς. Αρχικά, η ανάλυση βασίζεται σε διαθέσιμα δεδομένα έως το 2024, γεγονός που ενδέχεται να επηρεάσει την προβολή των μελλοντικών εξελίξεων. Επιπλέον, παράγοντες όπως οι γεωπολιτικές εξελίξεις, οι οικονομικές κρίσεις και οι τεχνολογικές καινοτομίες ενδέχεται να επηρεάσουν σημαντικά το ενεργειακό τοπίο της Ευρώπης, κάτι που δεν μπορεί να προβλεφθεί πλήρως στην παρούσα μελέτη.

Συνολικά, η μεθοδολογική προσέγγιση της εργασίας επιδιώκει την αξιόπιστη αποτύπωση της κατάστασης των ΑΠΕ, προσφέροντας στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για τη διαμόρφωση ενεργειακών πολιτικών και στρατηγικών.

## Κεφάλαιο 2ο: Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

### 2.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διασφάλιση της ενεργειακής βιωσιμότητας παγκοσμίως. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα, οι ΑΠΕ αντλούν ενέργεια από φυσικές διεργασίες που ανανεώνονται συνεχώς. Αυτό σημαίνει ότι η χρήση τους δεν οδηγεί στην εξάντληση των πόρων του πλανήτη και συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία στις σύγχρονες κοινωνίες, καθώς οι περιβαλλοντικές προκλήσεις και η ανάγκη για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθιστούν επιτακτική την υιοθέτησή τους. Η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνδέεται άμεσα με την παγκόσμια προσπάθεια για επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας των Παρισίων και την υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, που στοχεύει στην επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας μέχρι το 2050.

Η χρήση των ΑΠΕ παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Καταρχάς, η αειφορία των πηγών αυτών διασφαλίζει ότι η παραγωγή ενέργειας μπορεί να συνεχίζεται επ' αόριστον χωρίς να εξαντλούνται οι φυσικοί πόροι. Παράλληλα, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι η ενεργειακή ανεξαρτησία, καθώς πολλές χώρες μπορούν να αξιοποιήσουν εγχώριες ανανεώσιμες πηγές και να μειώσουν την εξάρτησή τους από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Επιπλέον, οι ΑΠΕ δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας, ιδιαίτερα σε τομείς που σχετίζονται με την έρευνα, την ανάπτυξη και την εγκατάσταση νέων τεχνολογιών. Η καινοτομία στον τομέα αυτό προωθεί την τεχνολογική πρόοδο και ενισχύει την οικονομία.

Παρά τα πλεονεκτήματα, η χρήση των ΑΠΕ συνοδεύεται και από ορισμένα μειονεκτήματα. Ένα από τα κυριότερα προβλήματα είναι η μεταβλητότητα της παραγωγής ενέργειας, καθώς η απόδοση πολλών ανανεώσιμων πηγών εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες ή άλλους φυσικούς παράγοντες. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει προκλήσεις για τη σταθερότητα του ενεργειακού δικτύου και να απαιτήσει τη χρήση τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας ή εφεδρικών πηγών. Ένα άλλο ζήτημα είναι το υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης των ανανεώσιμων τεχνολογιών, αν και η μακροπρόθεσμη απόδοση επενδύσεων είναι συνήθως θετική. Επιπλέον, ορισμένες μορφές ΑΠΕ μπορεί να απαιτούν μεγάλες εκτάσεις γης, γεγονός που ενδέχεται να οδηγήσει σε περιβαλλοντικές και κοινωνικές αντιδράσεις, ειδικά σε περιοχές με ευαίσθητα οικοσυστήματα ή πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Συνολικά, οι ΑΠΕ αποτελούν έναν κρίσιμο πυλώνα για την ενεργειακή μετάβαση και τη δημιουργία ενός βιώσιμου ενεργειακού μέλλοντος. Η ισορροπία μεταξύ της αξιοποίησης των πλεονεκτημάτων τους και της διαχείρισης των προκλήσεων που παρουσιάζουν απαιτεί συντονισμένες πολιτικές, επενδύσεις στην έρευνα και την καινοτομία, καθώς και τη συνειδητή συμμετοχή των πολιτών και των επιχειρήσεων. Με τις κατάλληλες υποδομές και στρατηγικές, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη ενός καθαρότερου και πιο πράσινου πλανήτη για τις επόμενες γενιές.

## 2.1.1 Κύριες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

### 2.1.1.1 Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές και αιεφόρες μορφές ενέργειας που είναι διαθέσιμες στον πλανήτη μας. Προέρχεται από την ακτινοβολία του Ήλιου, η οποία φτάνει στη Γη υπό μορφή φωτός και θερμότητας. Η ενέργεια αυτή είναι ουσιαστικά ανεξάντλητη, καθώς ο Ήλιος αναμένεται να παραμείνει ενεργός για δισεκατομμύρια χρόνια ακόμα, προσφέροντας συνεχή παροχή ενέργειας χωρίς εξάντληση των πόρων.

Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται μέσω διάφορων τεχνολογιών που επιτρέπουν τη συλλογή και τη μετατροπή της σε άλλες μορφές ενέργειας, κυρίως σε ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Οι πιο κοινές τεχνολογίες περιλαμβάνουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, που μετατρέπουν το ηλιακό φως απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω ημιαγωγών υλικών, και τα ηλιοθερμικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν συγκεντρωτικούς καθρέπτες ή φακούς για να παράγουν θερμότητα, που στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω ατμοστρόβιλων.

Η ανάπτυξη της ηλιακής τεχνολογίας έχει σημειώσει ραγδαία πρόοδο τις τελευταίες δεκαετίες, καθιστώντας την όλο και πιο προσιτή και αποδοτική. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ εγκαθίστανται σε οικιακές στέγες, σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και σε μεγάλα ηλιακά πάρκα, τα οποία μπορούν να τροφοδοτήσουν ολόκληρες κοινότητες με καθαρή ενέργεια. Παράλληλα, τα ηλιοθερμικά εργοστάσια έχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας, επιτρέποντας την παραγωγή ηλεκτρισμού ακόμα και όταν ο ήλιος δεν λάμπει.

Ένας άλλος τομέας όπου η ηλιακή ενέργεια βρίσκει εφαρμογή είναι η θέρμανση νερού μέσω ηλιακών θερμοσιφώνων, μια τεχνολογία ευρέως διαδεδομένη σε πολλές χώρες, ιδιαίτερα σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία για να θερμάνουν το νερό οικιακής χρήσης, μειώνοντας την ανάγκη για ηλεκτρική ενέργεια ή ορυκτά καύσιμα.

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας δεν περιορίζεται μόνο στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Αναπτύσσονται καινοτόμες εφαρμογές, όπως οι ηλιακοί φορτιστές για ηλεκτρονικές συσκευές, τα ηλιακά οχήματα και οι ηλιακές εγκαταστάσεις αφαλάτωσης που χρησιμοποιούν την ηλιακή θερμότητα για την παραγωγή πόσιμου νερού από το θαλασσίνο. Επίσης, τα έξυπνα κτίρια ενσωματώνουν ηλιακά συστήματα για να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή τους απόδοση, ενώ οι αγροτικές εφαρμογές χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια για την τροφοδότηση συστημάτων άρδευσης και τη συντήρηση γεωργικών προϊόντων.

Η ηλιακή ενέργεια παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο σε απομακρυσμένες περιοχές και αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η πρόσβαση σε παραδοσιακές πηγές ενέργειας μπορεί να είναι περιορισμένη. Η δυνατότητα εγκατάστασης αυτόνομων ηλιακών συστημάτων επιτρέπει την ηλεκτροδότηση κοινοτήτων που προηγουμένως δεν είχαν πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα, συμβάλλοντας στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη αυτών των περιοχών.

Σημαντικό μέρος της έρευνας γύρω από την ηλιακή ενέργεια επικεντρώνεται στη βελτίωση της αποδοτικότητας των φωτοβολταϊκών υλικών, στη μείωση του κόστους παραγωγής και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας, που θα επιτρέψουν την καλύτερη ενσωμάτωση της ηλιακής ενέργειας στα ηλεκτρικά δίκτυα. Επιπλέον, η πρόοδος στην ηλιακή νανοτεχνολογία και τα

ευέλικτα φωτοβολταϊκά φύλλα ανοίγει νέους ορίζοντες, επιτρέποντας την ενσωμάτωση ηλιακών κυψελών σε κάθε είδους επιφάνειες, από παράθυρα και ρούχα μέχρι κινητές συσκευές.

Συνολικά, η ηλιακή ενέργεια αποτελεί βασικό στοιχείο της ενεργειακής μετάβασης προς μια πιο καθαρή και βιώσιμη οικονομία. Η συνεχής τεχνολογική πρόοδος, σε συνδυασμό με τις κατάλληλες πολιτικές και τα κίνητρα, μπορεί να ενισχύσει ακόμη περισσότερο τον ρόλο της ηλιακής ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα, συμβάλλοντας στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων σε όλο τον κόσμο.

### 2.1.1.2 Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από την κινητική δύναμη του ανέμου και αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες και καθαρές μορφές ανανεώσιμης ενέργειας. Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας βασίζεται στην εκμετάλλευση της φυσικής κίνησης του αέρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ειδικά σχεδιασμένων ανεμογεννητριών. Αυτή η μορφή ενέργειας έχει χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα, κυρίως για την κίνηση ιστιοφόρων πλοίων και τη λειτουργία ανεμόμυλων, αλλά με την πρόοδο της τεχνολογίας, η αιολική ενέργεια πλέον συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια ενεργειακή παραγωγή.

Οι ανεμογεννήτριες είναι τα κύρια συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Μια τυπική ανεμογεννήτρια αποτελείται από έναν πύργο, έναν ρότορα με πτερύγια και μια γεννήτρια. Όταν ο άνεμος φυσάει, τα πτερύγια του ρότορα περιστρέφονται, μετατρέποντας την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ενέργεια. Στη συνέχεια, η γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή να διοχετευτεί στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε χερσαίες (onshore) και θαλάσσιες (offshore), ανάλογα με το σημείο εγκατάστασής τους. Οι χερσαίες ανεμογεννήτριες τοποθετούνται σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους, όπως βουνά, πεδιάδες ή ανοιχτές εκτάσεις. Οι θαλάσσιες ανεμογεννήτριες τοποθετούνται σε θαλάσσιες περιοχές, όπου οι άνεμοι είναι συνήθως πιο ισχυροί και σταθεροί. Οι θαλάσσιες εγκαταστάσεις απαιτούν πιο εξελιγμένη τεχνολογία και μεγαλύτερες επενδύσεις, αλλά προσφέρουν υψηλότερη απόδοση και λιγότερη οπτική όχληση.

Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο τις τελευταίες δεκαετίες, οδηγώντας σε μεγαλύτερα και πιο αποδοτικά συστήματα. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες μπορούν να έχουν ύψος πάνω από 200 μέτρα, ενώ η διάμετρος των πτερυγίων τους μπορεί να φτάνει ή και να ξεπερνά τα 150 μέτρα. Αυτές οι τεχνολογικές βελτιώσεις επιτρέπουν την παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας ενέργειας, ακόμη και σε περιοχές με μέτριους ανέμους.

Η αιολική ενέργεια ενσωματώνεται σε μικρές και μεγάλες κλίμακες. Σε τοπικό επίπεδο, μικρές ανεμογεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδότηση μεμονωμένων κατοικιών, αγροτικών εκμεταλλεύσεων ή απομονωμένων περιοχών. Σε μεγαλύτερη κλίμακα, τα αιολικά πάρκα, που αποτελούνται από δεκάδες ή και εκατοντάδες ανεμογεννήτριες, μπορούν να παράγουν ενέργεια ικανή να καλύψει τις ανάγκες ολόκληρων πόλεων. Τα αιολικά πάρκα μπορεί να βρίσκονται τόσο σε χερσαίες όσο και σε θαλάσσιες περιοχές, με τα θαλάσσια πάρκα να κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος λόγω της υψηλότερης απόδοσής τους.

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας υποστηρίζεται από τις κυβερνήσεις πολλών χωρών, στο πλαίσιο των στρατηγικών τους για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την αύξηση της ενεργειακής ανεξαρτησίας. Διεθνείς οργανισμοί, όπως ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) και η

Ευρωπαϊκή Ένωση, έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους για την αύξηση της παραγωγής αιολικής ενέργειας τα επόμενα χρόνια. Αυτοί οι στόχοι περιλαμβάνουν την ενίσχυση των υποδομών, τη βελτίωση των διαδικασιών αδειοδότησης και την παροχή οικονομικών κινήτρων για επενδύσεις σε αιολικά έργα.

Η έρευνα και η καινοτομία στον τομέα της αιολικής ενέργειας συνεχίζονται με έντονους ρυθμούς. Επιστήμονες και μηχανικοί εργάζονται για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των ανεμογεννητριών, την ανάπτυξη νέων υλικών που θα κάνουν τα πτερύγια πιο ανθεκτικά και ελαφριά, καθώς και τη δημιουργία πλωτών ανεμογεννητριών, οι οποίες μπορούν να εγκατασταθούν σε βαθιά νερά, ανοίγοντας νέες δυνατότητες για την αξιοποίηση του ανέμου.

Η αιολική ενέργεια διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή μετάβαση και στην επίτευξη των στόχων για έναν πιο πράσινο πλανήτη. Καθώς οι τεχνολογίες εξελίσσονται και οι υποδομές βελτιώνονται, η αιολική ενέργεια αναμένεται να ενισχύσει ακόμη περισσότερο τη συμβολή της στο παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα, καθιστώντας την έναν από τους βασικούς πυλώνες της αιεφόρου ανάπτυξης και της καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής.

### **2.1.1.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια**

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μία από τις παλαιότερες και πιο αξιόπιστες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία βασίζεται στην αξιοποίηση της κινητικής και δυναμικής ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται μέσω υδροηλεκτρικών σταθμών, οι οποίοι χρησιμοποιούν την πτώση ή τη ροή του νερού για να κινήσουν στροβίλους που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Η υδροηλεκτρική ενέργεια εκμεταλλεύεται τη φυσική κυκλοφορία του νερού στον υδρολογικό κύκλο, γεγονός που την καθιστά μια ανανεώσιμη και διαρκή πηγή ενέργειας.

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί διακρίνονται σε διάφορους τύπους, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας και την πηγή του νερού που χρησιμοποιούν. Οι σταθμοί φράγματος είναι οι πιο διαδεδομένοι και χρησιμοποιούν μεγάλα φράγματα για τη δημιουργία τεχνητών λιμνών (ταμιευτήρων). Το νερό που συγκεντρώνεται στον ταμιευτήρα απελευθερώνεται ελεγχόμενα μέσω στροβίλων, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Ένας άλλος τύπος είναι οι σταθμοί ροής ποταμού, οι οποίοι δεν απαιτούν μεγάλους ταμιευτήρες, αλλά εκμεταλλεύονται την άμεση ροή του ποταμού για την παραγωγή ενέργειας. Τέλος, οι σταθμοί αντλησιοταμίευσης χρησιμοποιούν περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας για να αντλήσουν νερό σε υψηλότερο ταμιευτήρα κατά τις περιόδους χαμηλής ζήτησης και το απελευθερώνουν για παραγωγή ενέργειας όταν η ζήτηση είναι υψηλή.

Η διαδικασία παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι σχετικά απλή. Το νερό, όταν απελευθερώνεται από έναν ταμιευτήρα ή κατά τη ροή του σε έναν ποταμό, διοχετεύεται με πίεση προς έναν στρόβιλο. Η δύναμη του νερού προκαλεί την περιστροφή του στροβίλου, ο οποίος συνδέεται με μια γεννήτρια. Η γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια της περιστροφής σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή να διοχετευτεί στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Η ισχύς που μπορεί να παραχθεί από έναν υδροηλεκτρικό σταθμό εξαρτάται από δύο βασικούς παράγοντες: τον όγκο του νερού που ρέει μέσω του στροβίλου και το ύψος πτώσης του νερού. Όσο μεγαλύτερη είναι η ροή και το ύψος πτώσης, τόσο περισσότερη ενέργεια μπορεί να παραχθεί. Για τον λόγο αυτό, τα υδροηλεκτρικά έργα συχνά κατασκευάζονται σε περιοχές με έντονες υψομετρικές διαφορές ή σε μεγάλα ποτάμια.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν περιορίζεται μόνο στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα και οι ταμιευτήρες που δημιουργούνται στο πλαίσιο αυτών των έργων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλους σκοπούς, όπως η ύδρευση, η άρδευση, ο έλεγχος πλημμυρών και η αναψυχή. Οι τεχνητές λίμνες που δημιουργούνται προσφέρουν ευκαιρίες για ψάρεμα, θαλάσσια σπορ και τουριστική ανάπτυξη.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό μείγμα πολλών χωρών, ιδιαίτερα εκείνων που διαθέτουν άφθονους υδάτινους πόρους και έντονες υψομετρικές διαφορές. Χώρες όπως η Νορβηγία, η Βραζιλία και η Κίνα καλύπτουν σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών τους αναγκών μέσω υδροηλεκτρικών σταθμών. Επιπλέον, η υδροηλεκτρική ενέργεια συμβάλλει στην ενεργειακή σταθερότητα, καθώς οι ταμιευτήρες μπορούν να λειτουργούν ως αποθήκες ενέργειας και να παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα σε περιόδους αυξημένης ζήτησης.

Η τεχνολογία της υδροηλεκτρικής ενέργειας έχει εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, με έμφαση στην βελτίωση της αποδοτικότητας των στροβίλων, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την αύξηση της διάρκειας ζωής των υποδομών. Νέες προσεγγίσεις, όπως τα μικροϋδροηλεκτρικά συστήματα, επιτρέπουν την εκμετάλλευση μικρών ροών και ποταμών για την παραγωγή ενέργειας σε απομονωμένες ή αγροτικές περιοχές.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται ένας από τους πιο αξιόπιστους και σταθερούς τρόπους παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, καθώς σε αντίθεση με άλλες πηγές όπως η ηλιακή ή η αιολική ενέργεια, μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό σε συνεχή βάση. Η δυνατότητα αποθήκευσης του νερού στους ταμιευτήρες παρέχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα, επιτρέποντας τον έλεγχο της παραγωγής ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου.

Συνολικά, η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες της παγκόσμιας ενεργειακής μετάβασης προς ένα βιώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό σύστημα. Με τη σωστή διαχείριση και τις κατάλληλες τεχνολογικές βελτιώσεις, η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να συνεχίσει να παρέχει ασφαλή, οικονομική και καθαρή ενέργεια για τις επόμενες γενιές.

#### **2.1.1.4 Φυσικό Αέριο**

Το φυσικό αέριο αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους ενεργειακούς πόρους παγκοσμίως, χρησιμοποιούμενο ευρέως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη βιομηχανική παραγωγή και την οικιακή θέρμανση. Ωστόσο, η κατάταξή του ως ανανεώσιμη ή μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας αποτελεί αντικείμενο έντονης συζήτησης. Αν και προέρχεται από φυσικές διαδικασίες αποσύνθεσης οργανικών υλικών, δεν μπορεί να θεωρηθεί αυστηρά ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με τη συμβατική έννοια, όπως η αιολική ή η ηλιακή ενέργεια.

Το φυσικό αέριο είναι ένα ορυκτό καύσιμο που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), με μικρότερες ποσότητες άλλων υδρογονανθράκων, όπως αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Σχηματίζεται από την αποσύνθεση οργανικής ύλης βαθιά μέσα στον φλοιό της Γης, υπό συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, μια διαδικασία που διαρκεί εκατομμύρια χρόνια. Για τον λόγο αυτό, δεν θεωρείται πλήρως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς η φυσική του αναπλήρωση είναι εξαιρετικά αργή. Ωστόσο, υπάρχουν μορφές ανανεώσιμου φυσικού αερίου, όπως το βιομεθάνιο, το οποίο παράγεται από οργανικά απόβλητα μέσω αναερόβιας χώνευσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο του φυσικού αερίου.

Το φυσικό αέριο θεωρείται συχνά ως ένα μεταβατικό καύσιμο στην πορεία προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Σε σύγκριση με άλλα ορυκτά καύσιμα, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο εκπέμπει σημαντικά λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Σύμφωνα με μελέτες, η καύση φυσικού αερίου εκπέμπει περίπου 50-60% λιγότερο CO<sub>2</sub> σε σχέση με τον άνθρακα, γεγονός που το καθιστά μια πιο καθαρή επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναγνωρίσει τη σημασία του φυσικού αερίου στην ενεργειακή μετάβαση, εντάσσοντάς το στην ταξινόμια της ως "βιώσιμο" καύσιμο υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Ωστόσο, η χρήση του φυσικού αερίου παραμένει αμφιλεγόμενη, καθώς, αν και λιγότερο ρυπογόνο από τον άνθρακα, εξακολουθεί να αποτελεί ορυκτό καύσιμο που συμβάλλει στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Στην Ελλάδα, το φυσικό αέριο διαδραματίζει κομβικό ρόλο στο ενεργειακό μείγμα. Τα τελευταία χρόνια, η χώρα έχει αυξήσει τη χρήση φυσικού αερίου για την ηλεκτροπαραγωγή, καθώς αντικαθιστά σταδιακά τον λιγνίτη. Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, το 2023, περίπου 40% της ηλεκτροπαραγωγής της Ελλάδας βασιζόταν στο φυσικό αέριο, ενώ το ποσοστό αυτό αυξήθηκε λόγω της ενεργειακής κρίσης. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, το φυσικό αέριο αποτελεί περίπου 25% του συνολικού ενεργειακού μείγματος, με κάποιες χώρες, όπως η Γερμανία και η Ιταλία, να εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από εισαγωγές. Η πρόσφατη στρατηγική της ΕΕ στοχεύει στη σταδιακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, προωθώντας ταυτόχρονα εναλλακτικές λύσεις, όπως το βιομεθάνιο και το υδρογόνο.

Η μελλοντική χρήση του φυσικού αερίου εξαρτάται από τις τεχνολογικές και περιβαλλοντικές εξελίξεις. Η ανάπτυξη ανανεώσιμων αερίων, όπως το πράσινο υδρογόνο και το βιομεθάνιο, μπορεί να μειώσει τη χρήση του συμβατικού φυσικού αερίου. Παράλληλα, η βελτίωση των τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS) θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τη χρήση του. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, γεγονός που σημαίνει ότι το φυσικό αέριο πιθανότατα θα μειωθεί σταδιακά στο ενεργειακό μείγμα, αντικαθιστάμενο από πιο καθαρές μορφές ενέργειας.

Παρότι το φυσικό αέριο είναι λιγότερο ρυπογόνο από άλλα ορυκτά καύσιμα, δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο ρόλος του στην ενεργειακή μετάβαση είναι κρίσιμος, καθώς προσφέρει σταθερότητα και ευελιξία, αλλά η εξάρτηση από αυτό θα πρέπει να μειωθεί στο μέλλον. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στην παραγωγή βιομεθανίου και υδρογόνου αποτελούν σημαντικές λύσεις για μια πιο βιώσιμη ενεργειακή στρατηγική.

### **2.1.1.5 Θερμική Ενέργεια**

Η θερμική ενέργεια αποτελεί μία από τις βασικές μορφές ενέργειας και μπορεί να προέρχεται τόσο από συμβατικές όσο και από ανανεώσιμες πηγές. Όταν η προέλευσή της βασίζεται σε ανανεώσιμες πηγές, όπως η γεωθερμία, η ηλιακή θερμική ενέργεια και η βιομάζα, τότε μπορεί να θεωρηθεί ανανεώσιμη και βιώσιμη. Η αξιοποίησή της συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα, στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αποτελώντας έναν σημαντικό παράγοντα στην ενεργειακή μετάβαση.

Μία από τις κύριες πηγές θερμικής ενέργειας είναι η γεωθερμία, η οποία αξιοποιεί τη θερμότητα που αποθηκεύεται στο εσωτερικό της Γης. Οι γεωθερμικές πηγές διακρίνονται σε υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας, ανάλογα με τη θερμοκρασία τους. Στην υψηλής ενθαλπίας γεωθερμία, όπου οι θερμοκρασίες ξεπερνούν τους 150°C, η ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική μέσω

ατμοστροβίλων. Αντίθετα, στις χαμηλότερες θερμοκρασίες χρησιμοποιείται κυρίως για τηλεθέρμανση, αγροτικές εφαρμογές και βιομηχανικές διαδικασίες. Στην Ελλάδα, η γεωθερμία είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιοχές όπως η Λέσβος, η Μήλος, η Νίσυρος και η Βόρεια Ελλάδα, όπου υπάρχουν εκμεταλλεύσιμα γεωθερμικά πεδία.

Εκτός από τη γεωθερμία, σημαντική πηγή θερμικής ενέργειας είναι η ηλιακή θερμική ενέργεια, η οποία αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση νερού ή άλλων ρευστών. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες είναι μία από τις πιο διαδεδομένες τεχνολογίες ηλιακής θερμικής ενέργειας, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, όπου το υψηλό ηλιακό δυναμικό καθιστά τη χρήση τους αποδοτική και οικονομικά συμφέρουσα. Επιπλέον, στα ηλιοθερμικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (CSP - Concentrated Solar Power), οι ακτίνες του ήλιου συγκεντρώνονται μέσω καθρεπτών σε έναν κεντρικό δέκτη, όπου θερμαίνεται ένα ρευστό, όπως λιωμένα άλατα. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την αποθήκευση θερμότητας, επιτρέποντας τη συνέχιση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ακόμα και μετά τη δύση του ηλίου.

Παράλληλα, η βιομάζα και το βιοαέριο αποτελούν σημαντικές πηγές θερμικής ενέργειας. Η καύση βιομάζας, η οποία περιλαμβάνει υπολείμματα ξύλου, αγροτικά απόβλητα και οργανικά υπολείμματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας σε βιομηχανικές και οικιακές εφαρμογές. Επιπλέον, το βιοαέριο, το οποίο παράγεται μέσω της αναερόβιας χώνευσης οργανικών αποβλήτων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Στην Ελλάδα, η αξιοποίηση του βιοαερίου έχει αρχίσει να αυξάνεται, κυρίως μέσω της εκμετάλλευσης απορριμμάτων και αγροτικών υπολειμμάτων.

Η θερμική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην παγκόσμια ενεργειακή μετάβαση. Σύμφωνα με τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η χρήση ανανεώσιμων θερμικών τεχνολογιών είναι απαραίτητη για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Μέχρι το 2050, οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες στοχεύουν στην πλήρη αντικατάσταση των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με ανανεώσιμες λύσεις. Η Ελλάδα, λόγω της γεωγραφικής της θέσης και των φυσικών της πόρων, έχει μεγάλες δυνατότητες αξιοποίησης της γεωθερμίας, της ηλιακής θερμικής ενέργειας και της βιομάζας. Τα επόμενα χρόνια, η επέκταση της χρήσης αυτών των τεχνολογιών θα μπορούσε να μειώσει την ενεργειακή εξάρτηση της χώρας, να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας και να συμβάλει στην επίτευξη των ευρωπαϊκών και εθνικών κλιματικών στόχων.

Συνολικά, η θερμική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές αποτελεί βασικό στοιχείο της βιώσιμης ανάπτυξης και της ενεργειακής μετάβασης. Παρόλο που υπάρχουν τεχνικές και οικονομικές προκλήσεις στην ευρεία υιοθέτησή της, η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και οι πολιτικές στήριξης των ΑΠΕ καθιστούν τη θερμική ενέργεια έναν ζωτικό παράγοντα για το ενεργειακό μέλλον. Η επένδυση σε αυτές τις τεχνολογίες θα συμβάλει στην ενεργειακή ασφάλεια, στη μείωση των εκπομπών και στην προώθηση ενός πιο βιώσιμου ενεργειακού μοντέλου για τις επόμενες γενιές.

#### **2.1.1.6 Πυρηνική Ενέργεια**

Η πυρηνική ενέργεια αποτελεί μία από τις βασικότερες μορφές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αξιοποιώντας τη διαδικασία της πυρηνικής σχάσης. Κατά τη σχάση, οι πυρήνες των βαρέων ατόμων, όπως το ουράνιο-235 ή το πλουτόνιο-239, διασπώνται απελευθερώνοντας μεγάλες ποσότητες ενέργειας υπό μορφή θερμότητας. Αυτή η θερμότητα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού, ο οποίος κινεί τουρμπίνες που συνδέονται με ηλεκτρογεννήτριες.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας είναι η ικανότητά της να παράγει μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας με σχετικά μικρή ποσότητα καυσίμου, ενώ παράλληλα δεν εκπέμπει διοξείδιο του άνθρακα κατά τη λειτουργία της, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, οι σύγχρονοι πυρηνικοί σταθμοί διαθέτουν αυστηρά μέτρα ασφαλείας, τα οποία έχουν μειώσει σημαντικά τον κίνδυνο ατυχημάτων.

Ωστόσο, η πυρηνική ενέργεια συνοδεύεται και από προκλήσεις. Η διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα, καθώς απαιτείται ασφαλής αποθήκευση για χιλιάδες χρόνια. Επιπλέον, οι πυρηνικοί σταθμοί ενδέχεται να αποτελέσουν στόχο κακόβουλων ενεργειών, ενώ υπάρχει και ο κίνδυνος σοβαρών ατυχημάτων, όπως αυτά στο Τσερνόμπιλ και τη Φουκουσίμα.

Παρά τις προκλήσεις, η πυρηνική ενέργεια συνεχίζει να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα, προσφέροντας μια αξιόπιστη και σταθερή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι νέοι αντιδραστήρες τέταρτης γενιάς υπόσχονται ακόμα μεγαλύτερη ασφάλεια και αποδοτικότητα, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα της πυρηνικής ενέργειας ως μέρους της λύσης για τη μετάβαση σε καθαρές μορφές ενέργειας.

### **2.1.1.7 Βιοενέργεια**

Η βιοενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που προέρχεται από τη βιομάζα, δηλαδή από οργανική ύλη φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Η παραγωγή βιοενέργειας βασίζεται στη χρήση υλικών όπως τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, τα απόβλητα τροφίμων, η βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες και τα οργανικά απόβλητα από βιομηχανικές και αστικές πηγές. Η βιοενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων, παρέχοντας μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στα ορυκτά καύσιμα.

Η διαδικασία παραγωγής βιοενέργειας ξεκινά με τη συλλογή και την επεξεργασία της βιομάζας. Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια μέσω διαφόρων τεχνολογιών και μεθόδων, όπως η καύση, η αεριοποίηση, η πυρόλυση, η αναερόβια χώνευση και η ζύμωση. Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας εξαρτάται από τον τύπο της βιομάζας, τις απαιτήσεις του τελικού προϊόντος και τις τοπικές συνθήκες.

Η καύση βιομάζας είναι μια από τις πιο παραδοσιακές και διαδεδομένες μεθόδους παραγωγής βιοενέργειας. Κατά την καύση, η βιομάζα καίγεται σε ειδικούς λέβητες, απελευθερώνοντας θερμότητα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για θέρμανση ή να μετατραπεί σε ατμό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω στροβίλων. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα αποδοτική όταν χρησιμοποιούνται υπολείμματα ξύλου ή γεωργικά απόβλητα.

Η αεριοποίηση και η πυρόλυση είναι θερμοχημικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται σε υψηλές θερμοκρασίες και με περιορισμένη ή καθόλου παρουσία οξυγόνου. Μέσω αυτών των διεργασιών, η βιομάζα μετατρέπεται σε αέρια ή υγρά καύσιμα, όπως το συνθετικό αέριο (syngas) και το βιοέλαιο. Το συνθετικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για καύση ή να επεξεργαστεί περαιτέρω για την παραγωγή καυσίμων, ενώ το βιοέλαιο μπορεί να αξιοποιηθεί ως καύσιμο ή πρώτη ύλη σε βιομηχανικές διεργασίες.

Η αναερόβια χώνευση είναι μια βιολογική διεργασία που χρησιμοποιεί μικροοργανισμούς για τη διάσπαση οργανικής ύλης σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Κατά τη διαδικασία αυτή παράγεται βιοαέριο, το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή να αναβαθμιστεί σε

βιομεθάνιο, το οποίο μπορεί να διοχετευτεί στο δίκτυο φυσικού αερίου ή να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για οχήματα.

Η ζύμωση είναι μια άλλη βιολογική μέθοδος παραγωγής βιοενέργειας, που χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή βιοκαυσίμων, όπως η αιθανόλη και το βιοντίζελ. Η αιθανόλη παράγεται από τη ζύμωση σακχαρούχων και αμυλούχων υλικών, όπως το καλαμπόκι, το ζαχαροκάλαμο και τα σιτηρά, ενώ το βιοντίζελ προέρχεται από την επεξεργασία φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών μέσω χημικών διεργασιών, όπως η εστεροποίηση.

Η βιοενέργεια διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κυκλική οικονομία, καθώς αξιοποιεί απόβλητα και υποπροϊόντα που διαφορετικά θα κατέληγαν στους χώρους υγειονομικής ταφής ή θα προκαλούσαν περιβαλλοντική επιβάρυνση. Επιπλέον, συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, καθώς η καύση της βιομάζας θεωρείται ουδέτερη σε άνθρακα, δεδομένου ότι το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται κατά την καύση της έχει προηγουμένως απορροφηθεί από την ατμόσφαιρα κατά την ανάπτυξη των φυτών.

Η έρευνα και η ανάπτυξη στον τομέα της βιοενέργειας συνεχίζουν να προάγουν νέες τεχνολογίες και λύσεις, όπως τα προηγμένα βιοκαύσιμα από μη βρώσιμες πρώτες ύλες, η χρήση μικροφυκών για την παραγωγή βιοκαυσίμων και η συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ισχύος (CHP) από βιομάζα. Αυτές οι καινοτομίες στοχεύουν στην αύξηση της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας της βιοενέργειας, ενισχύοντας τον ρόλο της στη μετάβαση προς μια πράσινη και αειφόρο οικονομία.

Συνολικά, η βιοενέργεια αποτελεί μια πολυδιάστατη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας με ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας μέχρι τη δημιουργία καυσίμων μεταφορών και τη βιομηχανική χρήση. Η ευελιξία της, σε συνδυασμό με την ικανότητά της να ενσωματώνει την ανακύκλωση και την αξιοποίηση αποβλήτων, την καθιστούν έναν βασικό πυλώνα της παγκόσμιας ενεργειακής στρατηγικής και της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

### **2.1.1.8 Γεωθερμική Ενέργεια**

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από τη θερμότητα του εσωτερικού της Γης. Η θερμότητα αυτή δημιουργείται κυρίως από τη διάσπαση ραδιενεργών στοιχείων, όπως το ουράνιο, το κάλιο και το θόριο, που βρίσκονται στον πυρήνα και στον μανδύα της Γης. Αυτή η θερμότητα μεταφέρεται μέσω της αγωγιμότητας προς την επιφάνεια της Γης, όπου μπορεί να αξιοποιηθεί για διάφορες χρήσεις, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η θέρμανση.

Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να εκμεταλλευτεί διάφορους τύπους θερμότητας που υπάρχουν στο υπέδαφος, ανάλογα με τις γεωγραφικές συνθήκες και τη θερμοκρασία του εδάφους. Στις περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες κοντά σε ηφαίστεια ή τεκτονικά ρήγματα, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαδικασία αυτή γίνεται με την άντληση ζεστού νερού ή ατμού από γεωθερμικές πηγές, οι οποίοι κινούν τις τουρμπίνες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται επίσης για την θέρμανση κτιρίων και τη θερμότητα σε βιομηχανικές διαδικασίες. Σε περιοχές με μέτρια θερμοκρασία, τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας για τη θέρμανση κατοικιών, θερμοκηπίων, και ακόμα και για τη θέρμανση νερού σε πισίνες. Αντιθέτως, σε περιοχές με χαμηλότερη θερμοκρασία, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τη βοήθεια αντλιών θερμότητας, οι οποίες αξιοποιούν τη σταθερή θερμοκρασία του εδάφους για να ψύξουν ή να θερμάνουν χώρους.

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια από τις πιο σταθερές και αξιόπιστες πηγές ενέργειας. Ενώ οι υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να παράγει σταθερή ενέργεια όλο το χρόνο, καθώς η θερμότητα από το εσωτερικό της Γης είναι αμετάβλητη και ανεξάρτητη από εξωτερικές παραμέτρους, όπως η ηλιοφάνεια ή οι άνεμοι.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας απαιτεί την κατασκευή γεωθερμικών σταθμών και συστημάτων άντλησης που μπορούν να φτάσουν σε βάθη αρκετών χιλιομέτρων κάτω από την επιφάνεια της Γης, ώστε να βρουν τις περιοχές με την κατάλληλη θερμότητα. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιούνται ειδικές γεωτρήσεις που επιτρέπουν τη μεταφορά της γεωθερμικής ενέργειας στην επιφάνεια.

Η γεωθερμική ενέργεια έχει μια ιδιαίτερη γεωγραφική κατανομή και δεν είναι διαθέσιμη σε όλες τις περιοχές του πλανήτη. Στην πραγματικότητα, οι καλύτερες περιοχές για την αξιοποίησή της βρίσκονται κοντά σε ηφαίστεια και τεκτονικές πλάκες, όπως είναι η Ισλανδία, η Νέα Ζηλανδία και ορισμένες περιοχές της Αμερικής και της Ασίας. Η ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων σε αυτές τις περιοχές παρέχει τη δυνατότητα εκμετάλλευσης αυτής της πηγής ενέργειας σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Συνολικά, η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται μια πολύτιμη και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που αξιοποιεί τη φυσική θερμότητα της Γης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Η σταθερότητά της, η δυνατότητά της να παρέχει συνεχώς ενέργεια και η μικρή εξάρτησή της από εξωτερικές συνθήκες την καθιστούν μια από τις πιο αξιόπιστες πηγές ενέργειας για το μέλλον.

#### **2.1.1.9 Θαλάσσια Ενέργεια**

Η θαλάσσια ενέργεια αποτελεί μία από τις πιο υποσχόμενες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αξιοποιώντας τη δύναμη των ωκεανών και των θαλασσών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Περιλαμβάνει διάφορες τεχνολογίες, όπως η ενέργεια των κυμάτων, των παλιρροιών, των θαλάσσιων ρευμάτων, η θερμική ενέργεια των ωκεανών και η εκμετάλλευση των αλατοβαθμίδων.

Η ενέργεια των κυμάτων εκμεταλλεύεται τη συνεχή κίνηση της επιφάνειας της θάλασσας, μετατρέποντας τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η ενέργεια των παλιρροιών βασίζεται στις μεταβολές της στάθμης του νερού λόγω της έλξης της Σελήνης και του Ήλιου, αξιοποιώντας ειδικές τουρμπίνες και φράγματα για τη συλλογή ενέργειας. Τα θαλάσσια ρεύματα, που δημιουργούνται από τη σταθερή κίνηση του νερού, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν με υποβρύχιες ανεμογεννήτριες.

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών (OTEC) βασίζεται στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειακών και των βαθύτερων στρωμάτων του νερού, επιτρέποντας την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω θερμικών κύκλων. Επιπλέον, η εκμετάλλευση των αλατοβαθμίδων αξιοποιεί τη διαφορά αλατότητας μεταξύ θαλασσινού και γλυκού νερού για την παραγωγή ενέργειας μέσω της ώσμωσης.

Η θαλάσσια ενέργεια παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η ανεξάντλητη και προβλέψιμη φύση της, η φιλικότητα προς το περιβάλλον και η δυνατότητα μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις, όπως το υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης, οι τεχνολογικές δυσκολίες και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε θαλάσσια οικοσυστήματα.

Παρά τις προκλήσεις, η θαλάσσια ενέργεια αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη λύση για την ενεργειακή μετάβαση προς καθαρότερες και πιο βιώσιμες πηγές ενέργειας, συμβάλλοντας στην παγκόσμια προσπάθεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

## **2.2 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

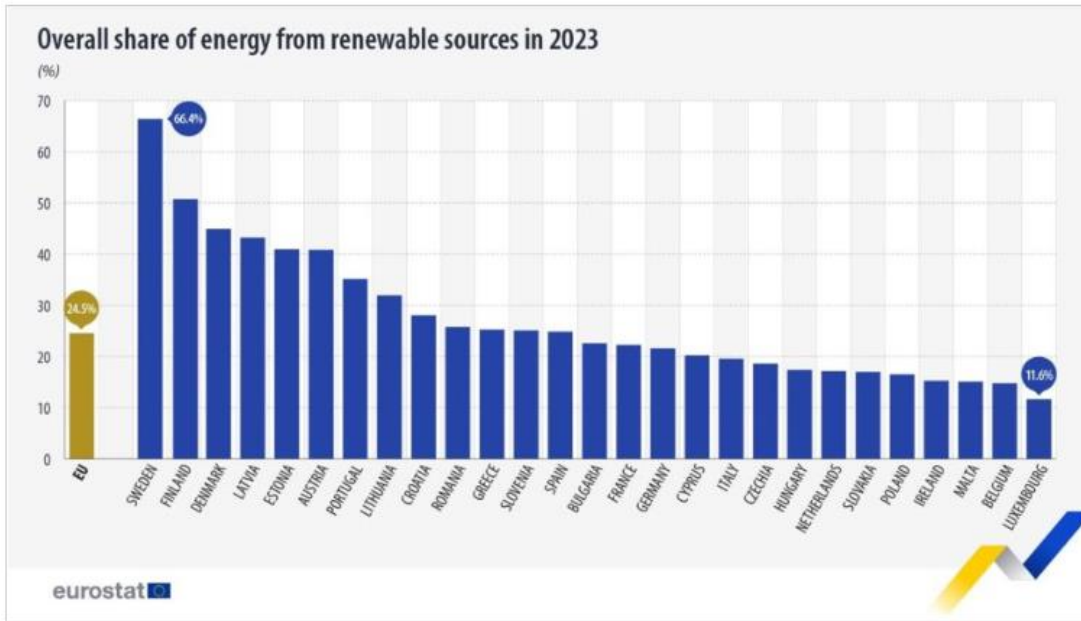
Τα τελευταία χρόνια, η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αυξηθεί ραγδαία. Το 2023, το ποσοστό της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας που προερχόταν από ΑΠΕ έφτασε το 24,5 %, σημειώνοντας αύξηση κατά 1.4 ποσοστιαία μονάδα σε σχέση με το 2022. Σύμφωνα με την Οδηγία 2023/2413 της ΕΕ, ο στόχος για το 2030 έχει αναθεωρηθεί από 32 % σε 42,5 %, με προοπτική περαιτέρω αύξησης στο 45 %. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, τα κράτη-μέλη πρέπει να εντείνουν τις προσπάθειές τους, καθώς απαιτείται σχεδόν 20 ποσοστιαίες μονάδες επιπλέον αύξηση στο μερίδιο των ΑΠΕ στην ενεργειακή κατανάλωση (Eurostat, 2023).

### **2.2.1 Κατανάλωση ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας 2023**

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Ευρώπη επιδιώκει να καταστεί η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος έως το 2050. Αυτή η φιλόδοξη στρατηγική στοχεύει στη διαμόρφωση μιας βιώσιμης πράσινης μετάβασης, προσφέροντας οφέλη τόσο στους πολίτες όσο και στις επιχειρήσεις (Eurostat, 2023).

Η εικόνα 1 παρουσιάζει τα πιο πρόσφατα δεδομένα σχετικά με το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, το οποίο αυξήθηκε από 14,4 % το 2010 σε 24,5 % το 2023. Ο Πίνακας 1 παρέχει μια αναλυτική επισκόπηση της εξέλιξης του μεριδίου των ΑΠΕ στα κράτη-μέλη της ΕΕ κατά την περίοδο 2010-2023.

Όπως διαπιστώνεται, η Σουηδία κατείχε το υψηλότερο ποσοστό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας το 2023, φτάνοντας το 66,3 %. Ακολουθούσε η Φινλανδία με 50,7 % και η Δανία με 44,9 %. Αντίθετα, τα χαμηλότερα ποσοστά καταγράφηκαν στη Μάλτα (15 %), το Βέλγιο (14,7 %) και το Λουξεμβούργο (11,6 %).



Εικόνα 1 : Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 2023 (%) (Eurostat, 2023 (nrg\_ind\_ren))

|              | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΕ           | 14,4 | 14,5 | 16   | 16,7 | 17,4 | 17,8 | 18   | 18,4 | 19,1 | 19,9 | 22   | 21,9 | 23   | 24,5 |
| ΒΕΛΓΙΟ       | 6    | 6,3  | 7,1  | 7,7  | 8    | 8,1  | 8,7  | 9,1  | 9,5  | 9,9  | 13   | 13   | 13,8 | 14,7 |
| ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ    | 13,9 | 14,2 | 15,8 | 18,9 | 18   | 18,3 | 18,8 | 18,7 | 20,6 | 21,5 | 23,3 | 19,4 | 19,1 | 22,5 |
| ΤΣΕΧΙΑ       | 10,5 | 10,9 | 12,8 | 13,9 | 15,1 | 15,1 | 14,9 | 14,8 | 15,1 | 16,2 | 17,3 | 17,3 | 18,2 | 18,5 |
| ΔΑΝΙΑ        | 21,9 | 23,4 | 25,5 | 27,2 | 29,3 | 30,5 | 31,7 | 34,4 | 35,2 | 37   | 31,7 | 41   | 41,6 | 44,9 |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ     | 11,7 | 12,5 | 13,5 | 13,8 | 14,4 | 14,9 | 14,9 | 15,5 | 16,7 | 17,3 | 19,1 | 19,4 | 20,8 | 21,5 |
| ΕΣΘΟΝΙΑ      | 24,6 | 25,5 | 25,6 | 25,4 | 26,1 | 29   | 29,2 | 29,5 | 30   | 31,7 | 30,1 | 37,4 | 38,5 | 40,9 |
| ΙΡΛΑΝΔΙΑ     | 5,8  | 6,6  | 7    | 7,5  | 8,5  | 9,1  | 9,2  | 10,5 | 10,9 | 12   | 16,2 | 12,4 | 13,1 | 15,2 |
| ΕΛΛΑΔΑ       | 10,1 | 11,2 | 13,7 | 15,3 | 15,7 | 15,7 | 15,4 | 17,3 | 18   | 19,6 | 21,7 | 22   | 22,7 | 25,2 |
| ΙΣΠΑΝΙΑ      | 13,8 | 13,2 | 14,2 | 15,1 | 15,9 | 16,2 | 17   | 17,1 | 17   | 17,9 | 21,2 | 20,7 | 22,1 | 24,8 |
| ΓΑΛΛΙΑ       | 12,7 | 10,8 | 13,2 | 13,9 | 14,4 | 14,8 | 15,5 | 15,8 | 16,4 | 17,2 | 19,1 | 19,2 | 20,3 | 22,2 |
| ΚΡΟΑΤΙΑ      | 25,1 | 25,4 | 26,8 | 28   | 27,8 | 29   | 28,3 | 27,3 | 28   | 28,5 | 31   | 31,3 | 29,4 | 28   |
| ΙΤΑΛΙΑ       | 13   | 12,9 | 15,4 | 16,7 | 17,1 | 17,5 | 17,4 | 18,3 | 17,8 | 18,2 | 20,4 | 19,2 | 19   | 19,5 |
| ΚΥΠΡΟΣ       | 6,2  | 6,2  | 7,1  | 8,4  | 9,1  | 9,9  | 9,8  | 10,5 | 13,9 | 13,8 | 16,9 | 19,1 | 19,4 | 20,2 |
| ΛΕΤΟΝΙΑ      | 30,4 | 33,5 | 35,7 | 37   | 38,6 | 37,5 | 37,1 | 39   | 40   | 40,9 | 42,1 | 42,1 | 43,3 | 43,2 |
| ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ    | 19,6 | 19,9 | 21,4 | 22,7 | 23,6 | 25,7 | 25,6 | 26   | 24,7 | 25,5 | 26,8 | 28,2 | 29,6 | 31,9 |
| ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ | 2,9  | 2,9  | 3,1  | 3,5  | 4,5  | 5    | 5,4  | 6,2  | 8,9  | 7    | 11,7 | 11,7 | 14,4 | 11,6 |
| ΟΥΓΑΡΙΑ      | 12,7 | 14   | 15,5 | 16,2 | 14,6 | 14,5 | 14,4 | 13,6 | 12,5 | 12,6 | 13,9 | 14,1 | 15,2 | 17,3 |
| ΜΑΛΤΑ        | 1    | 1,8  | 2,9  | 3,8  | 4,7  | 5,1  | 6,2  | 7,2  | 7,9  | 8,2  | 10,7 | 12,7 | 13,4 | 15   |
| ΟΛΛΑΝΔΙΑ     | 3,9  | 4,5  | 4,7  | 4,7  | 5,4  | 5,7  | 5,8  | 6,5  | 7,4  | 8,9  | 14   | 13   | 15   | 17,1 |
| ΑΥΣΤΡΙΑ      | 31,2 | 31,6 | 32,7 | 32,7 | 33,6 | 33,5 | 33,4 | 33,1 | 33,8 | 33,8 | 36,5 | 34,6 | 33,8 | 40,8 |
| ΠΟΛΩΝΙΑ      | 9,3  | 10,3 | 11   | 11,5 | 11,6 | 11,9 | 11,4 | 11,1 | 14,9 | 15,4 | 16,1 | 15,6 | 16,9 | 16,5 |
| ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ   | 24,1 | 24,6 | 24,6 | 25,7 | 29,5 | 30,5 | 30,9 | 30,6 | 30,2 | 30,6 | 34   | 34   | 34,7 | 35,1 |
| ΡΟΥΜΑΝΙΑ     | 22,8 | 21,7 | 22,8 | 23,9 | 24,8 | 25   | 24,5 | 23,9 | 24,3 | 24,5 | 23,9 | 24,1 | 24,1 | 25,7 |
| ΣΛΟΒΕΝΙΑ     | 21,1 | 20,9 | 21,6 | 23,2 | 22,5 | 22,9 | 22   | 21,7 | 21,4 | 22   | 25   | 25   | 25   | 25   |
| ΣΛΟΒΑΚΙΑ     | 9,1  | 10,3 | 10,5 | 10,1 | 11,7 | 12,9 | 12   | 11,5 | 11,9 | 16,9 | 17,3 | 17,4 | 17,5 | 66,3 |
| ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ    | 32,2 | 32,5 | 34,2 | 36,6 | 38,6 | 39,2 | 38,9 | 40,9 | 41,2 | 42,8 | 43,9 | 47,9 | 47,9 | 66,3 |
| ΕΣΤΟΝΙΑ      | 46,1 | 47,6 | 49,4 | 50,2 | 51,2 | 52,2 | 52,6 | 53,4 | 53,9 | 55,8 | 60,1 | 62,5 | 66,2 | 66,3 |

Πίνακας 1 Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 2010-2023 (%) (Eurostat, 2023 (nrg\_ind\_ren))

Κατά την εξέταση των εθνικών στόχων, κάποια κράτη μέλη πέτυχαν ή υπερέβησαν τα επίπεδα των στόχων τους για το 2023. Τα κράτη μέλη που ξεπέρασαν σημαντικά τους στόχους τους για το 2023 ήταν η Σουηδία, η Φινλανδία και η Δανία. Ορισμένες χώρες χρησιμοποίησαν στατιστικές μεταβιβάσεις για να διατηρήσουν υψηλότερα επίπεδα από τους στόχους τους για το 2023 (που αποτελεί υποχρέωση για την περίοδο 2021-2030). Οι στατιστικές μεταφορές είναι συμφωνίες μεταξύ κρατών μελών για τη μεταφορά συγκεκριμένης ποσότητας ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές από ένα κράτος μέλος σε άλλο κράτος μέλος (Eurostat, 2023). Το έτος 2023 καταγράφηκε ότι στην Δανία αφαιρέθηκαν 131,881 ktoe (kilotonne of oil equivalent) από το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της, για να προστεθούν στο μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας των χωρών Λουξεμβούργου, Γερμανίας και Βελγίου. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τις στατιστικές μεταφορές που αναφέρθηκαν για το έτος 2023 παρατίθενται στον Πίνακα 2. Οι αριθμοί είναι σε μονάδα μέτρησης ενέργειας ktoe που αντιστοιχεί σε 1.000 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου.

### Κεφάλαιο 3

| Ποσό που προστίθεται στο μερίδιο των ΑΠΕ |          |
|--|----------|
|  | 2023     |
| ΔΑΝΙΑ                                    | -131,881 |
| ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ                             | 77,39    |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ                                 | 4,194    |
| ΒΕΛΓΙΟ                                   | 50,301   |

Πίνακας 2: Στατιστικές μεταβιβάσεις στήριξης που αναφέρθηκαν για το έτος 2023 (ktoe) ( Eurostat (nrg\_ind\_stjrss))

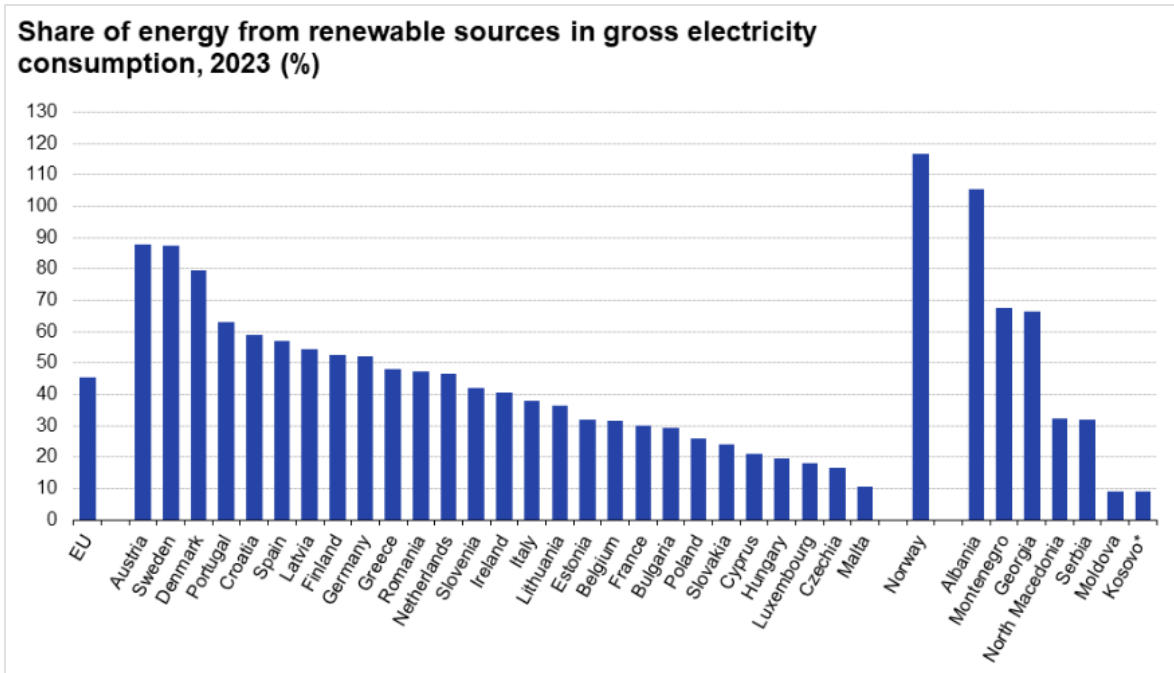
Ο άνεμος και το νερό αποτελούν τις κύριες πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, ενώ η ηλιακή ενέργεια είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη μορφή. Σύμφωνα με τους λογιστικούς κανόνες της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρική και αιολική ενέργεια πρέπει να κανονικοποιείται, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι ετήσιες διακυμάνσεις των καιρικών συνθηκών. Συγκεκριμένα, η υδροηλεκτρική ενέργεια κανονικοποιείται με βάση τα τελευταία 15 χρόνια, ενώ η αιολική ενέργεια προσαρμόζεται σύμφωνα με τα δεδομένα των τελευταίων 5 ετών.

Η αύξηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράχθηκε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά την περίοδο 2013-2023 αντανακλά σε μεγάλο βαθμό την επέκταση σε τρεις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε ολόκληρη την ΕΕ, κυρίως την αιολική ενέργεια, αλλά και την ηλιακή ενέργεια και τα στερεά βιοκαύσιμα (συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων αποβλήτων). Το 2023, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούσαν το 45,28 % της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ, από 41,22 % το 2022, σημειώνοντας αύξηση κατά 4 ποσοστιαίες μονάδες.

Η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργεια αντιπροσώπευαν περισσότερα από τα δύο τρίτα της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές (38,5 και 28,2 %, αντίστοιχα). Το υπόλοιπο ένα τρίτο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προερχόταν από ηλιακή ενέργεια (20,5 %), στερεά βιοκαύσιμα (6,2 %) και άλλες ανανεώσιμες πηγές (6,6 %).

Η ηλιακή ενέργεια είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη πηγή: το 2008 αντιπροσώπευε το 1%. Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση της ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια ήταν δραματική, αυξάνοντας από μόλις 7,4 TWh το 2008 σε 252,1 TWh το 2023. (Eurostat, 2023).

Το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ηλεκτρική ενέργεια παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Μεριδίο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, 2023

Μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το 2023, περισσότερα από τα τρία τέταρτα της καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας προήλθαν από ανανεώσιμες πηγές στην Αυστρία (87,8%), τη Σουηδία (87,5%) και τη Δανία (79,4%). Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ήταν επίσης υψηλή στην Πορτογαλία (63,0%), την Κροατία (58,8%), την Ισπανία (56,9%), τη Λετονία (54,3%) και τη Φινλανδία (52,4%), αντιπροσωπεύοντας περισσότερο από το ήμισυ της καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας. Στον αντίποδα, το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ήταν κάτω από 20% στη Μάλτα (10,7%), την Τσεχία (16,4%), το Λουξεμβούργο (18,0%) και την Ουγγαρία (19,5%). Η χώρα της ΕΖΕΣ, Νορβηγία, και η υποψήφια προς ένταξη χώρα, Αλβανία, παρήγαγαν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές από ό,τι κατανάλωσαν συνολικά το 2023, οδηγώντας έτσι σε μερίδιο άνω του 100%.

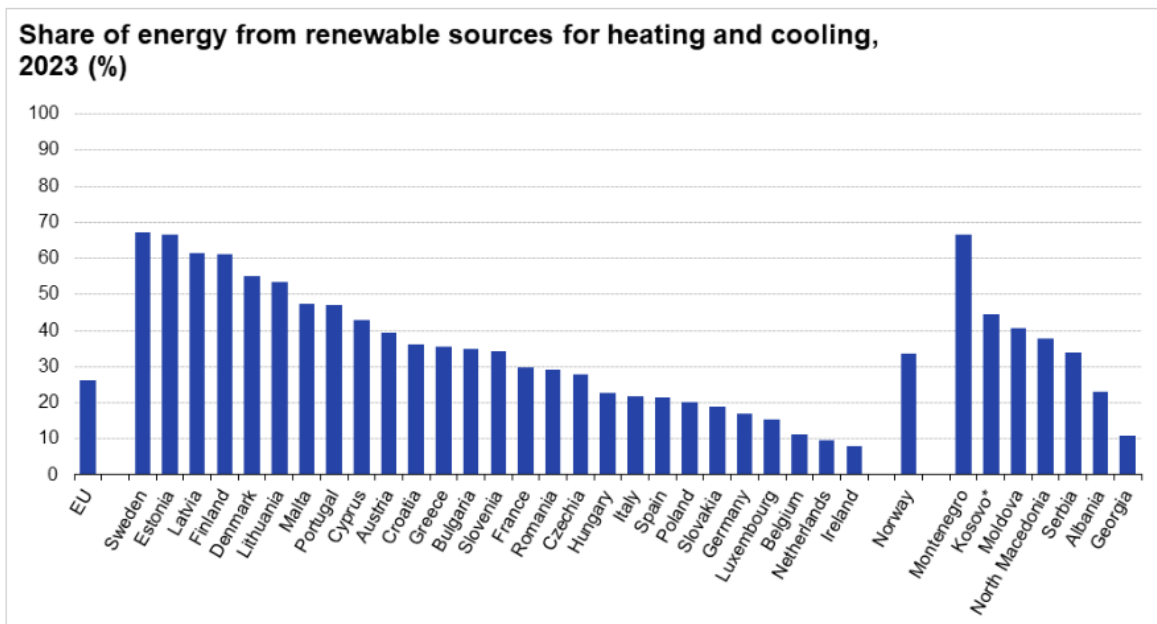
### Κεφάλαιο 3

|              | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ΕΕ           | 26,8  | 28,6  | 29,7  | 30,2  | 31,1  | 32,1  | 34,1  | 37,5  | 37,7  | 41,2  | 45,2  |
| ΒΕΛΓΙΟ       | 12,5  | 13,4  | 15,6  | 15,5  | 17,2  | 18,9  | 20,8  | 25,1  | 26    | 29,1  | 31,3  |
| ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ    | 19    | 19,1  | 19    | 19,1  | 19    | 22,4  | 23,5  | 23,6  | 21,4  | 20    | 29,4  |
| ΤΣΕΧΙΑ       | 12,8  | 13,9  | 14,1  | 13,6  | 13,7  | 13,7  | 14    | 14,8  | 14,4  | 15,5  | 16,5  |
| ΔΑΝΙΑ        | 38,7  | 43,1  | 48,5  | 61,3  | 63,7  | 59,9  | 62,4  | 66,3  | 72,9  | 77,2  | 79,3  |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ     | 25,3  | 28,2  | 30,9  | 32,3  | 34,6  | 37,6  | 40,6  | 44,7  | 43,8  | 47,9  | 52,2  |
| ΕΣΘΟΝΙΑ      | 12,9  | 14    | 16,2  | 16,2  | 17,6  | 19,7  | 22    | 29,2  | 29,1  | 29,1  | 31,8  |
| ΙΡΛΑΝΔΙΑ     | 21    | 23,3  | 26,7  | 27,1  | 30,3  | 33,3  | 36,6  | 39,1  | 37,6  | 37,3  | 40,4  |
| ΕΛΛΑΔΑ       | 21,2  | 21,9  | 22,1  | 22,7  | 24,5  | 25    | 31,3  | 35,9  | 35,8  | 42,3  | 48,2  |
| ΙΣΠΑΝΙΑ      | 35    | 37,1  | 37    | 36,7  | 36,5  | 35,2  | 37,1  | 42,9  | 46    | 50,9  | 56,9  |
| ΓΑΛΛΙΑ       | 17    | 19,5  | 18,5  | 19,2  | 19,9  | 21,1  | 22,4  | 24,8  | 24,7  | 27,2  | 29,9  |
| ΚΡΟΑΤΙΑ      | 42,1  | 46,2  | 46,4  | 46,7  | 46,4  | 48,1  | 49,8  | 63,8  | 53,4  | 56,2  | 58,8  |
| ΙΤΑΛΙΑ       | 33,4  | 33,5  | 34    | 34,1  | 33,9  | 33,9  | 36    | 38,1  | 35,9  | 37,1  | 38,1  |
| ΚΥΠΡΟΣ       | 6,7   | 7,4   | 8,4   | 8,6   | 8,9   | 9,4   | 9,5   | 12    | 14,8  | 16,9  | 20,9  |
| ΛΕΤΟΝΙΑ      | 49,7  | 51    | 52,2  | 51,3  | 54,4  | 53,5  | 53,4  | 63,4  | 51,4  | 53,5  | 54,3  |
| ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ    | 13,1  | 13,7  | 16,5  | 16,9  | 18,3  | 18,4  | 18,8  | 20,2  | 21,2  | 26,4  | 36,4  |
| ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ | 6,3   | 6     | 6,2   | 6,7   | 8,1   | 9,1   | 10,5  | 13,9  | 14,2  | 16,1  | 18    |
| ΟΥΓΓΑΡΙΑ     | 6,6   | 7,3   | 7,3   | 7,3   | 7,5   | 8,3   | 10    | 11,9  | 13,6  | 15,3  | 19,5  |
| ΜΑΛΤΑ        | 1,6   | 3,3   | 4,3   | 6,7   | 6,8   | 7,7   | 7,5   | 9,5   | 9,6   | 10,1  | 10,7  |
| ΟΛΛΑΝΔΙΑ     | 9,9   | 9,9   | 11    | 12,6  | 13,8  | 15,2  | 18,2  | 26,4  | 33,2  | 39,6  | 46,4  |
| ΑΥΣΤΡΙΑ      | 67,4  | 68,9  | 71,1  | 71,5  | 74,2  | 71,6  | 75,1  | 76,2  | 73,8  | 74,8  | 87,7  |
| ΠΟΛΩΝΙΑ      | 10,7  | 12,4  | 13,4  | 13,3  | 13,1  | 13    | 14,4  | 16,2  | 17,1  | 21    | 25,7  |
| ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ   | 49,1  | 62,1  | 62,6  | 64    | 64,2  | 62,2  | 63,8  | 68    | 58,4  | 61    | 63    |
| ΡΟΥΜΑΝΙΑ     | 37,6  | 41,7  | 43,2  | 42,7  | 42    | 41,8  | 42,6  | 43,4  | 42,6  | 43,7  | 47,3  |
| ΣΛΟΒΕΝΙΑ     | 33,1  | 33,9  | 32,7  | 32,4  | 32,3  | 32,3  | 32,6  | 35,1  | 34,9  | 37    | 41,8  |
| ΣΛΟΒΑΚΙΑ     | 20,1  | 22    | 22,7  | 22,5  | 21,3  | 21,5  | 22,1  | 23,1  | 22,4  | 22,9  | 24,2  |
| ΦΙΛΑΝΔΙΑ     | 30,6  | 31,1  | 32,2  | 32,7  | 36    | 36,6  | 38    | 39,6  | 39,5  | 47,9  | 52,3  |
| ΣΟΥΗΔΙΑ      | 63,2  | 66,7  | 64,9  | 65,9  | 65,9  | 65,2  | 71,2  | 74,5  | 75,7  | 83,3  | 87,5  |
| ΙΣΛΑΝΔΙΑ     | 96,7  | 97,1  | 93,1  | 95,3  | 93,4  | 96,5  | 100,6 | 102,7 | 99,5  | 99,1  |       |
| ΝΟΡΒΗΓΙΑ     | 110,1 | 106,1 | 106,6 | 104,9 | 104,9 | 106,8 | 110,4 | 113,6 | 113,6 | 120   | 116,5 |
| ΜΟΝΤΕΝΕΓΚΡΟ  | 49,1  | 61,4  | 49,6  | 61    | 60,1  | 62,4  | 63,6  | 61,6  | 60,4  | 68,5  | 67,5  |
| ΣΕΡΒΙΑ       | 28    | 30,3  | 28,9  | 29,2  | 27,4  | 28,7  | 30,1  | 30,7  | 29,8  | 30,2  | 31,7  |
| ΑΛΒΑΝΙΑ      | 62,7  | 71    | 79,2  | 82,1  | 91    | 92,4  | 93    | 100   | 94,4  | 102,9 | 105,3 |
| Β.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ  | 19,3  | 21,7  | 24,1  | 24,9  | 24,8  | 23,1  | 23,5  | 23,5  | 22,7  | 25,8  | 32,2  |
| ΚΟΣΟΒΟ       | 1,6   | 1,9   | 1,6   | 4     | 3,6   | 4,2   | 6,2   | 5,3   | 5,1   | 6,6   | 8,9   |
| ΜΟΛΔΑΒΙΑ     | 1,7   | 1,9   | 2     | 1,9   | 2,1   | 2,6   | 3     | 3,1   | 3,5   | 5,5   | 9,2   |

Πίνακας 3:Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας,2013- 2023 (% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας) Πηγή Eurostat (nrg\_ind\_ren)

#### 2.2.1.1 Κατανάλωση ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για Θέρμανση και Ψύξη 2023

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat , το 2023, η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές αντιπροσώπευε το 26,2% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σημειώνοντας αύξηση από 11,7% το 2004. Αυτή η αύξηση οφείλεται σε εξελίξεις στους τομείς της βιομηχανίας, των υπηρεσιών και των νοικοκυριών. Επιπλέον, λαμβάνεται υπόψη η ενέργεια του περιβάλλοντος που συλλέγεται από αντλίες θερμότητας για θέρμανση και ανανεώσιμη ψύξη.



Εικόνα 3: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη, 2023 (%) (Eurostat, 2023)

Μεταξύ των χωρών της ΕΕ, το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη θέρμανση και την ψύξη ήταν πάνω από το ήμισυ στις εξής χώρες:

- Σουηδία: 67,1%
- Εσθονία: 66,7%
- Λετονία: 61,4%
- Φινλανδία: 61,3%
- Δανία: 54,9%
- Λιθουανία: 53,6%

Αντίθετα, τα κράτη μέλη της ΕΕ με μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη θέρμανση και την ψύξη κάτω του 10% ήταν:

- Ιρλανδία: 7,9%
- Κάτω Χώρες: 9,6%

Το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που χρησιμοποιήθηκε για θέρμανση και ψύξη για τα έτη από 2004 έως 2023, στα κράτη μέλη της ΕΕ, παρουσιάζεται στον Πίνακα 4

|              | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΕ           | 11,7 | 12,4 | 13,2 | 14,8 | 16,3 | 16,8 | 17   | 17,4 | 18,6 | 19   | 19,9 | 20,3 | 20,4 | 20,8 | 21,9 | 22,4 | 23   | 23   | 25   | 28,1 |
| ΒΕΛΓΙΟ       | 2,9  | 3,4  | 3,8  | 4,7  | 6,1  | 6,1  | 6,7  | 6,7  | 7,1  | 7,6  | 7,6  | 7,9  | 8,2  | 8,2  | 8,3  | 8,3  | 8,4  | 9,2  | 10,5 | 11,3 |
| ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ    | 14,1 | 14,3 | 14,6 | 13,9 | 17,3 | 21,5 | 24,3 | 24,8 | 27,2 | 29,2 | 28,5 | 28,9 | 30   | 29,9 | 33,3 | 35,4 | 37,2 | 30   | 31,6 | 35   |
| ΤΣΕΧΙΑ       | 9,9  | 10   | 11,2 | 12,4 | 12,9 | 14,3 | 14,1 | 15,4 | 16,2 | 17,7 | 19,5 | 19,8 | 19,9 | 19,7 | 20,6 | 22,6 | 23,5 | 24,3 | 25,8 | 27,4 |
| ΔΑΝΙΑ        | 29,5 | 32,8 | 32,7 | 36,7 | 39   | 39,4 | 39,4 | 39,6 | 39,2 | 34,7 | 39   | 39,5 | 41,1 | 44,1 | 46   | 47,8 | 51,1 | 51,2 | 52,3 | 54,8 |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ     | 7,2  | 7,7  | 8,4  | 10,2 | 10,3 | 11,2 | 12,1 | 12,6 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 14,2 | 14,8 | 14,6 | 15,5 | 17,6 | 17,1 |
| ΕΣΘΟΝΙΑ      | 33,4 | 32,4 | 30,8 | 33   | 36   | 42   | 43,2 | 44,6 | 43,2 | 43,1 | 44,9 | 50   | 51,8 | 52,2 | 63,7 | 62,2 | 67,9 | 61,3 | 65,4 | 66,6 |
| ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ    | 2,9  | 3,4  | 3,8  | 3,9  | 3,5  | 4,2  | 4,3  | 4,7  | 4,6  | 5,2  | 6,3  | 6,2  | 6,2  | 6,6  | 6,4  | 6,3  | 6,3  | 5,5  | 5,5  | 7,9  |
| ΕΛΛΑΔΑ       | 13,5 | 13,4 | 13,1 | 14,7 | 14,7 | 17,2 | 18,7 | 20,1 | 24,1 | 27,9 | 27,9 | 28,6 | 25,4 | 26,2 | 30,1 | 30   | 31,9 | 31   | 30,6 | 35,5 |
| ΙΣΠΑΝΙΑ      | 9,5  | 9,4  | 11,4 | 11,2 | 11,6 | 13,2 | 12,5 | 13,5 | 14   | 14   | 14   | 15,6 | 16,9 | 15,9 | 16,2 | 17,2 | 18   | 16,9 | 19,4 | 21,4 |
| ΓΑΛΛΙΑ       | 12,5 | 12,4 | 11,7 | 12,8 | 13,3 | 16   | 16,2 | 16,3 | 16,6 | 17,6 | 18   | 18,9 | 20,1 | 20,6 | 21,2 | 22,4 | 23,4 | 24,6 | 27,2 | 29,9 |
| ΚΡΟΑΤΙΑ      | 29,4 | 30   | 29,1 | 29,3 | 28,8 | 31,3 | 32,9 | 33,8 | 36,6 | 37,3 | 36,2 | 36,6 | 37,6 | 36,6 | 36,7 | 38,8 | 36,9 | 38   | 37,2 | 36,1 |
| ΙΤΑΛΙΑ       | 5,7  | 6,2  | 10,1 | 13,3 | 15,3 | 15,4 | 15,6 | 13,9 | 17   | 18,1 | 18,9 | 19,3 | 18,9 | 20,1 | 19,3 | 19,7 | 19,9 | 19,3 | 20,5 | 21,6 |
| ΚΥΠΡΟΣ       | 9,3  | 10   | 10,4 | 13,1 | 14,5 | 17,3 | 18,8 | 20   | 21,8 | 22,5 | 22,2 | 24,1 | 24,7 | 26,4 | 37,2 | 35,1 | 37,1 | 37,1 | 42,5 | 41,5 |
| ΛΕΤΟΝΙΑ      | 42,5 | 42,7 | 42,8 | 42,9 | 47,9 | 40,7 | 44,7 | 47,3 | 46,7 | 50,2 | 51,7 | 51,8 | 54,6 | 55,4 | 55   | 57,7 | 57,1 | 57,3 | 60,9 | 61,3 |
| ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ    | 30,4 | 29,3 | 29,2 | 29,2 | 32   | 33,7 | 32,6 | 32,6 | 34,6 | 36,9 | 40,6 | 40,1 | 40,6 | 40,6 | 46   | 47,4 | 49,4 | 46,6 | 51,5 | 53,8 |
| ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ | 1,6  | 3,6  | 3,5  | 4,4  | 4,6  | 4,8  | 4,7  | 4,7  | 4,9  | 6,3  | 7,1  | 6,9  | 7,1  | 7,4  | 8,4  | 8,7  | 12,6 | 12,9 | 15,5 | 15,4 |
| ΟΥΓΓΑΡΙΑ     | 6,4  | 9,9  | 11,4 | 13,5 | 12   | 17   | 18,1 | 20   | 23,3 | 23,7 | 21,3 | 21,3 | 21   | 19,9 | 18,2 | 18,2 | 17,7 | 17,9 | 20,3 | 22,7 |
| ΜΑΛΤΑ        | 1    | 11   | 1,4  | 1,5  | 1,7  | 2    | 7,3  | 12   | 13,4 | 15,4 | 15   | 14,6 | 16,9 | 19,3 | 22   | 23,6 | 23   | 32,6 | 39,9 | 47,4 |
| ΟΥΚΡΑΝΙΑ     | 2,2  | 2,4  | 2,7  | 2,8  | 3    | 3,4  | 3,1  | 3,7  | 3,8  | 4    | 4,6  | 5,9  | 5,2  | 6,2  | 7,2  | 8,1  | 7,8  | 8,1  | 7,8  | 8,6  |
| ΑΥΣΤΡΙΑ      | 20,2 | 22,8 | 24,5 | 27,1 | 27,2 | 29,6 | 31   | 31,6 | 33,1 | 33,2 | 33,4 | 33,2 | 33,6 | 33,7 | 34,2 | 33,9 | 35   | 33,4 | 31,2 | 39,3 |
| ΠΟΛΩΝΙΑ      | 10,2 | 10,2 | 10,2 | 10,6 | 10,1 | 11,6 | 11,6 | 13,2 | 13,6 | 14,3 | 14,2 | 14,8 | 14,9 | 14,8 | 15,6 | 16,2 | 17,7 | 17,7 | 22,4 | 20,2 |
| ΠΟΡΤΟΥΓΑΛΙΑ  | 32,5 | 32,1 | 34,2 | 35   | 37,5 | 37,9 | 33,8 | 35,2 | 33,2 | 34,6 | 40,8 | 40,1 | 41,6 | 41   | 40,9 | 41,7 | 41,5 | 42,7 | 45,5 | 47   |
| ΡΟΥΜΑΝΙΑ     | 17,3 | 17,9 | 17,6 | 19,5 | 23,2 | 26,4 | 27,2 | 24,3 | 29,7 | 29,2 | 26,7 | 25,9 | 20,9 | 26,6 | 25,4 | 25,7 | 25,3 | 24,5 | 26,2 | 29,1 |
| ΣΛΟΒΑΚΙΑ     | 22,8 | 26,4 | 24,4 | 29,3 | 27,5 | 28,9 | 29,5 | 31,8 | 33,1 | 35,1 | 34,6 | 36,2 | 35,6 | 34,6 | 32,3 | 32,1 | 32,1 | 35,2 | 33,9 | 34,3 |
| ΣΛΟΒΕΝΙΑ     | 5,1  | 5    | 4,5  | 5,2  | 6,1  | 6,2  | 7,9  | 9,3  | 8,6  | 7,9  | 8,9  | 10,8 | 9,9  | 9,9  | 10,6 | 10,7 | 19,4 | 19,5 | 19,8 | 18,7 |
| ΣΠΑΝΙΑ       | 39,5 | 39,1 | 41,6 | 41,4 | 43,1 | 42,9 | 44   | 46,7 | 49,2 | 49,8 | 52   | 62,6 | 63,7 | 64,6 | 64,9 | 66,9 | 67,6 | 62   | 60,2 | 61,8 |
| ΣΟΥΗΔΙΑ      | 45,9 | 49   | 52,5 | 54,5 | 55,8 | 59,2 | 57,1 | 56,6 | 60,6 | 61,7 | 62,6 | 63,2 | 63,4 | 63,8 | 63,5 | 64,4 | 65,4 | 68,5 | 69,8 | 67   |
| ΙΣΡΑΗΛ       | 52,3 | 53,7 | 57,2 | 60,9 | 64,1 | 64,4 | 66,2 | 66,1 | 68,8 | 67   | 69,2 | 75,2 | 78,3 | 78,5 | 79,9 | 80,9 | 80,5 | 79,6 | 83,5 |      |
| ΝΟΡΒΗΓΙΑ     | 25,5 | 26   | 29,4 | 29,3 | 30   | 31   | 33,7 | 34,7 | 32   | 30   | 32,7 | 32,3 | 30,5 | 30,6 | 33,1 | 35,4 | 36,1 | 32,3 | 34,2 | 33,6 |
| ΜΟΝΤΕΝΕΓΡΟ   |      | 62,9 | 61,4 | 49,1 | 49   | 62,1 | 78,6 | 61,3 | 79,8 | 65,5 | 67,6 | 66,5 | 69,1 | 69,7 | 64,6 | 62,6 | 64,1 | 63,5 | 64,8 | 66,5 |
| ΣΕΡΒΙΑ       | 14   | 16,5 | 16,8 | 16,2 | 16,7 | 26,6 | 23,2 | 21,1 | 23,2 | 26,1 | 28,9 | 26,9 | 25,1 | 24,9 | 24,3 | 26,6 | 26,7 | 35,4 | 34,7 | 33,8 |
| ΑΛΒΑΝΙΑ      | 33,1 | 37,8 | 31   | 33,1 | 37,1 | 34,7 | 31,3 | 31,4 | 32,1 | 37,8 | 31   | 34,6 | 32,6 | 24   | 22   | 24,6 | 26,1 | 53,3 | 57,6 |      |
| Β. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ | 25,3 | 24,7 | 24,9 | 22,5 | 24,6 | 29,2 | 26,5 | 27,3 | 29,6 | 31,6 | 35   | 34,5 | 33   | 34,5 | 30,9 | 35,3 | 33,7 | 21,2 | 22   | 22,9 |
| ΚΟΣΟΒΟ       | 51,9 | 49,5 | 40,9 | 40,2 | 47,8 | 47,8 | 45,5 | 44,7 | 49,3 | 49,7 | 51,8 | 48,7 | 51,8 | 50,5 | 56,7 | 54,8 | 55   | 32,3 | 37,8 | 37,7 |
| ΜΟΝΤΑΒΕΟ     | 20,2 | 17,4 | 18,4 | 17,4 | 19   | 21,4 | 34,6 | 36,3 | 39   | 40   | 43,6 | 44,6 | 45,6 | 46,1 | 45,1 | 40,8 | 41,2 | 52,6 | 46   | 44,5 |
| ΟΗΓΑΡΙΑ      | 9,4  | 9,4  | 9,9  | 2,2  | 2,5  | 2,6  | 2,4  | 2,6  | 2,7  | 2,9  | 3,8  | 4,7  | 6,3  | 7,6  | 8    | 9    | 9,3  | 30,9 | 36,4 | 40,6 |
| ΕΣΤΟΝΙΑ      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 10,4 |

Πίνακας 4: Παρουσιάζει το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη θέρμανση και την ψύξη για την περίοδο 2004-2023, σε ποσοστό (%).Eurostat (nrg\_ind\_ren).

### 2.2.1.2 Κατανάλωση ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για Μεταφορές

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συμφώνησε να θέσει έναν κοινό στόχο για το 2030, σύμφωνα με τον οποίο το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη χρήση μεταφορών θα πρέπει να φτάσει το 29%. Συμπεριλαμβανομένων των υγρών βιοκαυσίμων, του υδρογόνου, του βιομεθανίου και της «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας .

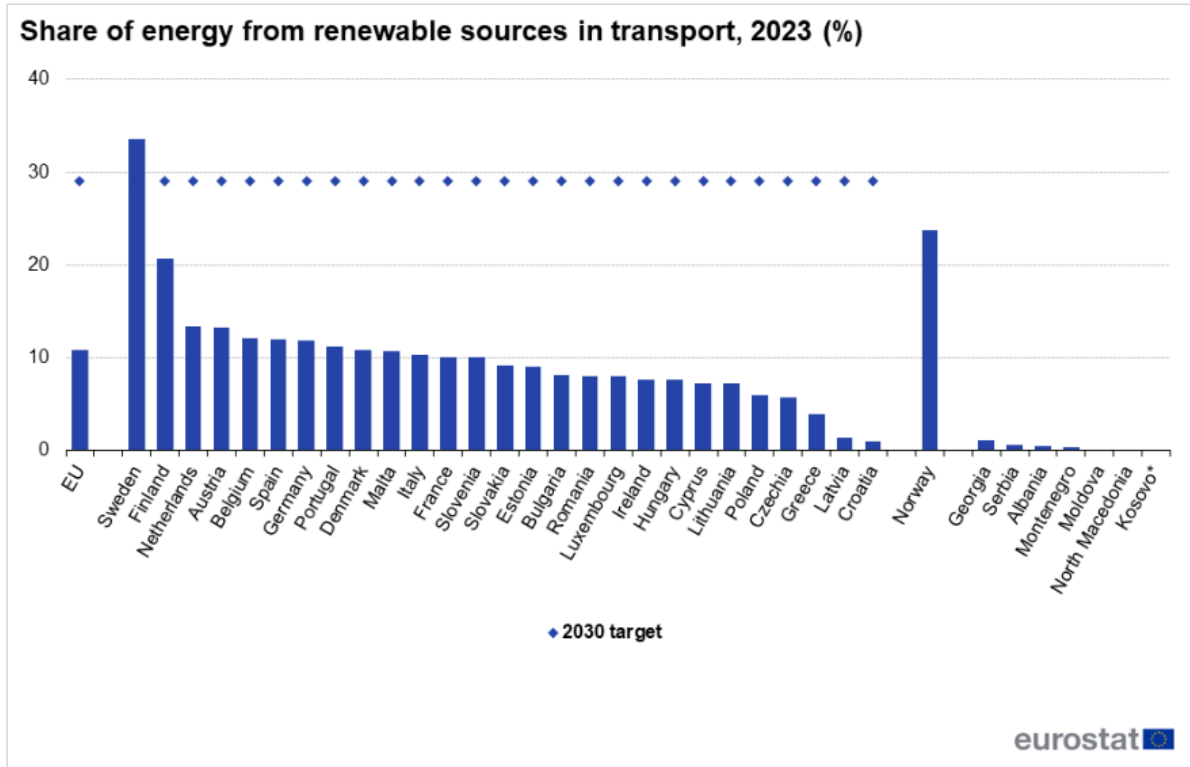
Η μέση συμμετοχή της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές αυξήθηκε από 1,6% το 2004 σε 10,8% το 2023. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα, μεταξύ των χωρών της ΕΕ, το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας στην κατανάλωση καυσίμων μεταφορών κυμάνθηκε από υψηλά ποσοστά 33,6% στη Σουηδία και 20,6% στη Φινλανδία, έως λιγότερο από 5% στην Κροατία (0,9%), τη Λετονία (1,4%) και την Ελλάδα (3,9%).

Η χώρα της ΕΖΕΣ, Νορβηγία, παρουσίασε επίσης υψηλό μερίδιο ανανεώσιμης ενέργειας στην κατανάλωση καυσίμων μεταφορών (27,7%), ενώ οι υποψήφιες και δυνητικές υποψήφιες χώρες

### Κεφάλαιο 3

εμφάνισαν πολύ χαμηλά ποσοστά ανανεώσιμης ενέργειας στις μεταφορές (από μηδέν έως περίπου 1%).

Το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές παρουσιάζεται στο Εικόνα 4.



Εικόνα 4: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές, 2022 (%) (Eurostat, 2023)

Το μερίδιο ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές που χρησιμοποιήθηκε για μεταφορές για τα έτη από 2004 έως 2023, στα κράτη μέλη της ΕΕ, παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.

|              | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |  |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| ΕΕ           | 1.4  | 1.8  | 2.4  | 2.8  | 4.1  | 4.8  | 5.5  | 4.1  | 5.7  | 6    | 8.5  | 6.7  | 7.1  | 7.4  | 8.2  | 8.8  | 10.2 | 9.05 | 9.6  | 10.8 |  |
| ΒΕΛΓΙΟ       | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 2.1  | 4.8  | 4.8  | 4.9  | 5    | 5.8  | 3.9  | 6    | 6.6  | 6.7  | 6.8  | 11   | 10.3 | 10.4 | 12   |  |
| ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ    | 0.9  | 0.8  | 1.05 | 0.95 | 0.93 | 1.09 | 1.4  | 0.8  | 0.6  | 0.8  | 9.7  | 6.4  | 7.2  | 7.2  | 8    | 7.8  | 9.1  | 7.6  | 7.6  | 8    |  |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ     | 1.2  | 1.1  | 1.07 | 1.04 | 2.04 | 4.3  | 5.2  | 1.2  | 6.2  | 6.4  | 7    | 6.5  | 6.4  | 6.6  | 6.5  | 7.8  | 9.3  | 6.7  | 6.2  | 5.6  |  |
| ΓΑΡΙΑ        | 0.4  | 0.4  | 0.5  | 0.5  | 0.84 | 0.6  | 1.1  | 3.6  | 6.2  | 6.4  | 6.5  | 6.4  | 6.7  | 6.9  | 6.9  | 7.1  | 9.7  | 10.5 | 10.3 | 10.8 |  |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ     | 2.1  | 3.8  | 6.7  | 7.5  | 6.3  | 5.8  | 6.4  | 6.4  | 7.3  | 7.2  | 6.9  | 5.5  | 7    | 7.9  | 7.6  | 10   | 8.1  | 10   | 11.6 | 11.6 |  |
| ΕΣΘΟΝΙΑ      | 0.2  | 0.2  | 0.18 | 0.16 | 0.18 | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.45 | 0.45 | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 0.4  |  |
| ΕΛΛΑΔΑ       | 0.04 | 0.07 | 0.1  | 0.5  | 1.3  | 1.9  | 2.4  | 3.8  | 4    | 4.8  | 5.2  | 5.9  | 5.1  | 7.4  | 7.1  | 8.9  | 10.1 | 4.6  | 5.8  | 7.5  |  |
| ΕΣΠΑ         | 0.96 | 0.95 | 0.7  | 1.2  | 1    | 1.1  | 1.9  | 0.6  | 0.6  | 0.95 | 1.3  | 1.1  | 1.6  | 4    | 4.1  | 4    | 5.3  | 4.4  | 4    | 3.9  |  |
| ΕΣΤΟΝΙΑ      | 1.93 | 1.2  | 0.6  | 1.3  | 2.1  | 3.7  | 5    | 0.7  | 0.6  | 0.95 | 1    | 1.06 | 5.1  | 5.7  | 6.9  | 7.6  | 9.5  | 9.2  | 9.6  | 11.9 |  |
| ΓΑΛΛΙΑ       | 0.7  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 6.2  | 6.6  | 6.5  | 0.9  | 7.4  | 7.6  | 8.2  | 8.3  | 0.4  | 0.7  | 6.9  | 9.2  | 9.2  | 6.1  | 6.8  | 10   |  |
| ΚΡΟΑΤΙΑ      | 8.9  | 1    | 1    | 1.1  | 1.07 | 1.2  | 1.1  | 1.02 | 1.04 | 2.7  | 2.6  | 2.3  | 1.2  | 1.1  | 2.5  | 3.8  | 6.6  | 6.9  | 2.3  | 6.9  |  |
| ΠΛΑΙΑ        | 1.2  | 1    | 1    | 0.9  | 2.6  | 4    | 4.9  | 5    | 6.1  | 5.4  | 5    | 6.5  | 7.4  | 6.4  | 7.6  | 9    | 10.7 | 9.8  | 10   | 10.2 |  |
| ΚΥΠΡΟΣ       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1.9  | 2    | 1.9  | 0    | 0    | 1.1  | 2.6  | 2.5  | 2.6  | 2.6  | 3.3  | 7.4  | 7.1  | 7.2  | 7.2  |  |
| ΛΕΤΟΝΙΑ      | 2.1  | 2.3  | 2.1  | 1.6  | 1.8  | 1.8  | 3.8  | 4    | 4    | 4    | 4    | 3.6  | 2.4  | 2.2  | 4.7  | 4.5  | 6.7  | 6.4  | 3.1  | 1.3  |  |
| ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ    | 0.4  | 0.6  | 1.9  | 3.7  | 4.4  | 3.7  | 3.8  | 4.9  | 4.8  | 4.3  | 4.5  | 3.6  | 4.3  | 4.3  | 4.04 | 5.5  | 6.4  | 6.6  | 6.6  | 7.2  |  |
| ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ | 0.11 | 0.11 | 0.2  | 2.2  | 2.1  | 2.2  | 2    | 2.3  | 2.8  | 4    | 9.5  | 6.7  | 5.9  | 6.4  | 6.5  | 7.7  | 12.5 | 7.9  | 6.7  | 7.9  |  |
| ΟΥΓΟΥΑΡΙΑ    | 1    | 1    | 1.2  | 1.6  | 5.1  | 5.8  | 6.1  | 6.1  | 5.9  | 6.3  | 7    | 7.1  | 7.7  | 7.7  | 7.7  | 8    | 11.5 | 6.1  | 7.7  | 7.5  |  |
| ΜΑΛΤΑ        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 3.2  | 3.4  | 4.6  | 4.6  | 5.2  | 6.8  | 8    | 8.9  | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.7 |  |
| ΟΝΔΑΡΙΑ      | 0.5  | 0.4  | 0.8  | 3.1  | 2.9  | 4.5  | 3.3  | 5    | 5.2  | 5.3  | 6.5  | 5.5  | 4.7  | 5.8  | 9.4  | 12.3 | 12.6 | 9.2  | 11   | 13.4 |  |
| ΟΥΣΤΡΙΑ      | 4.5  | 5    | 7.5  | 8.2  | 9.5  | 11.1 | 10.7 | 10.7 | 10   | 8.6  | 10.9 | 11.4 | 10.5 | 9.7  | 9.9  | 10   | 10.3 | 9.5  | 10.7 | 13.2 |  |
| ΠΟΛΩΝΙΑ      | 1.5  | 1.7  | 1.8  | 1.7  | 4.1  | 5.4  | 6.6  | 6.9  | 6.5  | 6.6  | 6.3  | 5.8  | 5.9  | 4.2  | 5.7  | 6.2  | 6.5  | 5.6  | 5.8  | 5.9  |  |
| ΠΟΡΤΟΥΓΑΛΙΑ  | 0.4  | 0.4  | 1.6  | 2.4  | 2.5  | 3.9  | 5.5  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 3.6  | 7.4  | 7.6  | 7.9  | 9    | 9    | 9.7  | 8.6  | 8.7  | 11.1 |  |
| ΡΟΥΜΑΝΙΑ     | 1.8  | 1.8  | 1.5  | 1.6  | 1.3  | 1.3  | 1.3  | 5.5  | 4.9  | 5.4  | 4.6  | 5.4  | 6.1  | 6.5  | 6.3  | 7.8  | 8.5  | 6.9  | 8.9  | 8    |  |
| ΣΛΟΒΕΝΙΑ     | 0.6  | 0.8  | 1.05 | 1.4  | 1.7  | 2.2  | 3.1  | 2.4  | 3.2  | 3.7  | 2.8  | 2.2  | 1.6  | 2.5  | 5.4  | 7.8  | 10.9 | 10.8 | 7.8  | 10   |  |
| ΣΛΟΒΑΚΙΑ     | 1.5  | 1.6  | 3.2  | 3.9  | 4.2  | 5.3  | 5.2  | 5.7  | 5.5  | 6.2  | 7.9  | 6.6  | 7.7  | 6.9  | 6.9  | 8.3  | 9.2  | 8.7  | 8.9  | 9.1  |  |
| ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ    | 1    | 0.9  | 0.9  | 1    | 2.9  | 4.5  | 4.3  | 1    | 1.04 | 10.6 | 24.1 | 24.5 | 8.8  | 18.6 | 14.7 | 14.9 | 14.3 | 20.7 | 18.7 | 20.8 |  |
| ΣΟΥΔΙΑ       | 8.2  | 6.6  | 7.6  | 8.4  | 8.6  | 8.3  | 8.6  | 11.9 | 13.7 | 15.9 | 18.6 | 21.4 | 26.5 | 28.6 | 28.6 | 30.3 | 31.6 | 25.6 | 28.8 | 33.6 |  |
| ΙΣΠΑΝΙΑ      | 0    | 0    | 0    | 0.07 | 0.1  | 0.1  | 0.2  | 0.8  | 1.3  | 2    | 2.2  | 6    | 6.2  | 7    | 8.3  | 9.2  | 11.9 | 12.5 | 13.6 | 13.6 |  |
| ΝΟΡΒΗΓΙΑ     | 3    | 3    | 3.3  | 3.7  | 5.2  | 5.5  | 5.3  | 2.6  | 3    | 3.1  | 6.1  | 7.7  | 13.7 | 19.2 | 20.3 | 25.6 | 28.6 | 29.8 | 23.7 | 27.7 |  |
| ΜΟΝΤΗΝΕΓΚΡΟ  | 0.5  | 0.5  | 1    | 0.8  | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.7  | 1    | 1    | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 0.95 | 0.86 | 0.8  | 0.6  | 0.2  | 0.3  | 0.33 |  |
| ΣΕΡΒΙΑ       | 0.4  | 0.5  | 0.4  | 0.6  | 0.97 | 1.4  | 0.6  | 1.8  | 2    | 1.6  | 1.1  | 1.3  | 1.2  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 0.6  | 0.6  | 0.5  |  |
| ΑΛΒΑΝΙΑ      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.4  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.4  | 0.39 | 0.48 | 0.2  | 39.2 | 0.4  |  |
| Β.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.2  | 0.3  | 0.3  | 0.4  | 0.45 |  |
| ΚΟΣΟΒΟ       | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.19 | 0.17 | 0.16 | 0.1  | 0.2  | 0.16 | 0.14 | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.14 | 0.06 | 0.05 | 0    |  |
| ΜΟΛΔΑΒΙΑ     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |  |
| ΟΥΚΡΑΝΙΑ     | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 16.4 | 16.8 | 17.6 | 0.13 | 0.14 | 0.18 | 0.2  | 0.1  | 0.18 | 0.23 | 0.3  | 0.28 | 0.17 | 0.17 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |  |
| ΤΣΕΚΙΑ       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

Πίνακας 5: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές, 2010-2022 (%) (Eurostat, 2023)

## 2.2.2 Αιολική Ενέργεια στην Ευρώπη

Η Ευρώπη εγκατέστησε 6,4 GW νέας αιολικής ισχύος το πρώτο εξάμηνο του 2024, εκ των οποίων τα 5,7 GW αφορούσαν τις χώρες της ΕΕ-27. Το 83% αυτής της νέας ισχύος ήταν χερσαία αιολική ενέργεια. Η Γερμανία κατασκεύασε τη μεγαλύτερη αιολική ισχύ το πρώτο εξάμηνο του 2024 με 1,7 GW, ακολουθούμενη από τη Γαλλία με 1,2 GW και την Ισπανία με 876 MW.

Η Ευρώπη διαθέτει πλέον 278 GW αιολικής ισχύος, με τα 243 GW να είναι χερσαία και τα 35 GW υπεράκτια. Η ΕΕ διαθέτει συνολικά 225 GW αιολικής ισχύος: 205 GW χερσαία και 20 GW υπεράκτια.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση(ΕΕ) έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την αιολική ενέργεια έως το 2030, με στόχο την επίτευξη 425 GW εγκατεστημένης ισχύος, ώστε να ανταποκριθεί στους κλιματικούς και ενεργειακούς της στόχους. Ωστόσο, οι τρέχουσες προβλέψεις δείχνουν ότι η ΕΕ αναμένεται να εγκαθιστά κατά μέσο όρο 29 GW νέων αιολικών πάρκων ετησίως την περίοδο 2024-2030, φτάνοντας συνολικά τα 393 GW έως το 2030, δηλαδή περίπου 30 GW λιγότερα από τον επιθυμητό στόχο. Για να επιτευχθεί ο στόχος των 425 GW, η ΕΕ θα πρέπει να αυξήσει τον ετήσιο ρυθμό εγκατάστασης νέων αιολικών πάρκων σε 33 GW κατά μέσο όρο. Αυτό απαιτεί σημαντική επιτάχυνση σε σχέση με τις τρέχουσες προβλέψεις και τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

Αυτό αντικατοπτρίζει τη δέσμευση της Ευρώπης για την προώθηση της αιολικής ενέργειας ως βασικού πυλώνα της ενεργειακής της μετάβασης.

Ωστόσο, για την επίτευξη των στόχων αυτών, είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστούν προκλήσεις όπως η επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης, η ενίσχυση των επενδύσεων και η βελτίωση των υποδομών δικτύου. Η συνεργασία μεταξύ κρατών μελών, βιομηχανίας και άλλων ενδιαφερομένων μερών θα είναι καθοριστική για την επιτυχία αυτής της προσπάθειας.

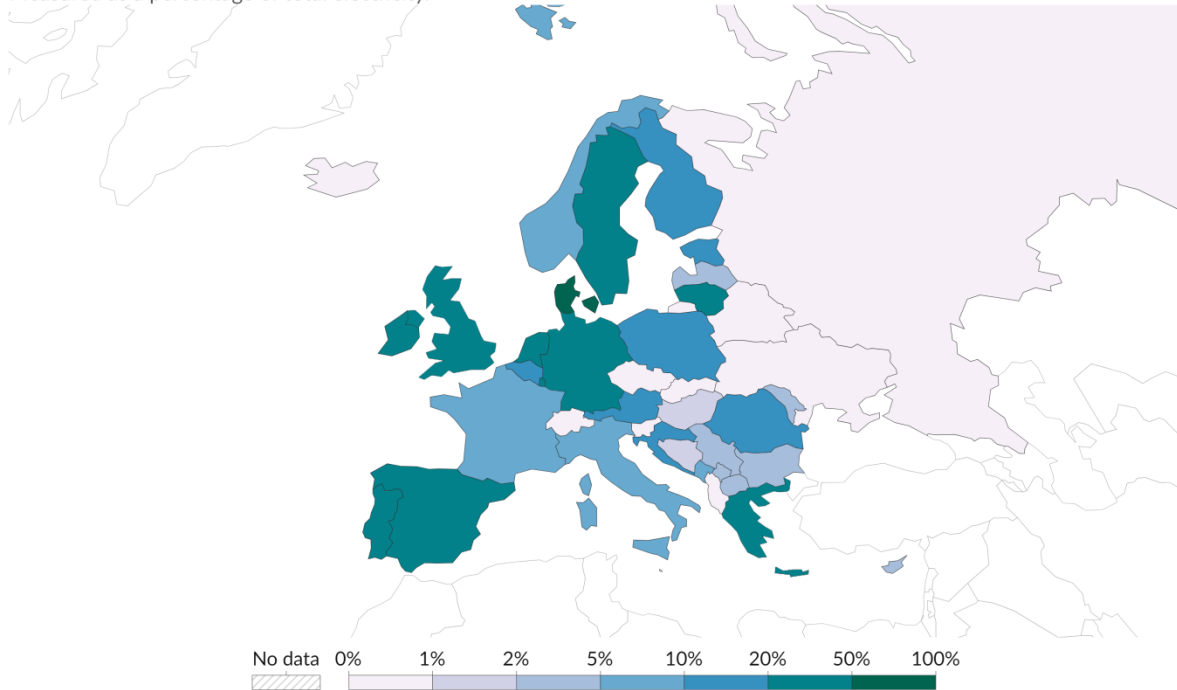
Αναμένεται ότι η Ευρώπη θα εγκαταστήσει 9,5 GW νέων ανεμογεννητριών το πρώτο εξάμηνο του 2024, αύξηση 11% σε σχέση με το πρώτο εξάμηνο του 2023. Από αυτά, τα 7,4 GW αφορούσαν χερσαία και τα 2,1 GW υπεράκτια αιολική ενέργεια.

Σύμφωνα με την WindEurope, κατά το πρώτο εξάμηνο του 2024, η Ευρώπη πήρε τελικές επενδυτικές αποφάσεις ύψους 15,4 δισεκατομμυρίων ευρώ για νέα αιολικά πάρκα. Αυτό αντιστοιχεί σε λιγότερο από το 30% του συνολικού ποσού επενδύσεων του 2023. (WindEurope, 2024).

## Share of electricity production from wind, 2023

Our World  
in Data

Measured as a percentage of total electricity.



Data source: Ember (2024); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

Εικόνα 5: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την χρήση αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη 2023( Our World in Data)

### 2.2.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια στην Ευρώπη

Το 2023, τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια ήταν η τέταρτη σημαντικότερη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη, παράγοντας περίπου 819,85 GW, που αντιστοιχούν στο 16,5% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη στην ήπειρο εκείνο το έτος.

Η αύξηση της υδροηλεκτρικής ικανότητας από 249 GW το 2017 σε 259 GW το 2023 υποδεικνύει σταθερές επενδύσεις σε αυτόν τον τομέα σε όλη την Ευρώπη. Η Νορβηγία ξεχωρίζει με 117 λειτουργικές εγκαταστάσεις και την υψηλότερη κατανάλωση υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη. Άλλες σημαντικές χώρες παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η Σουηδία, η Τουρκία και η Γαλλία. Το 2023, η Ευρώπη παρήγαγε συνολικά 637 GW ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρικές πηγές. (Statista)

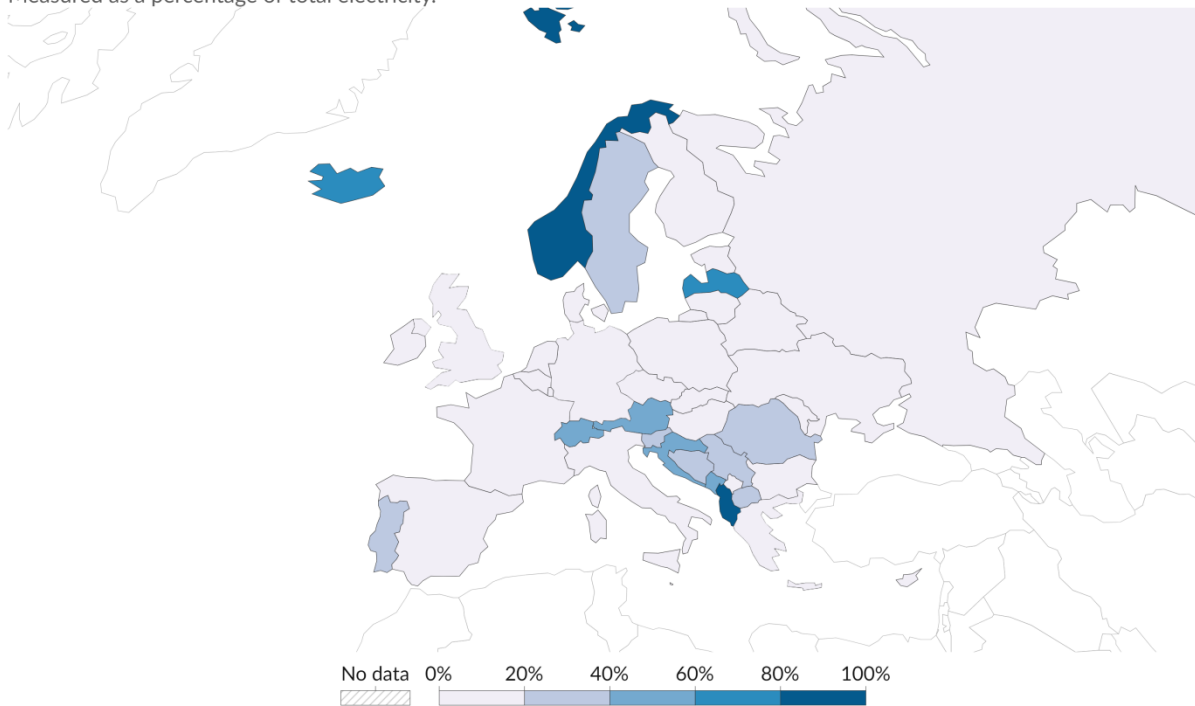
Παρά τις προκλήσεις το μέλλον της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη αναμένεται προσοδοφόρο, καθώς χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, όπως η Βοσνία και Ερζεγοβίνη, στηρίζουν σημαντικά την συγκεκριμένη ανανεώσιμη πηγή με μεγάλα σχέδια επενδύσεων μέχρι το 2037. Ωστόσο, η οικονομική στήριξη παρουσιάζει μείωση και επιπλέον επικρατεί ανησυχία για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των νέων έργων, όπως η διατάραξη οικοσυστημάτων, με την Ευρώπη να τονίζει την ανάγκη για προσεκτικό σχεδιασμό και στρατηγικές μετριασμού.

Η παραγωγή ενέργειας από την χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη παρουσιάζεται στην εικόνα Εικόνα 6.

## Share of electricity production from hydropower, 2023

Our World in Data

Measured as a percentage of total electricity.



Data source: Ember (2024); Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

Εικόνα 6: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη για το έτος 2023(Our World in Data)

### 2.3 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα

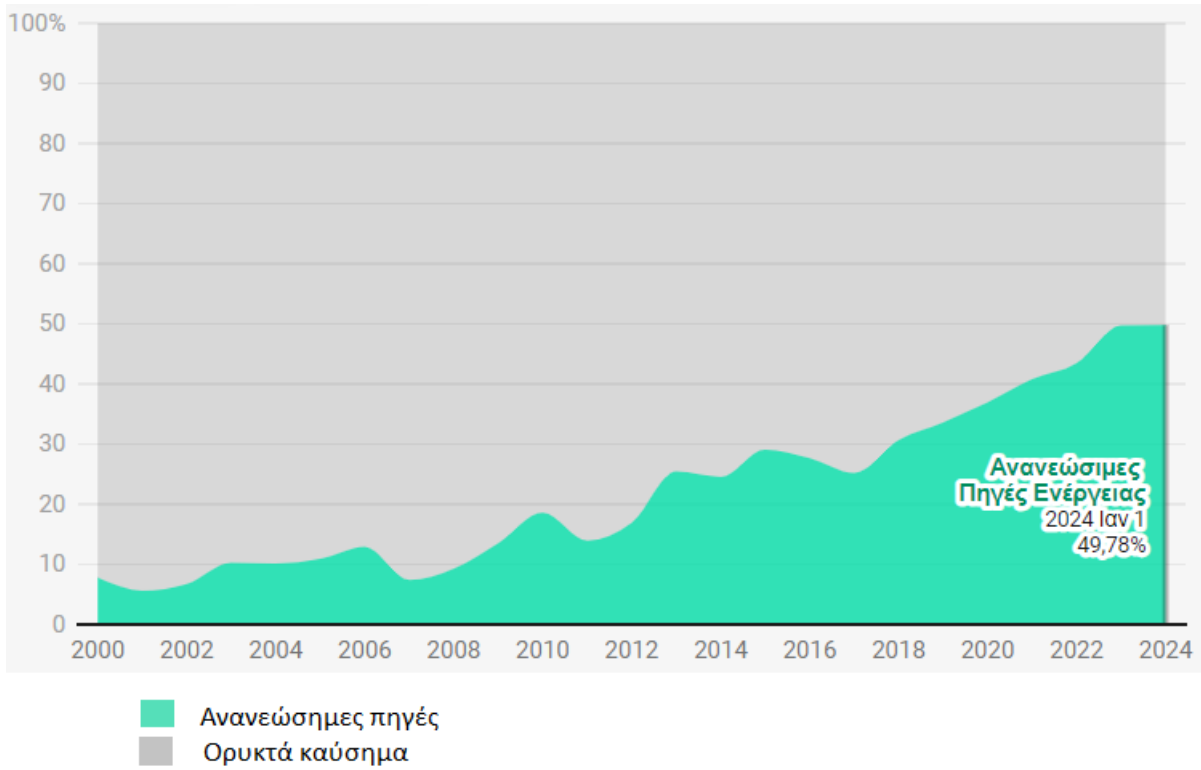
Το 2024, η Ελλάδα παρήγαγε το 55,3% της ηλεκτρικής της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ). Το ποσοστό αυτό είναι διπλάσιο σε σύγκριση με το 2013. Το 2024, η συνολική καθαρή παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ ξεπέρασε τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας κατά 307 MWh, υποδεικνύοντας την αυξανόμενη αυτονομία της χώρας σε ανανεώσιμες πηγές.

Η Ελλάδα αυξάνει με ταχείς ρυθμούς την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, μειώνοντας ταυτόχρονα σημαντικά την εξάρτησή της από τον λιγνίτη και το φυσικό αέριο. Το 2013, το 75% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προερχόταν από ορυκτά καύσιμα, ενώ το 2023 το ποσοστό αυτό μειώθηκε κάτω του 50%. Η μεγαλύτερη αύξηση σημειώθηκε στην παραγωγή ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Ο στόχος της Ελλάδας είναι να παράγει το 80% της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ έως το 2030

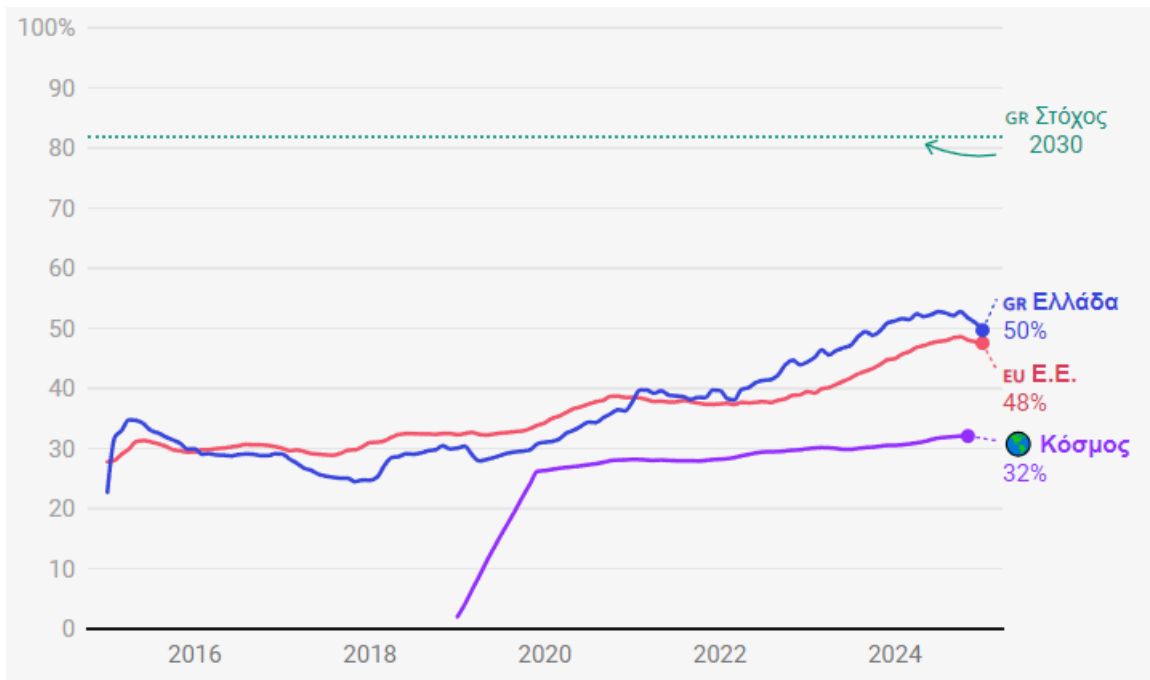
Η υιοθέτηση ΑΠΕ έχει επίσης θετικές επιπτώσεις στην οικονομία, δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας και προωθώντας την τεχνολογική καινοτομία. Η Ελλάδα έχει προσελκύσει επενδύσεις ύψους 9,5 δισεκατομμυρίων ευρώ στον τομέα των ΑΠΕ, ενισχύοντας τη θέση της ως ηγέτιδας δύναμης στην περιοχή.

Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζεται στην εικόνα Εικόνα 7. Ενώ στην Εικόνα 8 απεικονίζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα, την ΕΕ και στον Κόσμο.

### Κεφάλαιο 3



Εικόνα 7: Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας Ελλάδας (Ember Climate)



Εικόνα 8: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα, την ΕΕ και στον Κόσμο. (Ember Climate)

### 2.3.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά πηγή στην Ελλάδα

Τα τελευταία πέντε χρόνια, η Ελλάδα έχει σημειώσει αξιοσημείωτη πρόοδο στην ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό της μείγμα, οδηγώντας σε σημαντικές αλλαγές στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια, ειδικότερα, παρουσίασε εκθετική αύξηση. Το 2018, η παραγωγή από ηλιακές πηγές ανερχόταν σε 3,79 τεραβατώρες. Μέχρι το 2023, αυτή η τιμή είχε αυξηθεί στις 9,39 τεραβατώρες, αντιπροσωπεύοντας το 19% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Παράλληλα, η αιολική ενέργεια σημείωσε σημαντική άνοδο. Από 6,3 τεραβατώρες το 2018, η παραγωγή αυξήθηκε σε 10,91 τεραβατώρες το 2023, καλύπτοντας το 22% της συνολικής παραγωγής. Σύμφωνα με την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ), η συνολική εγκατεστημένη αιολική ισχύς στην Ελλάδα έφτασε τα 5.355 MW στο τέλος του 2024, σημειώνοντας ετήσια αύξηση 2,4% σε σχέση με το 2023.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια συνέβαλε επίσης σημαντικά στην ενεργειακή παραγωγή της χώρας. Το 2023, η παραγωγή από υδροηλεκτρικές πηγές έφτασε τις 3,87 τεραβατώρες, αντιπροσωπεύοντας το 7,8% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

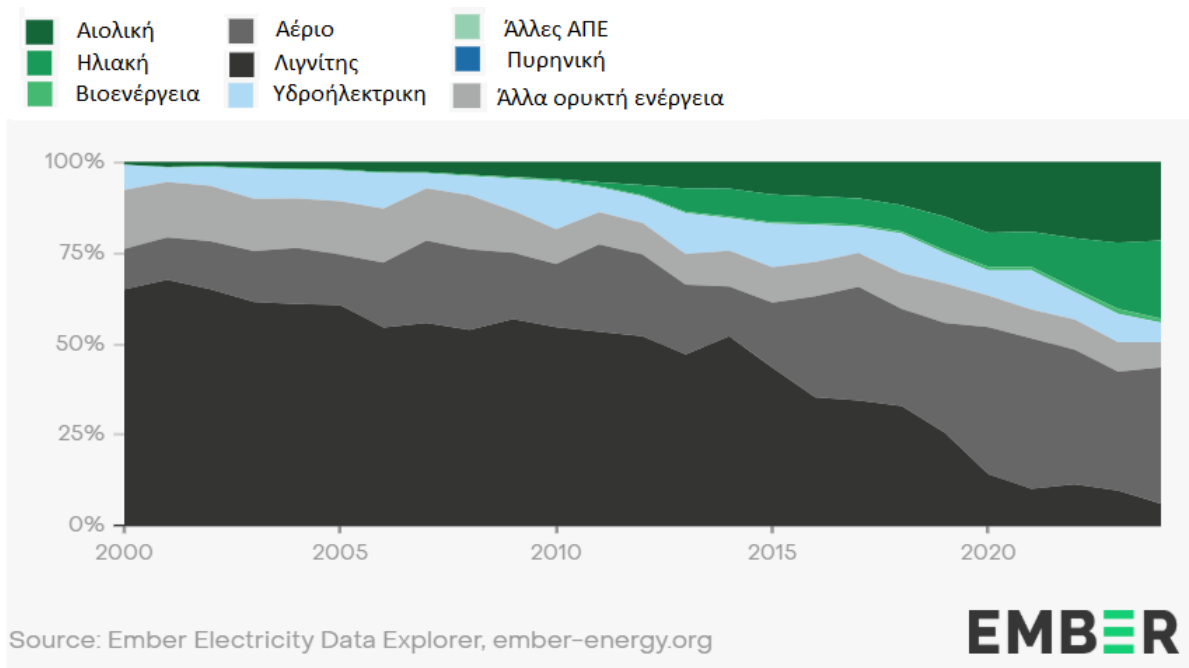
Αντίθετα, η χρήση του λιγνίτη παρουσίασε δραματική πτώση. Το 2018, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη ανερχόταν σε 17,19 τεραβατώρες. Μέχρι το 2023, αυτή η τιμή μειώθηκε στις 4,7 τεραβατώρες, αντιπροσωπεύοντας μόλις το 9,6% της συνολικής παραγωγής.

Η ενέργεια από φυσικό αέριο παρουσίασε ελαφρά αύξηση. Η παραγωγή αυξήθηκε από 14,09 τεραβατώρες το 2018 σε 15,6 τεραβατώρες το 2023, καλύπτοντας το 31,7% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

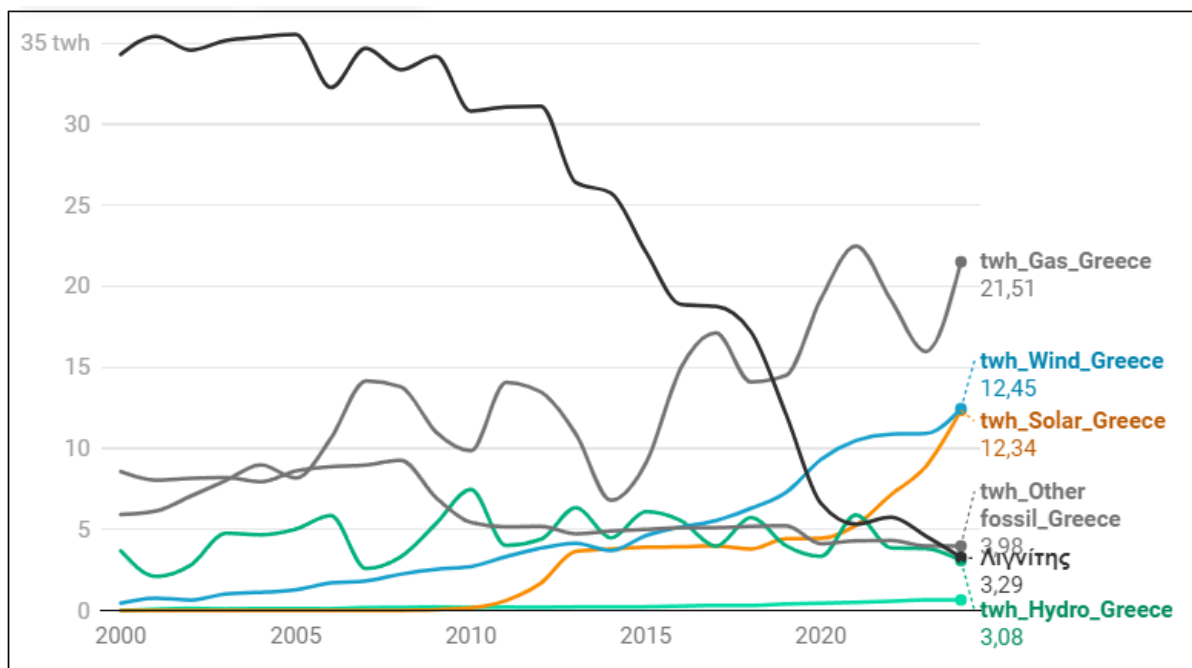
Συνολικά, η Ελλάδα έχει κάνει σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ενέργειας, με τις ανανεώσιμες πηγές να διαδραματίζουν ολοένα και πιο κεντρικό ρόλο στο ενεργειακό της μείγμα.

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας της Ελλάδας σε ποσοστό επί της συνολικής παραγωγής παρουσιάζεται στην Εικόνα 9. Ενώ στην Εικόνα 8 απεικονίζεται η Ετήσια παραγωγή ενέργειας της Ελλάδας σε τεραβατώρες.

### Κεφάλαιο 3



Εικόνα 9: Ετήσια παραγωγή ενέργειας της Ελλάδας (το ποσοστό είναι επί της συνολικής παραγωγής). (Ember Climate)



Εικόνα 10: Ετήσια παραγωγή ενέργειας της Ελλάδας (τεραβατώρες). (Ember Climate)

### 2.3.1.1 Παραγωγή Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα

Η Ελλάδα, αξιοποιώντας το πλούσιο ηλιακό της δυναμικό, έχει επιτύχει σημαντική πρόοδο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια, καθιστώντας την ηλιακή ενέργεια κεντρικό πυλώνα του ενεργειακού της μείγματος.

Η ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε το 2006, με τις εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων να αυξάνονται ραγδαία από το 2009, λόγω των ελκυστικών τιμολογίων τροφοδοσίας και των κανονισμών για οικιακές εφαρμογές ηλιακών φωτοβολταϊκών.

Τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα έχει καταγράψει αξιοσημείωτη άνοδο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια. Σύμφωνα με την ανάλυση της Ember, το 2022, η ηλιακή ενέργεια συνέβαλε στο 13% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής της χώρας.

Αυτή η αύξηση συνεχίστηκε, με την Ελλάδα να παράγει το 19% της ηλεκτρικής της ενέργειας από ηλιακή ενέργεια το 2023, καθιστώντας την ηγέτιδα στην Ευρώπη σε αυτόν τον τομέα.

Η Ελλάδα έχει αναγνωριστεί διεθνώς για την πρόοδό της στην ηλιακή ενέργεια. Σύμφωνα με την έκθεση του βρετανικού ανεξάρτητου ενεργειακού think tank «Ember», η χώρα μας κατατάσσεται στις πρώτες θέσεις παγκοσμίως όσον αφορά στη διείσδυση της ηλιακής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή.

Επιπλέον, τον Ιούνιο του 2024, καταγράφηκε νέο ρεκόρ, με την ηλιακή ενέργεια να καλύπτει το 28% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Η στροφή προς την ηλιακή ενέργεια έχει προσφέρει πολλαπλά οφέλη στην Ελλάδα, όπως:

#### Μείωση Ενεργειακής Εξάρτησης

Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, μειώνει την ανάγκη για εισαγωγή πρωτογενών υλικών, ενισχύοντας την ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

#### Οικονομικά Οφέλη

Η αυξημένη παραγωγή ηλιακής ενέργειας συμβάλλει στη μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

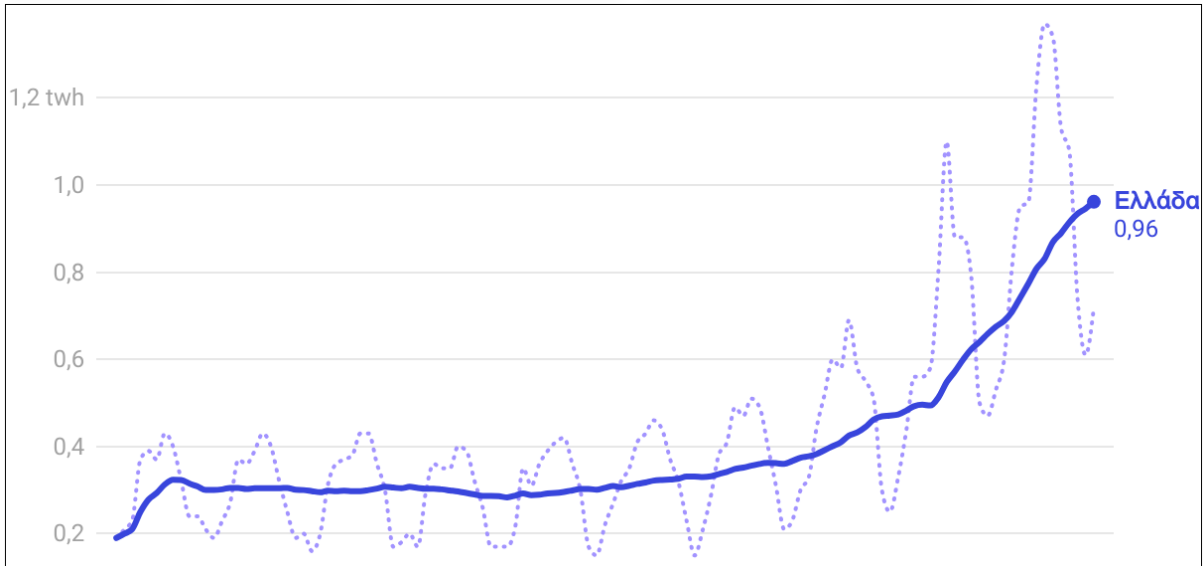
#### Περιβαλλοντικά Οφέλη

Η μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων οδηγεί σε χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

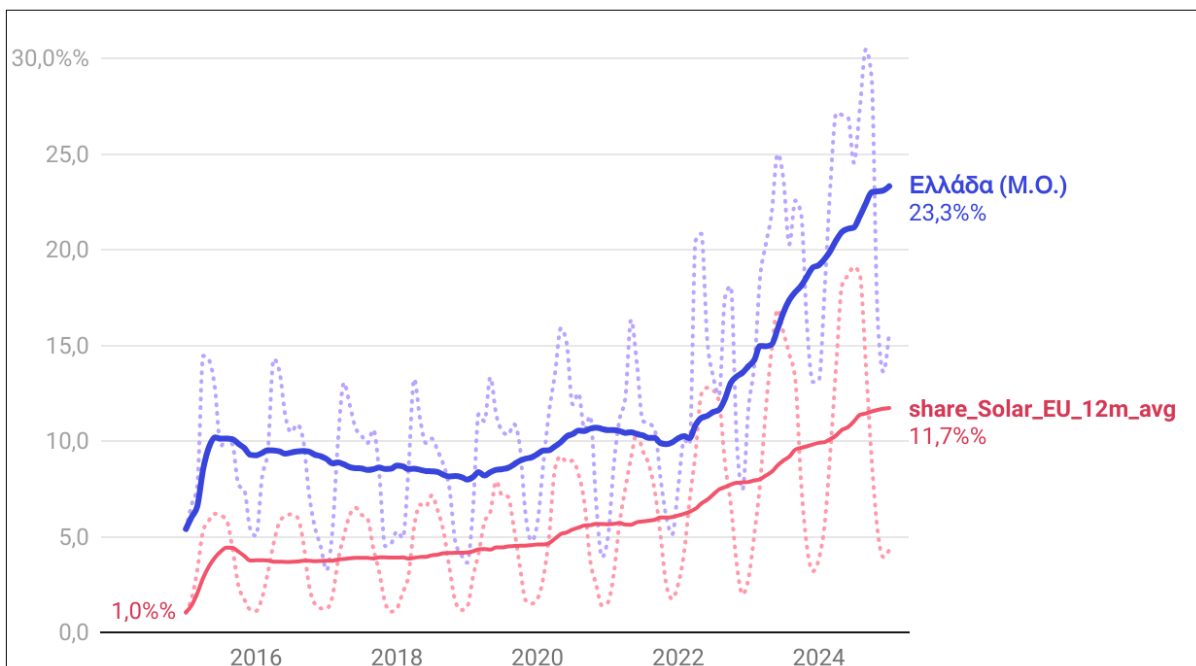
Με βάση τα παραπάνω, η Ελλάδα συνεχίζει να επενδύει στην ηλιακή ενέργεια, επιδιώκοντας περαιτέρω αύξηση της παραγωγής και ενίσχυση της θέσης της ως ηγέτιδα δύναμη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

### Κεφάλαιο 3

Η παραγωγή ηλιακής ενέργειας σε τεραβατώρες της Ελλάδας και ο κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος της παρουσιάζεται στην Εικόνα 10. Ενώ στην Εικόνα 11 απεικονίζεται η παραγωγή ηλιακής ενέργειας σε ποσοστό.



Εικόνα 11: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate)



Εικόνα 12: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate)

Η Ελλάδα καταγράφει έναν από τους ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ευρωπαϊκή Ένωση, γεγονός που την καθιστά πρωτοπόρο στη μετάβαση προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό μέλλον. Η αξιοποίηση της ηλιακής και αιολικής ενέργειας έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, ενισχύοντας την ενεργειακή αυτόνομη της χώρας και μειώνοντας την εξάρτησή της από τα ορυκτά καύσιμα.

Το 2024, η Ελλάδα βρισκόταν στην 3η θέση πανευρωπαϊκά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά, με το 21,5% της συνολικής παραγωγής της να προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια. Το ποσοστό αυτό είναι ιδιαίτερα υψηλό σε σύγκριση με τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο οποίος διαμορφώνεται στο 12%. Μόνο το Λουξεμβούργο, με 22%, και η Ουγγαρία, με 25%, ξεπερνούν την Ελλάδα σε αυτόν τον τομέα. Άλλες χώρες με ισχυρή ηλιακή παραγωγή, όπως η Ισπανία (21%), η Πορτογαλία (14,5%) και η Ιταλία (13,6%), κατατάσσονται χαμηλότερα, επιβεβαιώνοντας την ταχύτατη ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας στη χώρα μας.

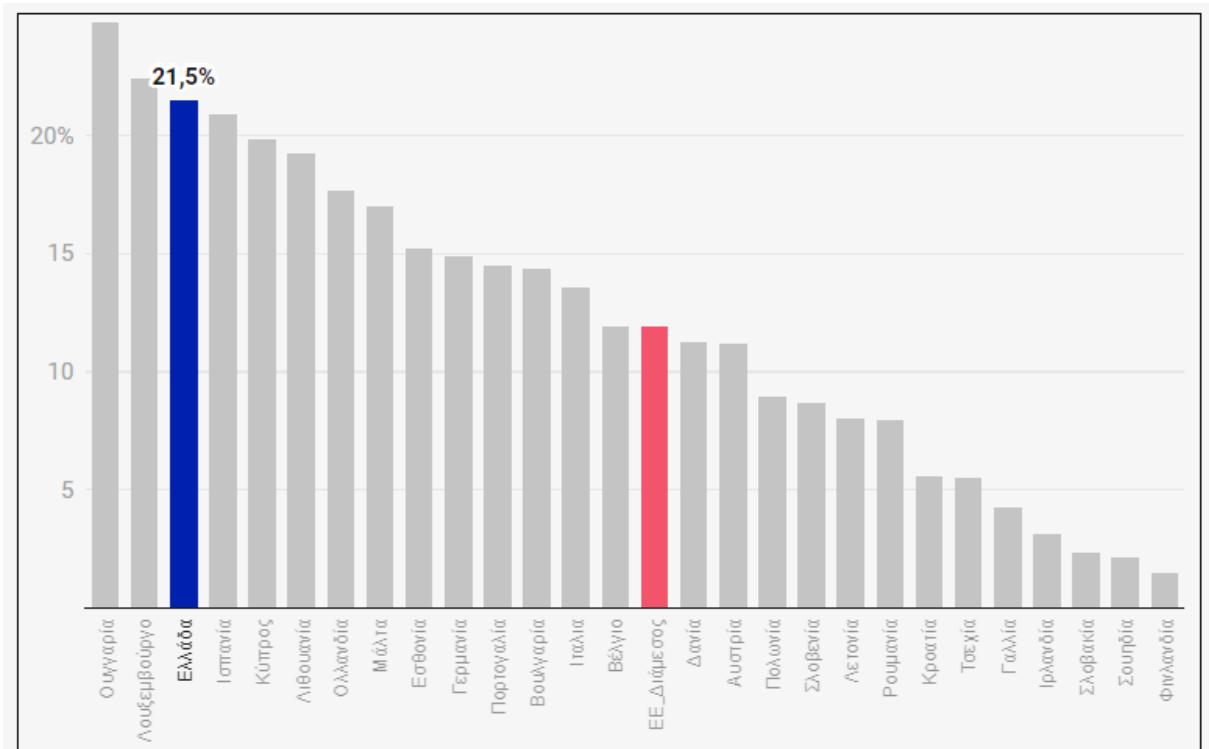
Παράλληλα, η Ελλάδα καταλαμβάνει υψηλή θέση και στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικές εγκαταστάσεις, με το 22% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής της να προέρχεται από ανεμογεννήτριες. Αν και το ποσοστό αυτό την τοποθετεί ψηλά στην κατάταξη των ευρωπαϊκών χωρών, ορισμένα κράτη-μέλη, όπως η Δανία (58%), η Λιθουανία (45,4%) και η Ιρλανδία (37%), εξακολουθούν να διατηρούν μεγαλύτερη διείσδυση αιολικής ενέργειας στο ενεργειακό τους μείγμα. Ωστόσο, η ανοδική τάση που παρουσιάζει η Ελλάδα στον τομέα της αιολικής ενέργειας δημιουργεί προσδοκίες για ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη στο άμεσο μέλλον.

Παρότι η χώρα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η παραγωγή ηλεκτρισμού από φυσικό αέριο εξακολουθεί να διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο. Το 2024, το 37,5% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής της Ελλάδας προερχόταν από φυσικό αέριο, κατατάσσοντάς την στην 4η θέση εντός της Ε.Ε. σε αυτόν τον τομέα. Μόνο η Μάλτα (82%), η Ιρλανδία (49%) και η Ιταλία (44%) εξαρτώνται περισσότερο από το φυσικό αέριο. Η υψηλή αυτή εξάρτηση έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη ευαισθησία της Ελλάδας στις διεθνείς διακυμάνσεις των τιμών του φυσικού αερίου, γεγονός που επηρεάζει το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας και διαμορφώνει υψηλές τιμές για τους καταναλωτές.

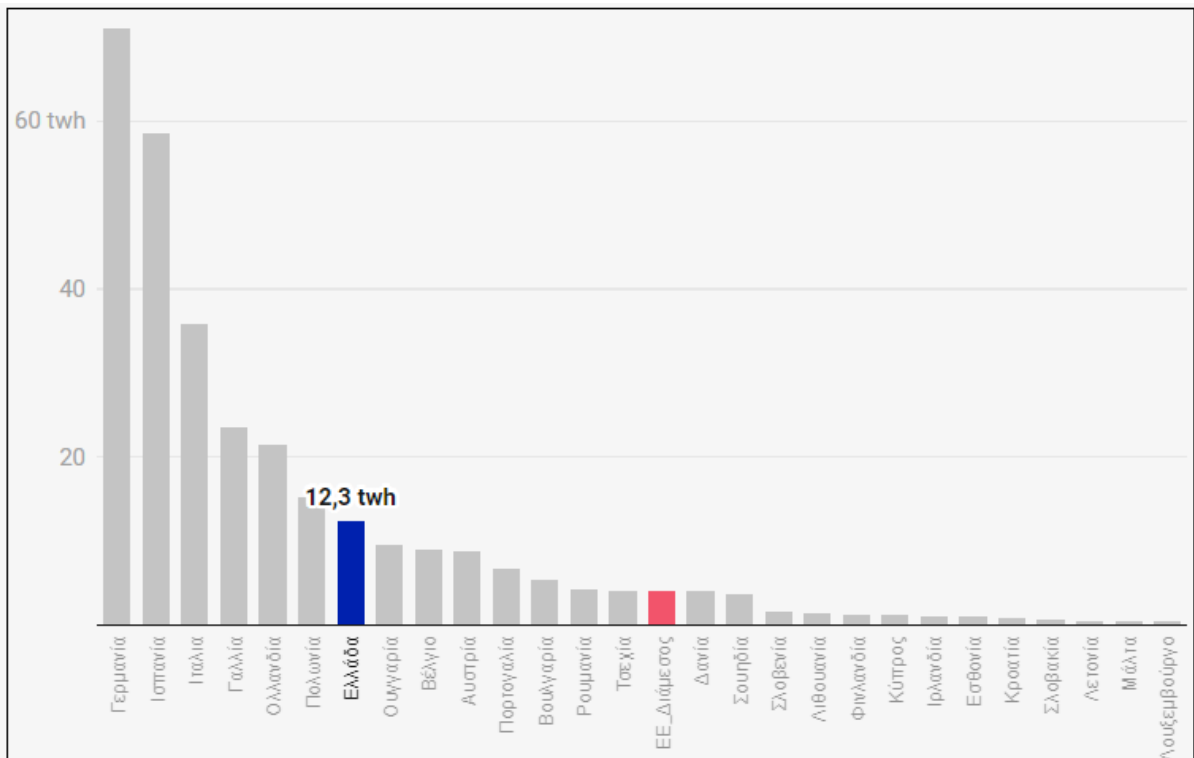
Η διαρκής ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, σε συνδυασμό με τις επενδύσεις σε αποθήκευση ενέργειας και τον εκσυγχρονισμό του ηλεκτρικού δικτύου, αναμένεται να μειώσει σταδιακά την εξάρτηση της Ελλάδας από τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό θα συμβάλει τόσο στη μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας όσο και στην επίτευξη των κλιματικών στόχων της χώρας, προωθώντας τη βιώσιμη ανάπτυξη και τη μετάβαση σε ένα πιο καθαρό ενεργειακό μέλλον.

Η Παραγωγή ηλιακής ενέργειας σε ποσοστά παραγωγής επι τις εκατό το 2024 σε σχέση με τις χώρες της ΕΕ απεικονίζεται στην Εικόνα 13. Ενώ στην Εικόνα 14 απεικονίζεται η παραγωγή ηλιακής ενέργειας σε τετραβάτρες .

### Κεφάλαιο 3



Εικόνα 13: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate)



Εικόνα 14: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες (Ember Climate)

### 2.3.1.2 Παραγωγή Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της μετάβασης προς την πράσινη ενέργεια. Η χώρα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό, ιδιαίτερα στα νησιά του Αιγαίου, την Κρήτη και τις ορεινές περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας. Με τη σταδιακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και τη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων έχει γνωρίσει σημαντική άνοδο τις τελευταίες δεκαετίες.

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας την καθιστά ιδιαίτερα ευνοϊκή για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Οι ισχυροί και σταθεροί άνεμοι που πνέουν σε πολλές περιοχές της χώρας, όπως τα νησιά του Αιγαίου, η Εύβοια, η Πελοπόννησος και η Θράκη, επιτρέπουν την αποδοτική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανεμογεννητριών. Σύμφωνα με μελέτες, το συνολικό αιολικό δυναμικό της Ελλάδας είναι αρκετό για να καλύψει ένα μεγάλο ποσοστό των ενεργειακών της αναγκών, εφόσον αξιοποιηθεί πλήρως.

Τα τελευταία χρόνια, η εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών πάρκων στη χώρα έχει αυξηθεί σημαντικά. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Σύνδεσμο Ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ (ΕΣΗΑΠΕ), η συνολική ισχύς των αιολικών εγκαταστάσεων ξεπερνά τα 4.500 MW, κατατάσσοντας την Ελλάδα μεταξύ των κορυφαίων χωρών στην Ευρώπη όσον αφορά το μερίδιο της αιολικής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή. Οι μεγαλύτερες επενδύσεις έχουν γίνει σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό, όπως η Στερεά Ελλάδα, η Εύβοια, η Πελοπόννησος και τα νησιά.

Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του αέρα σε μηχανική, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω γεννήτριας. Οι πιο σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν ύψος που ξεπερνά τα 100 μέτρα και πτερύγια μήκους 40-60 μέτρων, επιτυγχάνοντας υψηλή απόδοση ακόμα και με χαμηλότερες ταχύτητες ανέμου.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας έχει πολλαπλά οφέλη τόσο για το περιβάλλον όσο και για την οικονομία. Οφέλη όπως:

Την Μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Η ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια δεν εκπέμπει αέρια θερμοκηπίου, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Την Μείωση εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα.

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ μειώνει την ανάγκη εισαγωγής καυσίμων, βελτιώνοντας την ενεργειακή ασφάλεια της χώρας.

Δημιουργία θέσεων εργασίας.

Ο τομέας των ΑΠΕ έχει οδηγήσει στη δημιουργία χιλιάδων άμεσων και έμμεσων θέσεων εργασίας.

Χαμηλό λειτουργικό κόστος.

Αν και το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι υψηλό, το λειτουργικό κόστος των ανεμογεννητριών είναι σχετικά χαμηλό.

Παρά τα πλεονεκτήματα, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως:

Περιβαλλοντικές και κοινωνικές αντιδράσεις

Ορισμένες κοινότητες εκφράζουν αντιδράσεις λόγω αισθητικής και περιβαλλοντικής όχλησης, καθώς και πιθανών επιπτώσεων στην τοπική πανίδα (π.χ. πουλιά).

Προβλήματα στη χωροθέτηση

Η εύρεση κατάλληλων περιοχών για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων μπορεί να είναι δύσκολη λόγω πολεοδομικών και περιβαλλοντικών περιορισμών.

Αποθήκευση ενέργειας

Η αστάθεια του ανέμου καθιστά απαραίτητη την ανάπτυξη συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, όπως μπαταρίες και αντλησιοταμιευτικά συστήματα.

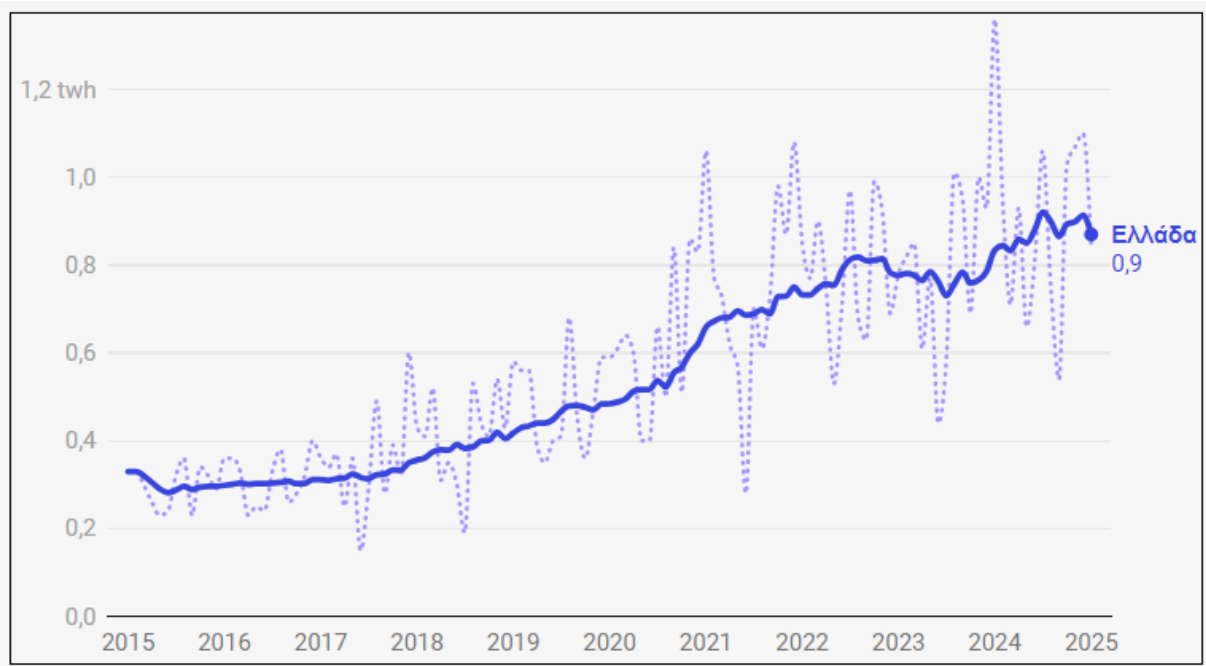
Διασύνδεση με το δίκτυο

Η μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από απομακρυσμένες περιοχές προς τα κέντρα κατανάλωσης απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές δικτύου.

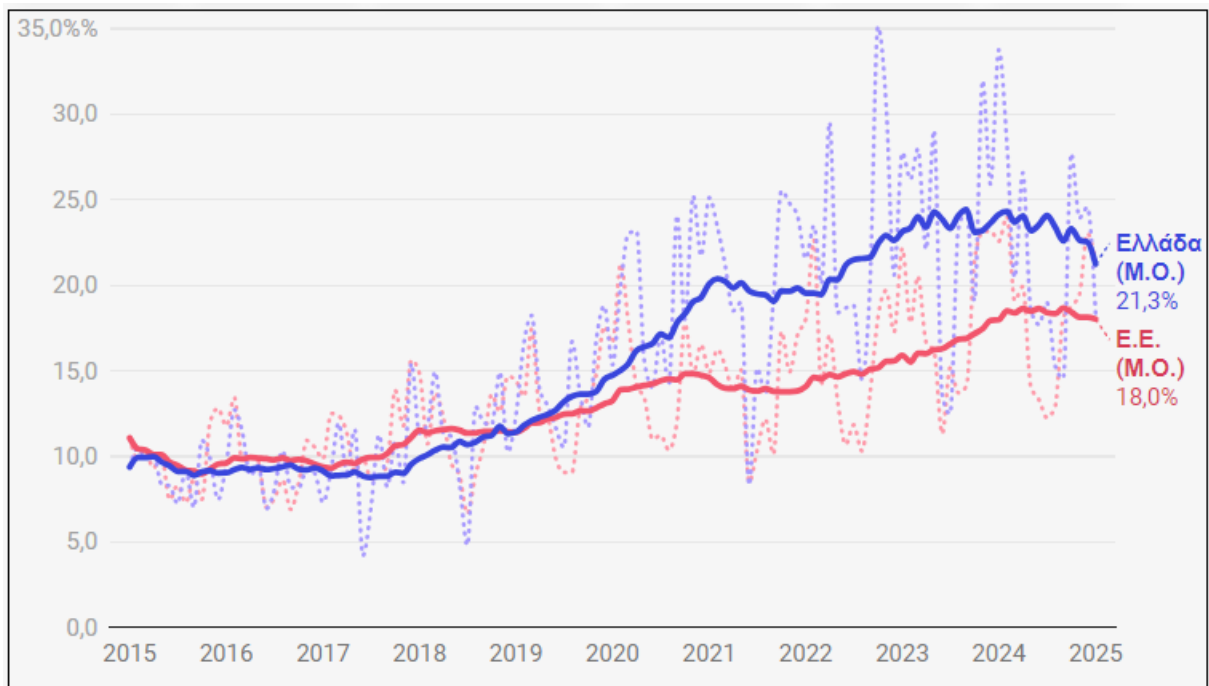
Η Ελλάδα συνεχίζει να επενδύει στην αιολική ενέργεια, με στόχο την αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στο ενεργειακό της μείγμα. Μέχρι το 2030, προβλέπεται ότι η εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών πάρκων θα ξεπεράσει τα 7.000 MW. Παράλληλα, αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες, όπως τα υπεράκτια αιολικά πάρκα, που μπορούν να εκμεταλλευτούν ακόμη περισσότερο το αιολικό δυναμικό της χώρας.

Συνοψίζοντας, η αιολική ενέργεια αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες της ενεργειακής μετάβασης της Ελλάδας. Παρά τις προκλήσεις, η αξιοποίησή της συμβάλλει στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα, την ενεργειακή ασφάλεια και την οικονομική ανάπτυξη της χώρας.

Η παραγωγή αιολικής ενέργειας σε τετραβάτρες της Ελλάδας και ο κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος της παρουσιάζεται στην Εικόνα 10. Ενώ στην Εικόνα 11 απεικονίζεται η παραγωγή αιολικής ενέργειας σε ποσοστό.



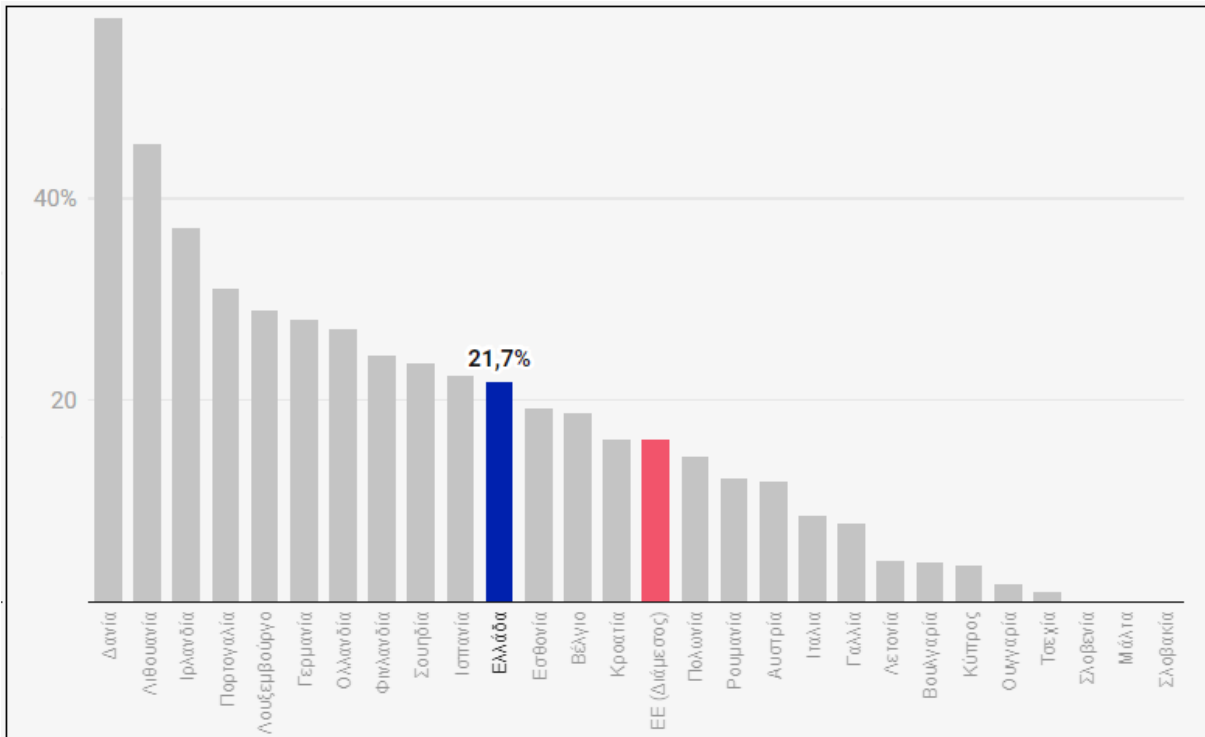
Εικόνα 15: Παραγωγή αιολικής ενέργειας (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate)



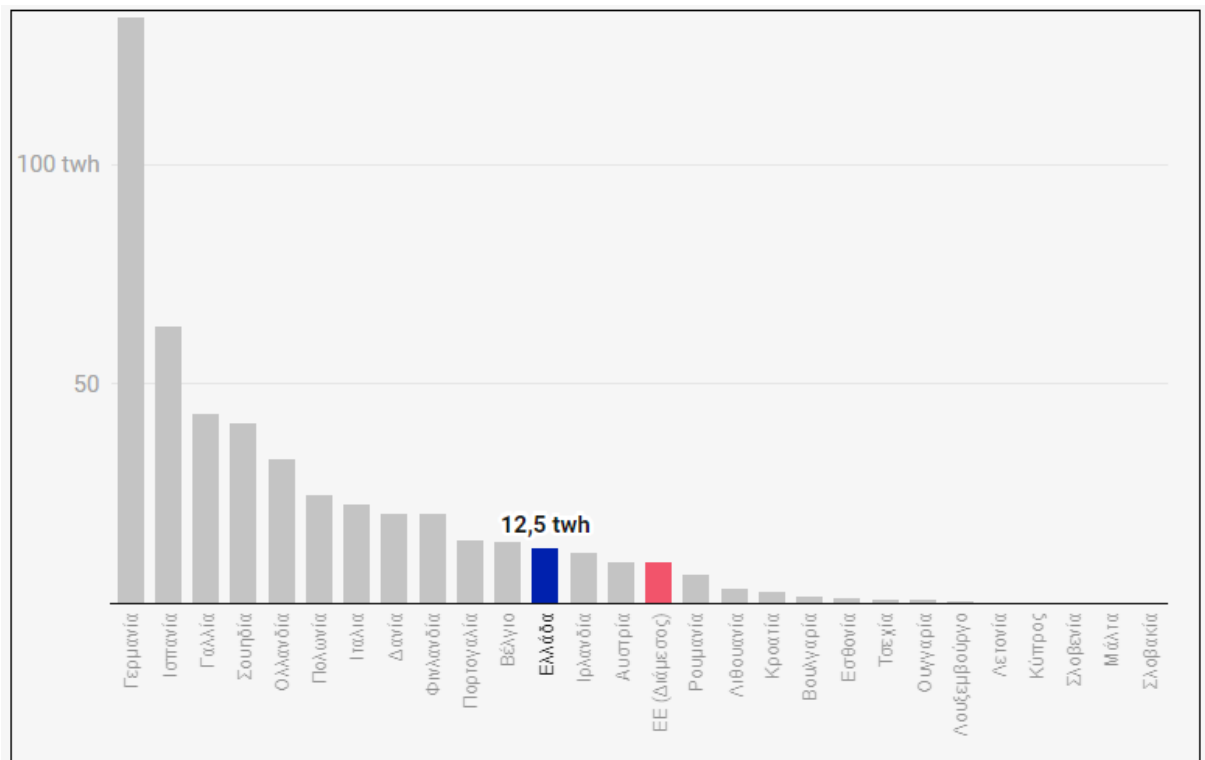
Εικόνα 16: Παραγωγή αιολικής ενέργειας (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate)

Η Παραγωγή αιολικής ενέργειας σε ποσοστά παραγωγής επι τις εκατό το 2024 σε σχέση με τις χώρες της ΕΕ απεικονίζεται στην Εικόνα 13. Ενώ στην Εικόνα 14 απεικονίζεται η παραγωγή αιολικής ενέργειας σε τεραβατώρες .

### Κεφάλαιο 3



Εικόνα 17: Παραγωγή αιολικής ενέργειας, 2024 σε ποσοστά (Ember Climate)



Εικόνα 18: Παραγωγή αιολικής ενέργειας, 2024 σε τεραβατώρες (Ember Climate)

### 2.3.1.3 Παραγωγή Υδροηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αποτελεί έναν από τους πιο παραδοσιακούς και αξιόπιστους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, και συνεχίζει να παίζει σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό μείγμα της χώρας. Αν και η χώρα μας εξαρτάται όλο και περισσότερο από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια παραμένει μια κρίσιμη πηγή ενέργειας, λόγω της σταθερότητας και της δυνατότητας αποθήκευσης που προσφέρει.

Η Ελλάδα διαθέτει εκτεταμένο δίκτυο υδροηλεκτρικών σταθμών που εκμεταλλεύονται την ικανότητα των ποταμών και των λιμνών να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω της κίνησης του νερού. Η γεωγραφία της χώρας, με το βουνό και τις φυσικές υδάτινες ροές, προσφέρει τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη αυτών των σταθμών, οι οποίοι κατατάσσουν τη χώρα ανάμεσα στις πιο δυναμικές στην περιοχή των Βαλκανίων και της Νοτιοανατολικής Ευρώπης όσον αφορά την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρικούς σταθμούς στην Ελλάδα αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής εγχώριας παραγωγής. Σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα, η υδροηλεκτρική ενέργεια καλύπτει περίπου το 7-8% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρισμού της χώρας. Αυτό το ποσοστό μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, καθώς οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί επηρεάζονται από τη διαθεσιμότητα νερού, η οποία εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις και τις εποχιακές συνθήκες.

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί στην Ελλάδα χωρίζονται σε μεγάλους και μικρούς σταθμούς. Οι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν ισχυρή δυνατότητα παραγωγής ενέργειας και συνήθως συνδέονται με μεγάλες τεχνητές λίμνες ή φράγματα. Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα είναι το Υδροηλεκτρικό Έργο του Αχελώου, το οποίο εκμεταλλεύεται τις ροές του ποταμού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα. Αντίστοιχα, ο Υδροηλεκτρικός Σταθμός του Μαραθώνα, που τροφοδοτεί την Αττική, έχει παίξει κρίσιμο ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της περιοχής.

Παράλληλα, στην Ελλάδα υπάρχουν και αρκετοί μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί, που βρίσκονται κυρίως σε νησιά ή σε μικρούς ποταμούς και ρυάκια. Αυτοί οι σταθμοί προσφέρουν ένα πολύτιμο συμπλήρωμα στο ενεργειακό μείγμα, ενώ συχνά εγκαθίστανται σε περιοχές που είναι δύσκολα προσβάσιμες για άλλες μορφές ενέργειας. Οι μικροί σταθμοί έχουν το πλεονέκτημα της γρήγορης εγκατάστασης και του χαμηλού περιβαλλοντικού αποτυπώματος, καθώς απαιτούν λιγότερες επεμβάσεις στο φυσικό τοπίο.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι ότι είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς δεν παράγει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. Επίσης, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν ενέργεια και να παρέχουν ισχυρή και σταθερή παραγωγή ηλεκτρισμού, ειδικά κατά τις ώρες υψηλής ζήτησης. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη σταθερότητα του ηλεκτρικού δικτύου, καθώς η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να δράσει ως "ασφαλιστική δικλίδα" όταν άλλες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή ή η αιολική ενέργεια, δεν είναι διαθέσιμες λόγω καιρικών συνθηκών.

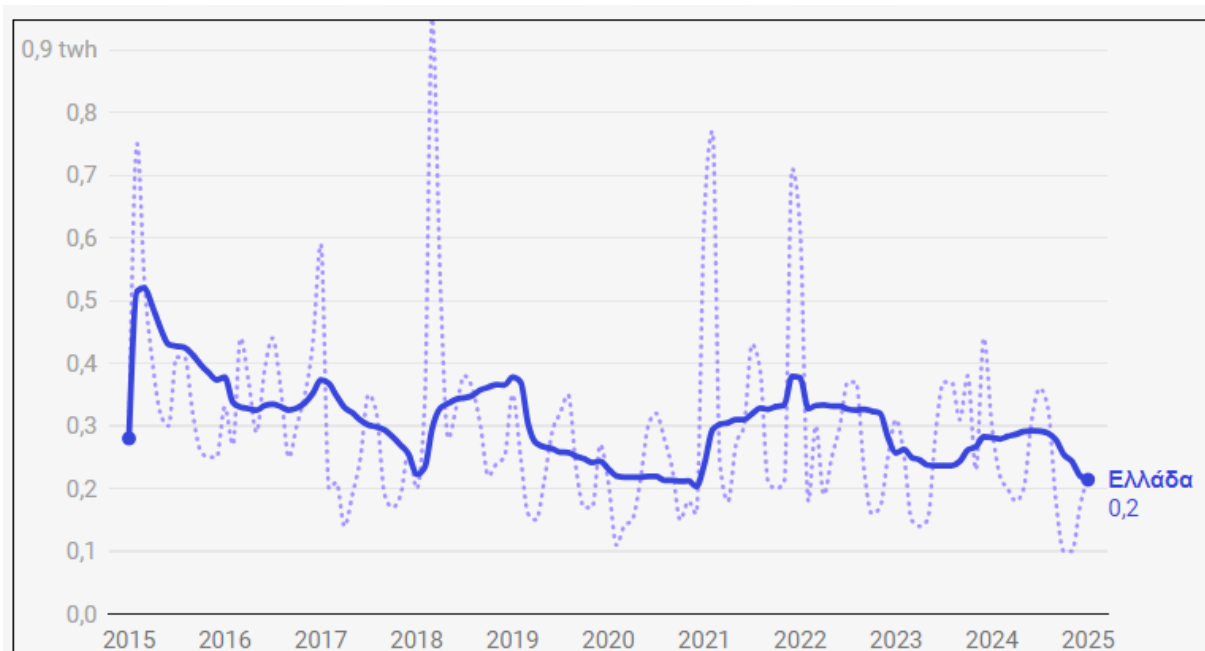
Η συνεχής ανάπτυξη και εκσυγχρονισμός των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι επίσης κρίσιμης σημασίας για την επίτευξη των στόχων της Ελλάδας στον τομέα των ΑΠΕ και της βιώσιμης ενέργειας. Η χώρα επενδύει στη βελτίωση της υποδομής των υδροηλεκτρικών έργων, με στόχο τη

βελτίωση της απόδοσης και την ενίσχυση της αποθήκευσης ενέργειας, κάτι που αναμένεται να ενισχύσει τη συμμετοχή της υδροηλεκτρικής ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα.

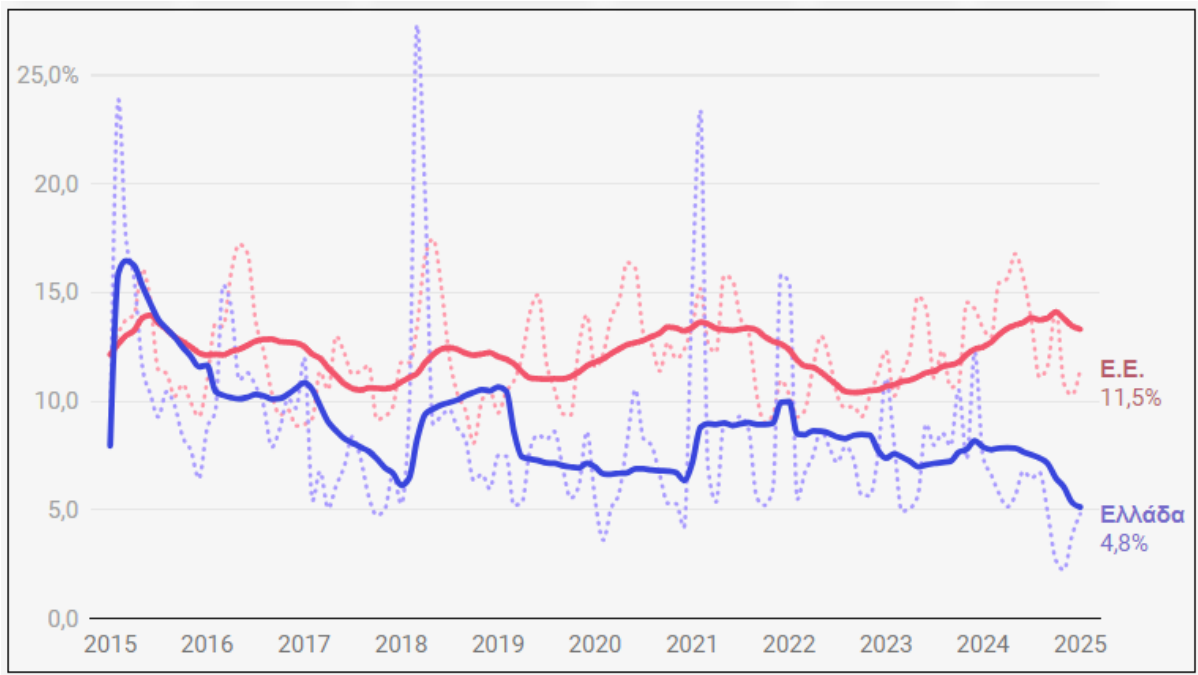
Ωστόσο, η υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα αντιμετωπίζει και ορισμένες προκλήσεις. Η κλιματική αλλαγή έχει επηρεάσει τις καιρικές συνθήκες, οδηγώντας σε αλλαγές στις βροχοπτώσεις και στην ποσότητα του νερού που διατίθεται για την παραγωγή ενέργειας. Σε περιοχές με έντονη ξηρασία ή σε χρόνια με χαμηλές βροχοπτώσεις, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί ενδέχεται να μην μπορούν να λειτουργούν στο μέγιστο της δυναμικότητάς τους, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή ενέργειας και τη διαθεσιμότητα ηλεκτρικού ρεύματος.

Αξιοσημείωτο είναι ότι η Ελλάδα έχει επενδύσει σε νέες τεχνολογίες που βελτιώνουν την αποδοτικότητα των υδροηλεκτρικών έργων και καθιστούν τη χώρα πιο ανθεκτική στις μεταβολές του κλίματος. Επίσης, υπάρχουν προσπάθειες για τη διεύρυνση των υδροηλεκτρικών έργων μικρής κλίμακας, που συμβάλλουν στην τοπική ενεργειακή αυτάρκεια, μειώνοντας παράλληλα τις επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες και το περιβάλλον.

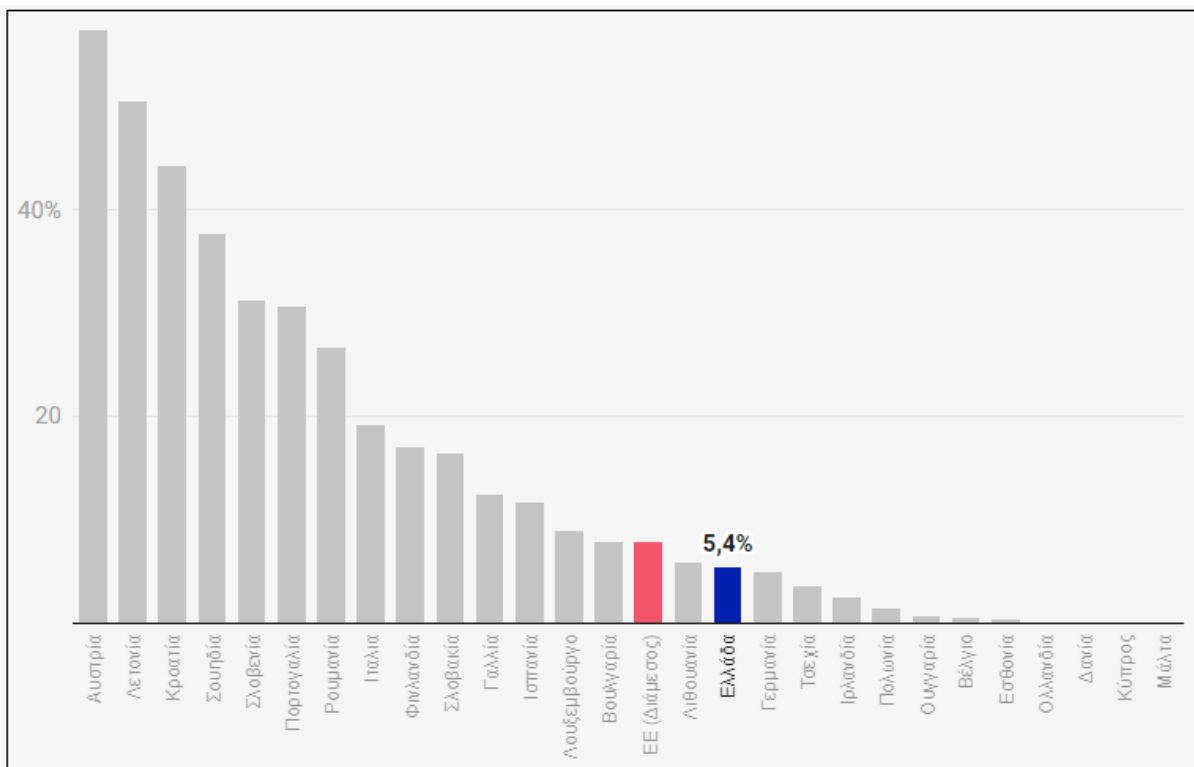
Συνολικά, η υδροηλεκτρική ενέργεια παραμένει έναν από τους πυλώνες της ελληνικής ενεργειακής στρατηγικής, παρέχοντας μια αξιόπιστη και βιώσιμη πηγή ενέργειας. Αν και υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με τις κλιματικές συνθήκες και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η Ελλάδα έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει περαιτέρω το υδροηλεκτρικό της δυναμικό, ενισχύοντας το ενεργειακό μείγμα της και πετυχαίνοντας τους στόχους της για ένα βιώσιμο ενεργειακό μέλλον.



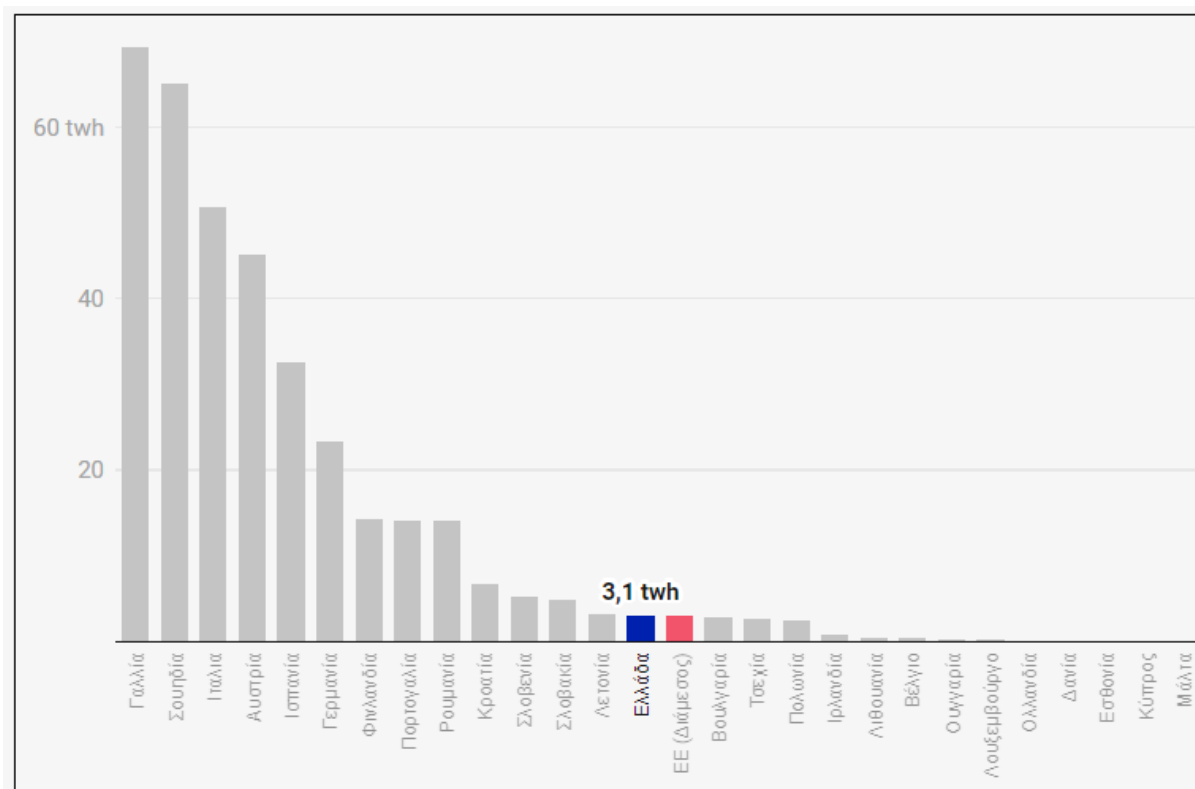
Εικόνα 19: Παραγωγή υδροενέργειας (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate)



Εικόνα 20: Παραγωγή υδροενέργειας (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος. (Ember Climate)



Εικόνα 21: Παραγωγή υδροενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate)



Εικόνα 22: Παραγωγή υδροενέργειας, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες (Ember Climate)

### 2.3.1.4 Παραγωγή Ενέργειας από Φυσικό Αέριο στην Ελλάδα

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς της εγχώριας ενεργειακής βιομηχανίας και έχει αναδειχθεί ως μία από τις κυριότερες πηγές ενέργειας τα τελευταία χρόνια. Αν και η χώρα καταβάλλει προσπάθειες να ενισχύσει τη συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μείγμα, το φυσικό αέριο παραμένει η πιο αξιόπιστη και κυρίαρχη πηγή ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού, λόγω των χαρακτηριστικών του και της ευελιξίας που προσφέρει στο ενεργειακό σύστημα.

Η Ελλάδα έχει σημαντικά αποθέματα φυσικού αερίου και η χώρα εισάγει μεγάλο ποσοστό του αερίου από άλλες χώρες, κυρίως μέσω αγωγών και LNG (υγροποιημένο φυσικό αέριο). Το φυσικό αέριο είναι η πιο καθαρή από τις συμβατικές πηγές ενέργειας σε σχέση με το λιγνίτη και το πετρέλαιο, αφού παράγει λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> και άλλων ρυπογόνων αερίων. Παρόλα αυτά, εξακολουθεί να προκαλεί περιβαλλοντικές ανησυχίες, κυρίως λόγω της εξάρτησης της Ελλάδας από τις εισαγωγές και τις πιέσεις που ασκούνται από διεθνείς περιβαλλοντικούς οργανισμούς για να μειωθούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Στη χώρα μας, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από φυσικό αέριο καλύπτει περίπου το 35%-40% της συνολικής παραγωγής, το οποίο την καθιστά τη μεγαλύτερη πηγή παραγωγής ηλεκτρισμού μετά τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, η εξάρτηση από το φυσικό αέριο έχει αυξηθεί σημαντικά, καθώς οι παλαιοί λιγνιτικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας έκλεισαν ή μειώθηκε η παραγωγή τους λόγω της προσπάθειας για απεξάρτηση από τον λιγνίτη και της αναγκαιότητας να μειωθούν οι εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Η χώρα διαθέτει έναν αρκετά εξελιγμένο και εκτεταμένο υποδομικό δίκτυο ηλεκτροπαραγωγής από φυσικό αέριο. Στην Ελλάδα υπάρχουν αρκετές μεγάλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο, με πιο γνωστές την μονάδα της Πτολεμαΐδας και την μονάδα της Κομοτηνής. Η αναβάθμιση και επέκταση αυτών των μονάδων συνεχίζεται, καθώς το φυσικό αέριο παρέχει την ευχέρεια για υψηλότερη αποδοτικότητα και πιο ευέλικτη λειτουργία σε σχέση με τις παλαιές μονάδες που βασίζονται στον λιγνίτη.

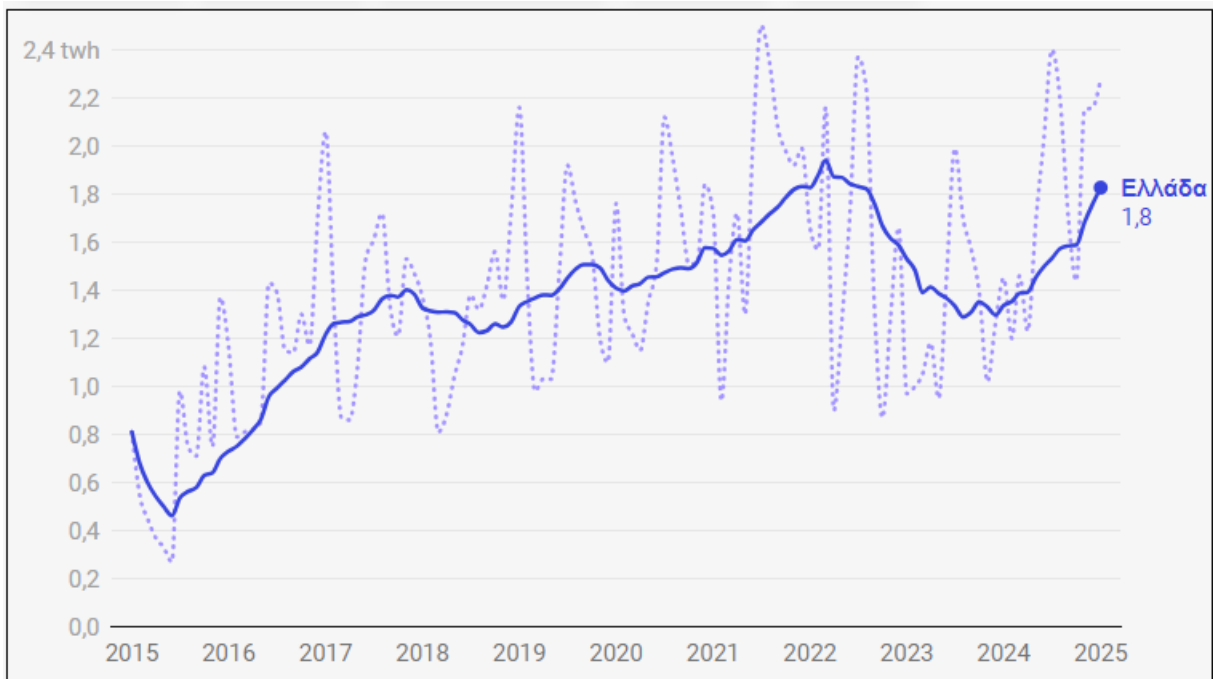
Η αναπτυξιακή πορεία του τομέα της ηλεκτροπαραγωγής από φυσικό αέριο στην Ελλάδα συνδέεται στενά με την τάση της αγοράς για αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και της ευελιξίας του συστήματος παραγωγής. Τα εργοστάσια φυσικού αερίου είναι σε θέση να ξεκινήσουν και να σταματήσουν τη λειτουργία τους γρήγορα, γεγονός που τα καθιστά ιδανικά για την υποστήριξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Συγκεκριμένα, με τη συνεχώς αυξανόμενη χρήση ηλιακής και αιολικής ενέργειας, το σύστημα απαιτεί έναν «ευέλικτο» παραγωγό ενέργειας για να καλύψει τις αιχμές της ζήτησης ή να αντικαταστήσει την παραγωγή από ΑΠΕ όταν η παραγωγή τους είναι μειωμένη λόγω καιρικών συνθηκών. Αυτή η ικανότητα να «ανταγωνίζεται» τις ΑΠΕ στον τομέα της ευελιξίας, καθιστά το φυσικό αέριο μία αναγκαία και αξιόπιστη πηγή ενέργειας στην Ελλάδα.

Η πολιτική της Ελλάδας για την ενεργειακή μετάβαση και τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> έχει οδηγήσει σε σημαντικές εξελίξεις στον τομέα του φυσικού αερίου. Ωστόσο, οι αυξανόμενες διεθνείς πιέσεις για περιορισμό της χρήσης ορυκτών καυσίμων φέρνουν την ανάγκη για εξεύρεση εναλλακτικών λύσεων. Ειδικότερα, η χώρα προσπαθεί να μειώσει την εξάρτησή της από το φυσικό αέριο, αυξάνοντας τη συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα και προωθώντας την ενεργειακή αποδοτικότητα σε όλες τις ενεργειακές κατηγορίες.

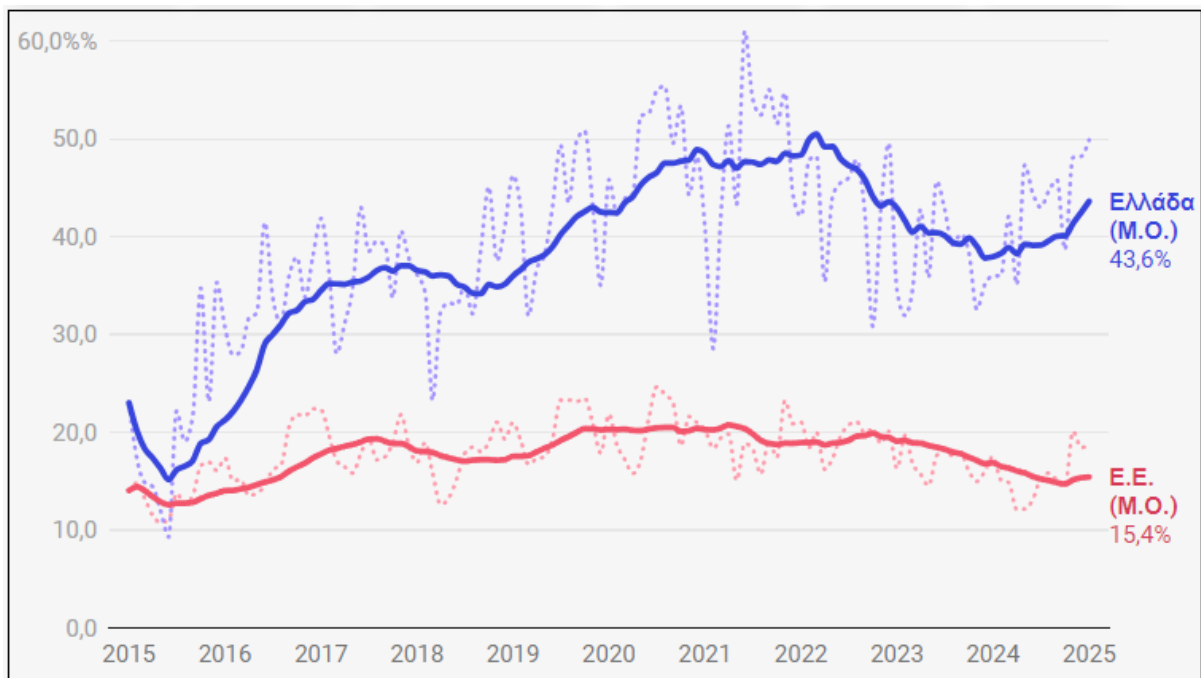
Η μετάβαση αυτή δεν είναι εύκολη, καθώς η αδυναμία πλήρους αντικατάστασης του φυσικού αερίου σε σύντομο χρονικό διάστημα θέτει προκλήσεις για την ενεργειακή ασφάλεια και την οικονομία της χώρας. Παράλληλα, οι τιμές του φυσικού αερίου στον διεθνή στίβο, λόγω γεωπολιτικών παραμέτρων και της κλιματικής αλλαγής, επηρεάζουν την ανταγωνιστικότητα και τη σταθερότητα των τιμών στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Οι νέες εξελίξεις γύρω από τις υποδομές υδροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) και οι προσδοκίες για μεγαλύτερη ανεξαρτησία στην προμήθεια φυσικού αερίου από εξωτερικούς προμηθευτές προσφέρουν κάποιες λύσεις στην κατεύθυνση αυτή.

Προκειμένου να επιτευχθεί ένας ισχυρός και βιώσιμος ενεργειακός τομέας, η Ελλάδα επιδιώκει την ενίσχυση της συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ενώ παράλληλα σχεδιάζει στρατηγικές για τη μείωση της χρήσης του φυσικού αερίου μακροπρόθεσμα. Όμως, η ανάγκη για σταθερότητα και ασφάλεια στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κάνει το φυσικό αέριο να παραμένει, τουλάχιστον για την επόμενη δεκαετία, μια κρίσιμη πηγή ενέργειας για τη χώρα.

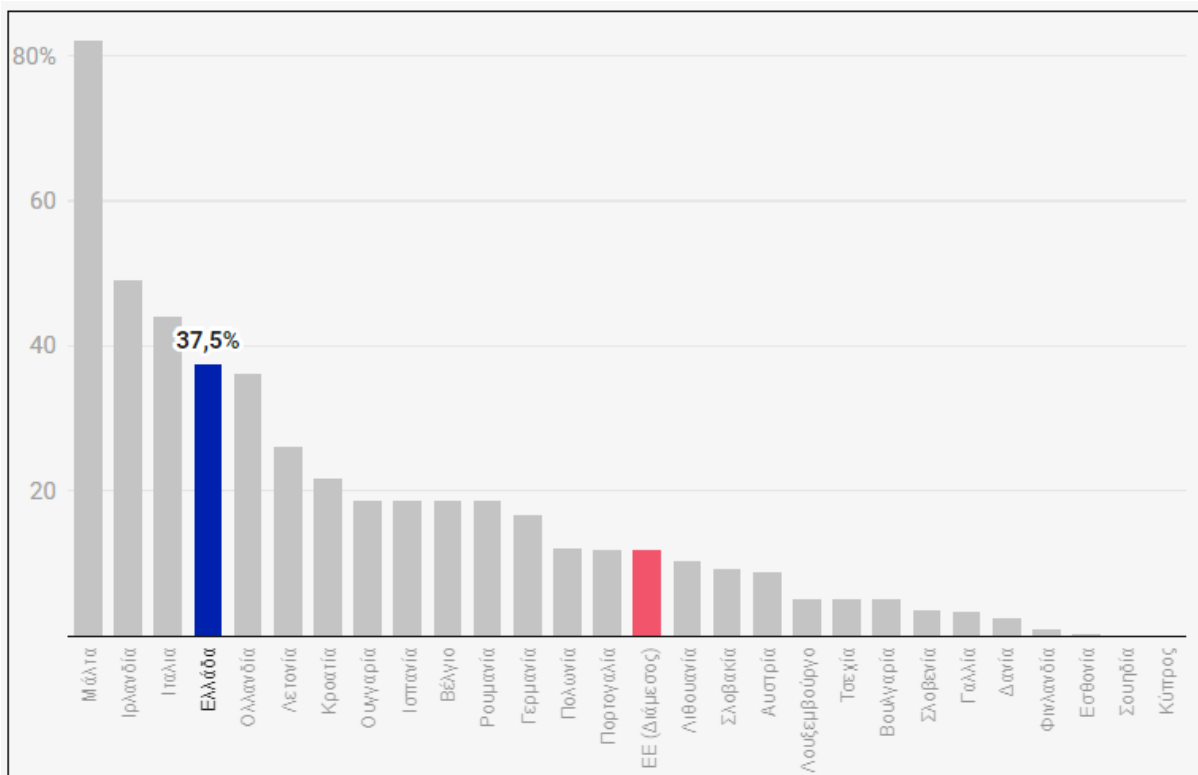
### Κεφάλαιο 3



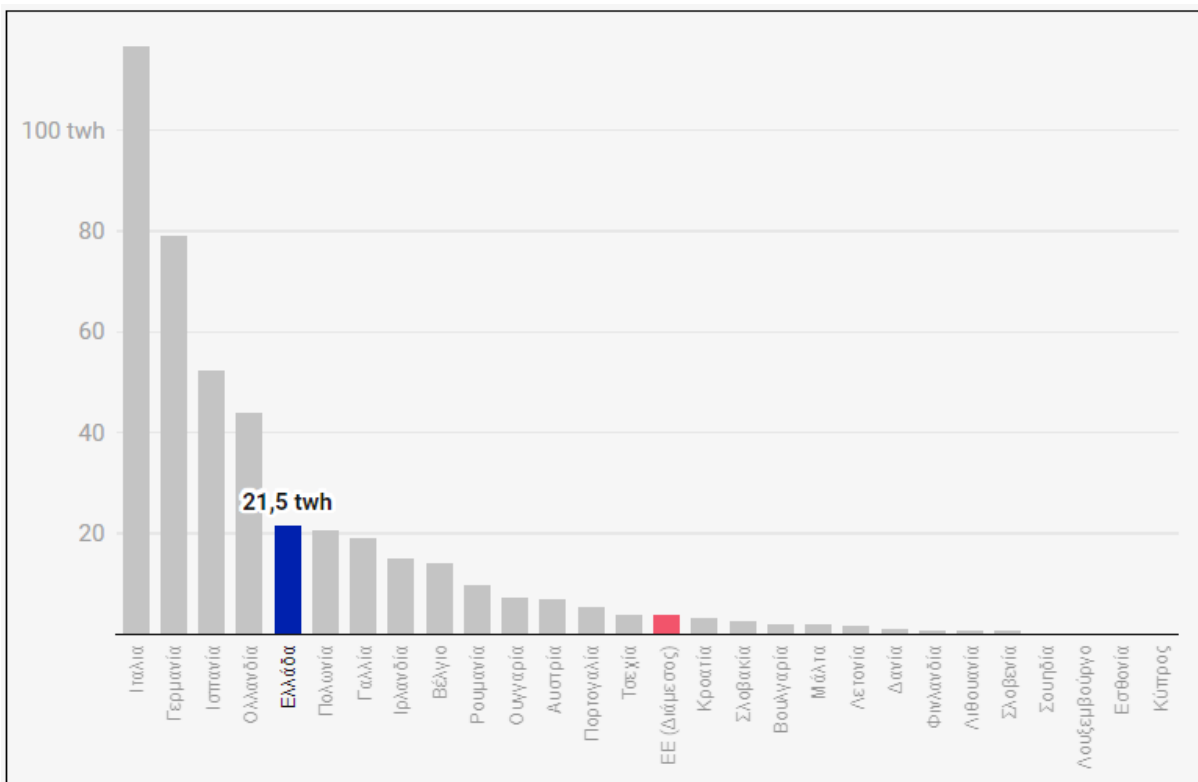
Εικόνα 23: Παραγωγή ενέργειας από φυσικό αέριο (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate)



Εικόνα 24: Παραγωγή ενέργειας από φυσικό αέριο (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate)



Εικόνα 25: Παραγωγή ενέργειας από φυσικού αέριο, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate)



Εικόνα 26: Παραγωγή ενέργειας από φυσικού αέριο, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες(Ember Climate)

### 2.3.1.5 Παραγωγή Ενέργειας από Λιγνίτη στην Ελλάδα

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ελλάδα υπήρξε για πολλές δεκαετίες ο βασικός πυλώνας του εγχώριου ενεργειακού συστήματος. Ο λιγνίτης είναι το πιο εκτεταμένο ορυκτό καύσιμο που διαθέτει η χώρα και αποτέλεσε την κύρια πηγή ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού μέχρι τα τελευταία χρόνια. Η Ελλάδα υπήρξε μια από τις πιο εξαρτημένες χώρες από τον λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με τα εργοστάσια λιγνίτη να καλύπτουν σε κάποιες περιόδους πάνω από το 50% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εκμετάλλευση του λιγνίτη στην Ελλάδα έχει ξεκινήσει από τα τέλη του 19ου αιώνα και, έκτοτε, η χώρα έχει αναπτύξει ένα εκτεταμένο σύστημα λιγνιτικών μονάδων παραγωγής ενέργειας. Η ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού) ήταν ο κύριος φορέας που διαχειριζόταν τη λιγνιτική παραγωγή, με μεγάλες μονάδες να λειτουργούν στις περιοχές της Δυτικής Μακεδονίας (κυρίως γύρω από την περιοχή της Κοζάνης) και στην περιοχή της Μεγαλόπολης στην Πελοπόννησο. Ο λιγνίτης, λόγω της χαμηλής του τιμής σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας, υπήρξε ιδιαίτερα δημοφιλής για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα.

Ωστόσο, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη έχει σημαντικές περιβαλλοντικές συνέπειες. Ο λιγνίτης, ως καύσιμο, παράγει μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και άλλων ρύπων, όπως οξειδίου του αζώτου και διοξείδιο του θείου, τα οποία συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή και στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Η συνεχής χρήση του λιγνίτη υπήρξε και παραμένει σημαντικός παράγοντας για την παραβίαση των διεθνών στόχων μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η ανάγκη για απολιγνιτοποίηση της ελληνικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτέλεσε το επίκεντρο της ενεργειακής στρατηγικής της χώρας τα τελευταία χρόνια. Η Ελλάδα έχει δεσμευτεί να κλείσει τις λιγνιτικές μονάδες της μέχρι το 2028, στο πλαίσιο των στόχων της για την επίτευξη μηδενικών εκπομπών CO<sub>2</sub> έως το 2050 και της συμμετοχής της στην ΕΕ για την επίτευξη των κλιματικών της στόχων. Η απολιγνιτοποίηση είναι αναγκαία, καθώς η Ελλάδα πρέπει να περιορίσει την εξάρτησή της από τον λιγνίτη και να στραφεί σε πιο καθαρές και βιώσιμες πηγές ενέργειας, όπως οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς και η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

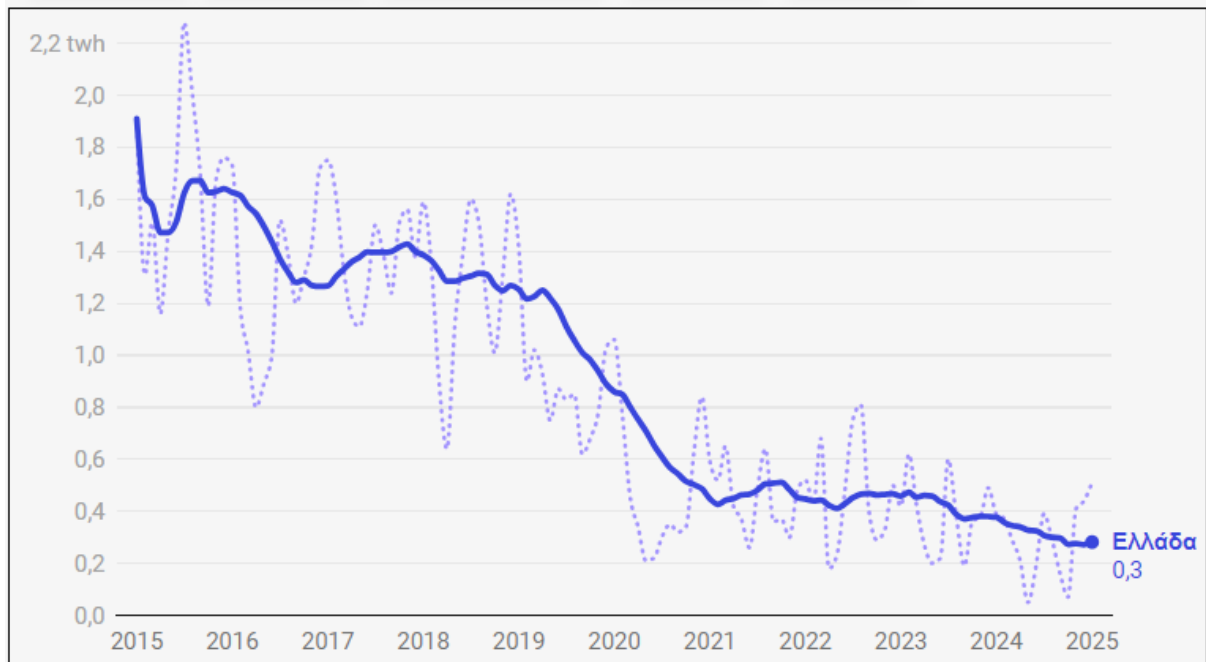
Η σταδιακή απομάκρυνση από τη χρήση του λιγνίτη έχει αρχίσει ήδη να έχει αντίκτυπο στον ενεργειακό τομέα της Ελλάδας. Η απώλεια της παραγωγής από λιγνιτικά εργοστάσια έχει απαιτήσει την ανάπτυξη νέων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από φυσικό αέριο και τις ΑΠΕ, για να καλυφθεί η αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, οι λιγνιτικές περιοχές, που παραδοσιακά εξαρτώνταν από τη λειτουργία των λιγνιτικών μονάδων, καλούνται να βρουν νέες πηγές οικονομικής δραστηριότητας, καθώς η μετάβαση αυτή μπορεί να έχει και κοινωνικές συνέπειες, όπως η απώλεια θέσεων εργασίας και η ανάγκη για ανάπτυξη νέων οικονομικών δραστηριοτήτων.

Επιπλέον, η απολιγνιτοποίηση είναι αναγκαία για να μπορέσει η Ελλάδα να ευθυγραμμιστεί με τις αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κλιματική ουδετερότητα και την πλήρη απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα μέχρι το 2050. Η εφαρμογή αυτής της στρατηγικής όμως απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε νέες υποδομές και τεχνολογίες για την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως ηλιακή, αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και την ανάπτυξη δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

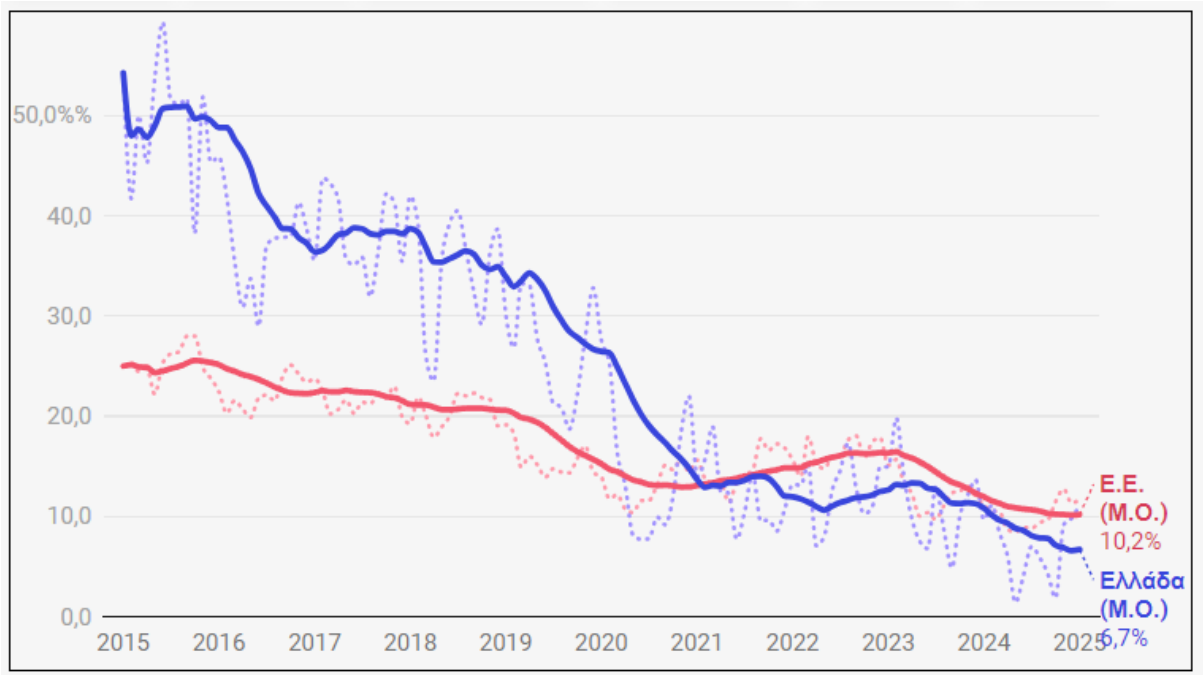
Παρά την ανάγκη για γρήγορη απολιγνιτοποίηση, η χώρα αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις στην πορεία της μετάβασης σε ένα καθαρό ενεργειακό μοντέλο. Ο λιγνίτης εξακολουθεί να έχει χαμηλότερο κόστος παραγωγής ενέργειας σε σύγκριση με πολλές άλλες πηγές, ενώ η εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο, ενδέχεται να αυξήσει τις τιμές της ενέργειας στη χώρα.

Επίσης, οι κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες της μετάβασης αυτής για τις περιοχές που πλήττονται από το κλείσιμο των λιγνιτικών μονάδων είναι ένα σημαντικό ζήτημα, το οποίο απαιτεί ολοκληρωμένες στρατηγικές κοινωνικής στήριξης και επανεκπαίδευσης.

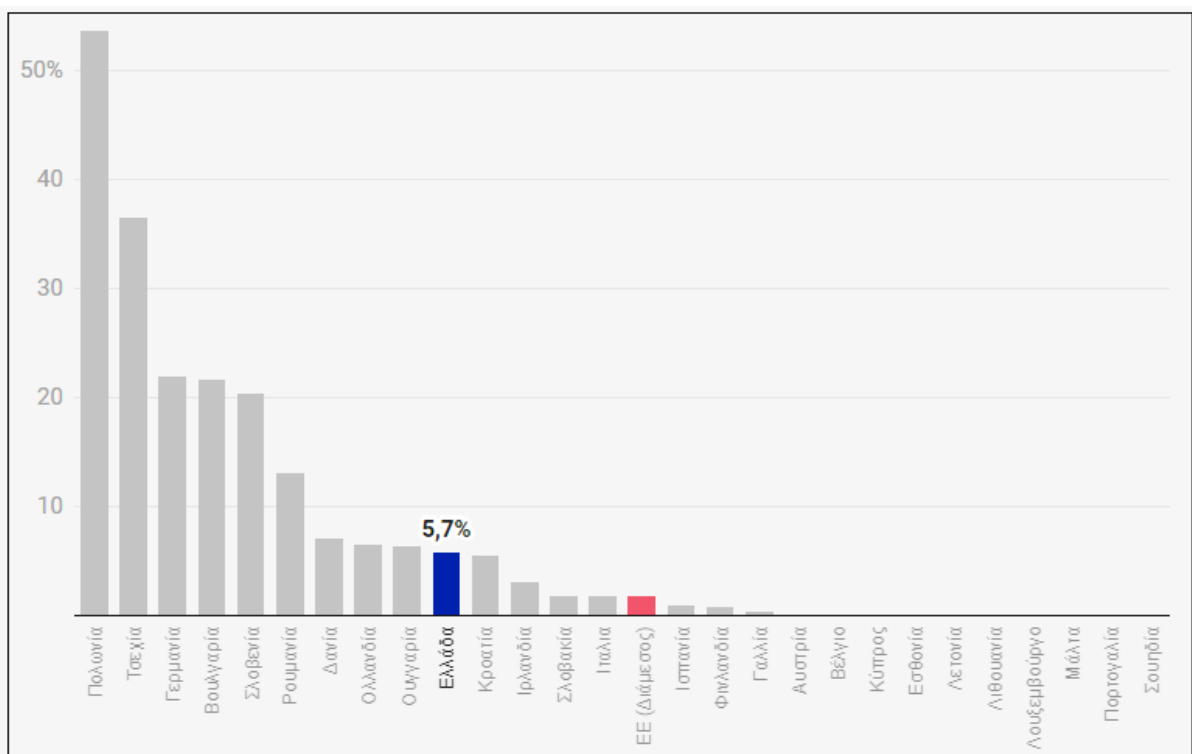
Συνολικά, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ελλάδα βρίσκεται σε φάση βαθιάς αλλαγής και μετάβασης. Παρά τις δυσκολίες που προκύπτουν, η απολιγνιτοποίηση και η στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τις πιο καθαρές τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας αναμένεται να διαμορφώσουν το ενεργειακό μέλλον της χώρας, προάγοντας την αειφορία, την ενεργειακή ανεξαρτησία και τη μείωση των εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα.



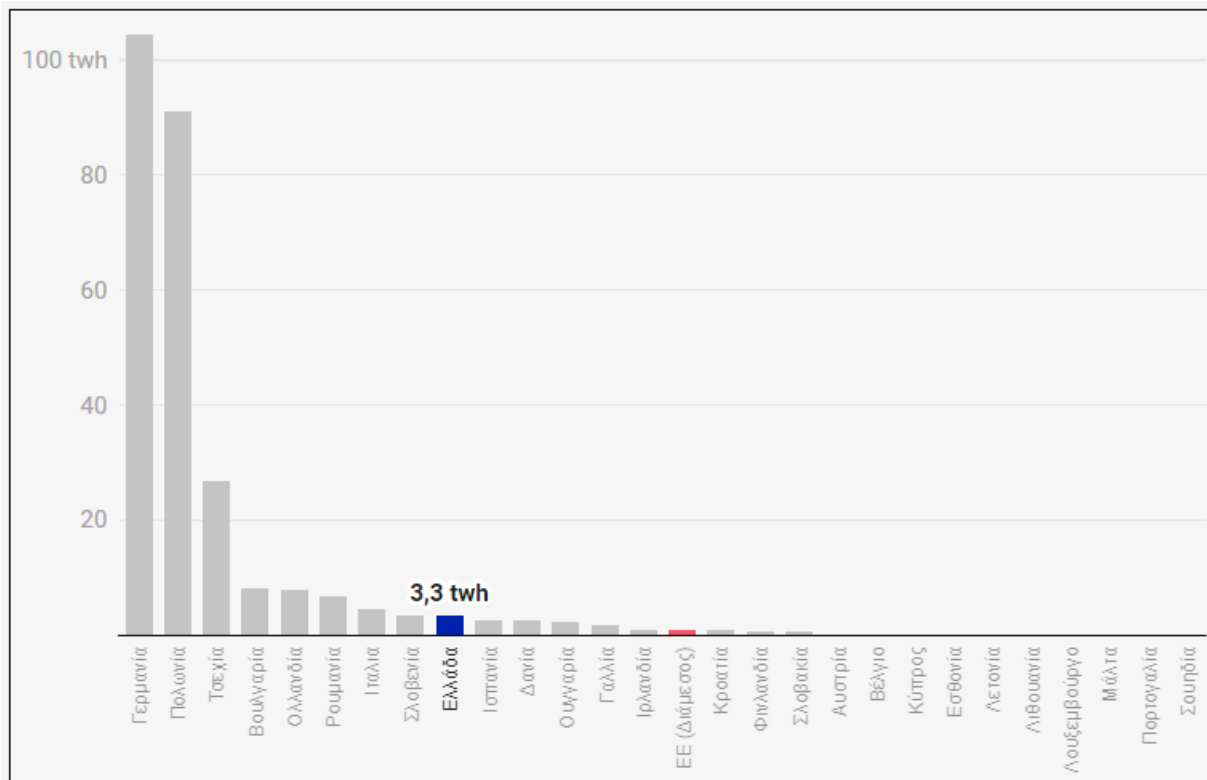
Εικόνα 27: Παραγωγή ενέργειας από Λιγνίτη (σε τεραβατώρες) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate)



Εικόνα 28: Παραγωγή ενέργειας από Λιγνίτη (σε ποσοστό) & κυλιόμενος 12-μηνος μέσος όρος στην Ελλάδα. (Ember Climate)



Εικόνα 29: Παραγωγή Λιγνίτη, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε ποσοστά (Ember Climate)



Εικόνα 30: Παραγωγή Λιγνίτη, το 2024 στην Ελλάδα και τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ σε τεραβατώρες (Ember Climate)

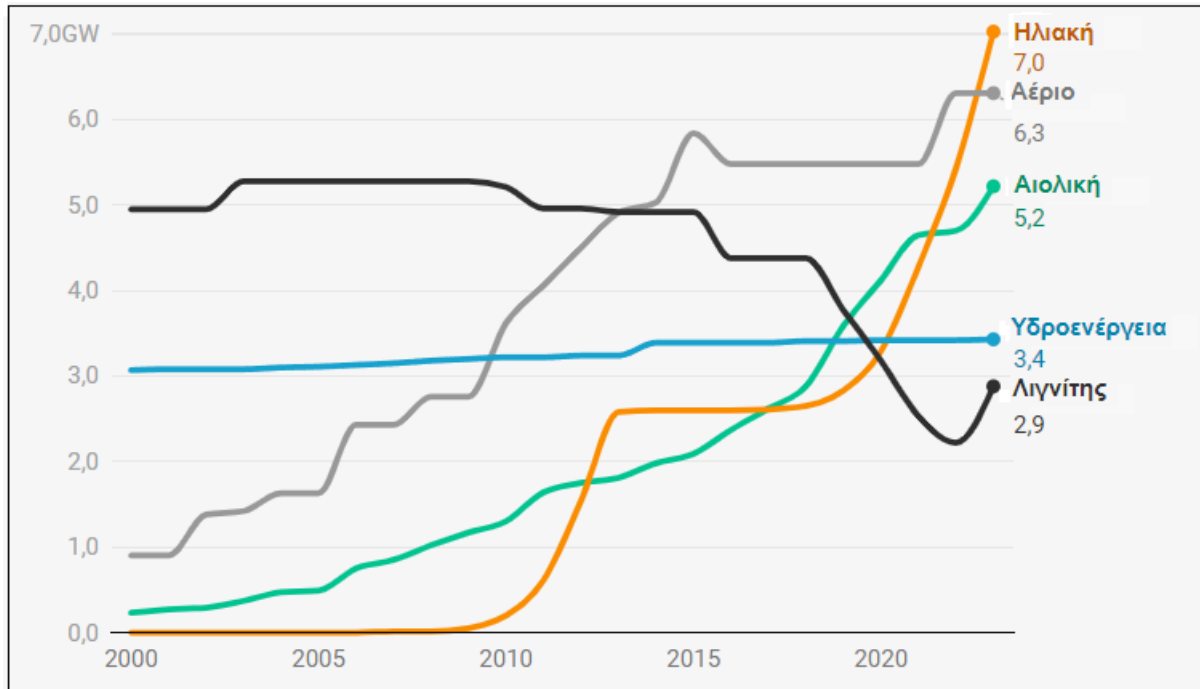
### 2.3.2 Η Παραγωγική Ικανότητα από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργεια στην Ελλάδα

Η παραγωγική ικανότητα από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα αυξάνεται με εκθετικούς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας τη χώρα μία από τις ηγέτιδες δυνάμεις στην περιοχή, όσον αφορά την ανάπτυξη της πράσινης ενέργειας. Η στρατηγική γεωγραφική θέση της Ελλάδας και το ευνοϊκό της κλίμα αποτελούν ένα ιδανικό υπόβαθρο για την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων για την παραγωγή ενέργειας, γεγονός που έχει επιτρέψει στη χώρα να κάνει σημαντικά βήματα στην ενίσχυση της ενεργειακής της αυτάρκειας μέσω ανανεώσιμων πηγών.

Ειδικότερα, η παραγωγή ενέργειας από ηλιακή και αιολική ενέργεια έχει αυξηθεί με εντυπωσιακούς ρυθμούς, επιτυγχάνοντας σημαντική πρόοδο τα τελευταία πέντε χρόνια. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, για παράδειγμα, έχει συμβάλει στην αύξηση της παραγωγικής ισχύος της χώρας κατά 2,5 φορές από το 2008, με τη συνολική παραγωγική ικανότητα να φτάνει πλέον τα 7 GW ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι η Ελλάδα είναι σε θέση να καλύψει ένα σημαντικό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών της από ανανεώσιμες πηγές, μειώνοντας την εξάρτησή της από συμβατικές, ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως ο λιγνίτης.

Παράλληλα, η εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη χώρα έχει οδηγήσει στην επίτευξη συνολικής παραγωγικής ικανότητας 5,2 GW, σημειώνοντας μια εντυπωσιακή αύξηση 80% σε σύγκριση με το 2018. Η ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών επιτρέπει στην Ελλάδα όχι μόνο να ενισχύσει την ενεργειακή της επάρκεια αλλά και να προχωρήσει στην αναγκαία απολιγνιτοποίηση της παραγωγής ενέργειας. Η μείωση της παραγωγής ενέργειας από λιγνίτη, η οποία έχει σημειώσει μια πτώση 34% τα τελευταία πέντε χρόνια, είναι χαρακτηριστική του δυναμικού μετασχηματισμού του ενεργειακού τοπίου της χώρας. Αυτή η τάση προβλέπεται να συνεχιστεί και στο μέλλον, με την Ελλάδα να ενισχύει τη θέση της ως πρωτοπόρος στη χρήση καθαρών και βιώσιμων πηγών ενέργειας.

Η συνεχής επένδυση στις ΑΠΕ και η προώθηση της πράσινης μετάβασης είναι καθοριστικής σημασίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη βιώσιμη ανάπτυξη της χώρας, ενώ παράλληλα ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια και μειώνει την εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα. Οι επιδόσεις της Ελλάδας σε αυτόν τον τομέα αποδεικνύουν την ικανότητα της χώρας να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες που της προσφέρει η φύση για τη δημιουργία μιας πιο πράσινης και βιώσιμης ενεργειακής πολιτικής.



Εικόνα 31: Εγκατεστημένη Παραγωγική Ισχύς ανά πηγή ενέργειας (σε GW). (Ember Climate)

### 2.3.2.1 Απόδοση Παραγωγής Ενέργειας ανά Πηγή

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αν και προσφέρουν σαφή πλεονεκτήματα όσον αφορά τη βιωσιμότητα και τη μείωση των εκπομπών ρύπων, δεν έχουν την ίδια απόδοση με τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα. Η βασική διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες και τις φυσικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Αυτές οι πηγές, όπως ο ήλιος, ο άνεμος και το νερό, παράγουν ενέργεια μόνο όταν οι φυσικές συνθήκες είναι κατάλληλες, κάτι που σημαίνει ότι η παραγωγική τους ικανότητα μπορεί να είναι ασταθής και να παρουσιάζει διακυμάνσεις. Εν αντιθέσει, τα ορυκτά καύσιμα, όπως ο λιγνίτης και το φυσικό αέριο, έχουν την ικανότητα να παράγουν ενέργεια με σταθερότητα και χωρίς εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες, καθώς βασίζονται στη διαδικασία της καύσης, η οποία είναι ανεξάρτητη από εξωτερικούς παράγοντες.

Αυτή η διαφορά στην παραγωγική ικανότητα επιβάλλει την ανάγκη για μεγαλύτερη παραγωγική ισχύ για να παραχθεί η ίδια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των ΑΠΕ σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα. Δηλαδή, για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο παραγωγής ενέργειας, οι ΑΠΕ χρειάζονται μεγαλύτερο αριθμό μονάδων ή μεγαλύτερες εκτάσεις για να καλύψουν την ενεργειακή ζήτηση. Η ανάγκη αυτή για περισσότερους πόρους και υποδομές καθιστά την αποδοτικότητα των ΑΠΕ ένα σημαντικό θέμα στην ενεργειακή στρατηγική των χωρών, οι οποίες προσπαθούν να εξισορροπήσουν την ανάγκη για πράσινη ενέργεια με τη δυνατότητα να ανταγωνίζονται την σταθερότητα και την υψηλή απόδοση των παραδοσιακών πηγών ενέργειας.

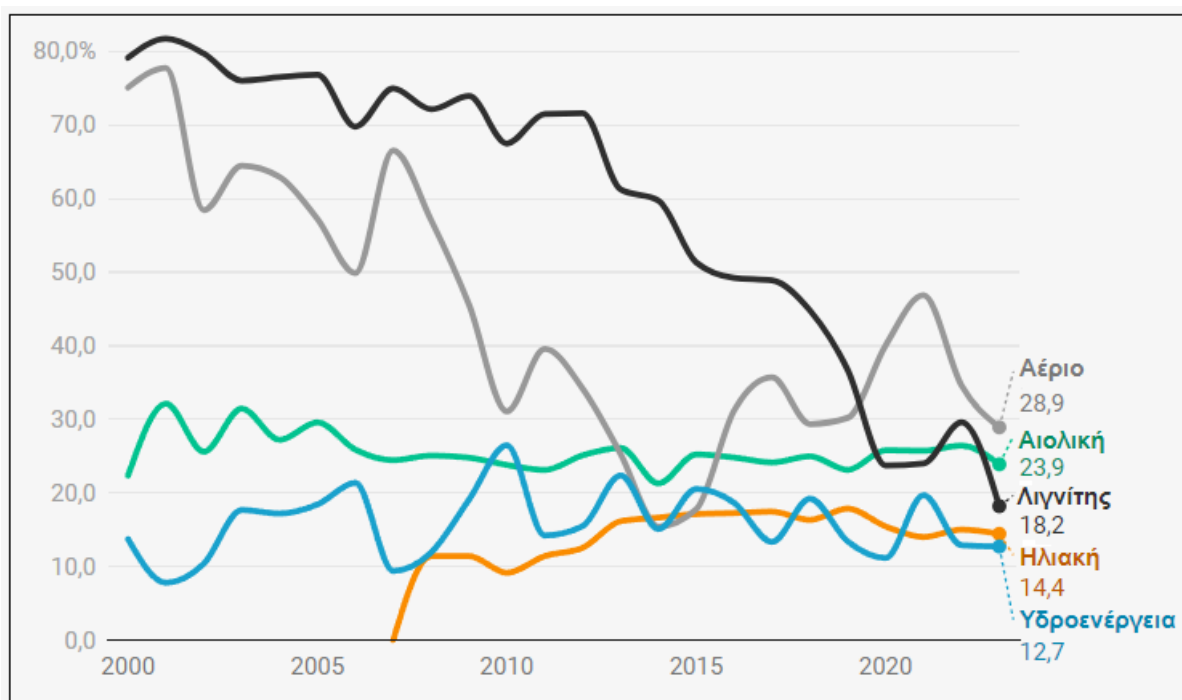
Για να μετρηθεί η ενεργειακή απόδοση των διαφόρων πηγών ενέργειας, χρησιμοποιείται ένας δείκτης απόδοσης που ονομάζεται Απόδοση Παραγωγής (Capacity Factor). Αυτός ο δείκτης υπολογίζει τον λόγο της πραγματικής παραγωγής ενέργειας σε σχέση με την παραγωγή που θα μπορούσε να επιτευχθεί αν οι μονάδες ενέργειας λειτουργούσαν σε πλήρη ισχύ καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, χωρίς διακοπές ή περιορισμούς λόγω καιρικών συνθηκών. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται διαιρώντας την πραγματική παραγωγή ενέργειας (εκφρασμένη σε γκιγκαβατώρες, GWh) με την θεωρητική μέγιστη παραγωγή που θα υπήρχε αν η εγκατεστημένη ισχύς (σε γιγαβάτ, GW) λειτουργούσε συνεχώς για 365 μέρες το χρόνο και 24 ώρες την ημέρα. Αυτή η μέτρηση δίνει μια σαφή εικόνα της αποτελεσματικότητας των μονάδων ενέργειας και του βαθμού εκμετάλλευσης της εγκατεστημένης ισχύος.

Όσον αφορά τα ορυκτά καύσιμα, όπως ο λιγνίτης και το φυσικό αέριο, οι μονάδες που βασίζονται στην καύση καυσίμων και δεν εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες, εμφανίζουν πολύ υψηλούς δείκτες απόδοσης. Στις περιπτώσεις αυτές, οι δείκτες απόδοσης ξεπερνούν το 70%, και συχνά φτάνουν ή και ξεπερνούν το 80%, κάτι που καθιστά τα ορυκτά καύσιμα αξιόπιστες πηγές ενέργειας για συνεχόμενη και σταθερή παραγωγή. Η υψηλή αυτή απόδοση οφείλεται στη συνεχιζόμενη λειτουργία των μονάδων, οι οποίες μπορούν να παράγουν ενέργεια ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες, με ελάχιστες διακοπές στη λειτουργία τους.

Αντίθετα, οι ΑΠΕ παρουσιάζουν πιο περιορισμένους δείκτες απόδοσης λόγω των παραπάνω περιορισμών. Για παράδειγμα, η αιολική ενέργεια, η οποία εξαρτάται από την παρουσία ανέμου, έχει δείκτη απόδοσης περίπου 20-25%. Ο λόγος για αυτό είναι ότι ο άνεμος δεν είναι πάντα σταθερός και δεν πνέει σε όλη τη διάρκεια του έτους με την ίδια ένταση. Παρομοίως, η ηλιακή ενέργεια παρουσιάζει επίσης χαμηλότερους δείκτες απόδοσης, κυρίως λόγω της νυχτερινής περιόδου και των καιρικών συνθηκών, με την απόδοση να κυμαίνεται γύρω από το 10-25%. Αυτό σημαίνει ότι οι ηλιακές εγκαταστάσεις παράγουν ενέργεια μόνο όταν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία, ενώ τις ώρες της νύχτας ή όταν ο καιρός είναι συννεφιασμένος, η παραγωγή είναι αισθητά μειωμένη.

Στην Ελλάδα, το 2023, η απόδοση της ηλιακής ενέργειας ανήλθε στο 15,2%, ενώ η απόδοση της αιολικής ενέργειας ήταν υψηλότερη, φτάνοντας το 23,9%. Αυτό αποδεικνύει ότι η αιολική ενέργεια, λόγω των ευνοϊκών καιρικών συνθηκών που επικρατούν σε αρκετές περιοχές της χώρας, φαίνεται να είναι πιο αξιόπιστη και αποδοτική από τη ηλιακή ενέργεια, αν και και οι δύο πηγές παραμένουν σημαντικές για το ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας.

Η κατανόηση αυτών των δεικτών και η αναγνώριση των περιορισμών των ΑΠΕ είναι σημαντική για την ανάπτυξη στρατηγικών που θα βελτιώσουν την αποδοτικότητα της πράσινης ενέργειας και θα προωθήσουν την ενσωμάτωσή της στο ενεργειακό σύστημα της χώρας.



Εικόνα 32 : Απόδοση Παραγωγής Ενέργειας ανά Πηγή ,με Συντελεστής Δυναμικότητας - απόδοση παραγωγής, σε σχέση με τη θεωρητική απόδοση αν λειτουργούσε συνεχόμενα για ολόκληρο τον χρόνο. (Ember Climate)

### 2.3.2.2 Η Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας κορυφώνεται κατά τους Καλοκαιρινούς Μήνες

Η παραγωγή ηλιακής ενέργειας βασίζεται στην ηλιακή ακτινοβολία, η οποία επηρεάζεται άμεσα από την εποχικότητα και τις καιρικές συνθήκες. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν οι ώρες ηλιοφάνειας είναι περισσότερες και η ηλιακή ακτινοβολία είναι πιο έντονη, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα φτάνει στο μέγιστο επίπεδό της. Στην Ελλάδα, λόγω του μεσογειακού κλίματος και της υψηλής ηλιοφάνειας, η παραγωγή ηλιακής ενέργειας αυξάνεται σημαντικά από την άνοιξη και κορυφώνεται μεταξύ Ιουνίου και Οκτωβρίου. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι βέλτιστη, προσφέροντας τη μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή.

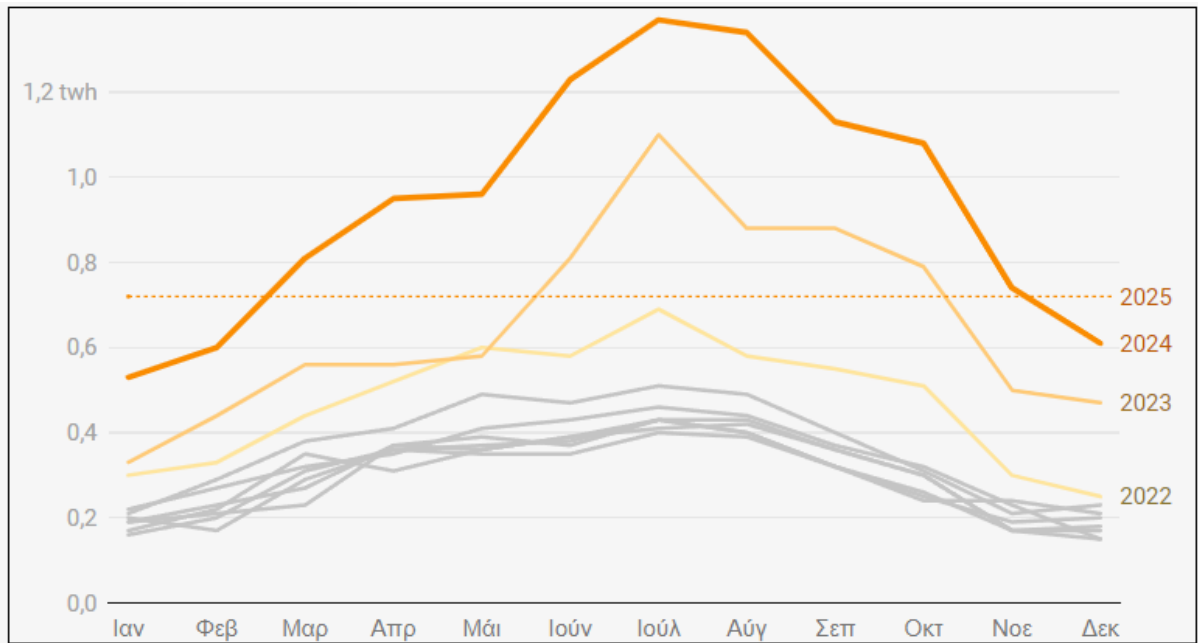
Ωστόσο, κατά τους χειμερινούς μήνες, η παραγωγή ηλιακής ενέργειας μειώνεται αισθητά λόγω της μικρότερης διάρκειας της ημέρας, της μειωμένης έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και της συχνότερης νεφοκάλυψης. Η διαφοροποίηση αυτή επηρεάζει τη συνολική συμβολή της ηλιακής ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα, δημιουργώντας την ανάγκη για συμπληρωματικές πηγές ενέργειας ή για την αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας που παράγεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Αντίθετα, η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι πιο σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, καθώς εξαρτάται κυρίως από την ένταση και τη συχνότητα των ανέμων, οι οποίοι δεν ακολουθούν τόσο έντονα εποχικά μοτίβα όπως η ηλιακή ακτινοβολία. Στην Ελλάδα, η αιολική ενέργεια παράγεται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, με διακυμάνσεις που εξαρτώνται από τις τοπικές καιρικές συνθήκες και τα συστήματα ανέμων που επικρατούν στις διάφορες περιοχές.

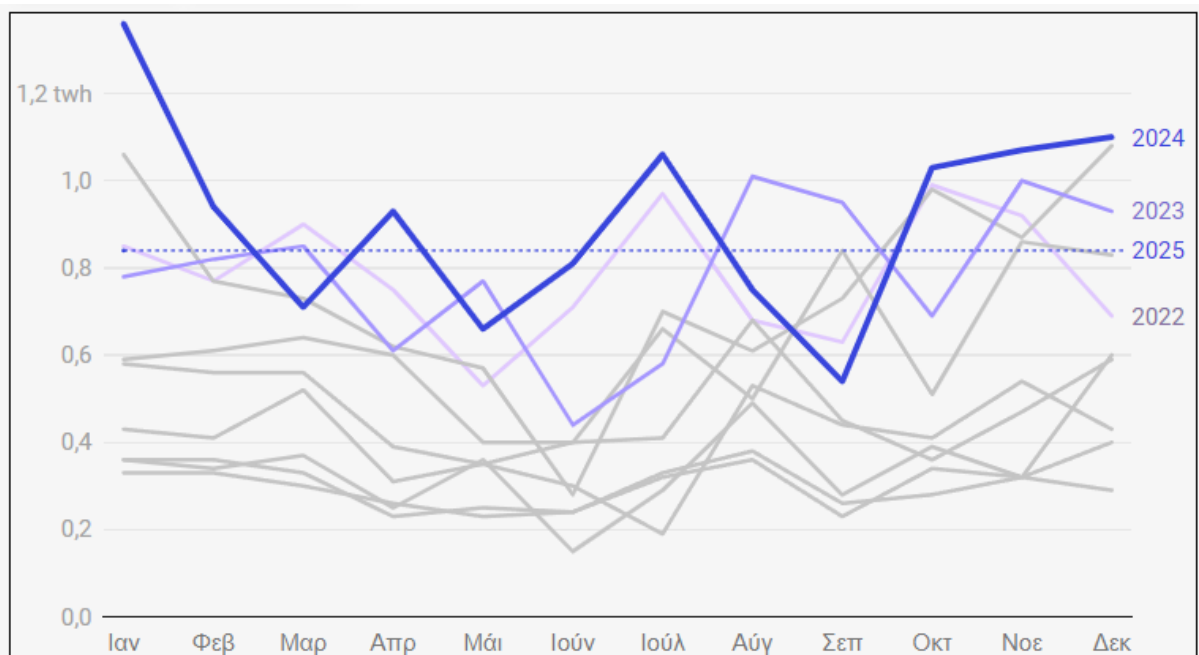
Το 2023, η παραγωγή αιολικής ενέργειας κατέγραψε την υψηλότερη τιμή της τον Αύγουστο, γεγονός που συνδέεται με την αυξημένη ένταση των ανέμων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ιδιαίτερα σε παράκτιες και νησιωτικές περιοχές όπου είναι εγκατεστημένες πολλές ανεμογεννήτριες. Παρόλο που

οι άνεμοι μπορεί να εμφανίζουν εποχικές μεταβολές, η συνολική αιολική παραγωγή παραμένει σχετικά σταθερή σε σύγκριση με την ηλιακή ενέργεια, καθιστώντας την αιολική ενέργεια μια πιο αξιόπιστη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για τη διατήρηση της σταθερότητας του ηλεκτρικού δικτύου.

Αυτή η διαφοροποίηση μεταξύ ηλιακής και αιολικής ενέργειας επισημαίνει τη σημασία ενός ισορροπημένου ενεργειακού μείγματος, στο οποίο η κάθε πηγή συμπληρώνει τις αδυναμίες της άλλης. Η συνδυαστική αξιοποίηση και των δύο πηγών επιτρέπει την πιο αποδοτική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, μειώνοντας την εξάρτηση από συμβατικές μορφές ενέργειας και ενισχύοντας τη βιωσιμότητα του ενεργειακού συστήματος.



Εικόνα 33: Η παραγωγή ηλιακής ενέργειας κορυφώνεται μεταξύ Ιουνίου και Οκτωβρίου. Μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σε τεραβατώρες). (Ember Climate)



Εικόνα 34: Η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους.

### 2.3.3 Η Εξέλιξη του Ελληνικού Νομοθετικού Πλαισίου για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα έχει ακολουθήσει μια σταδιακή πορεία, με το νομοθετικό πλαίσιο να εξελίσσεται διαρκώς για να ανταποκριθεί στις νέες τεχνολογικές, περιβαλλοντικές και ενεργειακές ανάγκες της χώρας. Από τις πρώτες νομοθετικές παρεμβάσεις στις αρχές της δεκαετίας του 1990 μέχρι σήμερα, η ελληνική νομοθεσία έχει προσαρμοστεί στις ευρωπαϊκές πολιτικές για την κλιματική αλλαγή και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, προωθώντας την παραγωγή καθαρής ενέργειας και μειώνοντας την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

Η πρώτη ουσιαστική θεσμική παρέμβαση για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα έγινε με τον Νόμο 2244/1994, ο οποίος έθεσε το πλαίσιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Με αυτόν τον νόμο, επιτράπηκε για πρώτη φορά η συμμετοχή ιδιωτών στην παραγωγή ενέργειας, σπάζοντας το κρατικό μονοπώλιο της ΔΕΗ. Επίσης, καθιερώθηκαν οι πρώτοι κανόνες για τη χορήγηση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ΑΠΕ, δημιουργώντας το θεμέλιο για την ανάπτυξη του κλάδου.

Το 1999, ο Νόμος 2773/1999 έθεσε το θεσμικό πλαίσιο για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και τη δημιουργία της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), η οποία ανέλαβε την εποπτεία του τομέα. Ο νόμος αυτός ενίσχυσε τη συμμετοχή των ιδιωτών και εισήγαγε τις πρώτες εγγυημένες τιμές αποζημίωσης (feed-in tariffs) για τους παραγωγούς πράσινης ενέργειας, ενθαρρύνοντας τις επενδύσεις στον τομέα.

Το 2006, ο Νόμος 3468/2006 υιοθέτησε τις ευρωπαϊκές οδηγίες για την ενίσχυση των ΑΠΕ και εισήγαγε ένα πιο ευνοϊκό σύστημα αποζημίωσης για τους παραγωγούς. Παράλληλα, απλοποίησε το αδειοδοτικό πλαίσιο, δίνοντας ώθηση στην ανάπτυξη φωτοβολταϊκών και αιολικών πάρκων. Ως αποτέλεσμα, σημειώθηκε ραγδαία αύξηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, καθιστώντας την Ελλάδα μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες χώρες στον τομέα εκείνη την περίοδο.

Η ενίσχυση της διείσδυσης των ΑΠΕ συνεχίστηκε το 2010 με τον Νόμο 3851/2010, ο οποίος έθεσε φιλόδοξους στόχους για την αύξηση της παραγωγής καθαρής ενέργειας. Ο νόμος προέβλεπε την επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης, τη βελτίωση των οικονομικών κινήτρων και την ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο. Στόχος ήταν η κάλυψη του 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ έως το 2020, ευθυγραμμίζοντας τη χώρα με τις ευρωπαϊκές πολιτικές για το κλίμα.

Το 2016, ο Νόμος 4414/2016 εισήγαγε μια νέα προσέγγιση στο σύστημα αποζημίωσης, αντικαθιστώντας τις εγγυημένες τιμές με ανταγωνιστικές διαδικασίες (feed-in premiums). Οι παραγωγοί ΑΠΕ έπρεπε πλέον να συμμετέχουν σε διαγωνισμούς για να εξασφαλίσουν τιμές αποζημίωσης, γεγονός που μείωσε το κόστος παραγωγής και ενίσχυσε την ανταγωνιστικότητα του τομέα.

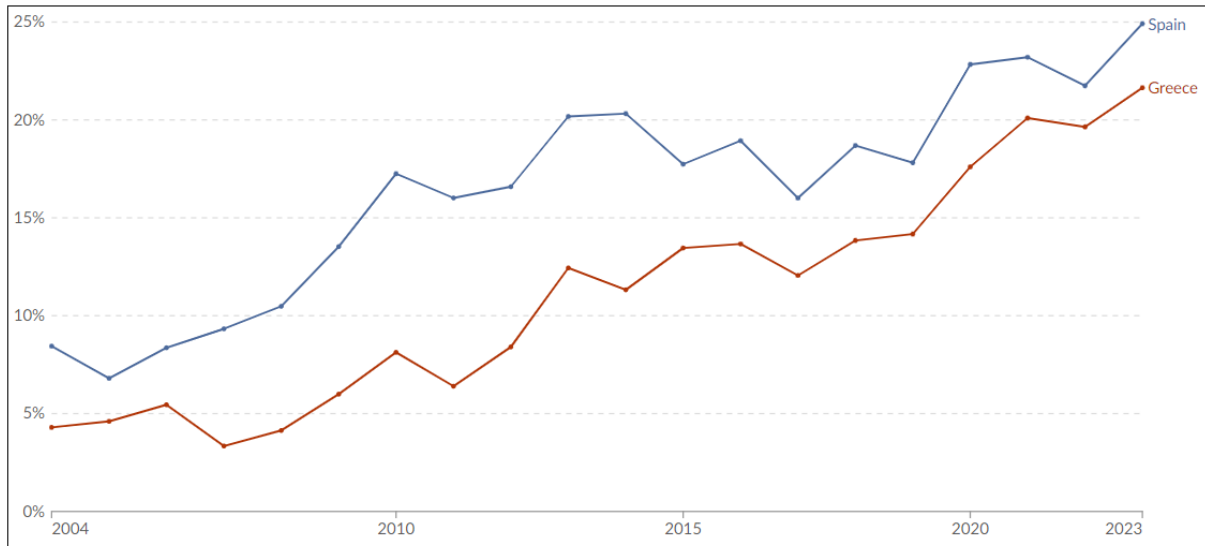
Το 2020, ο Νόμος 4685/2020 απλοποίησε ακόμη περισσότερο τη διαδικασία αδειοδότησης των έργων ΑΠΕ, μειώνοντας το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την ολοκλήρωση των αδειών. Επίσης, έθεσε τις βάσεις για την προώθηση της ενεργειακής αποθήκευσης και την ανάπτυξη έργων μεγάλης κλίμακας, όπως τα θαλάσσια αιολικά πάρκα.

Σήμερα, η Ελλάδα συνεχίζει να προσαρμόζει το νομοθετικό της πλαίσιο στις ανάγκες της ενεργειακής μετάβασης, με στόχο την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα. Οι επενδύσεις στην αποθήκευση ενέργειας, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και η διασφάλιση της σταθερότητας του ηλεκτρικού δικτύου αποτελούν προτεραιότητες για τη χώρα. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και το σχέδιο για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 δημιουργούν νέα δεδομένα, απαιτώντας συνεχείς προσαρμογές στη νομοθεσία με έμφαση στην καινοτομία και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

### **Κεφάλαιο 3ο: Συγκριτική ανάλυση κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

Στο παρόν κεφάλαιο διενεργείται συγκριτική ανάλυση των κρατών μελών της ΕΕ μεταξύ Ελλάδας και της Ισπανίας σχετικά με διάφορα μερίδια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ για τα έτη 2003 έως 2023.

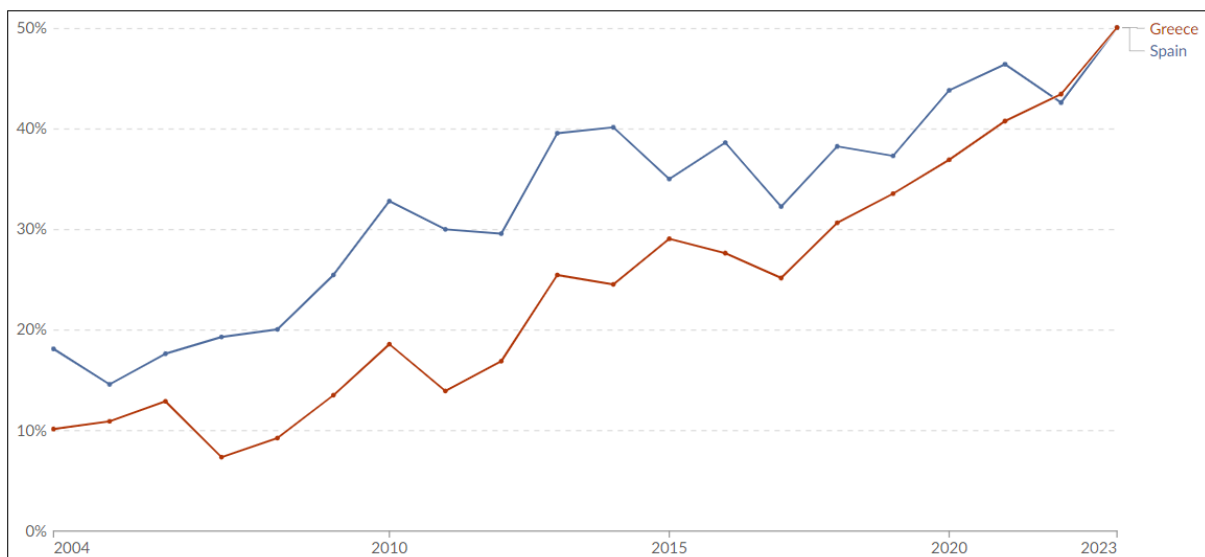
### Κεφάλαιο 3



Εικόνα 35:Μερίδιο πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ελλάδα, Ισπανία) - Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν υδροηλεκτρική, ηλιακή, αιολική, γεωθερμία, βιοενέργεια, κυμάτων και παλίρροιας.

Σημείωση: Η πρωτογενής ενέργεια υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη «μέθοδο υποκατάστασης», η οποία υπολογίζει την ενέργεια ανεπάρκειας παραγωγής ορυκτών καυσίμων. (Our World in Data, 2024)

Όπως παρατηρείται και οι δύο χώρες έχουν αυξήσει σημαντικά τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας. Την ίδια αυξητική τάση φαίνεται να έχει, σύμφωνα με την παρακάτω εικόνα, και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ κατά τη διάρκεια των ετών 2004 έως 2023.



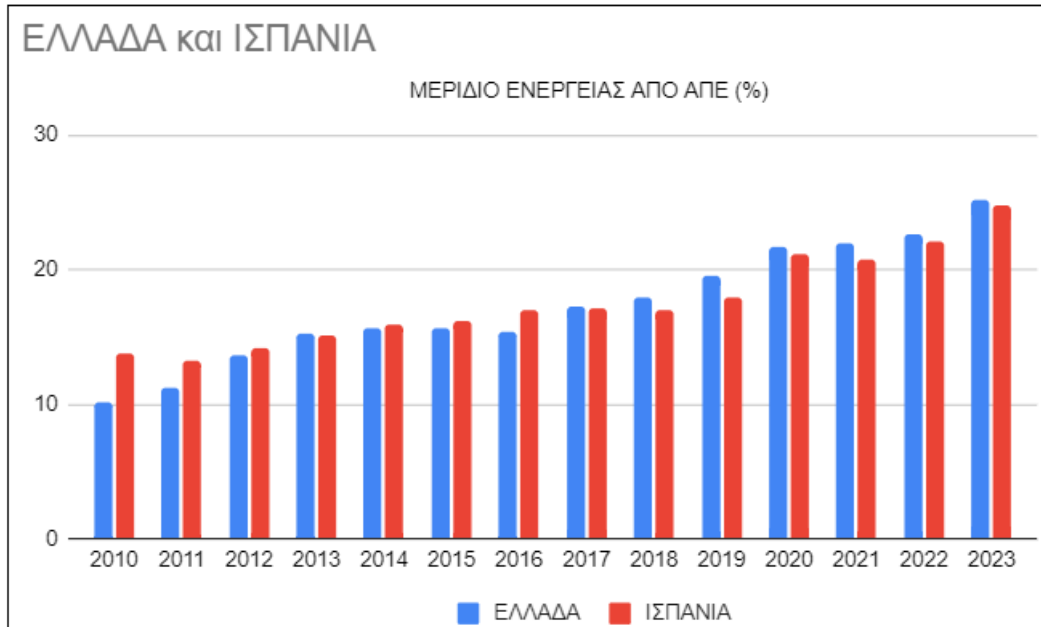
Εικόνα 36: Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ελλάδα, Ισπανία) για τα έτη 2004 έως 2023 (Our World in Data, 2024)

Στον παρακάτω πίνακα και αμέσως μετά στο διάγραμμα παρατίθεται το μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ συγκριτικά για τα δύο κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα έτη 2010 έως 2023.

## Συγκριτική ανάλυση κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

|         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022  | 2023 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| ΕΛΛΑΔΑ  | 10,1 | 11,2 | 13,7 | 15,3 | 15,7 | 15,7 | 15,4 | 17,3 | 18   | 19,6 | 21,7 | 22   | 22,7  | 25,2 |
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 13,8 | 13,2 | 14,2 | 15,1 | 15,9 | 16,2 | 17   | 17,1 | 17   | 17,9 | 21,2 | 20,7 | 212,1 | 24,8 |

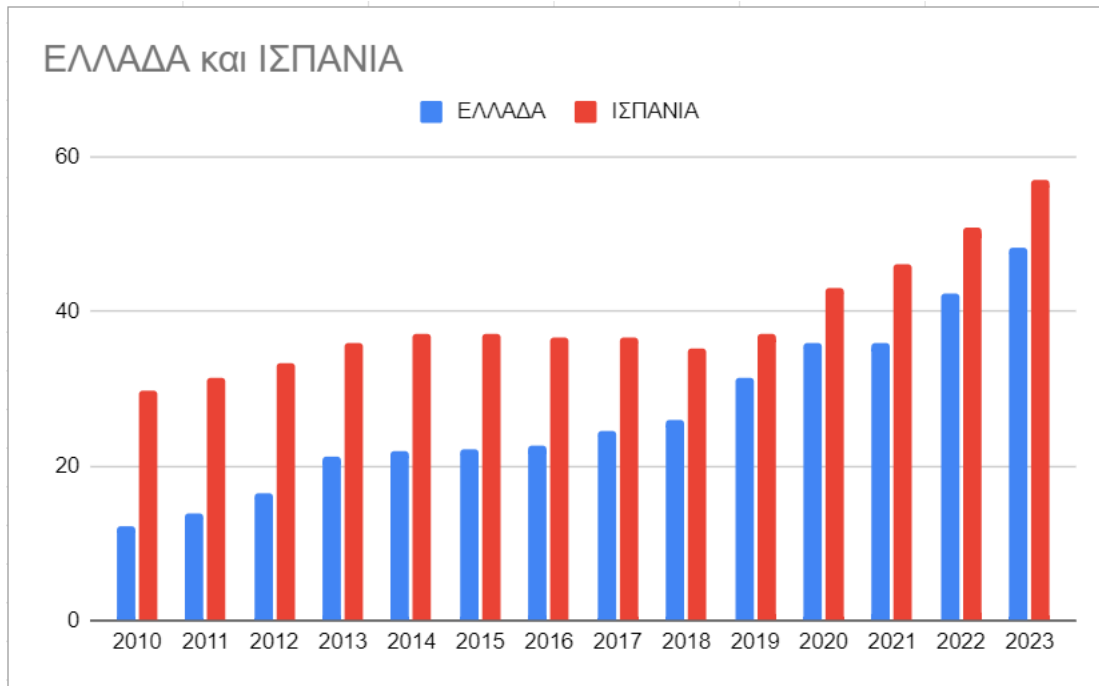
Πίνακας 6:Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για τα έτη 2010-2023(%) (Eurostat, 2024)



Εικόνα 37: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για τα έτη 2010-2023 (%) (Ιδίας Δημιουργίας) (Eurostat)  
Ακολουθώς, στον παρακάτω πίνακα και στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συγκριτικά για τις δύο χώρες για τα έτη 2010 έως 2023. Και στις δύο χώρες παρατηρείται αύξηση του μεριδίου ενέργειας από ΑΠΕ, με τη μεγαλύτερη αύξηση να εντοπίζεται στην Ελλάδα

|         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΛΛΑΔΑ  | 18,7 | 20,1 | 24,1 | 27,4 | 27,9 | 26,6 | 25,4 | 28,2 | 30,1 | 30   | 31,9 | 31,1 | 30,6 | 35,5 |
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 12,5 | 13,5 | 14   | 14   | 15,6 | 16,9 | 15,9 | 16,2 | 16,1 | 17,2 | 18   | 17,4 | 20   | 21,4 |

Πίνακας 7:Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

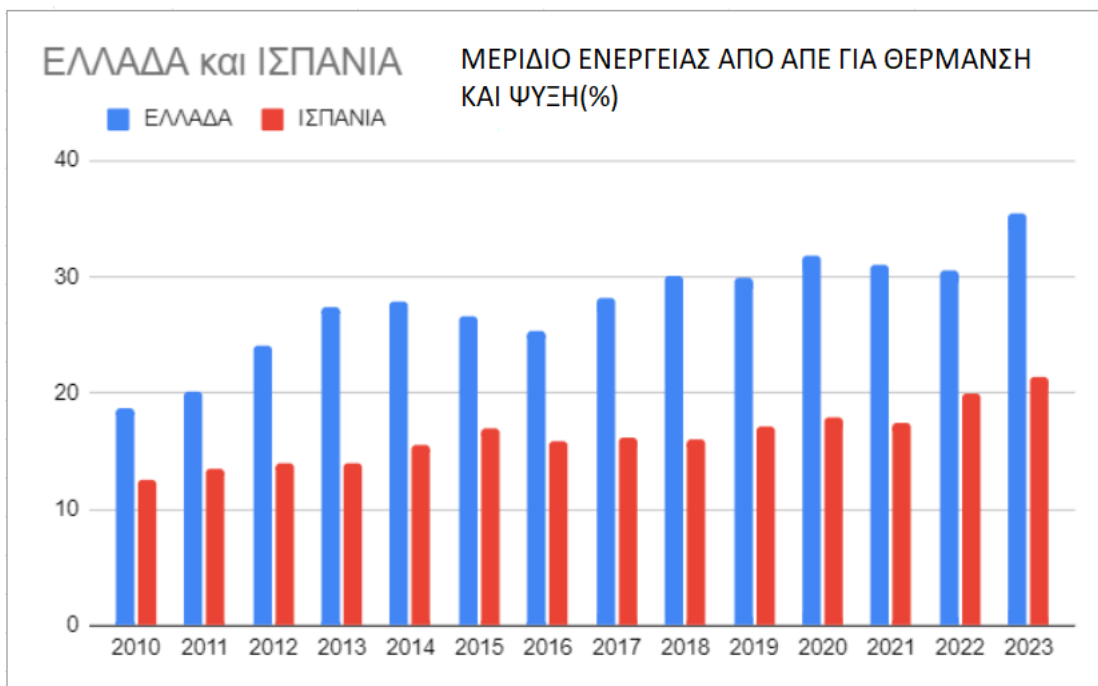


Εικόνα 38: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Σχετικά με το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα και το παρακάτω διάγραμμα, φαίνεται να αυξάνεται κατά τη διάρκεια των ετών 2010 έως 2023. Η Ελλάδα συγκριτικά με την Ισπανία φαίνεται να χρησιμοποιεί το υψηλότερο ποσοστό ενέργειας από ΑΠΕ για το σκοπό αυτό

|         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΛΛΑΔΑ  | 18,7 | 20,1 | 24,1 | 27,4 | 27,9 | 26,6 | 25,4 | 28,2 | 30,1 | 30   | 31,9 | 31,1 | 30,6 | 35,5 |
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 12,5 | 13,5 | 14   | 14   | 15,6 | 16,9 | 15,9 | 16,2 | 16,1 | 17,2 | 18   | 17,4 | 20   | 21,4 |

Πίνακας 8: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη για τα έτη 2010-2023 (%)

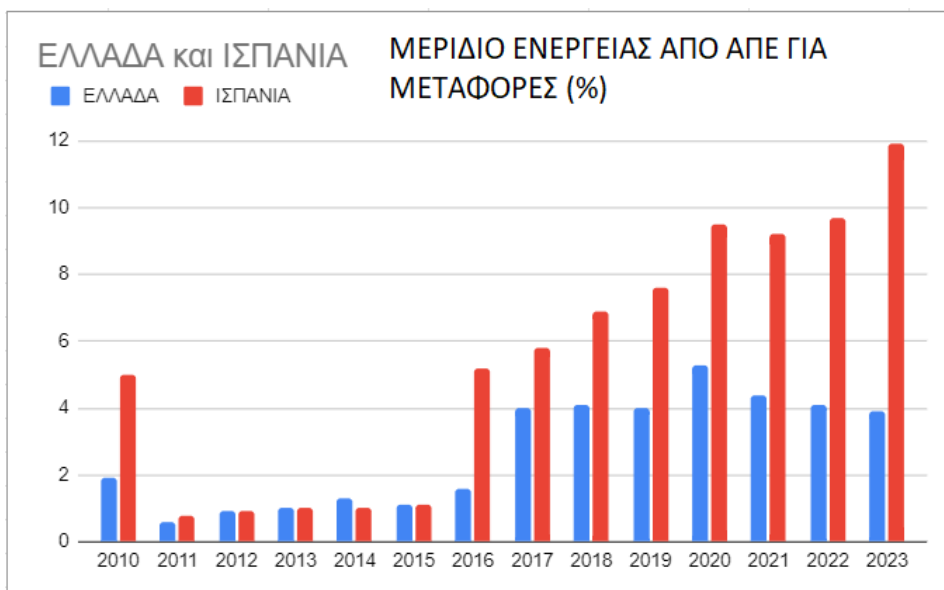


Εικόνα 39: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη για τα έτη 2010-2023(%) (Ιδίας Δημιουργίας) (Eurostat, 2024)

Αναφορικά με το μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ που χρησιμοποιείται για μεταφορές, παρατηρείται αύξηση κατά τα έτη 2010 έως 2023 και για τα δύο κράτη μέλη που εξετάζονται, σύμφωνα με τον πίνακα και το διάγραμμα που παρατίθενται ακολούθως. Η μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση διακρίνεται στην Ελλάδα, ενώ η χώρα που χρησιμοποιεί το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για αυτό το σκοπό είναι η Ισπανία

|         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΛΛΑΔΑ  | 1,9  | 0,6  | 0,9  | 1    | 1,3  | 1,1  | 1,6  | 4    | 4,1  | 4    | 5,3  | 4,4  | 4,1  | 3,9  |
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 5    | 0,8  | 0,9  | 1    | 1    | 1,1  | 5,2  | 5,8  | 6,9  | 7,6  | 9,5  | 9,2  | 9,7  | 11,9 |

Πίνακας 9: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για μεταφορές για τα έτη 2010-2023 (%)



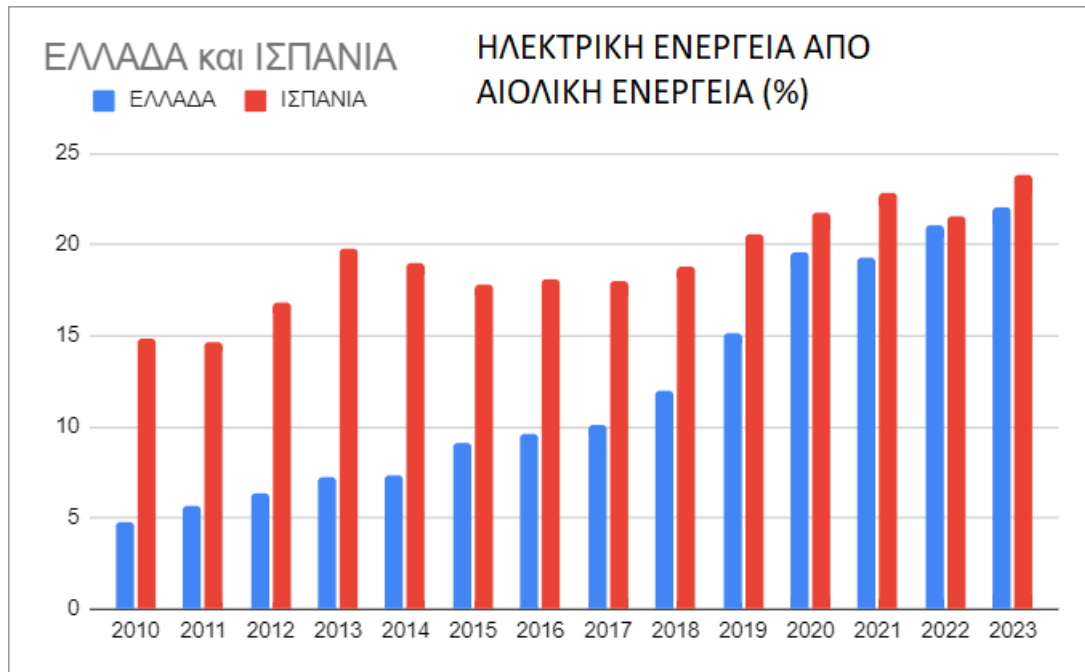
Εικόνα 40: Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για μεταφορές για τα έτη 2010-2023(%) (Ιδίας Δημιουργίας) (Eurostat, 2024)

### Κεφάλαιο 3

Εν συνεχεία, γίνεται σύγκριση των δύο κρατών μελών αναφορικά με τα ποσοστά ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχονται από τρεις ανανεώσιμες πηγές. Καταρχάς, όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από αιολική ενέργεια, παρατηρείται αύξηση του ποσοστού και για τα δύο κράτη κατά τη διάρκεια των ετών 2010 έως 2023

|         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΛΛΑΔΑ  | 4,8  | 5,7  | 6,4  | 7,3  | 7,4  | 9,1  | 9,6  | 10,1 | 12   | 15,2 | 19,6 | 19,3 | 21,1 | 21,1 |
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 14,9 | 14,7 | 16,8 | 19,8 | 19   | 17,8 | 18,1 | 18   | 18,8 | 20,6 | 21,8 | 22,9 | 21,6 | 23,8 |

Πίνακας 10: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από αιολική ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Our World in Data, 2024)

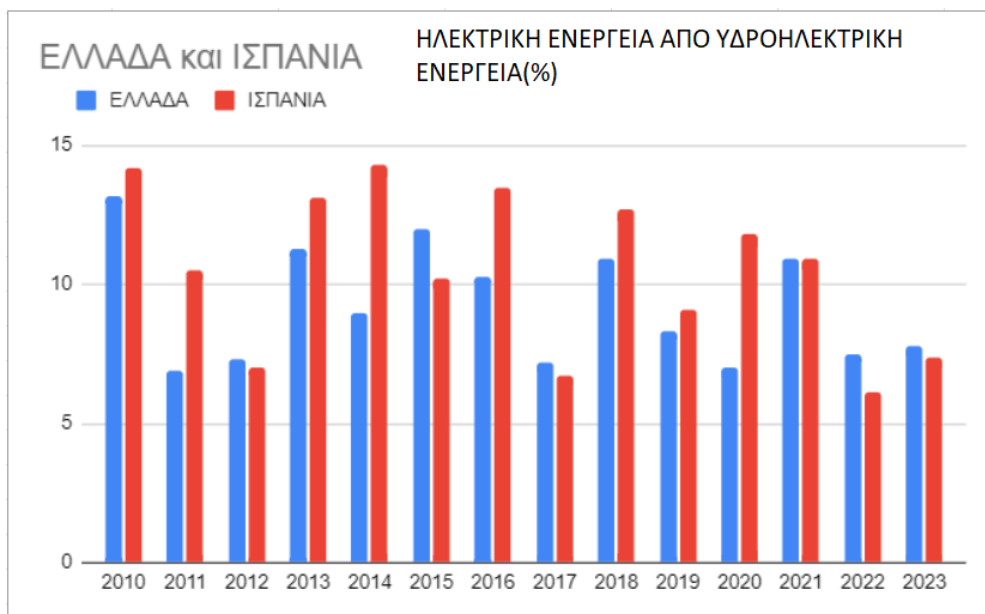


Εικόνα 41: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από αιολική ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Ιδίας Δημιουργίας) (Our World in Data, 2024)

Σχετικά με το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από υδροηλεκτρική ενέργεια, παρουσιάζονται αυξομειώσεις και για τις δύο χώρες κατά τα έτη 2010 έως 2023, σύμφωνα με τον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν. Οι δύο χώρες δεν έχουν αξιοσημείωτες διαφορές

|         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΛΛΑΔΑ  | 13,2 | 6,9  | 7,3  | 11,3 | 9    | 12   | 10,3 | 7,2  | 10,9 | 8,3  | 7    | 10,9 | 7,5  | 7,8  |
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 14,2 | 10,5 | 7    | 13,1 | 14,3 | 10,2 | 13,5 | 6,7  | 12,7 | 9,1  | 11,8 | 10,9 | 6,1  | 7,4  |

Πίνακας 11: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από υδροηλεκτρική ενέργεια για τα έτη 2010- 2023 (Our World in Data, 2024)

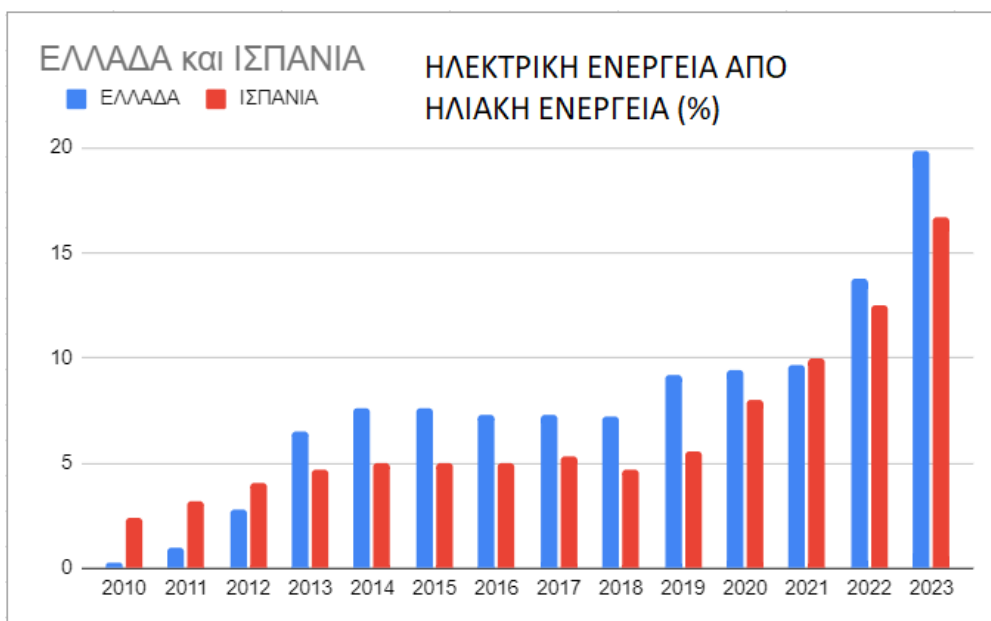


Εικόνα 42: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από υδροηλεκτρική ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Ιδίας Δημιουργίας) (Our World in Data, 2024)

Τέλος, αναφορικά με το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ηλιακή ενέργεια, και τα δύο κράτη μέλη παρουσιάζουν σταθερά αυξητική πορεία κατά το χρονικό διάστημα από το 2010 έως το 2023. Το υψηλότερο ποσοστό εντοπίζεται στην Ελλάδα, όπως επίσης και η μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση, σύμφωνα με τον πίνακα και το γράφημα που παρατίθενται ακολούθως.

|         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ΕΛΛΑΔΑ  | 0,3  | 1    | 2,8  | 6,5  | 7,6  | 7,6  | 7,3  | 7,3  | 7,2  | 9,2  | 9,4  | 9,7  | 13,8 | 19,9 |
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 2,4  | 3,2  | 4,1  | 4,7  | 5    | 5    | 5    | 5,3  | 4,7  | 5,6  | 8    | 10   | 12,5 | 16,7 |

Πίνακας 12: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ηλιακή ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Our World in Data, 2024)



Εικόνα 43: Ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ηλιακή ενέργεια για τα έτη 2010-2023 (Ιδίας Δημιουργίας) (Our World in Data, 2024)

## Κεφάλαιο 4ο: Συμπεράσματα και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

### 4.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα συγκριτική μελέτη ανέλυσε την εξέλιξη και τις προοπτικές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα και την Ισπανία, εξετάζοντας τέσσερις βασικούς δείκτες: το μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στην πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας (2010-2023), το μερίδιο ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, το ποσοστό ΑΠΕ που χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη, καθώς και το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρική παραγωγή.

Τα δεδομένα αποκαλύπτουν ότι η Ισπανία έχει επιτύχει μεγαλύτερη πρόοδο στην ενσωμάτωση των ΑΠΕ, αξιοποιώντας σε μεγάλο βαθμό την αιολική και ηλιακή ενέργεια. Η Ελλάδα, αν και έχει σημειώσει σημαντικές αυξήσεις στο μερίδιο ΑΠΕ, εξακολουθεί να βασίζεται περισσότερο σε συμβατικές μορφές ενέργειας, με τις υδροηλεκτρικές μονάδες να διατηρούν σταθερό ρόλο. Παρότι και οι δύο χώρες ακολούθησαν παρόμοιες ενεργειακές πολιτικές και επωφελήθηκαν από ευρωπαϊκά προγράμματα, οι επενδύσεις και οι τεχνολογικές καινοτομίες στην Ισπανία οδήγησαν σε ταχύτερη ανάπτυξη.

Ειδικότερα, η Ισπανία παρουσίασε υψηλότερο μερίδιο ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, αγγίζοντας το 50% το 2023, έναντι περίπου 42% στην Ελλάδα. Οι αιολικές εγκαταστάσεις στην Ισπανία καλύπτουν μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας από ό,τι στην Ελλάδα, ενώ η ηλιακή ενέργεια αυξάνεται σταθερά και στις δύο χώρες. Παράλληλα, η χρήση ΑΠΕ για θέρμανση και ψύξη στην Ελλάδα παραμένει χαμηλότερη από αυτήν της Ισπανίας, γεγονός που συνδέεται με τις διαφορές στη βιομηχανική ανάπτυξη και τα προγράμματα ενεργειακής απόδοσης.

Για την περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ και την ενίσχυση των ενεργειακών πολιτικών στην Ελλάδα, προτείνεται η διερεύνηση βέλτιστων πρακτικών μέσω της μελέτης των στρατηγικών που ακολούθησε η Ισπανία για την ταχύτερη διείσδυση των ΑΠΕ και η εφαρμογή προσαρμοσμένων πολιτικών. Επιπλέον, η ανάλυση των νέων τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας και η βελτίωση του ηλεκτρικού δικτύου είναι κρίσιμες για την υποστήριξη μεγαλύτερης ενσωμάτωσης ΑΠΕ.

Ακόμη, είναι απαραίτητη η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των οικονομικών κινήτρων, όπως επιδοτήσεις και φορολογικές ελαφρύνσεις, και η επίδρασή τους στην ανάπτυξη της αγοράς ΑΠΕ. Παράλληλα, η σύγκριση του κόστους και της περιβαλλοντικής απόδοσης των διαφορετικών τεχνολογιών ΑΠΕ μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των στρατηγικών ενεργειακής μετάβασης. Τέλος, η μελέτη της κοινωνικής αποδοχής των πολιτών απέναντι στην ανάπτυξη νέων έργων ΑΠΕ και η ανάλυση των κοινωνικών παραγόντων που επηρεάζουν την υιοθέτηση βιώσιμων λύσεων μπορούν να διαμορφώσουν μια πιο ολοκληρωμένη στρατηγική ανάπτυξης του τομέα.

Η ενίσχυση της έρευνας και των επενδύσεων στις ΑΠΕ είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της ενεργειακής βιωσιμότητας και της περιβαλλοντικής προστασίας. Η Ελλάδα μπορεί να επωφεληθεί από τις εμπειρίες της Ισπανίας και να προσαρμόσει στρατηγικές για τη βελτίωση της ενεργειακής μετάβασης, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα οικονομική και περιβαλλοντική σταθερότητα.

## 4.2 Μελλοντική Έρευνα

Για την περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ και την ενίσχυση των ενεργειακών πολιτικών στην Ελλάδα, προτείνεται η διερεύνηση βέλτιστων πρακτικών μέσω της μελέτης των στρατηγικών που ακολούθησε η Ισπανία για την ταχύτερη διείσδυση των ΑΠΕ και η εφαρμογή προσαρμοσμένων πολιτικών. Επιπλέον, η ανάλυση των νέων τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας και η βελτίωση του ηλεκτρικού δικτύου είναι κρίσιμες για την υποστήριξη μεγαλύτερης ενσωμάτωσης ΑΠΕ.

Ακόμη, είναι απαραίτητη η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των οικονομικών κινήτρων, όπως επιδοτήσεις και φορολογικές ελαφρύνσεις, και η επίδρασή τους στην ανάπτυξη της αγοράς ΑΠΕ. Παράλληλα, η σύγκριση του κόστους και της περιβαλλοντικής απόδοσης των διαφορετικών τεχνολογιών ΑΠΕ μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των στρατηγικών ενεργειακής μετάβασης. Τέλος, η μελέτη της κοινωνικής αποδοχής των πολιτών απέναντι στην ανάπτυξη νέων έργων ΑΠΕ και η ανάλυση των κοινωνικών παραγόντων που επηρεάζουν την υιοθέτηση βιώσιμων λύσεων μπορούν να διαμορφώσουν μια πιο ολοκληρωμένη στρατηγική ανάπτυξης του τομέα.

Η ενίσχυση της έρευνας και των επενδύσεων στις ΑΠΕ είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της ενεργειακής βιωσιμότητας και της περιβαλλοντικής προστασίας. Η Ελλάδα μπορεί να επωφεληθεί από τις εμπειρίες της Ισπανίας και να προσαρμόσει στρατηγικές για τη βελτίωση της ενεργειακής μετάβασης, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα οικονομική και περιβαλλοντική σταθερότητα.

Η μελλοντική έρευνα μπορεί να εστιάσει σε διάφορους τομείς που σχετίζονται με την ανάπτυξη των ΑΠΕ και την ενεργειακή μετάβαση. Ορισμένοι από τους βασικούς τομείς που απαιτούν περαιτέρω μελέτη περιλαμβάνουν την αποθήκευση ενέργειας και την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων, μέσω προηγμένων τεχνολογιών αποθήκευσης, όπως οι συσσωρευτές μεγάλης κλίμακας και τα συστήματα διαχείρισης δικτύου, που μπορούν να αυξήσουν την αξιοπιστία των ΑΠΕ. Επιπλέον, η συνδυαστική χρήση ΑΠΕ και υδρογόνου αποτελεί μία υποσχόμενη λύση, καθώς η παραγωγή πράσινου υδρογόνου μπορεί να συμβάλει στη μακροχρόνια αποθήκευση ενέργειας και τη χρήση του σε βιομηχανικές εφαρμογές. Εξίσου σημαντική είναι η διερεύνηση της οικονομικής και κοινωνικής βιωσιμότητας των ΑΠΕ, μέσω της ανάλυσης των επιπτώσεων στις τοπικές κοινωνίες και οικονομίες και της ενίσχυσης της κοινωνικής αποδοχής. Παράλληλα, η τεχνολογική βελτίωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η υπεράκτια αιολική ενέργεια και οι καινοτόμες ηλιακές τεχνολογίες, μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της απόδοσης και της οικονομικής βιωσιμότητας. Τέλος, η συγκριτική μελέτη ενεργειακών πολιτικών και ρυθμιστικών πλαισίων διαφορετικών χωρών μπορεί να αποκαλύψει βέλτιστες πρακτικές που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στην Ελλάδα. Η εστίαση στους παραπάνω τομείς θα ενισχύσει τη στρατηγική ενεργειακής μετάβασης και θα συμβάλει στην επίτευξη των στόχων για μείωση των εκπομπών άνθρακα και βιώσιμη ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Eurostat, "Renewable energy statistics," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable\\_energy\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics)]
1. European Commission, "Renewable Energy Directive," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules_en)]
2. International Energy Agency (IEA), "Renewables 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>]
3. European Environment Agency (EEA), "Renewable energy in Europe – 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2024>]
4. Eurostat, "Energy balance sheets," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances>]
5. European Commission, "Clean energy for all Europeans package," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en)]
6. International Renewable Energy Agency (IRENA), "Renewable Energy Statistics 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.irena.org/publications/2024/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2024>]
7. Ember, "European Electricity Review 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2024/>]
8. Our World in Data, "Energy production and consumption," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>]
9. Greece in Figures, "Energy Statistics," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://greeceinfigures.com/energy-statistics>]
10. European Commission, "State of the Energy Union 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/energy-union/state-energy-union\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/energy-union/state-energy-union_en)]
11. Eurostat, "Energy prices and costs in Europe," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-prices-and-costs\\_en](https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-prices-and-costs_en)]
12. European Commission, "2030 Climate & Energy Framework," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en)]
13. International Energy Agency (IEA), "World Energy Outlook 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>]
14. European Environment Agency (EEA), "Trends and projections in Europe 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2024>]
15. Ember, "Global Electricity Review 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2024/>]

16. International Renewable Energy Agency (IRENA), "Global Renewables Outlook 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.irena.org/publications/2024/Apr/Global-Renewables-Outlook-2024>]
17. Eurostat, "Energy intensity statistics," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_intensity\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_intensity_statistics)]
18. European Commission, "Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration/hydrogen_en)]
19. International Energy Agency (IEA), "Energy Technology Perspectives 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>]
20. European Environment Agency (EEA), "Renewable energy in Europe – 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2024>]
21. Ember, "EU Power Sector in 2024," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://ember-climate.org/insights/research/eu-power-sector-in-2024/>]
22. Our World in Data, "Renewable Energy," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>]
23. Greece in Figures, "Renewable Energy Statistics," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://greeceinfigures.com/renewable-energy-statistics>]
24. European Commission, "Offshore Renewable Energy Strategy," 2024.  
[Διαθέσιμο: [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/offshore-renewable-energy\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/offshore-renewable-energy_en)]
25. International Energy Agency (IEA), "Energy Policies of IEA Countries: European Union 2024 Review," 2024.  
[Διαθέσιμο: <https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-european-un>]

