

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»**

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανδρομάχη Γ. Μαστρογιαννάκη

Επιβλέπων : Άγγελος Τσακανίκας, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2025

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανδρομάχη Γ. Μαστρογιαννάκη

Επιβλέπων : Άγγελος Τσακανίκας, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 21^η Οκτωβρίου 2025.

.....

Άγγελος Τσακανίκας

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ασκούνης Δημήτριος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ιωάννης Ψαρράς

Ομότιμος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2025

Ανδρομάχη Γ. Μαστρογιαννάκη
Διπλωματούχος Μηχανικός Ορυκτών Πόρων
Κάτοχος Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Τεχνοοικονομικά συστήματα» της
Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ

Copyright © Ανδρομάχη Μαστρογιαννάκη, 2025.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία εξετάζει την επίδραση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην κατανάλωση ενέργειας και στο κόστος παραγωγής στην Ελλάδα, στο πλαίσιο της ενεργειακής μετάβασης προς βιώσιμες μορφές. Αρχικά, παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο των ΑΠΕ, αναλύοντας τα πλεονεκτήματα (ανεξάντλητοι πόροι, μείωση εκπομπών, ενεργειακή αυτάρκεια) και τα μειονεκτήματα (υψηλό αρχικό κόστος, εξάρτηση από γεωγραφικούς παράγοντες, περιβαλλοντικές επιπτώσεις). Ακολουθεί ανάλυση της σημερινής κατάστασης στην Ελλάδα, με έμφαση στο θεσμικό πλαίσιο, το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος (ΕΣΕΚ), καθώς και στη στρατηγική για το 2030.

Στη συνέχεια εξετάζονται οι επιδράσεις των ΑΠΕ στην κατανάλωση και το κόστος ενέργειας, οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές διαστάσεις, καθώς και οι προοπτικές για την επόμενη δεκαετία. Παρουσιάζονται νέες τεχνολογίες (υψηλής απόδοσης φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες νέας γενιάς, αποθήκευση ενέργειας, έξυπνα δίκτυα) και πιθανά σενάρια ανάπτυξης. Η μελέτη περίπτωσης των φωτοβολταϊκών στη Βόρεια Εύβοια δείχνει τα οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη αλλά και τις προκλήσεις τοπικής εφαρμογής.

Η εργασία καταλήγει ότι η Ελλάδα διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα για την ανάπτυξη ΑΠΕ, αλλά απαιτούνται στοχευμένες πολιτικές για μείωση κόστους, κοινωνική αποδοχή και ενίσχυση της ενεργειακής δημοκρατίας. Οι προτάσεις επικεντρώνονται στη βιώσιμη ανάπτυξη, στην ενίσχυση της καινοτομίας και στην ενεργό συμμετοχή των πολιτών.

Λέξεις κλειδιά: φωτοβολταϊκά, ΑΠΕ, κατανάλωση ενέργειας, επιπτώσεις, παραγωγικά κόστη, ενεργειακή δημοκρατία.

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

ABSTRACT

The study investigates the impact of Renewable Energy Sources (RES) on energy consumption and production costs in Greece, within the framework of the energy transition towards sustainability. It begins with a theoretical background, analyzing the advantages (inexhaustible resources, emission reduction, energy independence) and disadvantages (high initial costs, geographic dependence, potential environmental impacts) of RES. The current situation in Greece is then explored, focusing on the regulatory framework, the National Energy and Climate Plan (NECP), and the national strategy for 2030.

The analysis highlights the effects of RES on consumption, production costs, social acceptance, and environmental implications, as well as projections for the next decade. It discusses emerging technologies (high-efficiency photovoltaics, next-generation wind turbines, energy storage, smart grids) and possible development scenarios. A case study of photovoltaic projects in Northern Evia demonstrates the economic, social, and environmental benefits, alongside the challenges of local implementation.

The research concludes that Greece holds significant potential for RES development, yet targeted policies are required to reduce costs, improve social acceptance, and enhance energy democracy. The proposed measures focus on sustainable growth, technological innovation, and active citizen participation in the energy transition.

Keywords: photovoltaics, RES, energy consumption, impacts, production costs, energy democracy.

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο Εισαγωγή.....	12
1.1 Σκοπός και στόχοι της εργασίας	12
1.2 Μεθοδολογία.....	13
1.3 Δομή της εργασίας	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο Θεωρητικό Πλαίσιο	15
2.1 Εισαγωγική ανάλυση.....	15
2.2 Πλεονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	16
2.3 Μειονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	18
2.4 Ηλιακή ενέργεια	19
2.4.1 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο	20
2.5 Αιολική ενέργεια	21
2.5.1 Ανεμογεννήτριες.....	22
2.6 Υδροηλεκτρική ενέργεια	23
2.6.1 Τύποι υδροηλεκτρικών σταθμών.....	24
2.7 Βιομάζα	26
2.7.1 Εφαρμογές βιομάζας	27
2.8 Γεωθερμική ενέργεια.....	30
2.8.2 Εφαρμογές γεωθερμικής ενέργειας	31
2.9 Θαλάσσια ενέργεια	32
2.9.1 Κυματική ενέργεια.....	32
2.9.2 Παλιρροϊκή ενέργεια	33
2.9.3 Ενέργεια θερμικών κλίσεων	34
2.9.4 Οσμωτική ενέργεια	35
2.10 Νομικό και θεσμικό πλαίσιο στην Ε.Ε.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Παρούσα Κατάσταση στην Ελλάδα	38
3.1 Εισαγωγική ανάλυση.....	38
3.2 Θεσμικό πλαίσιο.....	41

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.3 Εθνικό Σχέδιο ενέργειας και Κλίματος (ΕΣΕΚ)	43
3.4 Εθνική στρατηγική για 2030.....	48
3.4.1 Εθνικοί στόχοι για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	49
3.4.2 Μέτρα και πολιτικές	50
3.5 Ο ρόλος των ΑΠΕ στην εθνική οικονομία.....	55
3.6 Η Ελλάδα στο δείκτη RECAL.....	59
<i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο Κατανάλωση ενέργειας και κόστος παραγωγής στην Ελλάδα ...</i>	<i>60</i>
4.1 Οικονομικά οφέλη και θέσεις εργασίας	60
4.2 Κοινωνική αποδοχή και περιβαλλοντικές επιπτώσεις	61
4.3 Ζητήματα ενεργειακής δημοκρατίας και δικαιοσύνης.....	64
4.3.1 Η ενεργειακή μετάβαση προς καθαρές μορφές ενέργειας	64
4.3.2 Ενεργειακή δημοκρατία	64
4.3.3 Ενεργειακή δικαιοσύνη	65
4.4 Προβλέψεις για την επόμενη δεκαετία.....	66
4.4.1 Μετασχηματισμός του ενεργειακού μείγματος	67
4.4.2 Ανάπτυξη υποδομών και τεχνολογιών	67
4.4.3 Κατανάλωση και εξοικονόμηση ενέργειας.....	68
4.4.4 Οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις	68
4.4.5 Προκλήσεις	69
4.5 Νέες τεχνολογίες και καινοτομίες στις ΑΠΕ.....	70
4.5.1 Φωτοβολταϊκά υψηλής απόδοσης.....	70
4.5.2 Αιολική ενέργεια νέας γενιάς	71
4.5.3 Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.....	72
4.5.4 Έξυπνα δίκτυα και ψηφιακές τεχνολογίες	72
4.5.5 Καινοτομίες στη βιομάζα και γεωθερμία.....	73
4.6 Πιθανά σενάρια ανάπτυξης και οι επιπτώσεις τους.....	73
4.6.1 Μεταβατικό σενάριο – Σταδιακή πρόοδος με εμπόδια-Επιπτώσεις.....	74
4.6.2 Επιταχυνόμενο σενάριο – Πράσινη ανάπτυξη και καινοτομία-επιπτώσεις	76
4.7 Η θέση της Ελλάδας στον διεθνή ενεργειακό χάρτη.....	77
4.7.1 Στρατηγικά πλεονεκτήματα	77
4.7.2 Ενεργειακά έργα διεθνούς σημασίας	78
4.7.3 Συμμετοχή σε διεθνείς οργανισμούς και συμμαχίες	78
Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη	10

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

4.7.4 Στόχος- Ενεργειακή εξωστρέφεια και ηγετικός ρόλος.....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο Μελέτη Περίπτωσης.....	81
5.1 Εισαγωγή.....	81
5.2 Ανάλυση Μελέτης Περίπτωσης	82
5.2.1 Περιγραφή της περίπτωσης: Φωτοβολταϊκά στη Βόρεια Εύβοια	84
5.2.2 Οικονομικές επιδράσεις	85
5.3 Κοινωνικές επιδράσεις.....	85
5.4 Περιβαλλοντικές επιδράσεις	86
5.5 Συμπεράσματα μελέτης περίπτωσης.....	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο Συμπεράσματα και Προτάσεις Πολιτικής.....	92
6.1 Σύνοψη βασικών ευρημάτων.....	92
6.2 Κρίσιμα ζητήματα προς αντιμετώπιση.....	93
6.3 Προτάσεις για βιώσιμη ανάπτυξη των ΑΠΕ.....	98
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο Επίλογος	100
Βιβλιογραφία.....	102
Νομολογίες.....	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο Εισαγωγή

1.1 Σκοπός και στόχοι της εργασίας

Η παρούσα μελέτη σκοπεύει να διερευνήσει την επίδραση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) τόσο στην κατανάλωση ενέργειας όσο και στις δαπάνες παραγωγής στην Ελλάδα, στο πλαίσιο της στροφής προς μια πιο βιώσιμη και φιλική για το περιβάλλον ενεργειακή δράση. Βασικά στοιχεία όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η βιομάζα και η γεωθερμική ενέργεια χρησιμεύουν ως βασικά θεμέλια για την επίτευξη εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων που αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη βελτίωση της ενεργειακής αυτάρκειας. Η Ελλάδα, προικισμένη με άφθονους φυσικούς πόρους, προσφέρει σημαντικές προοπτικές για την αξιοποίηση αυτών των πηγών ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα αντιμετωπίζει προκλήσεις που σχετίζονται με το κόστος, την κοινωνική αποδοχή και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Οι στόχοι της παρούσας εργασίας περιλαμβάνουν την ανάλυση του θεωρητικού πλαισίου των ΑΠΕ, η οποία περιλαμβάνει μια διερεύνηση των χαρακτηριστικών, των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων που σχετίζονται με τους διαφορετικούς τύπους ΑΠΕ, παράλληλα με την ανασκόπηση των νομικών και θεσμικών πλαισίων τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Επιπλέον, διεξάγει εξέταση των σημερινών συνθηκών στην Ελλάδα, η οποία περιλάμβανε αξιολόγηση της ένταξης των ΑΠΕ στο εθνικό ενεργειακό μείγμα, ανάλυση του Εθνικού Σχεδίου Ενέργειας και Κλίματος (ΕΣΕΚ) και διερεύνηση της θέσης της Ελλάδας στο διεθνές ενεργειακό τοπίο.

Ακόμα, πραγματοποιεί ανάλυση των επιπτώσεων στην κατανάλωση και τα έξοδα και εστιάζει στην επίδραση των ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας, στο κόστος παραγωγής και στην ευρύτερη οικονομία, παράλληλα με την αξιολόγηση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών συνεπειών. Για να ενισχυθούν όλα τα παραπάνω χρησιμοποιείται μία μελέτη περίπτωση με λεπτομερή αξιολόγηση μιας συγκεκριμένης πρωτοβουλίας ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά συστήματα στη Βόρεια Εύβοια) για την απόκτηση γνώσεων σχετικά με τις πρακτικές επιπτώσεις και τα

εμπόδια που συναντώνται κατά την εκτέλεση τέτοιων έργων. Τέλος, επιδίωξε την ανάπτυξη προτάσεων με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα, με επίκεντρο την ενίσχυση της ενεργειακής δημοκρατίας και δικαιοσύνης. Η παρούσα μελέτη φιλοδοξεί να παρουσιάσει μια διεξοδική επισκόπηση του ρόλου των ΑΠΕ στην ενεργειακή μετάβαση της Ελλάδας, δίνοντας έμφαση στις διάφορες ευκαιρίες και προκλήσεις που προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία.

1.2 Μεθοδολογία

Προκειμένου να επιτευχθούν οι προαναφερθέντες στόχοι, η εργασία χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό μεθόδων έρευνας, που ενσωματώνει βιβλιογραφική ανασκόπηση και μελέτη περίπτωσης. Η ανασκόπηση βιβλιογραφίας περιλαμβάνει τη συγκέντρωση και εξέταση επιστημονικών άρθρων, εκθέσεων και επίσημων εγγράφων τόσο από ελληνικούς όσο και διεθνείς φορείς, συμπεριλαμβανομένων οργανισμών όπως το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και το Διεθνές Οργανισμό Ενέργειας. Το αντικείμενο της έρευνας περιλαμβάνει θέματα όπως οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το ρυθμιστικό πλαίσιο, καθώς και οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες.

Η μελέτη περίπτωσης αφορά την παρουσίαση ενός ορισμένου έργου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συγκεκριμένα των φωτοβολταϊκών στη Βόρεια Εύβοια, για τη διερεύνηση των οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε τοπικό επίπεδο. Αυτή η ανάλυση χρησιμοποιεί δεδομένα που προέρχονται από πρόσφατες δημοσιεύσεις και αναφορές. Η μεθοδολογία χρησιμοποιεί τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές στρατηγικές για την παροχή μιας ενδεδειγμένης ανάλυσης. Επιπλέον, υπογραμμίζει μια διεπιστημονική προσέγγιση ενσωματώνοντας πτυχές από την ενεργειακή πολιτική, την οικονομία, την κοινωνιολογία και την περιβαλλοντική επιστήμη.

1.3 Δομή της εργασίας

Η εργασία είναι δομημένη σε επτά κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

παρουσιάζει τον σκοπό, τους στόχους, τη μεθοδολογία και τη δομή της εργασίας. Το κεφάλαιο 2 παρέχει το θεωρητικό υπόβαθρο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναλύοντας τα είδη, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, ενώ το κεφάλαιο 3 εστιάζει στην παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα, εξετάζοντας το θεσμικό πλαίσιο και τη στρατηγική της χώρας για την ενεργειακή μετάβαση έως το 2030.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναλύει τα στοιχεία που συνδέονται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας και την αντίστοιχη δαπάνη παραγωγής στην Ελλάδα, και τις επιπτώσεις των ΑΠΕ. Το κεφάλαιο 5 παρουσιάζει τη μελέτη περίπτωσης με συγκεκριμένη εφαρμογή ΑΠΕ στη Βόρεια Εύβοια. Τέλος τα κεφάλαια 6 και 7 συνοψίζουν τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας και διατυπώνει προτάσεις πολιτικής για τη βιώσιμη ενσωμάτωση των ΑΠΕ και ο επίλογος της εργασίας αναφέρει τελικές σκέψεις και μελλοντικές προοπτικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1 Εισαγωγική ανάλυση

Η αειφόρος ανάπτυξη αποτελεί μια προσέγγιση προσανατολισμένη στο μέλλον, η οποία επιδιώκει να δημιουργήσει έναν τρόπο ζωής. Στον 21^ο αιώνα, η βιωσιμότητα σήμερα βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος σε όλο τον κόσμο. Η έννοια της αειφορίας έχει αναπτυχθεί στη βιώσιμη ανάπτυξη, ειδικά στο πλαίσιο της βιώσιμης βιοποριστικής ζωής. Ο τελικός στόχος είναι η προστασία του οικοσυστήματος (Okampro, & Nwulu, 2021).

Ο όρος αειφόρος ανάπτυξη απέκτησε διεθνή σημασία μέσα από την έκθεση της Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη το 1987. Από τότε αυτή η ιδέα έχει συμπεριληφθεί στις πιο πολλές κρατικές υπηρεσίες. Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η ισορροπία και η ανισορροπία στην οικονομική ανάπτυξη και την κοινοτική ανάπτυξη, που έχουν επηρεάσει συνολικά τη Γη, το νερό και τους φυσικούς πόρους. Κάποια από αυτά τα προβλήματα είναι τόσο σημαντικά που απειλούν τη ζωή κάποιων τοπικών κοινοτήτων και έχουν οδηγήσει σε διεθνείς αναταραχές (Aghaei, et al., 2022).

Τον 20^ο αιώνα, η παγκόσμια κατανάλωση τροφίμων έχει σημειώσει ραγδαία αύξηση εξαιτίας της χρήσης ορυκτών καυσίμων. Τον 21^ο αιώνα, η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας πρόκειται να συνεχίσει να αυξάνεται, εξαιτίας της βιομηχανικής επέκτασης. Ο ακρογωνιαίος λίθος, ανεξάρτητα από την πηγή ενέργειας, είναι η εστίαση στην αποτελεσματική τροποποίηση, το διαμοιρασμό και αξιοποίησή της για την σωστή διευθέτηση αυτών των προβλημάτων (Panagopoulos, 2021).

Οι φυσικοί πόροι, όπως ο ήλιος και ο άνεμος, τροφοδοτούν με αποδοτική και βιώσιμη ενέργεια. Ονομάζονται "φυσικές" επειδή δεν περιέχουν χημικές ουσίες διαφορετικές από τους προκατόχους τους. Αυτά τα φυσικά συστατικά βασίζονται στην ενέργεια, σε αντίθεση με τις χημικές αντιδράσεις όπως η θερμότητα. Ο συνδυασμός ΑΠΕ και άλλων τύπων ενέργειας καταδεικνύει την ικανότητά τους να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών. Η

Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη της, αναγνωρίζοντας την πολυπλοκότητα των ΑΠΕ, προωθούν πολιτικές που ενθαρρύνουν την ανάπτυξή τους, ενισχύουν τις οικονομίες τους και επιτυγχάνουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους. (Okampo, & Nwulu, 2021).

Οι νέες πηγές ενέργειας είναι βασικές για την προώθηση μιας αειφόρου, οικολογικής και προσιτής ηλεκτροπαραγωγής. Η στροφή αυτή θεωρείται επιβεβλημένη ούτως ώστε να παραμεριστούν οι παραδοσιακές τεχνικές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εξαιτίας της όλο και μεγαλύτερης παγκόσμιας ζήτησης. Το κυριότερο γεγονός είναι ότι τα ορυκτά καύσιμα δεν έχουν τη δυνατότητα επανάχρησης, μιας και τα αποθέματα θεωρούνται πλέον εξαντλημένα χωρίς καμία χρησιμότητα. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έχουν καθιερωθεί καινοτόμες ενεργειακές τεχνολογίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ούτως ώστε να αντιμετωπιστούν σημερινά περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι ΑΠΕ πέρα από την συνεισφορά τους στη βιωσιμότητα είναι και οικονομικά αποδοτικές μειώνοντας το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μιας και η ενέργεια παράγεται με χρήση φυσικών πόρων (Ranjan, & Shankar, 2022).

Η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας που δημιουργείται από τράπεζα στην οποία είναι αποθηκευμένη μπορεί να αποτελέσει πηγή εισοδήματος για τους χρήστες. Ωστόσο, παρά την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), η ανάπτυξη ηλεκτρικής ενέργειας ως επί το πλείστον οφείλεται στην αξιοποίηση του ορυκτού πλούτου. Αυτό οφείλεται στο υψηλό κόστος των τεχνολογιών ΑΠΕ, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, και το υψηλό κόστος που σχετίζεται με αυτές. Ερευνητές σε όλο τον κόσμο εργάζονται σκληρά για να βελτιώσουν την απόδοση των ΑΠΕ και τα συναφή προβλήματα τους, ώστε να γίνουν πιο αξιόπιστες και οικονομικές εναλλακτικές λύσεις (Sayed, et al., 2023).

2.2 Πλεονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα Συστήματα (ΑΠΕ) Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας προβάλλονται ως βασικός παράγοντας ο οποίος κατευθύνει τον κόσμο προς ένα σύστημα πράσινης ενέργειας. Τα οφέλη τους είναι αρκετά και ορίζουν μια ήπια μορφή ενέργειας απαραίτητη για τη μετατροπή της ανανεώσιμης ενέργειας. Αρχικά, οι ΑΠΕ κρίνονται ως αστείρευτες σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα. Επίσης, αποτελούν τη λύση στο πρόβλημα των ρυπογόνων εκπομπών, προσφέροντας ισορροπημένη παροχή αερίων του θερμοκηπίου και άλλων αερίων αλλάζοντας τους παράγοντες οι οποίοι οδηγούν σε μείωση ρυπογόνων παραγόντων (Okampo & Nwulu, 2021).

Μια άλλη επίσης σημαντική αναφορά έχει να κάνει με το ότι οι ΑΠΕ είναι ο μελλοντικός ηγέτης, μιας και αναμένεται να συμβάλουν στην αυτάρκεια και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Επιπλέον, η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας οδηγεί σε αυξημένη ενεργειακή απόδοση και χρήση ενέργειας. Με τη δυνατότητα κατασκευής και χρήσης ενέργειας αποτελεσματικά, η εξάρτηση από μεγάλα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και διασυνδεδεμένα συστήματα ισχύος ελαττώνεται. Αυτό όχι μόνο βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση, αλλά και μειώνει τις απώλειες ενέργειας που σχετίζονται με τη μετάδοση ισχύος σε μεγάλες αποστάσεις, γεγονός που αυξάνει την ενεργειακή απόδοση και μειώνει τις εκπομπές. Επιπλέον, η ανάπτυξη υποδομών μπορεί να ενδυναμώσει την εθνική οικονομία και να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας (Maradin, 2021).

Συχνά, οι ΑΠΕ θεωρούνται κρίσιμες λύσεις για τη συνεχή πρόοδο και ανασυγκρότηση σε περιοχές οι οποίες υποφέρουν από κοινωνικές και οικονομικές κρίσεις, ενθαρρύνοντας κάθε είδους επένδυση. Ένα ιδιαίτερα σημαντικό αποτέλεσμα αυτών των πάγιων επενδύσεων είναι η δημιουργία καινοτόμων εργασιακών θέσεων, ωθώντας ακόμα περισσότερο τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε αυτές τις κοινότητες και την οικονομική ανάπτυξη (Okampo & Nwulu, 2021).

Όπως είναι γνωστό οι ΑΠΕ θεωρούνται σημαντικός τομέας της βιώσιμης ενεργειακής πολιτικής που εμπεριέχει διάφορους τύπους ηλιακής, αιολικής, Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

υδροηλεκτρικής και γεωθερμικής ενέργειας. Η ευελιξία τους επιτρέπει τη χρήση τους σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την ηλεκτρική ενέργεια και τη θέρμανση, μέχρι τις μεταφορές και τη βιομηχανική χρήση. Το βασικό θετικό στοιχείο των ΑΠΕ είναι το χαμηλό κόστος λειτουργίας, που οφείλεται στην έλλειψη ενεργειακών πόρων. Επιπλέον, η χρηματοοικονομική τους σταθερότητα αυξάνεται επειδή είναι λιγότερο εκτεθειμένοι σε παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές κρίσεις και ασταθείς τιμές του πετρελαίου, καθιστώντας τους πιο ανθεκτικούς (Melnyk et al., 2021).

2.3 Μειονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Πέρα από τα προαναφερόμενα οφέλη, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας συσχετίζονται και με κάποια μειονεκτήματα, τα οποία είναι άξια αναφοράς. Είναι γεγονός ότι οι ΑΠΕ αποτελούν ένα μικρό αριθμός πραγμάτων. Με άλλα λόγια, απαιτείται μεγάλο αρχικό κόστος για τοποθέτηση-αξιοποίηση ενώ απαιτεί εκτεταμένες εκτάσεις γης, καθιστώντας τα κατάλληλα ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αποτέλεσμα των περιορισμένων συνθηκών παραγωγής είναι η αδυναμία κάλυψης της πλήρους ζήτησης ενέργειας στα μεγάλα αστικά κέντρα. (Aghaei, et al., 2022).

Επίσης, οι ΑΠΕ έχουν άμεση εξάρτηση και σχέση το κλίμα και το γεωγραφικό πλάτος της χώρας, μειώνοντας την ανάπτυξη και την παραγωγή της. Οι ανεμογεννήτριες αρκετές φορές αποφεύγονται εξαιτίας του θορύβου που δημιουργούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των χώρων διαβίωσης γύρω από τις κατοικημένες περιοχές. Φυσικά, οι τεχνολογικές εξελίξεις μπορούν να λύσουν αυτά τα προβλήματα (Moriarty, & Honnery, 2022). Τέλος, σε κάποιες περιπτώσεις ενδέχεται να υπάρχουν και περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως επί παραδείγματι τα υδροηλεκτρικά έργα είναι δυνατόν να απελευθερώσουν μεθάνιο από την αποσύνθεση των υποβρύχιων φυτών, κάτι το οποίο που μπορεί να βλάψει τους κατοίκους που διαμένουν στην περιοχή (Freires, et al., 2023).

2.4 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια, μια ενέργεια με ιστορικές καταβολές, έχει αναπτυχθεί εδώ και δεκαετίες. Από τη χρήση κατόπτρων στην αρχαία Ελλάδα και τη Ρώμη, μέχρι την ανακάλυψη των φωτοβολταϊκών και τη δημιουργία των πρώτων ηλιακών κυψελών, η ηλιακή ενέργεια έχει προχωρήσει πολύ. Στη δεκαετία του 1960, τα διαστημικά ταξίδια έγιναν ένα σημαντικό μέλημα, τροφοδοτούμενο από την ανάπτυξη της ηλιακής τεχνολογίας και η κρίση του πετρελαίου το κατέστησε εναλλακτική πηγή ενέργειας. Σήμερα, χάρη στην καινοτομία, το χαμηλό κόστος και την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, η ηλιακή ενέργεια γίνεται αποδεκτή παγκοσμίως, προσφέροντας μια πολλά υποσχόμενη λύση για μελλοντική ενεργειακή ασφάλεια (Aghaei, et al., 2022).

Η ηλιακή ενέργεια, ως ακρογωνιαίος λίθος των ανανεώσιμων πηγών, αξιοποιείται μέσω σύγχρονων τεχνολογιών που συλλαμβάνουν το ηλιακό φως και τα φωτόνια που περιέχει, μετατρέποντάς τα σε ηλεκτρική ενέργεια ή θερμότητα. Η απεριόριστη και ανεξάντλητη φύση του ήλιου καθιστά την ηλιακή ενέργεια μια ζωτικής σημασίας μορφή πράσινης ενέργειας. Ανάλογα με την τεχνολογία χρήσης, τα ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: παθητικά, ενεργά και φωτοβολταϊκά. Τα παθητικά συστήματα, μέσω έξυπνου σχεδιασμού κτιρίων και εξοπλισμού, επιτρέπουν την προσαρμογή στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, μειώνοντας την ανάγκη για παραγωγή ενέργειας μέσω αντλιών ή άλλων συσκευών, προσφέροντας μια φυσική και αποδοτική λύση θέρμανσης και ψύξης (Okampo & Nwulu, 2021).

Ο σκοπός των παθητικών συστημάτων είναι να αυξήσουν όσο το δυνατόν περισσότερο την εισροή θερμότητας και να αποδίδουν καλύτερα όταν δεν υπάρχει εξωτερική πηγή ενέργειας ή ανθρώπινη δραστηριότητα. Η τεχνολογία ηλιακής ενέργειας αξιοποιεί τη θερμότητα η οποία προκύπτει από τον ήλιο, μέσα από ηλιακούς συλλέκτες και τεχνολογικά συστήματα για τη σύλληψη, μεταφορά και αποθήκευση ηλιακής ενέργειας (Okampo & Nwulu, 2021).

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα, ως νέος τρόπος αποθήκευσης ενέργειας, βασίζονται σε ένα θεμελιώδες φαινόμενο της φυσικής, την Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

αλληλεπίδραση φωτός και ημιαγωγών. Ο πυρήνας του συστήματος είναι ένας τεχνητός ημιαγωγός, συνήθως πυρίτιο, που απορροφά φωτόνια δηλαδή τα βασικά στοιχεία που δημιουργούν το φως. Όταν ένα φωτόνιο συλλαμβάνεται, μεταφέρει ενέργεια στα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού, διαχωρίζοντάς τα από τους ατομικούς τους πυρήνες. Η απελευθέρωση αυτών των ηλεκτρονίων δημιουργεί ηλεκτρισμό, ο οποίος μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε χρησιμοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια (Okampo & Nwulu, 2021).

2.4.1 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Η φωτοβολταϊκή ενέργεια είναι ένα είδος ηλιακής ενέργειας, που μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική με τη χρήση ηλιακών κυψελών. Τα μεμονωμένα ηλιακά κύτταρα βρίσκονται μέσα σε πάνελ, και μπορούν να τοποθετηθούν σε σειρές, για την καλύτερη και άμεση παραγωγή ενέργειας. Οι μετατροπείς μεταβάλλουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, η οποία είναι συνεχές ρεύμα (DC), σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), που είναι συμβατό με το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα οφέλη τους, εμπεριεχόμενης της βιωσιμότητας, του χαμηλού αποτυπώματος άνθρακα και της ανεξαρτησίας του δικτύου, τα έχουν κάνει δημοφιλή επιλογή μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Aghaei, et al., 2022).

Σήμερα, συνεχίζουν να υφίστανται προβλήματα και με την αποθήκευση ενέργειας και την παραγωγή ενέργειας. Η συνεχής έρευνα και ανάπτυξη αποτελεί σημαντικό μέρος της ανάπτυξης της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας. Στοχεύει στη βελτίωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πάνελ, στη μείωση του κόστους παραγωγής και επένδυσης και στην επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με την αποθήκευση και χρήση ενέργειας. Μέσω αυτών των προσπαθειών η συγκεκριμένη τεχνολογία θα ασκήσει μεγάλη επίδραση στην παγκόσμια μετάβαση σε ένα βιώσιμο, ενεργειακά αποδοτικό και ανανεώσιμο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας στο εγγύς μέλλον (Aghaei, et al., 2022).

2.5 Αιολική ενέργεια

Οι πρώτες αιολικές συσκευές υπάρχουν εδώ και χιλιάδες χρόνια. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, αυτά τα συστήματα αναπτύχθηκαν και βελτιώθηκαν το 1800, όταν πάνω από 6 εκατομμύρια μικροί υδροστρόβιλοι χρησιμοποιήθηκαν μεταξύ 1850 και 1970. Ο πρώτος μεγάλος στρόβιλος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν ένας στρόβιλος χαμηλής ισχύος 12 kW. Δημιουργήθηκε στο Οχάιο το 1888. Τα σχέδια των αεροπλάνων και των πτερυγίων ελικοπτέρων ενθάρρυναν την ανάπτυξη ανεμογεννητριών στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η περίοδος 1935–1970 ήταν μια κομβική περίοδος για την αιολική ενέργεια, με κράτη όπως η Δανία, η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο να πρωτοστατούν στα μεγάλης κλίμακας αιολικά πάρκα. Η απίστευτη δυναμική ανάπτυξης του περασμένου έτους είναι απόδειξη της δύναμης και της σημασίας της τεχνολογίας. Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η Ευρώπη συνέχισε να εστιάζει την έρευνα και την ανάπτυξή της στην αιολική ενέργεια χωρίς καμία έλλειψη ενέργειας, θέτοντας τα θεμέλια για την αιολική ενέργεια και την τεχνολογία αιολικής ενέργειας που γνωρίζουμε σήμερα (Roga, et al., 2022).

Το 1960, η ανεμογεννήτρια Gedsermill των 200 kW λειτούργησε επιτυχώς στη Δανία. Ορισμένα απλά σχέδια για κινητήρες οριζόντιου άξονα είχαν δημιουργηθεί στη Γερμανία και αυτές οι δύο προσεγγίσεις τόνωσαν τα σχέδια τα οποία παρατηρήθηκαν στη δεκαετία του 1970 (Roga, et al., 2022).

Η πετρελαϊκή κρίση του 1973 οδήγησε σε έκρηξη της αιολικής ενέργειας, η οποία επέφερε σημαντική κρατική υποστήριξη για έρευνα και ανάπτυξη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Τα κίνητρα της κυβέρνησης είχαν σημαντικό αντίκτυπο στην αγορά, με την αιολική ενέργεια να ξεπερνά τους μικροκαλλιεργητές και τη μεγάλη κλίμακας γεωργία, με αιολική ισχύ 50–600 kW, κατά την περίοδο 1973–1986. Η Καλιφόρνια ήταν πρώιμος πρωτοπόρος σε αυτή την τάση, με σημαντική ανάπτυξη στις ανεμογεννήτριες μεταξύ 1981 και 1990, σηματοδοτώντας την αρχή μιας νέας εποχής για την αιολική ενέργεια. Μέχρι πρόσφατα, έχουν εγκατασταθεί γύρω στις 16.000 ανεμογεννήτριες, με ισχύ από 20 μέχρι και 350 kW, συνολικά 1,7 GW. Αυτό οφείλεται σε κυβερνητικά κίνητρα, όπως επιδοτήσεις ενέργειας και

ομοσπονδιακές επενδύσεις (Aghaei, et al., 2022).

2.5.1 Ανεμογεννήτριες

Η ανεμογεννήτρια είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που μεταβάλλει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Μπορεί να συνδεθεί απευθείας στο δίκτυο ή να τροφοδοτηθεί από αυτόνομο σύστημα. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι ανεμογεννητριών, οι οποίοι μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι η ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα, η οποία διαθέτει ρότορα τύπου προπέλας και άξονα που μπορεί να περιστρέφεται έτσι ώστε να είναι πάντα παράλληλος προς την κατεύθυνση του ανέμου. Η δεύτερη κατηγορία είναι η ανεμογεννήτρια με σταθερό κατακόρυφο άξονα. Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα κυριαρχούν επί του παρόντος στην παγκόσμια αγορά (Bošnjaković et al., 2022).

Τα τελευταία χρόνια, το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά ως αποτέλεσμα των τεχνολογικών εξελίξεων και η αιολική ενέργεια είναι πλέον ανταγωνιστική με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Αξιοσημείωτο είναι ότι το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανεμογεννήτριες έχει μειωθεί από 0,80 ευρώ/kWh στις αρχές της δεκαετίας του 1980 σε 0,04-0,05 ευρώ/kWh σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους και σε 0,06-0,08 ευρώ/kWh σε περιοχές με χαμηλές ταχύτητες ανέμου. Οι συνήθεις διαστάσεις για μια ανεμογεννήτρια 500 kW είναι: διάμετρος ρότορα 40 μέτρα και ύψος πύργου 40-50 μέτρα. Οι διαστάσεις μιας ανεμογεννήτριας 1 MW είναι 55 μέτρα και 50-60 μέτρα, αντίστοιχα. Τέλος, αξίζει να αναφερθούν οι ανεμογεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας, η έρευνα των οποίων είναι ιδιαίτερα σημαντική σήμερα. Αυτές οι ανεμογεννήτριες, οι οποίες λειτουργούν με μεταβλητές ταχύτητες, αυξάνουν την ενεργειακή απόδοση και μειώνουν τη μηχανική κόπωση στα διάφορα υποσυστήματα τους (Bošnjaković et al., 2022).

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να συνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μιας χώρας και παραδίδουν το σύνολο της ενέργειας που έχει παραχθεί

εκεί. Τα αιολικά πάρκα κατασκευάζονται και λειτουργούν σε μέρη με ισχυρό αιολικό δυναμικό όπου παραδίδουν όλη την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο. Τα αιολικά πάρκα συνδέονται με το υπάρχον δίκτυο μέσω υποσταθμών, στους οποίους στεγάζονται μετασχηματιστές κλιμάκωσης και άλλα απαραίτητα συστήματα προστασίας (Wu, Chang & Mandal, 2019). Όταν η ζήτηση ενέργειας είναι χαμηλή, εισάγονται μικρές ανεμογεννήτριες μαζί με συστοιχίες μπαταριών για την συγκέντρωση της υπερβολικής ισχύος για χρήση όταν η ισχύς είναι ανεπαρκής. Όταν το φορτίο αυξάνεται, μεγάλες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται για την παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη βοήθεια ενός συστήματος ανορθωτή-ρυθμιστή-μετατροπέα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η υποδομή είναι συνήθως εξοπλισμένη με γεννήτριες ντίζελ για να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη παροχή ρεύματος. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η θέση για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά ώστε να μην βλάπτεται το φυσικό περιβάλλον μιας συγκεκριμένης περιοχής (Betakova, Vojar & Sklenicka, 2015).

2.6 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιεί την κίνηση του νερού από το υψηλό στο χαμηλό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Killingtveit, 2014). Η υδροηλεκτρική ενέργεια θεωρείται η πιο αποδοτική σε σχέση με όσες υπάρχουν. Η παραγωγή ενέργειας του συνδέεται με το ύψος και τον όγκο του νερού. Σε γενικές γραμμές, η υδροηλεκτρική ενέργεια χαρακτηρίζεται αστείρευτη και μπορεί να αξιοποιήσει τεχνητά ή φυσικά ποτάμια και φράγματα (Killingtveit, 2014).

Ανάλογα με την κλίμακα του έργου, η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χωριστεί σε μεγάλη και μικρή. Ως προς τις πρώτες, χρειάζεται απαραιτήτως να υπάρχει η δημιουργία μεγάλων φραγμάτων και δεξαμενών, που θα έχουν τεράστιο αντίκτυπο στις γύρω περιοχές και ως εκ τούτου δεν θεωρούνται συστήματα αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, τα μικρά υδροηλεκτρικά συστήματα που είναι εγκατεστημένα παράλληλα με ποτάμια και κανάλια μπορούν

να περιορίσουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Τα μικρά συστήματα αναφέρονται σε συστήματα με ισχύ μικρότερη από 30 μεγαβάτ. Το τρεχούμενο νερό που ρέει μέσω υδραυλικών σωλήνων, ενεργοποιεί τουρμπίνες και παράγει μηχανική ενέργεια. Στη συνέχεια, η γεννήτρια μετατρέπει αυτήν την ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια, παράγοντας έτσι ηλεκτρική ενέργεια (Shahgholian, 2020).

Αυτή η ενέργεια παρέχει μια σημαντική ευκαιρία για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα. Η εκπομπή αέριων ρύπων διατηρείται σε πολύ χαμηλό επίπεδο, λιγότερο από το 1% των εκπομπών των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα. Μπορεί όχι μόνο να παρέχει υπηρεσίες διαχείρισης ενέργειας και νερού, αλλά και να υποστηρίζει άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχοντας τη δυνατότητα αποθήκευσης και εξισορρόπησης φορτίου (Killingtveit, 2014).

2.6.1 Τύποι υδροηλεκτρικών σταθμών

Ο τρόπος που λειτουργούν ενός υδροηλεκτρικού σταθμού βασίζεται στη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε κινητική από έναν στρόβιλο, ο οποίος στη συνέχεια συνδέεται με μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Υδροηλεκτρικός Σταθμός με Φράγμα: είναι ο πιο κοινός και αποδοτικός τύπος παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως, που χρησιμοποιούν ταμιευτήρες για την αποθήκευση νερού που απελευθερώνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Λειτουργεί απελευθερώνοντας αποθηκευμένο νερό μέσω στροβίλων, όπου η κινητική ενέργεια του νερού που πέφτει μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και στη συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια από τις γεννήτριες. Αυτοί οι σταθμοί είναι εξαιρετικά αποδοτικά, φθάνοντας έως και το 90% και είναι αξιόπιστα κατά τη διάρκεια των αιχμής ενεργειακών απαιτήσεων, με τα φράγματα να εξυπηρετούν πρόσθετους σκοπούς όπως η παροχή νερού, η άρδευση και ο έλεγχος των πλημμυρών. Ωστόσο, απαιτούν υψηλές αρχικές επενδύσεις και μπορούν να έχουν οικολογικές επιπτώσεις στα τοπικά οικοσυστήματα λόγω της δημιουργίας ταμιευτήρων (Τκάč, 2018).

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Υδροηλεκτρικός Σταθμός Διαδρομής Ποταμού: είναι μια φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία που αξιοποιεί τη φυσική ροή των ποταμών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς την ανάγκη για μεγάλες δεξαμενές ή φράγματα. Χρησιμοποιούν την κινητική ενέργεια του ρέοντος νερού, κατευθύνοντάς το μέσω καναλιών ή σωλήνων πίεσης σε τουρμπίνες, οι οποίες στη συνέχεια παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω γεννητριών. Ενώ αυτοί οι σταθμοί έχουν πλεονεκτήματα όπως χαμηλότερο κόστος κατασκευής και ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η ισχύς τους εξαρτάται από τη ροή του ποταμού και έχουν περιορισμένη ικανότητα διαχείρισης του ενεργειακού εφοδιασμού κατά τις περιόδους αιχμής ζήτησης (Mamo et al., 2018).

Σταθμός Αντλησιοταμίευσης: είναι εξαιρετικά αποδοτικά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μεγάλης κλίμακας που υποστηρίζουν τη σταθερότητα του δικτύου χρησιμοποιώντας νερό σε δύο διαφορετικά υψόμετρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τη ζήτηση. Λειτουργούν αντλώντας νερό από μια χαμηλότερη σε μια ανώτερη δεξαμενή σε περιόδους χαμηλής ζήτησης και απελευθερώνοντάς το για να παράγει ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια της υψηλής ζήτησης, στηριζόμενοι στη δυνητική ενέργεια του νερού. Ενώ προσφέρουν το πλεονέκτημα της αποτελεσματικής αποθήκευσης ενέργειας και της σταθεροποίησης του δικτύου, τα μειονεκτήματά τους περιλαμβάνουν το υψηλό κόστος κατασκευής και τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα τοπικά οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα (Pérez-Díaz et al., 2015).

Μικροϋδροηλεκτρικός Σταθμός: είναι βιώσιμες και οικονομικά αποδοτικές λύσεις για την τοπική παραγωγή ενέργειας, ειδικά σε απομακρυσμένες ή αγροτικές περιοχές. Οι μικροσταθμοί, με ισχύ έως 100 kW, είναι κατάλληλες για μικρές κοινότητες ή οικιακή χρήση, ενώ οι μίνι εγκαταστάσεις, που κυμαίνονται από 100 kW έως 1 MW, εξυπηρετούν μεγαλύτερες κοινότητες ή μικρές βιομηχανίες. Αυτά τα εργοστάσια λειτουργούν κατευθύνοντας τη ροή του νερού μέσω στροβίλων - όπως οι Pelton, Kaplan ή Francis - ανάλογα με την κεφαλή και τις συνθήκες ροής, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια με χαμηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Τα πλεονεκτήματά τους περιλαμβάνουν την ενεργειακή ανεξαρτησία, τη

φιλικότητα προς το περιβάλλον και τις θετικές επιπτώσεις στις τοπικές οικονομίες, αν και η απόδοσή τους εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα νερού και είναι κυρίως κατάλληλα για εφαρμογές μικρής κλίμακας (Τκάč, 2018).

Υβριδικός Υδροηλεκτρικός Σταθμός: ενσωματώνει τα παραδοσιακά υδροηλεκτρικά συστήματα με άλλες ΑΠΕ με σκοπό να βελτιώσουν την απόδοση και να εξασφαλίσουν σταθερό ενεργειακό εφοδιασμό. Αυτοί οι σταθμοί κατηγοριοποιούνται σε τρεις τύπους: αυτοί που συνδυάζουν υδροηλεκτρική και ηλιακή ενέργεια, οι οποίοι χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας και υδροηλεκτρικές τη νύχτα. αυτές που συνδυάζουν την υδροηλεκτρική και την αιολική ενέργεια, που εξισορροπούν τις εποχιακές διακυμάνσεις· και εκείνων που ενσωματώνουν αντλία αποθήκευσης με ηλιακή ή αιολική ενέργεια για την αύξηση της χωρητικότητας αποθήκευσης με την επαναχρησιμοποίηση της περίσσειας ενέργειας. Τα κύρια πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν μειωμένες διακυμάνσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και βελτιωμένη συνολική απόδοση μέσω της τεχνολογικής ολοκλήρωσης. Ωστόσο, αντιμετωπίζουν προκλήσεις όπως το υψηλό αρχικό κόστος, η ανάγκη για εξειδικευμένη λειτουργία και συντήρηση και ασαφή νομικά και διοικητικά πλαίσια σε πολλές περιοχές (Τκάč, 2018).

2.7 Βιομάζα

Η βιομάζα αποτελείτε από ζωικά και φυτικά απόβλητα και δύναται να αξιοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Πιο αναλυτικά, προέρχεται από ποικίλες πηγές όπως ξυλώδη φυτά, γεωργικές καλλιέργειες (καυσόξυλα, ξύλα, πριονίδι, άχυρα, κουκούτσια, ελαιοπυρήνες) και ζωικά περιττώματα από κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις καθώς και αστικά λύματα, απόβλητα της αγροδιατροφικής βιομηχανίας καθώς και ενεργειακές καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που είναι βραχείας αμειψισποράς. Η ενέργεια αυτή η οποία στην ουσία είναι θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια, παράγεται μέσω άμεσης καύσης ή θερμοχημικών διεργασιών μετατροπής. Επιπλέον, οι γεωργικές καλλιέργειες, τα ξυλώδη φυτά, τα γεωργικά απόβλητα και τα αστικά και βιομηχανικά λύματα

αποτελούν παραδείγματα πηγών βιομάζας (Huang, 2014).

Η βιομάζα σταδιακά εξελίσσεται ως μια βασική ανανεώσιμη, ανεξάντλητη και χαμηλού κόστους ενέργεια η οποία μπορεί να αντικαταστήσει τα όλο και πιο περιορισμένα αποθέματα ορυκτών καυσίμων. Η εκτεταμένη χρήση της σε γενικές γραμμές γίνεται τόσο για δημιουργία ενέργειας όσο και βιοκαυσίμων. Επίσης, αυτή η διεργασία δύναται να ταξινομηθεί σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τη βιομάζα που περιλαμβάνει φυτικά και ζωικά υπολείμματα και αστικά απορρίμματα, ενώ η δεύτερη αφορά ιδιαίτερα τις ενεργειακές καλλιέργειες, όπως π.χ. σιτηρά, καλαμπόκι, ηλιάνθο και άλλα ως πηγή βιομάζας που γίνεται ενέργεια (Huang, 2014).

2.7.1 Εφαρμογές βιομάζας

Η βιομάζα θεωρείται θεμελιώδης μορφή αστείρευτης πηγής ενέργειας για την ικανοποίηση ενεργειακών αναγκών, όπως είναι η ανάπτυξη θερμότητας, ψύξης και ηλεκτροδότησης. Η αξιοποίησή της μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε μέσω άμεσης καύσης είτε με τη μετατροπή της σε διαφορετικές μορφές καυσίμων — αέρια, υγρά ή στερεά ή με θερμοχημικές και βιοχημικές τεχνικές.

Ωστόσο, η αξιοποίησή της πέρα από τα πολλαπλά οφέλη παρουσιάζει και κάποιες δυσκολίες, όπως η γεωγραφική διεύρυνση, ο όγκος και ορισμένα εμπόδια κατά τη συγκέντρωση, τροποποίηση, μεταφορά και αποθήκευση (Maurya et al., 2017). Για αυτούς τους λόγους θεωρείται πιο πρακτικό να γίνεται η επεξεργασία της όσο το δυνατόν πιο κοντά στον χώρο εγκατάστασής της. Ως εκ τούτου, δύναται να είναι πολύ εξυπηρετική σε μια σειρά από εφαρμογές όπως:

α) Σε γεωργικές και λοιπές βιομηχανίες: Η συνδυασμένη παραγωγή καυσίμου θεωρείται πολύ θετική προοπτική αξιοποίησης της βιομάζας προς αυτόν τον σκοπό. Στην κατεύθυνση αυτή, τα υπολείμματα που αναπτύσσονται κατά την διεργασία αυτή, στη συνέχεια χρησιμοποιούνται τόσο για την παραγωγή θερμότητας όσο και για άλλες μορφές καυσίμων ή χημικών ενώσεων. Κατά την εν λόγω διεργασία, η βιομάζα υπόκειται μια ισχυρή θερμική κατεργασία και έτσι

μετατρέπεται σε θερμότητα. Ταυτόχρονα, μέσω των χημικών διεργασιών, παράγονται επιπλέον ενεργειακά προϊόντα (Soltero et al., 2018).

β) Θέρμανση: Η ενέργεια που παράγεται από αυτό το υλικό μπορεί να εφαρμοστεί σε συστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας που χρησιμοποιούν ατμοστρόβιλους ή συστήματα θέρμανσης. Ως εκ τούτου, παρέχει θερμότητα για την θέρμανση εσωτερικών χώρων (κατοικίες, κτίρια κλπ) και για να παράγει ατμό και θέρμανση σπιτιών, πισίνων, ντους και δεξαμενών νερού, όπου δύναται να εξυπηρετείται κεντρικά σε συγκεκριμένη περιοχή, όπως σε πόλεις ή κοινότητες. Συγκεκριμένα, η θερμότητα αυτή διασκορπίζεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων, από τον σταθμό παραγωγής προς τις κατοικίες ή εγκαταστάσεις που έχουν ανάγκη από θέρμανση. Στην ουσία, τα μονωμένα τμήματα του δικτύου βοηθούν στη διατήρηση της θερμοκρασίας επιτυγχάνοντας καλύτερη διάχυση της ενέργειας στους τελικούς χρήστες (Soltero et al., 2018).

γ) Θερμοκήπια: Η αξιοποίηση της βιομάζας με σκοπό τη θέρμανση θερμοκηπίων παρέχει ενεργειακή αποτελεσματικότητα δίχως να μολύνει το περιβάλλον στον αγροτικό τομέα. Οι καυστήρες που τροφοδοτούνται με βιομάζα ενδυναμώνουν τη διεργασία θέρμανσης στα θερμοκήπια, με σκοπό την επικράτηση μιας σταθερής θερμοκρασίας ούτως ώστε να αναπτύσσονται φυσιολογικά τα φυτά. Σε γενικές γραμμές η τεχνολογία αυτή διευκολύνει την σωστή διάχυση της παραγόμενης θερμότητας, ενώ οι σωληνώσεις συντείνουν στη διατήρηση της υψηλής θερμοκρασίας.

δ) Υγρά καύσιμα βιοχημικής μετατροπής βιομάζας: Η παραγωγή υγρών καυσίμων, μέσω βιολογικών διεργασιών οδηγεί στη δημιουργία της βιοαιθανόλης, μέσω ελεγχόμενης ζύμωσης και απόσταξης φυτικών υπολειμμάτων, όπως η ζαχαροκάλαμο, το παντζάρι, το σιτάρι ή το καλαμπόκι. Όλα αυτά τα προϊόντα υφίστανται φυσικές και χημικές διεργασίες (απολιγνινοποίηση, ζύμωση, απόσταξη κ.λπ.) μέχρι να μετατραπούν σε καύσιμο. Ενώ είναι πιο δαπανηρή σε σχέση με τη βενζίνη, τα τελευταία χρόνια η ζήτησή της έχει σημειώσει άνοδο σε πολλές χώρες.

Συγκεκριμένα, η Βραζιλία και οι ΗΠΑ ήταν από τους πρώτους που πίστεψαν και

επένδυσαν σε αυτή τη δυνατότητα επειδή η βιοαιθανόλη χαρακτηρίζεται περιβαλλοντικά φιλική και παρέχει λύσεις σε γεωργικά ζητήματα (Soltero et al., 2018).

ε) Καύσιμα θερμοχημικής παραγωγής βιομάζας: Αυτή η παραγωγή περιλαμβάνει καύση, αεριοποίηση και πυρόλυση. Η πυρόλυση είναι μια διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 450° C μέχρι 600° C, κατά την οποία η βιομάζα υποβάλλεται σε αποδόμηση σε περιβάλλον χωρίς οξυγόνο. Αυτή η διαδικασία αποδίδει βιοέλαιο, βιοαέριο και κάρβουνο. Αντίθετα, η αεριοποίηση βιομάζας περιλαμβάνει θερμική αποδόμηση σε θερμοκρασίες περίπου 750° C μέχρι 850° C βαθμούς, επίσης απουσία οξυγόνου, με αποτέλεσμα την παραγωγή βιοαερίου, πίσσας και άνθρακα.

στ) Ενεργειακή καλλιέργεια: Στην παραγωγή βιοενέργειας δίνεται μεγάλη έμφαση στις ενεργειακές καλλιέργειες που προορίζονται ειδικά να μετατραπούν σε βιομάζα μέσω συγκεκριμένων βιολογικών διεργασιών. Στην Ελλάδα, λόγω του πολύ καλού κλίματος που διαθέτουμε, υπάρχουν συγκεκριμένα φυτά που παρέχουν σημαντικό ποσοστό παραγωγικών αποδόσεων για ενεργειακή χρήση. Τέτοιου είδους καλλιέργειες θεωρούνται το κάλαμο, η αγριαγκινάρα, το σόργο του σακχαρούχου, το μίσχανθο, τον ευκάλυπτο, και τη ψευδοακακία (Jezierska-Thöle et al., 2016).

ζ) Βιοαέριο: Το βιοαέριο είναι ένας τύπος εύφλεκτου αερίου που παράγεται από ένα μείγμα διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου μέσω της δράσης βακτηρίων που ζυμώνονται σε οργανική ύλη. Η ζύμωση λαμβάνει χώρα σε ορισμένα επίπεδα θερμοκρασίας, υγρασίας και οξύτητας. Αυτή η διαδικασία παράγεται τεχνητά χρησιμοποιώντας μια συσκευή που ονομάζεται αναερόβιος βιοχωνευτής. Το ίδιο το μεθάνιο είναι άοσμο, άχρωμο και άγευστο, άλλα αέρια έχουν δυσάρεστη οσμή. Ωστόσο, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης μεθανίου (περίπου 50%) και διοξειδίου του άνθρακα (πάνω από 30%), το βιοαέριο αποτελεί σημαντικό περιβαλλοντικό ρύπο, συμβάλλοντας άμεσα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το βιοαέριο από αστικά υπολείμματα παράγεται σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ), συνήθως από τον τρίτο χρόνο της μεταφοράς και

Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

απόρριψης, με βάση την ποσότητα και το οργανικό τους περιεχόμενο. Στην κτηνοτροφία, το βιοαέριο προέρχεται από ειδικές μονάδες επεξεργασίας, οι οποίες παράλληλα δημιουργούν και υψηλής ποιότητας φυσικό λίπασμα (Hakawati et al., 2017).

2.8 Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από την εσωτερική θερμότητα της Γης. Είναι μια καθαρή, ανανεώσιμη πηγή, συνεχώς διαθέσιμη στη φύση. Ωστόσο, η εκμετάλλευσή της είναι ευκολότερη κοντά στην τομή των τεκτονικών πλακών. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική, η οποία παράγεται εντός γεωθερμικών εγκαταστάσεων, ή να χρησιμοποιηθεί απευθείας για θέρμανση και ψύξη ακινήτων. Στην κορυφή βρίσκεται ο φλοιός, μια λεπτή δομή που αποτελείται από πετρώματα. Ακριβώς από κάτω βρίσκεται ο μανδύας της Γης, ένα βαθύ στρώμα που σχηματίζεται από μάγμα, ένα μείγμα πετρωμάτων σε υγρή και παχύρρευστη κατάσταση λόγω των υψηλών θερμοκρασιών στο εσωτερικό του πλανήτη. Είναι σύνηθες όλη αυτή η θερμότητα να εκδηλώνεται σε ορισμένες περιοχές της γήινης επιφάνειας, λόγω γεωλογικών ρωγμών και ηφαιστειακών εκρήξεων (Moya et al., 2018).

Σε ορισμένες περιοχές με έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα, η θερμότητα από το υπέδαφος ανέρχεται προς την επιφάνεια, σχηματίζοντας γεωθερμικά πεδία. Αυτά ταξινομούνται ανάλογα με την ένταση θερμικής ροής σε πεδία υψηλής, μέσης και χαμηλής θερμοπεριεκτικότητας. Όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 150°C, η ενέργεια αξιοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού. Θερμοκρασίες μεταξύ 80°C και 150°C χρησιμοποιούνται για θέρμανση και εργασίες όπως η αποξήρανση ξυλείας και γεωργικών προϊόντων. Θερμοκρασίες από 25°C έως 80°C είναι κατάλληλες για θέρμανση χώρων, θερμοκηπίων και για την παραγωγή πόσιμου νερού. Με την εισαγωγή της ανάλογης τεχνολογίας αξιοποιείται δυναμικά όπως για την δημιουργία ηλεκτρισμού, τη θέρμανση και άλλες χρήσεις (Moya et al., 2018). Στη χώρα μας, ορισμένες περιοχές με γεωθερμικά πεδία θεωρούνται τα ηφαιστειακά νησιά του Αιγαίου, καθώς και άλλα γεωγραφικά σημεία στη Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

Μακεδονία και τη Θράκη.

2.8.2 Εφαρμογές γεωθερμικής ενέργειας

Οι τρόποι με τους οποίους αξιοποιείται η γεωθερμική ενέργεια είναι δυο. Αφενός για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αυτού του τρόπου ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε κατοικίες, εργοστάσια, νοσοκομεία και άλλα κτήρια. Αυτή η θερμότητα δύναται να προκύπτει είτε από φυσικά γεωθερμικά φαινόμενα, είτε μέσω γεωτρήσεων στο φλοιό, σε γεωγραφικά σημεία όπου η θερμότητα μπορεί να συλλεχθεί σχετικά εύκολα. Οι εν λόγω πηγες ενεργείας δύναται να βρεθούν¹ συνήθως σε βάθη από μερικές εκατοντάδες έως 3000 μέτρα. Η δεύτερη πρακτική αξιοποίησή της εστιάζει στην εκμετάλλευση της θερμής μάζας του εδάφους ή των υπογείων υδάτων μέσω θερμικών αντλιών, όπου οι τελευταίες αξιοποιούν την εν λόγω θερμότητα (Moya et al., 2018).

Σχετικά τώρα με την αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών υψηλής θερμοπεριεκτικότητας, για την δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια διαδεδομένη τεχνική, ιδιαίτερα σε χώρες που έχουν σε αφθονία φυσικούς πόρους. Στα κράτη τα οποία αξιοποιούνται άλλες τεχνικές για την παραγωγή ηλεκτρισμού, η γεωθερμική χαρακτηρίζεται δημοφιλής, ιδίως εξαιτίας της μεγάλης δυσκολίας μεταφοράς της για εξαγωγή. Αντίστοιχα, τα ρευστά χαμηλής θερμοπεριεκτικότητας αξιοποιούνται για κτιριακή θέρμανση/ψύξη, για θέρμανση θερμοκηπίων και αγροτικών εκτάσεων, αλλά και στη βιομηχανική επεξεργασία προϊόντων (Sircar et al., 2016).

Ενώ η ενέργεια γεωθερμίας θεωρείται πάντα ανανεώσιμη, ωστόσο συνοδεύεται από κάποιες βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται για την ορθολογική χρήση της. Αρχικά, η ενέργεια επιβάλλεται να συγκεντρώνεται με τη μέθοδο της γεώτρησης, σε βάθος λιγότερο των 3 km, και μέχρι τα 6-7 km. Παράλληλα, για να είναι δυνατή η παραγωγή ενέργειας από πετρώματα με χαμηλή διαπερατότητα, οι ταμιευτήρες πρέπει να είναι πορώδεις και η ποσότητα του νερού που μπορεί να περάσει να είναι επαρκής, για να μην περιορίζεται η κυκλοφορία

ισχυρών όγκων για αυτό το σκοπό. Στην ουσία, όσο πιο ρηχό είναι το βάθος, στο οποίο συγκεντρώνεται αυτή η ενεργεία, γίνεται πιο απλή η διεργασία εξαγωγής της. Τέλος, οι εγκαταστάσεις αυτές οφείλουν να βρίσκονται εγκατεστημένες πλησίον της γεωθερμικής πηγής, ούτως ώστε η μεταφορά των θερμών ρευστών να είναι αποδοτική και αποτελεσματική (Sircar et al., 2016).

2.9 Θαλάσσια ενέργεια

Η θαλασσιά ενέργεια είναι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας που προκαλείται από το φαινόμενο της παλίρροιας. Είναι μια καθαρή ενέργεια που δεν παράγει ρυπογόνα απόβλητα για το περιβάλλον και χρησιμοποιεί μια ανανεώσιμη πηγή, το νερό. Παρά ταύτα, το κόστος του εξοπλισμού εξακολουθεί να είναι πολύ υψηλό και υπάρχουν επιπτώσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα στις περιοχές όπου εγκαθίστανται μονάδες παλιρροϊκής ενέργειας. Θεωρείται μια ανανεώσιμη πηγή με σημαντικό μελλοντικό δυναμικό, καθώς το 70% του πλανήτη αποτελείται από νερό, εκ του οποίου το 97% προέρχεται από θάλασσες και ωκεανούς (Tollefson, 2014).

2.9.1 Κυματική ενέργεια

Η ενεργεία των κυμάτων είναι μια από τις πιο πολλά υποσχόμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυτής της δεκαετίας. Προέρχεται από φυσικά φαινόμενα, γεγονός που την καθιστά ανανεώσιμη. Η θέρμανση του νερού επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία, το μέγεθος των κυμάτων του ωκεανού και την ταχύτητα του ανέμου. Επιπλέον, οι τεχνικές που αξιοποιούνται για την εξαγωγή του και τη μετατροπή του σε ηλεκτρική ενέργεια είναι φιλικές προς το περιβάλλον (Folley, 2017).

Η ενέργεια των κυμάτων αντανakλά την κινητική ενέργεια των κάθετων και οριζόντιων κινήσεων που συμβαίνουν στα κύματα ή στη βαρυτική δυναμική ενέργεια των στηλών νερού που σχηματίζονται από την υπερχειλίση ή την απλή άνοδο της στάθμης των δεξαμενών. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνολογίες για τη

μετατροπή αυτών των μορφών ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια, με μια σχετικά μεγάλη ποικιλία συσκευών που απομένουν, οι οποίες καθορίζονται από τις θαλάσσιες και παράκτιες συνθήκες στον τόπο ανάπτυξης.

Μέχρι σήμερα, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ειδικές συσκευές μετατροπής ενέργειας κυμάτων και διοχετεύεται στο δίκτυο διανομής δεν επαρκεί για να αντισταθμίσει το υψηλό κόστος ανάπτυξης της τεχνολογίας, του εξοπλισμού, καθώς και της εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης στη θάλασσα. Ωστόσο, δεδομένων των πλεονεκτημάτων που παρέχει αυτή η δυνατότητα, παραμένει ένας ιδιαίτερα ενεργός τομέας (Folley, 2017).

Σήμερα, η δυνατότητα αυτή έχει τραβήξει το ενδιαφέρον πολλών εφευρετών. Για τον λόγο αυτόν η έντονη ενασχόληση με αυτήν την δυνατότητα περιλαμβάνει περισσότερα από χίλια διπλώματα ευρεσιτεχνίας τα οποία είχαν καταχωρηθεί μέχρι το 1980.

2.9.2 Παλιρροϊκή ενέργεια

Η παλιρροιακή ενέργεια που είναι επίσης γνωστή ως ωκεάνια ή θαλάσσια ενέργεια, είναι εκείνη που παράγεται από την κίνηση των παλιρροιών. Η ενέργεια που δημιουργείται από την άνοδο και την πτώση της παλίρροιας αξιοποιείται από τουρμπίνες οι οποίες, όταν ενεργοποιούνται, κινούν το μηχανικό συγκρότημα της γεννήτριας, παράγοντας έτσι ηλεκτρική ενέργεια (O'Doherty et al., 2018).

Η παλιρροιακή ενέργεια, στην ουσία εκμεταλλεύεται την κίνηση των παλιρροιών λαμβάνοντας υπόψη τη δυναμική και κινητική ενέργεια της ανόδου και της πτώσης της παλίρροιας, που παράγεται από τη βαρυτική δράση από τον ήλιο και τη σελήνη. Η άνοδος του νερού ονομάζεται άμπωτη και η πτώση ονομάζεται ροή, ενώ η δεύτερη είναι μικρότερη σε χρόνο από την πρώτη. Έτσι, αξιοποιεί την κίνηση των παλιρροιών και βασίζεται στην αποθήκευση νερού σε δεξαμενή που σχηματίζεται με την κατασκευή φράγματος με θυροφράγματα που επιτρέπουν την είσοδο ροής νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι σταθμοί παραγωγής από τις παλίρροιας χρησιμοποιούν το νερό για την δημιουργία

ηλεκτρικής ενέργειας.

Ως πλεονέκτημα, μπορεί να δημιουργηθεί οποιαδήποτε εποχή του έτους και, καθώς είναι δυνατόν να γνωρίζουμε πότε θα παραχθούν οι παλίρροιες, ο σχεδιασμός των συστημάτων μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να είναι πιο κατάλληλα. Επιπλέον, οι εγκαταστάσεις είναι αθόρυβες και εύκολες στη συντήρηση. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δύναται ακόμη και να μειωθεί με την αποδυνάμωση της έντασης των στροβίλων (O'Doherty et al., 2018).

Η ενέργεια από παλιρροιακά ρεύματα οφείλεται από την -σε τακτά χρονικά διαστήματα- μετατόπιση των θαλάσσιων μαζών, εξαιτίας της μεταβολής της στάθμης των νερών. Η κινητική αυτή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί σε παράκτιες περιοχές, ειδικά εκεί όπου το ανάγλυφο δημιουργεί στενά περάσματα— όπως μεταξύ νησιών ή σε θαλάσσια στενά. Οι παλιρροιακές ροές έχουν καθημερινό ή διπλό ημερήσιο κύκλο, και ενισχύονται σημαντικά σε περιοχές με περιορισμένο γεωγραφικό άνοιγμα.

2.9.3 Ενέργεια θερμικών κλίσεων

Η ενέργεια από θερμικές διαβαθμίσεις των ωκεανών είναι μια πολλά υποσχόμενη ενέργεια που δύναται να χρησιμοποιηθεί ικανοποιώντας ανθρώπινες ανάγκες. Με την προϋπόθεση ότι η εν λόγω ενέργεια μπορεί να καταστεί οικονομικά βιώσιμη σε ευρεία βάση, θα αποτελέσει μια αναγκαία ανανεώσιμη πηγή. Η διαθέσιμη ισχύς υπερβαίνει σε σημαντικό βαθμό άλλες θαλάσσιες πηγές, όπως εκείνη των κυμάτων. Όμως, η χαμηλή θερμοκρασιακή διαφορά δυσχεραίνει την άντληση ενέργειας λόγω περιορισμένης απόδοσης (Andrade et al., 2016). Το Σύστημα Μετατροπής Θερμικής Ενέργειας του Ωκεανού (OTEC) θεωρείται μια βασική ανανεώσιμη πηγή και καλή τεχνολογία που αξιοποιεί τεράστιες εκτάσεις σε τέτοιες περιοχές. Είναι μια τεχνική η οποία εκμεταλλεύεται τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας που προκύπτουν μεταξύ των στρωμάτων νερού για τη λειτουργία θερμικών συστημάτων που παράγουν θερμότητα. Το OTEC μπορεί να δημιουργήσει ενέργεια με υψηλή απόδοση και κάλυψη ενεργειακών φορτίων.

Τέλος, οι μελέτες που αφορούν το OTEC είναι αρκετά παλαιές, σχεδόν 80 ετών, ωστόσο η πραγματική ανάπτυξη σημείωσε πρόοδο ύστερα από τις πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70 Andrade et al., 2016).

2.9.4 Οσμωτική ενέργεια

Η οσμωτική ενέργεια είναι η πηγή ενέργειας που παράγεται όταν το θαλασσινό νερό, το οποίο έχει υψηλότερη συγκέντρωση αλάτων, έρχεται σε επαφή με γλυκό νερό, το οποίο περιέχει χαμηλότερη συγκέντρωση. Η οσμωτική, όπως η υδροηλεκτρική ή η παλιρροιακή ενέργεια, προέρχεται από τους ωκεανούς και τα ποτάμια. Όταν το γλυκό νερό έρχεται σε επαφή με το αλμυρό νερό, για παράδειγμα όταν ένα ποτάμι εκβάλλει στον ωκεανό, η διαφορά στην αλατότητα μετατρέπεται σε ανανεώσιμη ενέργεια Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτής της δυνατότητας είναι ότι δεν απαιτεί εξαιρετικές συνθήκες για να λειτουργήσει. Αυτό το χαρακτηριστικό της επιτρέπει να λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο, υπό την προϋπόθεση ότι ένα ποτάμι εκβάλλει στη θάλασσα (Andrade et al., 2016).

Συγκεκριμένα, η όσμωση είναι μια εντελώς φυσική διαδικασία κατά την οποία δύο υγρά με διαφορετικές συγκεντρώσεις αλάτων διαχωρίζονται από μια ημιδιαπερατή μεμβράνη, μέσω της οποίας το υγρό με τη χαμηλότερη συγκέντρωση αλατιού ρέει προς αυτό με την υψηλότερη συγκέντρωση αλατιού. Επομένως, για την απόκτηση οσμωτικής ενέργειας, το θαλασσινό νερό και το γλυκό νερό διαχωρίζονται από αυτήν την μεμβράνη, η οποία εμποδίζει τη διέλευση των αλάτων και επιτρέπει τη διέλευση του νερού. Αυτή η μεμβράνη ρέει φυσικά από τη λιγότερο συμπυκνωμένη στην πιο συμπυκνωμένη, ασκώντας μια πίεση που ονομάζεται οσμωτική πίεση, η οποία κινεί μια τουρμπίνα. Έτσι, παράγεται η οσμωτική ενέργεια (Andrade et al., 2016).

2.10 Νομικό και θεσμικό πλαίσιο στην Ε.Ε.

Παρακάτω γίνεται αναφορά για τις διατάξεις που σχετίζονται με την περιβαλλοντική προστασία, τη βιωσιμότητα, που συνδέεται στενά με την

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

προώθηση έργων ΑΠΕ και τα δικαιώματα των κρατών που περιλαμβάνουν τους αντίστοιχους ενεργειακούς πόρους. Η εναρκτήρια πολιτική για την κλιματική αλλαγή, γνωστή ως «Πρωτόκολλο του Κιότο», εγκρίθηκε στις 10 Δεκεμβρίου 1997. Αυτό το ρυθμιστικό μέσο καθορίζει ποσοτικούς στόχους που αποσκοπούν στον μετριασμό του φαινομένου του θερμοκηπίου για τα βιομηχανικά έθνη, γεγονός που καθιστά αναγκαία την αυξημένη εξάρτηση από τις ΑΠΕ για την επίτευξη αυτών των στόχων (Molto, 2017). Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της Παγκόσμιας Διάσκεψης Κορυφής για την Αειφόρο Ανάπτυξη που συγκλήθηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου 2002 στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νότιας Αφρικής, επιτεύχθηκε συμφωνία μεταξύ των συμμετεχουσών κυβερνήσεων για την ουσιαστική ενίσχυση της αναλογίας των ΑΠΕ στο παγκόσμιο ενεργειακό πλαίσιο. Ωστόσο, δεν επιτεύχθηκε συναίνεση σχετικά με συγκεκριμένους ρυθμούς ανάπτυξης και χρονοδιαγράμματα. Η Παγκόσμια Διάσκεψη για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, που έλαβε χώρα στη Βόννη τον Ιούνιο του 2004, υπογράμμισε τη σημασία της προώθησης της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα, με στόχο την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και την προώθηση ασφαλέστερων ενεργειακών εναλλακτικών ως στρατηγική για την ανακούφιση της φτώχειας (Molto, 2017).

Η επιδίωξη της βιώσιμης ανάπτυξης, που χαρακτηρίζεται από ασφαλή, ανεξάντλητη και οικονομικά προσιτή ενέργεια, ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μειώνοντας την οικονομική εξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, έχει καθοδηγήσει την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ). Αναγνωρίζοντας τα περιβαλλοντικά, γεωπολιτικά και οικονομικά πλεονεκτήματα της προώθησης της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο θέσπισε την Οδηγία 2009/28/ΕΚ.

Η παραπάνω οδηγία επιδίωξε να δημιουργήσει ένα ενιαίο πλαίσιο για την προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Καθόρισε υποχρεωτικούς εθνικούς στόχους σχετικά με τη συνολική αναλογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην εθνική κατανάλωση ενέργειας και το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στον τομέα των μεταφορών. Ως ακρογωνιαίος λίθος της

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

στρατηγικής Ενέργεια 2020, η Οδηγία 2009/28/ΕΚ αποτελεί ζωτικής σημασίας συνιστώσα του στρατηγικού σχεδίου Ευρώπη 2020, το οποίο εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο τον Ιούνιο του 2010. Αυτό το στρατηγικό σχέδιο περιλαμβάνει φιλόδοξους στόχους στην ενέργεια και την κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβανομένης μιας πιθανής μείωσης κατά 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με αντίστοιχη ανάπτυξη των ΑΠΕ στο 20%, και ανάλογη αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά το ίδιο ποσοστό (Howes, 2010).

Η Ευρωπαϊκή πολιτική ενέργειας οργανώνεται γύρω από πέντε βασικούς άξονες, ο καθένας συνοδεύεται από διακριτές δράσεις. Ο πρώτος άξονας αφορά τη δημιουργία μιας ενεργειακά αποδοτικής Ευρώπης και περιλαμβάνει τέσσερις δράσεις που έχουν σχεδιαστεί για την αξιοποίηση του δυναμικού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο δεύτερος άξονας επικεντρώνεται στην προώθηση μιας ενοποιημένης ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας, η οποία περιλαμβάνει τέσσερις δράσεις που στοχεύουν στη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για την ανάπτυξή της. Ο τρίτος άξονας υπογραμμίζει την ενίσχυση της προστασίας και της ασφάλειας των καταναλωτών, που περιλαμβάνει δύο δράσεις που επικεντρώνονται στην ενίσχυση των φιλικών προς τον καταναλωτή στοιχείων ενέργειας και στη συνεχή βελτίωση των πρωτοκόλλων ασφάλειας. Ο τέταρτος άξονας φιλοδοξεί να ενισχύσει την εξέχουσα θέση της Ευρώπης στην ενεργειακή τεχνολογία την καινοτομία, με τρεις δράσεις αφιερωμένες στην ανάπτυξη σχεδίων και πρωτοβουλιών. Τέλος, ο πέμπτος άξονας επιδιώκει να ενισχύσει την αντίληψη για την ενιαία αγορά ενέργειας (Jørgens & Solorio, 2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Παρούσα Κατάσταση στην Ελλάδα

3.1 Εισαγωγική ανάλυση

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, αν και αρχικά οι πρωτογενείς μορφές ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν, αντικαταστάθηκαν από άνθρακα και υδρογονάνθρακες στην αρχή του 20^{ού} αιώνα. Μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1979, υπήρξε αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για την εκ νέου υλοποίησή τους, το οποίο έχει ενταθεί σημαντικά τα τελευταία είκοσι χρόνια. Καθώς ο επείγον χαρακτήρας της επιρροής της ανθρωπότητας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου έγινε εμφανής, παράλληλα με την επιτακτική ανάγκη να απομακρυνθούμε από πηγές ενέργειας που είναι τόσο ρυπογόνες όσο και πεπερασμένες, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναδείχθηκαν ως ακρογωνιαίος λίθος στη μετάβαση του έθνους σε ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό πλαίσιο.

Η ένταξη των ΑΠΕ στο εθνικό πλαίσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας θεσπίστηκε με το Ν. 1559/1985¹. Η νομοθεσία αυτή διευκόλυνε την εγκατάσταση έργων ισχύος 24 MW από τη ΔΕΗ, που περιλαμβάνουν συγκεκριμένα μικρά αιολικά πάρκα και μικρής κλίμακας φωτοβολταϊκά συστήματα. Ωστόσο, για τις δύο επόμενες δεκαετίες, ο ρόλος των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας παρέμεινε περιορισμένος μέχρι το 2006. Εκείνη τη χρονιά, ο Ν. 3468/2006² εισήγαγε επιπλέον ρυθμίσεις για την ανάπτυξη, την ένταξη στο Σύστημα/Δίκτυο και την τιμολόγηση έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Μια κομβική στροφή στην τροχιά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έγινε τελικά με τον Ν. 3851/2010³, ο οποίος όχι μόνο ενίσχυσε τους μηχανισμούς στήριξης αλλά και εξορθολογούσε τις διαδικασίες αδειοδότησης.

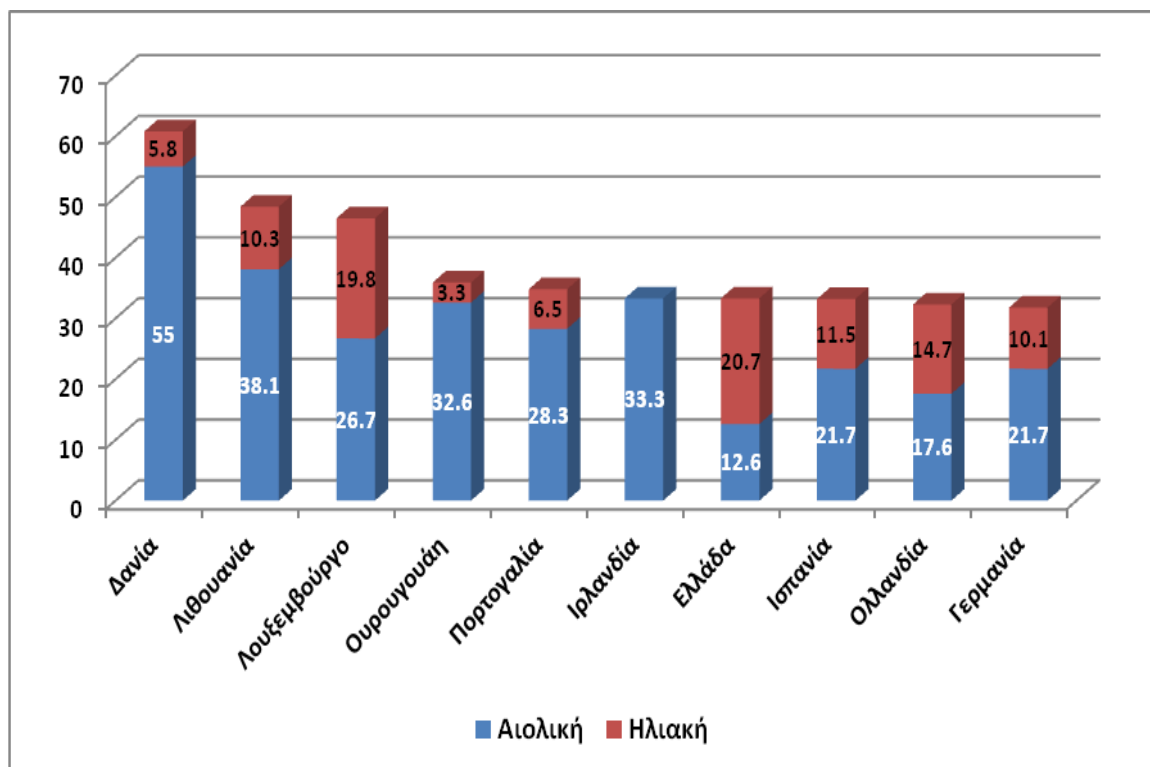
1 Νόμος 1559/1985 - ΦΕΚ 135/Α/25-7-1985 (Μερική Κατάργηση). Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις. Ανάκτηση από: <https://www.e-nomothesia.gr/energeia/nomos-1559-1985-phek-135a-25-7-1985.html> [Πρόσβαση 20-7-2025]

2 Νόμος Υπ' Αριθ. 3468 ΦΕΚ Α' 129/27.6.2006. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/11708/nomos-3468-2006> [Πρόσβαση 20-7-2025]

3 Νόμος Υπ' Αριθ. 3851 ΦΕΚ Α' 85/4.6.2010. Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/55724/nomos-3851-2010> [Πρόσβαση 20-7-2025]

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα έχει επιτύχει αξιοσημείωτες προόδους στον τομέα των ΑΠΕ, που αποτελούσαν περίπου το είκοσι τοις εκατό της ολικής κατανάλωσης ενέργειας του κράτους μέχρι το έτος 2021. Με βάση στοιχεία που δημοσίευσε ο Παγκοσμίως(2024) η Ελλάδα συγκαταλέγεται μεταξύ των χωρών με τη μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό δείγμα.



Γράφημα 3.1-Ενεργειακό μείγμα

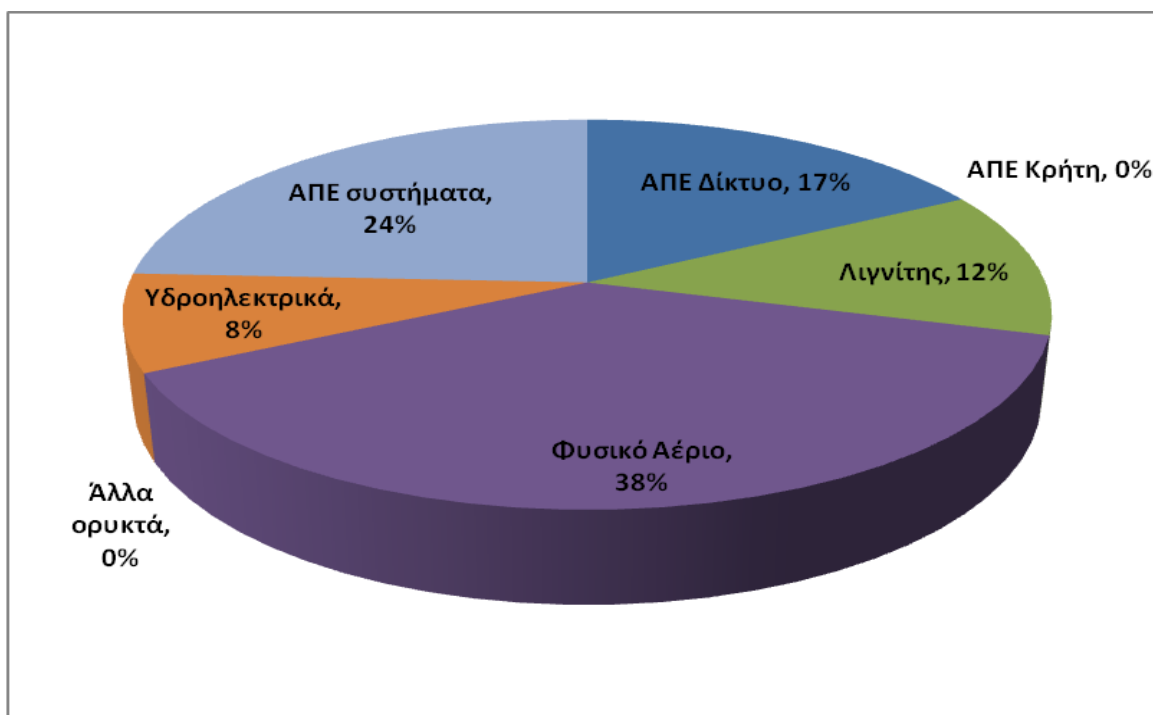
Πηγή:Παγκοσμίως(2024)

Με βάση το Γράφημα 3.1 γίνεται φανερό ότι η Ελλάδα αποτελεί μια εκ των ηγέτιδων δυνάμεων στη διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα. Η Ελλάδα κάνει σχετικές επενδύσεις σε ενεργειακό επίπεδο έχοντας πρωταρχικό στόχο της σχετικής πολιτικής της να επιτύχει καθαρές μηδενικές εκπομπές έως το 2050. Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος (ΕΣΕΚ), το οποίο εγκρίθηκε το 2019, χρησιμεύει ως το βασικό έγγραφο που καθοδηγεί την πολιτική σε αυτόν τον τομέα έως το 2030. Περιγράφει συγκεκριμένους στόχους και συναφή μέτρα που έχουν σχεδιαστεί για να οδηγήσουν τη χώρα προς την επίτευξη καθαρών μηδενικών

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

εκπομπών (IEA, 2023).

Στην Ελλάδα οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) πέρασαν για πρώτη φορά στην πρώτη θέση στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής το 2022. Το εν λόγω έτος τον Μάιο ψηφίστηκε και σχετικός νόμος ο οποίο αφορούσε το κλίμα και έθεσε σαφείς βάσεις για τη μείωση των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το 2022 αποτέλεσε χρονιά ορόσημο, δεδομένου ότι ανατράπηκε η εικόνα των προηγούμενων ετών, όπου το μέγιστο μερίδιο στην ηλεκτροπαραγωγή καταλάμβανε το φυσικό αέριο ενώ σε παρελθόντα έτη το καταλάμβανε ο λιγνίτης. Οι ΑΠΕ το 2022 τέθηκαν στη κορυφή του μείγματος της ηλεκτροπαραγωγής με ποσοστό 41,6%. Στη δεύτερη θέση τέθηκε το φυσικό αέριο με 38% ενώ στη τρίτη θέση τέθηκε ο λιγνίτης με ποσοστό 11,8%. Τέλος το μερίδιο των υδροηλεκτρικών ήταν 8,5% (Βλέπε Γράφημα 3.2) (Μουρτζάκος, 2023).



Γράφημα 3.2-Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην πρώτη θέση το 2022

Πηγή: Μουρτζάκος(2023)

Σύμφωνα με αυτές τις βλέψεις, η Ελλάδα επιδιώκει να επιτύχει μείωση 55% στις εκπομπές έως το έτος 2030, μείωση 80% έως το 2040 και να επιτύχει καθαρές

μηδενικές εκπομπές άνθρακα έως το 2050. Επιπλέον, η νομοθεσία σκιαγραφεί βασικές στρατηγικές που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών έως το έτος 2028, οι οποίες περιλαμβάνουν τη σταδιακή εξάλειψη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από πηγές λιγνίτη (IEA, 2023).

3.2 Θεσμικό πλαίσιο

Ως κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ελλάδα έχει ενσωματώσει τις σύγχρονες οδηγίες σχετικά με τις ΑΠΕ στην εθνική της νομοθεσία. Η χώρα έχει επίσης συμμετάσχει ενεργά σε διεθνείς προσπάθειες, συμπεριλαμβανομένου του Πρωτοκόλλου του Κιότο υπό την καθοδήγηση της ΕΕ, τοποθετώντας τον εαυτό της σε σημαντικά θέματα στο πλαίσιο της παγκόσμιας ενεργειακής ιστορίας. Μέσω μιας δομημένης προσέγγισης, η Ελλάδα προσαρμόζεται στις απαιτήσεις εισάγοντας τις απαραίτητες τροποποιήσεις στους δικούς της νόμους. Η θέσπιση του Ν. 1559/85 το 1985 σηματοδότησε την εναρκτήρια ευκαιρία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Η εν λόγω νομοθετική ρύθμιση επέτρεπε τόσο σε ιδιώτες όσο και σε επιχειρήσεις — γνωστούς ως «αυτοπαραγωγοί» — να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω εγκαταστάσεων που αξιοποιούν ΑΠΕ.

Αργότερα, το 2014, δημιουργήθηκε μια νομική δομή για τη διευκόλυνση της υποστήριξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ευθυγραμμισμένη με τις «Κατευθυντήριες γραμμές για τις κρατικές ενισχύσεις στους τομείς του περιβάλλοντος και της ενέργειας (2014-2020)». Αυτή η πρωτοβουλία έχει σχεδιαστεί για να εξασφαλίσει την απρόσκοπτη ενσωμάτωση και υποστήριξη των ΑΠΕ στην αγορά ενέργειας, παρέχοντας βέλτιστα αποτελέσματα κόστους-οφέλους τόσο για την κοινωνία όσο και για τους καταναλωτές (European Union, 2014).

Επίσης, ο Ν. 4414/2016⁴ για τη στήριξη των μονάδων από ΑΠΕ και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης, ενσωμάτωσε

4 Νόμος Υπ' Αριθ. 4414 ΦΕΚ Α' 149/09.08.2016. Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις.. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/237723/nomos-4414-2016> [Πρόσβαση 20-7-2025]

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

πρόσθετες συνιστώσες για τις ΑΠΕ, εισάγοντας στήριξη μέσω Διαφορικής Προσαύξησης παράλληλα με την αμοιβή που λαμβάνουν οι ΑΠΕ από τη δραστηριότητά τους στην Αγορά. Για να αποφευχθεί η υπέρβαση της προβλεπόμενης απόδοσης των έργων από την υποστήριξη, καθορίστηκε η Τιμή Αναφοράς. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα οικειοθελούς προσαρμογής στις υπάρχουσες ενεργειακές εγκαταστάσεις στο νέο πλαίσιο επιχειρησιακής υποστήριξης και στις ανάλογες απαιτήσεις.

Από το 2017, οι παραπάνω οδηγίες καθορίζουν ότι η Τιμή Αναφοράς για αιολικές και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις διαμορφώνεται μέσω ανταγωνιστικών διεργασιών με σκοπό τη μείωση των δαπανών για τους καταναλωτές. Η επιχειρησιακή υποστήριξη παρέχεται αποκλειστικά σε όσους επιτύχουν σε αυτή τη διαδικασία. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκε απαίτηση για ενεργό δέσμευση των παραγωγών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε συστήματα της αγοράς, είτε μέσω Συγκεντρωτικών Φορέων Εκπροσώπησης είτε σε εθελοντική βάση. Ακόμα, οι βασικές οδηγίες σχετικά με τις επιδοτήσεις ως προς αυτόν τον σκοπό ανανεώθηκαν το 2022 και περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αξιολογεί τη συμβατότητα των κρατικών ενισχύσεων με τους κανόνες της ΕΕ, τονίζοντας ότι οι ενισχύσεις πρέπει να προωθούν την οικονομική δραστηριότητα, να υποστηρίζουν περιβαλλοντικούς και κλιματικούς στόχους που ευθυγραμμίζονται με την Πράσινη Συμφωνία και να αποφεύγουν τη στρέβλωση του ανταγωνισμού και του εμπορίου. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές ισχύουν για βοήθεια για δραστηριότητες όπως η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η ανάπτυξη υποδομών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η υποστήριξη της μετάβασης σε μια κυκλική οικονομία, μεταξύ άλλων. Η αξιολόγηση εξετάζει εάν η ενίσχυση διευκολύνει τη θετική οικονομική ανάπτυξη και τα περιβαλλοντικά οφέλη, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα ότι είναι απαραίτητη, κατάλληλη, αναλογική, διαφανής και δεν βλάπτει αδικαιολόγητα τον ανταγωνισμό. Οι κατευθυντήριες γραμμές, που τέθηκαν σε ισχύ για τη βοήθεια που χορηγείται από τον Ιανουάριο του 2022, αποσκοπούν στην ευθυγράμμιση των εθνικών μέτρων με τους στόχους της ΕΕ για

το κλίμα και την ενέργεια, αντικαθιστώντας το προηγούμενο πλαίσιο του 2014 και δεν καλύπτουν τομείς όπως η Έρευνα & Ανάπτυξη, η γεωργία ή η πυρηνική ενέργεια. Τα κράτη μέλη καλούνται να τροποποιήσουν τα υφιστάμενα καθεστώτα ενίσχυσης έως το τέλος του 2023 για να διασφαλίσουν τη συμμόρφωση (European Union, 2022). Τέλος, ο Ν. 4643/2019⁵ θέσπισε το λειτουργικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ, διευκολύνοντας τις χονδρικές συναλλαγές στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και επιτρέποντας την καταβολή αποζημιώσεων μέσω θεσμοθετημένων μηχανισμών.

3.3 Εθνικό Σχέδιο ενέργειας και Κλίματος (ΕΣΕΚ)

Το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) χρησιμεύει ως ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο ενεργειακής πολιτικής που έχει σχεδιαστεί για την εκπλήρωση των στόχων της Ενεργειακής Ένωσης έως το 2030.

Η επίτευξη μιας επιτυχημένης πράσινης μετάβασης θα απαιτήσει ουσιαστική κινητοποίηση ιδιωτικών και δημόσιων επενδύσεων, δημιουργία αποτελεσματικής κυκλικής οικονομίας και δημιουργία διασυνδεδεμένης ενεργειακής αγοράς εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως περιγράφεται στην ημερήσια διάταξη του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου (European Commission, 2020). Η περιβαλλοντική καταστροφή και φθορά καθιστά αναγκαία την εφαρμογή βιώσιμων πολιτικών που περιλαμβάνουν τους τρεις πυλώνες της αειφόρου ανάπτυξης: κοινωνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό.

Θεμελιώδης συνιστώσα της Στρατηγικής είναι η υλοποίηση μιας ανταγωνιστικής εσωτερικής αγοράς ενέργειας, που επιτυγχάνεται μέσω της ενοποίησης των πέντε διαστάσεων της Ενεργειακής Ένωσης. Αυτές οι διαστάσεις περιλαμβάνουν την ασφαλή ενεργειακή πρόσβαση για όλους, την απρόσκοπτη μεταφορά ενέργειας μέσω των εσωτερικών συνόρων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την ενίσχυση και την εξάλειψη των ενεργειακών φραγμών για την ενίσχυση της

5 Νόμος Υπ' Αριθ. 4643 Τεύχος Α' 193/03.12.2019. Απελευθέρωση αγοράς ενέργειας, εκσυγχρονισμός της ΔΕΗ, ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ και στήριξη των Α.Π.Ε. και λοιπές διατάξεις. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/580751/nomos-4643-2019> [Πρόσβαση 20-7-2025]

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ανεξαρτησίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την προώθηση μιας οικονομίας χαμηλών εκπομπών άνθρακα μέσω της προώθησης της ενεργειακής απόδοσης και των καινοτόμων τεχνολογιών.

Η γεωπολιτική θέση της Ελλάδας διευκολύνει την πρόσβαση σε νέες πηγές ενεργειακού εφοδιασμού από την Ανατολική Μεσόγειο και την Κεντρική Ασία, τοποθετώντας το έθνος ως βασικό παράγοντα σε μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία. Κατά συνέπεια, ο στρατηγικός στόχος είναι να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη εκπλήρωση των ενεργειακών απαιτήσεων διασφαλίζοντας παράλληλα ότι οι καταναλωτές έχουν πρόσβαση σε ασφαλή και οικονομικά προσιτή ενέργεια. Επίσης, η Ελλάδα προσδοκά τη δημιουργία ανταγωνιστικών και βιώσιμων αγορών ενέργειας που θα προσφέρουν ευνοϊκές τιμές για τους καταναλωτές. Επιπλέον, η εξέλιξη αυτή αναμένεται να δημιουργήσει ευκαιρίες για καινοτόμες επενδύσεις, ενισχύοντας έτσι την ανταγωνιστικότητα της ελληνικής οικονομίας (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Στη συνέχεια, μετασχηματισμοί σημαντικού μεγέθους σημειώνονται στον ενεργειακό τομέα, με στόχο την ενίσχυση του ρόλου των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με παράλληλη σταδιακή κατάργηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων. Κατά συνέπεια, οι πολιτικές έχουν σχεδιαστεί για να διευκολύνουν την ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας μειώνοντας και τελικά παύοντας τη χρήση του λιγνίτη, ενώ παράλληλα δίνουν προτεραιότητα στην ανάπτυξη και υποστήριξη των κοινοτήτων που βρίσκονται σε λιγνιτοπαραγωγικές περιοχές (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Επιπρόσθετα, ο χωροταξικός σχεδιασμός γίνεται όλο και πιο σημαντικός καθώς οι πόλεις επεκτείνονται λόγω της συνεχιζόμενης αστικοποίησης. Ο ρυθμός με τον οποίο ο καθορισμός της γης για αστικούς σκοπούς υπερβαίνει σημαντικά τον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού. Ως εκ τούτου, η προώθηση πολιτικών που σχετίζονται με τον σχεδιασμό και τη χωροταξία των αστικών περιοχών είναι απαραίτητη, ιδιαίτερα όσον αφορά τις διαστάσεις της στέγασης, οι οποίες μπορούν να ενισχύσουν την ενεργειακή τους απόδοση και τον αντίκτυπο στο κλίμα.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ο βιοκλιματικός πολεοδομικός σχεδιασμός και ο σχεδιασμός επηρεάζονται σημαντικά από παράγοντες όπως η χρήση ακατάλληλων υλικών, το ανεπαρκές πράσινο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες και η χρήση της γης, τα οποία συμβάλλουν στην ενεργειακή δυναμική και στις αυξανόμενες θερμοκρασίες που παρατηρούνται στα αστικά περιβάλλοντα, καθώς και στην αυξημένη κατανάλωση ενέργειας. Ο στόχος της πολιτικής είναι να διευκολύνει τον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό που επιδιώκει να ενσωματώσει μεγάλες κατασκευές, δρόμους και δημόσιους χώρους προκειμένου να βελτιώσει τόσο το αστικό περιβάλλον όσο και την ποιότητα ζωής των κατοίκων (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Επιπλέον, η ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης αποτελεί τη σημαντικότερη πρόκληση για την εφαρμογή της δημόσιας πολιτικής την επόμενη δεκαετία, ιδίως όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα κτίρια αντιστοιχούν σχεδόν στο 40% της κατανάλωσης ενέργειας, είναι επιτακτική ανάγκη να ενισχυθεί η ενεργειακή απόδοση μέσω προσπαθειών ανακαίνισης και εκσυγχρονισμού, καθώς και με την κατασκευή εξυπνότερων κτιρίων με χρήση προηγμένων υλικών και μόνωσης, σε ευθυγράμμιση με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Αυτή η προσέγγιση στοχεύει στην ανύψωση της ποιότητας ζωής ενώ ταυτόχρονα βοηθά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το έτος 2050. Επιπλέον, μια σημαντική πολιτική περιλαμβάνει την εφαρμογή τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης των κτιρίων (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Το σχέδιο αυτό για την κινητικότητα προβλέπει μια ποικιλία πρωτοβουλιών που έχουν σχεδιαστεί για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των μεταφορών. Συγκεκριμένα, τα μέτρα αυτά αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην έναρξη επενδύσεων σε λύσεις καθαρών μεταφορών. Αυτή η μετάβαση από τον παραδοσιακό κυκλοφοριακό σχεδιασμό στον βιώσιμο σχεδιασμό αστικής κινητικότητας δίνει προτεραιότητα στα άτομα και ενσωματώνει ολοκληρωμένες προσεγγίσεις στον αστικό και κυκλοφοριακό

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

σχεδιασμό. Περιλαμβάνει στρατηγικές για την αποθάρρυνση της χρήσης αυτοκινήτου, τη διαχείριση της στάθμευσης και την ανάπτυξη δικτύων υποστήριξης για περπάτημα, ποδήλατο, οχήματα μικροκινητικότητας, δημόσια μέσα μεταφοράς και προσβασιμότητα.

Ενώ, το τεχνολογικό πλαίσιο και η σύνθεση των καυσίμων στον τομέα των μεταφορών θα υποστούν σημαντικό μετασχηματισμό λόγω της υιοθέτησης εναλλακτικών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας, της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, της εφαρμογής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς, της συνολικής ηλεκτροδότησης των σιδηροδρομικών συστημάτων και της ενισχυμένης συμμετοχής διαφόρων τρόπων μεταφοράς. Επιπλέον, στη ναυτιλιακή βιομηχανία, η πρόοδος των τεχνολογιών που στοχεύουν στην επίτευξη μείωσης των εκπομπών κατά 50% έως το έτος 2050 θα είναι κρίσιμη (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Η επόμενη δεκαετία θεωρείται κρίσιμη για την πρόοδο των καινοτόμων τεχνολογιών και την άνοδο των νεοφυών επιχειρήσεων που θα βοηθήσουν την ΕΕ να επιτύχει τους φιλόδοξους στόχους της. Κρίσιμος παράγοντας σε αυτή τη διαδικασία είναι η καθιέρωση ρυθμιστικής προβλεψιμότητας, η οποία θα επιτρέψει στον βιομηχανικό τομέα να αναδιοργανωθεί και να εξελιχθεί. Κατά συνέπεια, τα ελληνικά ερευνητικά ιδρύματα προτρέπονται να υιοθετήσουν μια εξωστρεφή προσέγγιση που ενθαρρύνει και αγκαλιάζει τις διεθνείς συνεργασίες. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι το νέο πλαίσιο προωθεί και ενισχύει τον ρόλο των καταναλωτών, καθώς και τη δέσμευση των τελικών χρηστών στην αγορά ενέργειας. Αυτή η πρωτοβουλία θα δημιουργήσει νέες ευκαιρίες απασχόλησης και θα επιταχύνει την πρόοδο των καινοτόμων τεχνολογιών και εφαρμογών (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Οι στόχοι που συνδέονται με την αειφόρο ανάπτυξη συνδέονται με την ουσιαστική στροφή προς νέα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης, την ανάγκη για βιώσιμα αστικά περιβάλλοντα, την εξάλειψη της φτώχειας, τη δημιουργία προσαρμόσιμων υποδομών, την πρόοδο της βιώσιμης εκβιομηχάνισης, την κυκλική οικονομία και την ενθάρρυνση της καινοτομίας. Αυτά τα στοιχεία

Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

χρησιμεύουν ως θεμελιώδη στοιχεία ενός πλαισίου βιώσιμης ανάπτυξης που φιλοδοξεί όχι μόνο να επιτύχει δημοσιονομική σταθερότητα αλλά και να αναδιαρθρώσει τις παραγωγικές διαδικασίες, να αξιοποιήσει ορθολογικά τους πόρους και, το σημαντικότερο, να εγγυηθεί δίκαιη και απρόσκοπτη πρόσβαση όλων σε βασικά αγαθά και υπηρεσίες (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Το ΕΣΕΚ θεσπίζει πιο φιλόδοξους εθνικούς στόχους για την επίτευξη των στόχων της Ενεργειακής Ένωσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως το 2030, ξεπερνώντας το αρχικό ΕΣΕΚ που εκδόθηκε τον Ιανουάριο. Συγκεκριμένα, θέτει έναν πιο αυστηρό στόχο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, διευκολύνοντας τη μετάβαση σε μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία έως το 2050, θέτει το στόχο για την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, ενισχύει την ενεργειακή απόδοση με την εισαγωγή ενός πιο αυστηρού στόχου εξοικονόμησης ενέργειας και δρομολογεί δέσμευση για απολιγνίωση στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, προκαλώντας σημαντικό μετασχηματισμό του ενεργειακού τοπίου (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Ένας κρίσιμος παράγοντας για την επίτευξη των στόχων που περιγράφονται στο ΕΣΕΚ είναι η αναγνώριση ότι η τροχιά μεμονωμένων τομέων επηρεάζει εγγενώς τους άλλους. Κατά συνέπεια, τα μέτρα που τελικά διαμορφώνονται και εκτελούνται θα διαμορφώσουν τη συνολική εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος, αποδεικνύοντας τη διασύνδεση του ΕΣΕΚ με πολιτικές που σχετίζονται με τη διαχείριση των απορριμμάτων, την κυκλική οικονομία και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Συνολικά, ο στόχος είναι να επιτευχθεί η αποτελεσματικότερη υλοποίηση των καθορισμένων προτεραιοτήτων πολιτικής, η οποία είναι εφικτή με τη διαμόρφωση και την εκτέλεση μέτρων πολιτικής για κάθε προτεραιότητα ξεχωριστά. Οι προτεραιότητες πολιτικής περιλαμβάνουν αρκετούς κρίσιμους τομείς, όπως: Κλιματική Αλλαγή, Εκπομπές και Απομακρύνσεις Αερίων Θερμοκηπίου, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Ενίσχυση της Ενεργειακής Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

Απόδοσης, Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού, Δυναμική της Ενεργειακής Αγοράς και προώθηση της Έρευνας, της Καινοτομίας και της Ανταγωνιστικότητας. Επιπλέον, νέα εστιακά σημεία περιλαμβάνουν τον Αγροτικό Τομέα, τη Ναυτιλία και τον Τουρισμό, με έμφαση στην εφαρμογή ενός μηχανισμού διακυβέρνησης που κρίνεται απαραίτητος για την αποτελεσματική παρακολούθηση, την εκτέλεση των προτεινόμενων μέτρων και την επίτευξη των εθνικών ενεργειακών και κλιματικών στόχων που περιγράφονται στο εξεταζόμενο σχέδιο (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

3.4 Εθνική στρατηγική για 2030

Το θεμέλιο ενός εθνικού στόχου εδραιώνεται μέσω της αλληλεπίδρασης τριών πρωταρχικών στοιχείων. Πρώτον, το πλαίσιο διαμορφώνεται από παγκόσμιες τάσεις που οριοθετούν τις παραμέτρους εντός των οποίων μπορεί να λειτουργήσει η Ελλάδα. Οι συνεχιζόμενες παγκόσμιες πρωτοβουλίες με στόχο τη μείωση του κόστους που σχετίζεται με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αντιπροσωπεύουν ένα διεθνές κίνημα που προσφέρει στην Ελλάδα ευκαιρίες, ιδιαίτερα λόγω των άφθονων ηλιακών και αιολικών πόρων της. Επιπλέον, η ανάπτυξη πλωτών υπεράκτιων αιολικών πάρκων αποτελεί παράδειγμα νέων δυνατοτήτων για το έθνος, επιτρέποντας την παραγωγή ενέργειας στο Αιγαίο και στο Ιόνιο Πέλαγος. Ωστόσο, ορισμένες τεχνολογίες εξακολουθούν να απαιτούν σημαντική οικονομική υποστήριξη από την κυβέρνηση για να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα και η αποτελεσματική τους χρήση (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Οι σημερινές συνθήκες αντιπροσωπεύουν τον δεύτερο παράγοντα που επηρεάζει τη διαμόρφωση της εθνικής στρατηγικής. Η Ελλάδα έχει επιτύχει σημαντικές προόδους στην ενσωμάτωση των ΑΠΕ στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της. Το 2022, το ελληνικό κράτος εξασφάλισε την 7η θέση σε παγκόσμιο πλαίσιο όσον αφορά την ενσωμάτωση της ηλιακής και αιολικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης, σημειώθηκε μείωση κατά 80% περίπου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη. Ως αποτέλεσμα, η

βασική δομή αυτών των στρατηγικών το 2023 έρχεται σε αξιοσημείωτη αντίθεση με εκείνη του 2019 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Η τρίτη παράμετρος αφορά τους πόρους που διατίθενται προς αυτό το σκοπό. Από τη μια πλευρά, η συνεχιζόμενη συρρίκνωση των δαπανών που συνδέονται με την εγκατάσταση ΑΠΕ δεν απαιτεί την άμεση βοήθεια του κράτους, όπως αποδεικνύεται από τις εισφορές ΑΠΕ στον κρατικό προϋπολογισμό το 2022, οι οποίες μετριάζουν τις οικονομικές επιβαρύνσεις για νοικοκυριά και επιχειρήσεις. Αντίθετα, ορισμένες τεχνολογίες απαιτούν δημόσια χρηματοδότηση για περαιτέρω ανάπτυξη. Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος πρέπει να συμβιβάσει τους διαθέσιμους πόρους με τους σκοπούς του, επιδιώκοντας αφενός να μειώσει τους ρύπους και αφετέρου να επιτύχει την δίκαιη μετάβαση στις λιγνιτικές περιοχές και τη διευκόλυνση της διασύνδεσης των νησιών με το ηπειρωτικό δίκτυο, μεταξύ άλλων (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Συνοπτικά, το εν λόγω εθνικό σχέδιο στηρίζεται σε εκτίμηση σχετικά με τους δυνητικούς πόρους που διατίθενται προς εκμετάλλευση εντός της χώρας. Ωστόσο, οι εγγενείς αβεβαιότητες μπορεί να επηρεάσουν την εξέλιξη των επιδιωκόμενων σκοπών, είτε με ευνοϊκό είτε με δυσμενή τρόπο. Επίσης, αυτές οι αβεβαιότητες επεκτείνονται στην παγκόσμια δυναμική, επηρεάζοντας παράγοντες όπως τα έξοδα που σχετίζονται με τις αναδυόμενες τεχνολογίες, την τιμολόγηση της ενέργειας και τον οικονομικό αντίκτυπο των φυσικών καταστροφών, καθώς και άλλα σχετικά στοιχεία.

3.4.1 Εθνικοί στόχοι για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος οριοθετεί εθνικούς στόχους που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων μέσω της αυξημένης συμβολής των ΑΠΕ στη συνολική ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας. Το NECP προβλέπει προόδους στις ΑΠΕ σε πολλές πτυχές, με την πρόθεση να τους καθιερώσει ως τον ακρογωνιαίο λίθο της πράσινης μετάβασης. Αυτή η πρόοδος

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

αφορά την εκμετάλλευση των ΑΠΕ για την παραγωγή ενέργειας καθώς και για την ανάπτυξη πράσινου υδρογόνου και κλιματικά ουδέτερα καύσιμα. Έως το έτος 2030, έχει τεθεί στόχος η ενέργεια αυτή να καταλαμβάνει το 44% της συνολικής ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας. Ο στόχος αυτός προσδιορίζεται για κάθε τομέα, με δεσμευτικούς στόχους που καθορίζονται ξεχωριστά (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024).

Η σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται κρίσιμη προτεραιότητα για τη βιώσιμη κατανάλωση ηλεκτρισμού. Ο στόχος είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ να φτάσει το 80% έως το 2030 και να προσεγγίσει το 95% ύστερα από το 2035, ενισχύοντας την αναδιάρθρωση του ενεργειακού τομέα.

Κατά συνέπεια, το αποτύπωμα άνθρακα της ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι σχεδόν ασήμαντο, διαδραματίζοντας ζωτικό ρόλο στη στροφή του έθνους προς τη βιωσιμότητα. Ένας δεσμευτικός στόχος έχει θεσπιστεί για τον τομέα των μεταφορών, ο οποίος στοχεύει στη συνεισφορά των ΑΠΕ κατά 29% έως το 2030. Η φιλόδοξη αυτή προοπτική ενισχύεται από τις εξελίξεις στην ηλεκτροκίνηση, τα βιοκαύσιμα και τα ανανεώσιμα καύσιμα που παράγονται από μη βιολογικές πηγές. Όσον αφορά τη θέρμανση και την ψύξη, έχει καθοριστεί το όριο του 46% για την επέκταση των ΑΠΕ έως το 2030. Αυτό μπορεί να γίνει πράξη κυρίως μέσω της εγκατάστασης αντλιών θερμότητας που θα τις αξιοποιούν άμεσα σε συνδυασμό με θερμικά ηλιακά συστήματα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας²⁴, 20).

3.4.2 Μέτρα και πολιτικές

Για να επιτευχθεί ο στόχος του 45,4% ως προς τις ΑΠΕ ως ποσοστό της συνολικής ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας έως το έτος 2030, είναι απαραίτητο να διαμορφωθούν πολιτικές και μέτρα τόσο σε ρυθμιστικό όσο και σε τεχνοοικονομικό επίπεδο, μαζί με συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα εφαρμογής. Αυτές οι στοχευμένες πολιτικές και μέτρα έχουν σχεδιαστεί για να διευκολύνουν

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

την ενσωμάτωση των ΑΠΕ σε νέες εφαρμογές και τομείς, να προωθήσουν την ενεργειακή σύζευξη μεταξύ διαφόρων τομέων και τελικά να οδηγήσουν στην ηλεκτροδότηση της τελικής κατανάλωσης.

Το σημαντικό επενδυτικό ενδιαφέρον για νέα έργα ΑΠΕ για το χρονικό διάστημα 2025-2030, σε συνάρτηση με τον παρατηρούμενο ρυθμό προόδου των έργων τα τελευταία χρόνια, όχι μόνο διασφαλίζει την επίτευξη των νεοσύστατων υψηλότερων στόχων, αλλά υπογραμμίζει επίσης την επιτακτική ανάγκη υποστήριξης, επέκτασης και αναβάθμισης των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η βελτίωση είναι σημαντική για την αξιόπιστη και ασφαλή ενσωμάτωση των απαραίτητων έργων στο σύστημα. Στο πλαίσιο αυτό, δρομολογούνται πρόσθετες ενέργειες και δράσεις για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της παραγόμενης πράσινης ενέργειας. Τα μέτρα πολιτικής που στοχεύουν στην προώθηση των ΑΠΕ κατά το χρονικό πλαίσιο 2025-2030 επιδιώκουν να αντιμετωπίσουν οκτώ διακριτές Προτεραιότητες Πολιτικής (Σχήμα 3-1), καλύπτοντας όλους τους τομείς όπου οι ΑΠΕ μπορούν να αναπτυχθούν περαιτέρω.

ΠΠ2.1: Αναμόρφωση πλαισίου αδειοδότησης και επικαιροποίηση του ειδικού χωροταξικού πλαισίου για τις ΑΠΕ – Επιτάχυνση, ψηφιοποίηση και αποτελεσματικότητα αδειοδότησης
ΠΠ2.2: Διασφάλιση υλοποίησης επενδύσεων ΑΠΕ και Αποθήκευσης - Προώθηση διμερών συμβάσεων, Υβριδικά συστήματα νησιών
ΠΠ2.3: Προώθηση διεσπαρμένων συστημάτων ΑΠΕ, ενδυνάμωση συμμετοχικού ρόλου τοπικών κοινωνιών – καταναλωτών
ΠΠ2.4: Διασφάλιση βιωσιμότητας και ρευστότητας του μηχανισμού χορήγησης λειτουργικής ενίσχυσης στις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ καθώς και στους σταθμούς αποθήκευσης
ΠΠ2.5: Ανάπτυξη και ενίσχυση ενεργειακών δικτύων και βέλτιστη ένταξη και λειτουργία μονάδων ΑΠΕ - Αποθήκευση ενέργειας
ΠΠ2.6: Διασφάλιση συμμετοχής ΑΠΕ στην κάλυψη ενεργειακών αναγκών στον κτιριακό τομέα - προσαρμογές στον κτιριοδομικό κανονισμό - προώθηση του διαμοιρασμού ενέργειας
ΠΠ2.7: Προώθηση της χρήσης συστημάτων ΑΠΕ για κάλυψη θερμικών και ψυκτικών αναγκών
ΠΠ2.8: Προώθηση νέων τεχνολογιών και σύζευξη ενεργειακών τομέων με έμφαση στον εξηλεκτρισμό για μέγιστη αξιοποίηση του εγχώριου δυναμικού από τις ΑΠΕ

Σχήμα 3-1: Προτεραιότητες πολιτικής για την προώθηση των ΑΠΕ την περίοδο 2025-2030.

Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ελληνική κυβέρνηση εφαρμόζει ολοκληρωμένα μέτρα για τη μεταρρύθμιση και τον εκσυγχρονισμό του πλαισίου αδειοδότησης και χωροταξικού σχεδιασμού για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) με στόχο την επιτάχυνση της ανάπτυξης, την ψηφιοποίηση των διαδικασιών και την προσέλκυση επενδύσεων. Αυτές οι πρωτοβουλίες περιλαμβάνουν τη δημιουργία μιας απλοποιημένης διαδικασίας αδειοδότησης, ένα ψηφιακό πληροφοριακό σύστημα ΑΠΕ και σαφή οριοθέτηση περιοχών όπου επιτρέπεται ή απαγορεύεται η εγκατάσταση ΑΠΕ, με έμφαση στην ισόρροπη χρήση γης και σε τομείς στρατηγικής προτεραιότητας. Επιπλέον, οι πολιτικές προωθούν την ενσωμάτωση τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας όπως μπαταρίες και αντλιοστάσια υδροηλεκτρικά για τη βελτίωση της σταθερότητας του δικτύου, την αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ και τη διευκόλυνση της συμμετοχής στις αγορές ενέργειας μέσω διμερών συμβάσεων και υβριδικών συστημάτων, ιδιαίτερα στα νησιά. Συγκεκριμένα προγράμματα όπως το «ΑΠΟΛΛΩΝ» προωθούν τα συμμετοχικά ενεργειακά μοντέλα προωθώντας έργα ιδιοκατανάλωσης και συλλογικά έργα ΑΠΕ, υποστηρίζοντας τις τοπικές κοινωνίες και τις ευάλωτες ομάδες. Οι μηχανισμοί υποστήριξης για εγκαταστάσεις και χώρους αποθήκευσης ΑΠΕ στοχεύουν στη διασφάλιση βιωσιμότητας και ρευστότητας, μόχλευσης των εσόδων από δικαιώματα εκπομπής και συμμετοχής στην αγορά και βελτιστοποίηση της λειτουργικής βοήθειας μέσω κανονιστικών προσαρμογών.

Για την επίτευξη υψηλότερης διείσδυσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αναβάθμιση του ενεργειακού δικτύου αποτελεί προτεραιότητα για την Ελλάδα. Αυτό περιλαμβάνει την επέκταση και τον εκσυγχρονισμό της υποδομής μεταφοράς και διανομής, την εφαρμογή συστημάτων ελέγχου έγχυσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την αντιμετώπιση τεχνικών προκλήσεων όπως η συμφόρηση του δικτύου και τα βραχυκυκλώματα. Η Ελλάδα προωθεί επίσης καινοτόμες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως υπεράκτια αιολικά πάρκα, πλωτούς φωτοβολταϊκούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και μονάδες αφαλάτωσης μικρής κλίμακας που τροφοδοτούνται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ παράλληλα εργάζεται για την ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας και του

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

πράσινου υδρογόνου. Τέλος, η στρατηγική σύζευξης τομέα στοχεύει στην ενοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας με τους τομείς θέρμανσης, ψύξης και μεταφορών, αξιοποιώντας τεχνολογίες όπως αντλίες θερμότητας και πράσινο αέριο για μεγιστοποίηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενίσχυση της ευελιξίας του συστήματος και υποστήριξη των φιλόδοξων στόχων της χώρας για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Μια ανασκόπηση των πολιτικών και μέτρων της Ελλάδας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) υπογραμμίζει τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ηλιακή, την αιολική, την υδροηλεκτρική ενέργεια και τη βιοενέργεια. Ενώ ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στα φωτοβολταϊκά και στην ξηρά αιολική ενέργεια προβλέπεται να περιοριστεί έως το 2050, η υπεράκτια αιολική ενέργεια ενδέχεται να παρουσιάσει σημαντικές διακυμάνσεις, με την παραγωγή να αυξάνεται δυνητικά έως και 30% σε ορισμένες περιοχές και να μειώνεται έως και 20% σε άλλες. Οι υδρολογικές αλλαγές, συμπεριλαμβανομένων των μειωμένων βροχοπτώσεων και της αυξημένης ξηρασίας, απειλούν την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, με την παραγωγή να μειώνεται δυνητικά έως και 10-20%, αν και οι εγκαταστάσεις ταμιευτήρων είναι πιθανό να επηρεαστούν λιγότερο. Η κλιματική αλλαγή προβλέπεται επίσης να επηρεάσει αρνητικά τα δάση και τη γεωργική βιομάζα, αλλά οι βελτιώσεις στη διαχείριση των απορριμμάτων και στις εισαγωγές βιομάζας θα μπορούσαν να μετριάσουν αυτές τις επιπτώσεις. Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, η Ελλάδα σχεδιάζει να αναπτύξει χάρτες κλιματικής πρόβλεψης υψηλής ανάλυσης, να ενσωματώσει τις κλιματικές εκτιμήσεις στον χωροταξικό σχεδιασμό και να αναβαθμίσει την υπάρχουσα υδροηλεκτρική υποδομή για να διασφαλίσει ότι η ανανεώσιμη ενέργεια παραμένει ανθεκτική και συνεχίζει να συμβάλλει στο εθνικό ενεργειακό σύστημα υπό την κλιματική αλλαγή.

Πίνακας 3-1: Συνοπτικά μέτρα και πολιτικές για τη διάσταση των ΑΠΕ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Μέτρο πολιτικής	Στόχος
M1. Εφαρμογή καθεστώτων στήριξης και χρήση συμβάσεων διαφορικής προσαύξησης (CfDs) ώριμες τεχνολογίες ΑΠΕ και συνδυασμού αυτών με αποθήκευση	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M2. Ανάπτυξη νέων έργων ΑΠΕ (με ή χωρίς μπαταρία) χωρίς την ανάγκη κρατικής ενίσχυσης, μέσω συμμετοχής στην αγορά και της σύναψης διμερών συμβάσεων για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας τους	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M3. Προώθηση εγκατάστασης συστημάτων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας - είτε μεμονωμένα συστήματα είτε σε συνδυασμό με τεχνολογίες ΑΠΕ	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M4. Ανάπτυξη και Υποστήριξη καινοτόμων και πιλοτικών έργων καθώς και υπεράκτιων αιολικών πάρκων με υψηλή εγχώρια προστιθέμενη αξία	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M5. Διασφάλιση βιωσιμότητας Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M6. Ανάπτυξη περιβαλλοντικών αγορών με τη χρήση των Εγγυήσεων Προέλευσης της παραγωγής των έργων ΑΠΕ	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ Αύξηση ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη Αύξηση ΑΠΕ στις μεταφορές
M7. Ανάπτυξη χαρτών κλιματικών προβολών του δυναμικού ΑΠΕ σε υψηλή χωρική ανάλυση	Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M8. Επικαιροποίηση, απλοποίηση και βελτιστοποίηση της λειτουργίας του ειδικού χωροταξικού πλαισίου, λαμβάνοντας υπόψη και τη διάσταση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M9. Επικαιροποίηση, απλοποίηση και βελτιστοποίηση της λειτουργίας του ειδικού χωροταξικού πλαισίου, λαμβάνοντας υπόψη και τη διάσταση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή
M10 Αδειοδοτικό και χωροταξικό πλαίσιο για θαλάσσια αιολικά πάρκα, λαμβάνοντας υπόψη και τη διάσταση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή
M11 Σχέδιο ανάπτυξης υδροηλεκτρικών και αντλησιοταμιευτικών μονάδων σε διασύνδεση με τους σχεδιασμούς διαχείρισης υδάτων (ΣΔΛΑΠ),αντιπλημμυρικής προστασίας (ΣΔΚΠ) και προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (ΠεΣΠΚΑ)	Αύξηση παραγωγής/αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή
M12 Προώθηση διεσπαρμένης παραγωγής ΑΠΕ με ενσωματωμένα συστήματα αποθήκευσης μέσω σχημάτων αυτοκατανάλωσης	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M13 Υποστήριξη ανάπτυξης ενεργειακών έργων ΑΠΕ (με ή χωρίς συστημάτων αποθήκευσης από Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας και Ενεργειακές Κοινότητες Πολιτών μέσω και της χρήσης εξειδικευμένων χρηματοδοτικών εργαλείων	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M14 Προώθηση της εγκατάστασης Υβριδικών Σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ)	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M15 Ενίσχυση ενεργειακών υποδομών (δίκτυα μεταφοράς και διανομής) για αντιμετώπιση φαινομένων κορεσμού. Ανάπτυξη νέων χρηματοδοτικών μοντέλων για την ταχεία υλοποίηση των σχετικών έργων	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M16 Σχεδιασμός διασυνδέσεων με βάση τη βέλτιστη αξιοποίηση δυναμικού ΑΠΕ και την ενίσχυση των εξαγωγών πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M17 Εφαρμογή τεχνικών διαδικασιών και κανόνων για την απελευθέρωση διαθέσιμου ηλεκτρικού χώρου σε τοπικό επίπεδο για τη σύνδεση νέων σταθμών ΑΠΕ, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη συνεργασίας Διαχειριστών για την αποτύπωση μελλοντικών αναγκών των δικτύων	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M18 Καθορισμός περιοχών προτεραιότητας (go to areas), αξιοποίηση της γεωργικής γης (agro PVs - double use of land) και εκμετάλλευση αναξιοποιήτων χώρων για την ανάπτυξη σταθμών	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
M19 Προώθηση εγκατάστασης ΑΠΕ σε κτίρια	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ Αύξηση ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη
M20 Καθορισμός ορίων ελάχιστης συμμετοχής ΑΠΕ και άρση των εμποδίων εγκατάστασης συστημάτων ΑΠΕ και αποθήκευσης στα κτίρια	Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ Αύξηση ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη
M21 Προώθηση αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης με χρήση ΑΠΕ	Αύξηση ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη
M22 Υποστήριξη και εφαρμογή βέλτιστων περιβαλλοντικών και ενεργειακά αποδοτικών εφαρμογών βιοενέργεια	Αύξηση ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη
M23 Ανάπτυξη εφοδιαστικών αλυσίδων για την βέλτιστη αξιοποίηση της βιοενέργειας	Αύξηση ΑΠΕ για θέρμανση-ψύξη

Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024
Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

3.5 Ο ρόλος των ΑΠΕ στην εθνική οικονομία

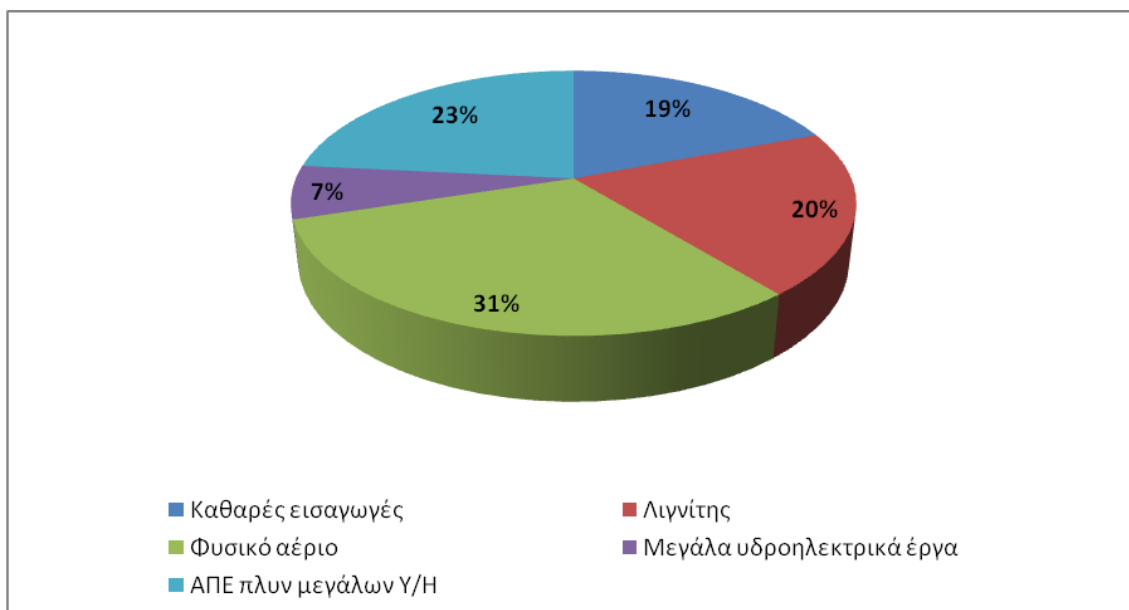
Με βάση τη μέχρι τώρα ανάλυση διαπιστώνεται ότι η ανάπτυξη που έχουν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές εξελίξεις που υφίστανται σήμερα στη χώρα σε οικονομικό, ενεργειακό αλλά και κοινωνικό επίπεδο, μάλιστα η εξέλιξη αυτή για κάποιους είναι θεαματική. Πρόκειται για ένα από τα σημαίνοντα παραδείγματα επενδύσεων σε ένα νέο παραγωγικό και πάγιο κεφάλαιο που πραγματοποιείται στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας με τις εκτιμήσεις για το ύψος τους να φτάνει περίπου στα 9.5 δισεκατομμύρια ευρώ. Οι επενδύσεις που γίνονται αναφέρονται σε έργα δημιουργίας μονάδων ΑΠΕ, έργα υποδομών και δικτύων αλλά και συνοδευτικά έργα. Οι επενδύσεις που έχουν γίνει έχουν αποδώσει απτά αποτελέσματα στο μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής (Γιαρέντη, 2024).

Η μετάβαση της Ελλάδας σε μια λιγότερο εξαρτώμενη από τον άνθρακα οικονομία και ένα νέο μοντέλο παραγωγής και ανάπτυξης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Ωστόσο, αυτός ο μετασχηματισμός υπόσχεται πολλά για τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και επενδύσεων. Το συγκεκριμένο πλαίσιο που τέθηκε από το Εθνικό Ενεργειακό Σχέδιο επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Το ΕΣΕΚ εκτιμά ότι περίπου 43 δισεκατομμύρια ευρώ σε πράσινες επενδύσεις θα απαιτηθούν έως το 2030, που αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ποσό για την εθνική οικονομία. Πέρα από προφανείς περιβαλλοντικούς λόγους, η σταδιακή κατάργηση των λιγνιτικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι απαραίτητη για να αυξηθεί το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας στο 35% έως το 2030 λόγω του αυξανόμενου κόστους παραγωγής και των συνακόλουθων σημαντικών οικονομικών απωλειών, ιδίως λόγω της αυξανόμενης αγοραίας αξίας των εκπομπών CO₂.

Σύμφωνα με διαθέσιμα στοιχεία του ΑΔΜΗΕ για το διασυνδεδεμένο σύστημα το 2024, παρήχθησαν συνολικά 25,2 TWh ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, εξαιρώντας τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Η παραγωγή είναι υπερδιπλάσια αναφορικά με αυτή που υφίσταται το 2019 (12,2 TWh). Η παρούσα κατάσταση υποδηλώνει ένα μέσο ετήσιο ρυθμό μεγέθυνσης της τάξεως του 15,6%.

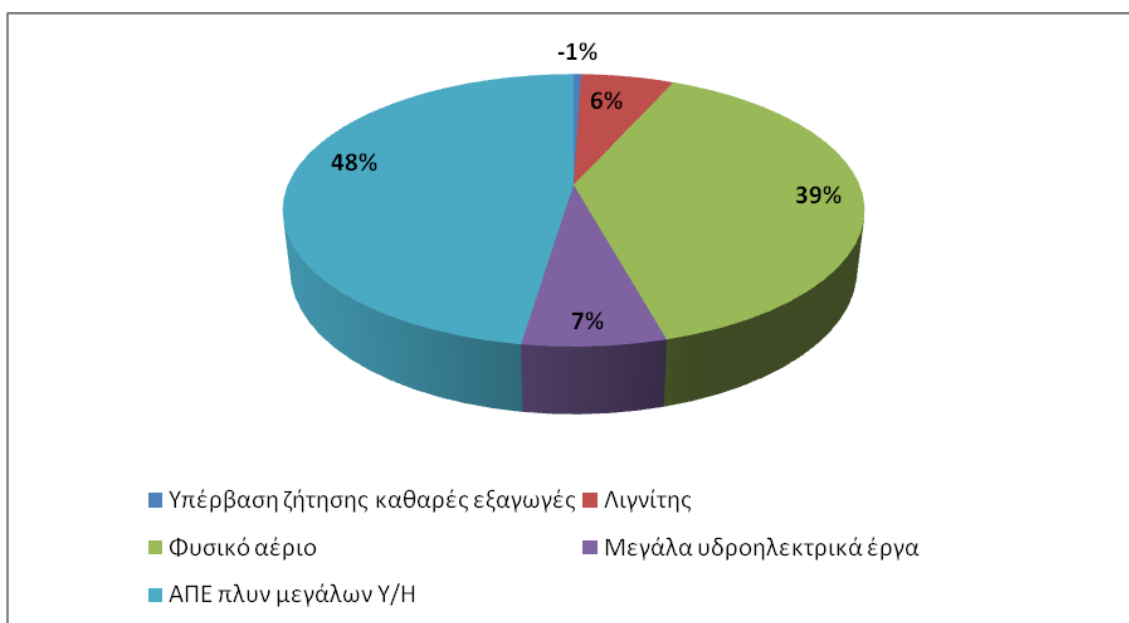
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η επαύξηση των παραγωγικών δυνατοτήτων των ΑΠΕ, συνδυαστικά με την υιοθέτηση της πολιτικής πλήρους απολιγνιτοποίησης ως το 2028 θα έχει ως αποτέλεσμα μιας ριζικής αλλαγής στο μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής (Βλέπε Γραφήματα 3.3 και 3.4)



Γράφημα 3.3-Κάλυψη της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα της Ελλάδος ανά πηγή 2019

Πηγή: ΑΔΜΗΕ



Γράφημα 3.4-Κάλυψη της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα της Ελλάδος ανά πηγή 2024

Πηγή: ΑΔΜΗΕ

Με βάση τα Γραφήματα η πλειονότητα 55,3% της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα του 2024 καλύφθηκε από τις ΑΠΕ, λαμβάνοντας υπόψη και τις υδροηλεκτρικές. Αυτό για πρώτη φορά επιτευχτεί το 2023 (51,4%) με το μερίδιο της κάλυψης να καθίσταται συνεχώς και ταχέως αυξανόμενο. Πέρα από και παρά τη δραστική μείωση στη χρήση του λιγνίτη, φαίνεται ότι η Ελλάδα κατάφερε εντός του 2024 να εκμηδενίσει τις καθαρές εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας, με δεδομένο ότι η χώρα ξεκίνησε να μετατρέπεται σε εξαγωγέα, αυτό είχε να επιτευχθεί από το 2000⁶. Η καθαρή παραγωγική διαδικασία ξεπέρασε τη ζήτηση κατά 307MWh, οι οποίες αναφέρονται στο 6% της ζήτησης.

Η μετάβαση σε ένα ενεργειακό σύστημα χαμηλών εκπομπών που βασίζεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιμετωπίζει ορισμένες κρίσιμες παραμέτρους που χρειάζονται μια πιο προσεκτική διερεύνηση και εξέταση για την υλοποίηση των επιδιωκόμενων σκοπών δίχως αρνητικό αποτέλεσμα. Ένα θεμελιώδες ζήτημα για την εφαρμογή αυτών των σταδιακών καταργήσεων είναι η εξασφάλιση επαρκούς παραγωγικής ικανότητας και παροχής ρεύματος. Η αυξανόμενη ενσωμάτωση της ανανεώσιμης ενέργειας στο δίκτυο αναγνωρίζεται ευρέως ως πρόκληση για την υλικοτεχνική αξιοπιστία. Επιπλέον, η σταδιακή κατάργηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από πετρέλαιο σε νησιωτικές περιοχές θα μπορούσε να οδηγήσει σε ελλείψεις ενέργειας, ιδιαίτερα σε περιόδους υψηλής ζήτησης, όπως η τουριστική περίοδος. Ως εκ τούτου, οι επενδύσεις στη διασύνδεση, τη διαχείριση της ζήτησης και την ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας είναι θεμελιώδεις για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων.

⁶ Για την ακρίβεια, βάσει των στοιχείων της Eurostat, στο διάστημα 1990-2023 η Ελλάδα είχε μη-αρνητικό ισοζύγιο ηλεκτρικής ενέργειας μόνο το 2000, με καθαρές εξαγωγές περί τις 11 GWh. Πολύ κοντά στον ισοσκελισμό του ισοζυγίου ήταν η χώρα μας και το 1999, με καθαρές εισαγωγές 164 GWh. Σε όλα τα υπόλοιπα έτη του διαστήματος αυτού, η Ελλάδα χρειάστηκε σημαντικές ποσότητες καθαρών εισαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα άλλο κρίσιμο ζήτημα είναι η προστασία των καταναλωτών από την αύξηση των τιμών των ενεργειακών προϊόντων και υπηρεσιών (ΚΕΠΕ, 2020). Εάν δεν γίνει αυτό, θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά βασικούς οικονομικούς τομείς, όπως το εμπόριο και ο τουρισμός, και ενδεχομένως να επηρεάσει την εθνική οικονομική ανάπτυξη. Επιπλέον, ο αντίκτυπος του αυξανόμενου ενεργειακού κόστους στα νοικοκυριά είναι ένα ζήτημα, καθώς επιδεινώνει την ενεργειακή φτώχεια. Για την αντιμετώπιση αυτών των κινδύνων, η ενεργειακή μετάβαση, με έμφαση στη διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, πρέπει να προβλέψει τον πιθανό οικονομικό αντίκτυπό της. Εξίσου σημαντικός είναι ο σωστός σχεδιασμός και δράση στον ενεργειακό τομέα για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων. Επιπλέον, περιοχές όπου η εξόρυξη λιγνίτη είναι πρωταρχική οικονομική δραστηριότητα, όπως η Δυτική Μακεδονία και οι μητροπολιτικές περιοχές, αντιμετωπίζουν σημαντικούς κινδύνους οικονομικών κραδασμών. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου σχεδίου ενεργειακής μετάβασης είναι ζωτικής σημασίας (ΚΕΠΕ, 2020).

Ο στόχος της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί μια φιλόδοξη πρόκληση. Σκοπός είναι η εξέταση νέων δυνατοτήτων ανάπτυξης, όπως η αιολική ενέργεια, και η κλιμάκωση τεχνολογιών μικρής κλίμακας όπως η γεωθερμία και η βιοενέργεια. Επίσης, έχει αναγνωριστεί η σημασία της αποθήκευσης για τη μείωση της μακροπρόθεσμης αβεβαιότητας της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η ενίσχυση της διασύνδεσης και η αντιμετώπιση του τοπικού κορεσμού του δικτύου μέσης τάσης είναι επίσης ζωτικής σημασίας. Ταυτόχρονα, η αναδιάρθρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί ένα σαφές πλαίσιο ενεργειακής δημοκρατίας (ΚΕΠΕ, 2020). Συνολικά, η χώρα αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε μια σημαντική συγκυρία επειδή έχει υποχρέωση να προβεί σε μετατροπή σε μια πιο βιώσιμη οικονομία. Αυτή η ενέργεια εκτιμάται ότι θα οδηγήσει σε εκτεταμένες συνέπειες, αφενός επηρεάζοντας τη διάρθρωση της αγοράς ενέργειας και αφετέρου διαμορφώνοντας την εθνική οικονομία τα επόμενα χρόνια.

3.6 Η Ελλάδα στο δείκτη RECAL

Ο Δείκτης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (RECAI) αξιολογεί τις 40 κορυφαίες οικονομίες παγκοσμίως και τις κατατάσσει ανάλογα με την ελκυστικότητά τους για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο δείκτης εστιάζει σε ισχυρές οικονομίες με τις πιο δυνατές αγορές ΑΠΕ, με στόχο να είναι πιο αντικειμενικός. Η προσαρμογή του δείκτη για το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) παρέχει μια σαφέστερη εικόνα των αληθινών γεγονότων, αντικατοπτρίζοντας τις προόδους των κρατών αναφορικά με την οικονομική του ισχύ. Αυτή η προσέγγιση έχει σκοπό να εξασφαλίσει μια αμερόληπτη εξέταση του θέματος (Doğan et al., 2025).

Η Ελλάδα κατατάσσεται 16η όσον αφορά τον Δείκτη ΑΠΕ της EY, ο οποίος συμπεριλαμβάνει τα επιτεύγματα των κρατών σε συνάρτηση με το πόσο δυνατή οικονομία διαθέτουν. Η Ελλάδα βελτίωσε τη θέση της μεταξύ των κορυφαίων αγορών ΑΠΕ, σύμφωνα με τον τελευταίο εξαμηνιαίο Δείκτη RECAI της Ernst & Young (EY), ανεβαίνοντας από την τρίτη στη δεύτερη θέση στον προσαρμοσμένο δείκτη ΑΠΕ της EY. Ο δείκτης μετρά την απόδοση των χωρών προσαρμοσμένη για το μέγεθος του ΑΕΠ. Η συνολική κατάταξη της Ελλάδας στον δείκτη έχει επίσης βελτιωθεί, ανεβαίνοντας στη 16η θέση από τη 18η πριν από έξι μήνες (EY, 2024a). Ο προσαρμοσμένος δείκτης, ο οποίος συγκαταλέγει το ΑΕΠ, συμβάλλοντας στην ανάδειξη φιλόδοξων σχεδίων ενεργειακής μετάβασης σε μικρότερες οικονομίες, επιτρέποντάς τους να σχεδιάζουν λύσεις που προσελκύουν πιθανούς επενδυτές.

Με κριτήριο την έκθεση που περιλαμβάνει τον Δείκτη RECAI, η χώρα βρίσκεται σε καλό δρόμο ως προς την υλοποίηση των σκοπών που τέθηκαν για το 2030 και το 2050. Η χώρα εγκατέστησε πρόσφατα πάνω από 11 GW ΑΠΕ με 1,7 GW πράσινων ηλεκτρολυτών υδρογόνου (EY, 2024b).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο Κατανάλωση ενέργειας και κόστος παραγωγής στην Ελλάδα

4.1 Οικονομικά οφέλη και θέσεις εργασίας

Η κατανάλωση ενέργειας και οι συναφείς παράγοντες αποτελούν σημαντικούς μοχλούς οικονομικής ανάπτυξης και άμεσης απασχόλησης στην Ελλάδα. Σε αυτό το πλαίσιο, η μετάβαση σε αποδοτικές και βιώσιμες πηγές ενέργειας αναδεικνύεται ως βασική επιλογή που μπορεί να προσφέρει σημαντικά και οικονομικά οφέλη, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Ένα από τα πρώτα οφέλη είναι η σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής. Η χρήση φθηνών και ως επί το πλείστον εγχώριων ΑΠΕ, μπορεί να μειώσει την ενεργειακή επιβάρυνση στις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίες (Streimikiene, et al., 2021).

Αυτό ενισχύει σημαντικά την ανταγωνιστικότητα της ελληνικής παραγωγής, ιδίως σε ενεργοβόρους τομείς, όπως ο χάλυβας, τα χημικά ή τα τρόφιμα. Ταυτόχρονα, ο μετασχηματισμός της εγχώριας παραγωγής ενέργειας, μέσω αιολικής, ηλιακής και υδροηλεκτρικής ενέργειας, συμβάλλει σημαντικά στην αποφυγή εξασφάλισης εισαγόμενων ενεργειακών πόρων, γεγονός που προστατεύει το οικονομικό προφίλ της χώρας από εξωτερικούς κραδασμούς και αυξήσεις τιμών (Krystalidis, 2022).

Η ενεργειακή μετάβαση λειτουργεί ως σημαντικός πόλος έλξης για νέες επενδύσεις, δημιουργώντας ευκαιρίες σε υποδομές, τεχνολογίες καθαρής ενέργειας και ανάπτυξη έξυπνων δικτύων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα έχει ήδη εκδηλώσει ενδιαφέρον για μεγάλης κλίμακας έργα ΑΠΕ και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, υπογραμμίζοντας το επενδυτικό δυναμικό της χώρας στον τομέα των ΑΠΕ. Συνολικά, αυτή η μετάβαση θα δώσει εργασία στους νέους και θα τονώσει κατά πολύ την ελληνική οικονομία (Hassan, et al., 2024).

Η πράσινη μετάβαση και, ειδικότερα, ο ενεργειακός τομέας αναδεικνύονται ως σημαντικά μέσα για τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Καταρχάς, η ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας και της αιολικής ενέργειας στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) έχει οδηγήσει στη δημιουργία Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη 60

χιλιάδων θέσεων εργασίας, καλύπτοντας τόσο τις κατασκευαστικές όσο και τις μακροπρόθεσμες ανάγκες συντήρησης. Η μετάβαση σε ένα βιώσιμο ενεργειακό μοντέλο απαιτεί την απόκτηση νέων δεξιοτήτων και την προώθηση νέων καινοτομιών. Αυτό μεταφράζεται σε αυξημένη ζήτηση για εξειδικευμένους εργαζόμενους σε τομείς όπως η ενεργειακή απόδοση, η διαχείριση δεδομένων και η ενεργειακή μηχανική, ενώ παράλληλα ανοίγει νέους τομείς εξειδίκευσης και κατάρτισης για τους μελλοντικούς εργαζόμενους. Η ενεργειακή πολιτική, πέρα από την αναμφισβήτητη περιβαλλοντική πτυχή, αναδεικνύεται σε σημαντικό πυλώνα οικονομικής ανάπτυξης (Nicolitsas, 2021).

Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών σε αυτόν τον τομέα έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει το παραγωγικό σύστημα της χώρας. Συγκεκριμένα, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του κόστους παραγωγής για τις επιχειρήσεις, αυξάνοντας τον ανταγωνισμό στις εγχώριες και διεθνείς αγορές. Ταυτόχρονα, συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας, στη μείωση της εξάρτησης από εξωτερικές πηγές και στην προστασία της οικονομίας της χώρας από γεωπολιτικές διακυμάνσεις και αστάθεια. Για την Ελλάδα ειδικότερα, η στοχευμένη ενεργειακή πολιτική θα μπορούσε να αποτελέσει τον καταλύτη για τη δημιουργία χιλιάδων νέων, βιώσιμων και μακροπρόθεσμων θέσεων εργασίας σε βασικούς τομείς όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και οι καινοτομίες, παρέχοντας παράλληλα ένα ισχυρό μήνυμα προόδου και διασφαλίζοντας ένα λαμπρό μέλλον (Malliaropoulos, et al., 2021).

4.2 Κοινωνική αποδοχή και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η διαμόρφωση της ενεργειακής πολιτικής και η επιλογή ενέργειας στην Ελλάδα είναι σύνθετα ζητήματα που υπερβαίνουν τους απλούς οικονομικούς και τεχνολογικούς δείκτες. Αντίθετα, επηρεάζονται έντονα από δύο επιπλέον αλληλένδετους παράγοντες: την κοινωνική αποδοχή και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων πηγών ενέργειας. (Al Mubarak, et al., 2024). Η αντίσταση σε μεγάλης κλίμακας ενεργειακά έργα, η ανάγκη διαβούλευσης με τις

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

τοπικές κοινότητες και η ανάπτυξη κατανόησης της κλιματικής αλλαγής και της βιωσιμότητας, καθιστούν τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές εξίσου σημαντικές με την οικονομική βιωσιμότητα και την τεχνολογική σκοπιμότητα. Επομένως, κάθε απόφαση στον ενεργειακό τομέα απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που επιδιώκει μια ισορροπία μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης, προστασίας του περιβάλλοντος και διασφάλισης της ευημερίας των πολιτών. Η κοινωνική αποδοχή της ενεργειακής μετάβασης και, ιδίως, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθώς οι πολίτες κατανοούν όλο και περισσότερο τη σημασία της μη εξάρτησης από συμβατικά καύσιμα (Chatzinikolaou, 2025).

Ωστόσο, παρά τη γενική αυτή συναίνεση, η υλοποίηση έργων όπως τα αιολικά πάρκα ή τα φωτοβολταϊκά συχνά συναντά έντονες τοπικές αντιδράσεις. Αυτές οι στάσεις πηγάζουν από ανησυχίες για την κλιματική αλλαγή, τις πιθανές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και τους φόβους απώλειας εισοδήματος από παραδοσιακές δραστηριότητες, όπως ο τουρισμός ή η γεωργία. Η υπέρβαση αυτών των εμποδίων και η ευρεία αποδοχή των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εξαρτάται άμεσα από τον ρόλο των τοπικών κοινωνιών στη λήψη αποφάσεων και στη διασφάλιση των οικονομικών και κοινωνικών οφελών που θα τους προσφερθούν (Tsagkari, 2022).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων μορφών ενέργειας ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό, με κάθε μία να αφήνει το δικό της αποτύπωμα στον κόσμο. Τα ορυκτά καύσιμα, όπως ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, αποτελούν τις κύριες πηγές σημαντικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως διοξειδίου του άνθρακα, τα οποία προκαλούν ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εδάφους, και έχουν σοβαρές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία και το οικοσύστημα (Peñaloza, et al., 2022).

Συγκεκριμένα, η εξόρυξη λιγνίτη στην Ελλάδα, ιδίως στη δυτική Μακεδονία, έχει αφήσει ένα σημαντικό περιβαλλοντικό και κοινωνικό αποτύπωμα. Αντίθετα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, η ηλιακή και η υδροηλεκτρική ενέργεια, εκπέμπουν σχετικά λίγες εκπομπές κατά τη Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

λειτουργία τους. Ωστόσο, η εγκατάσταση και η λειτουργία τους μπορούν να έχουν αντίκτυπο στο τοπίο, το κλίμα και τη χρήση γης, ενώ οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας, για παράδειγμα, επηρεάζουν άμεσα την υδρολογία και την οικολογία των ποταμών. Τέλος, η βιομάζα και το φυσικό αέριο μπορούν να συμβάλουν θετικά στη διαχείριση των αποβλήτων και στη μείωση των εκπομπών, αλλά απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός και διαχείριση, ώστε να μην οδηγήσουν σε αποψίλωση των δασών ή υπερβολική χρήση των φυσικών πόρων (Pavloudakis, et al., 2023).

Η επιλογή της σωστής πηγής ενέργειας απαιτεί επομένως μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη όλους τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η ανάπτυξη μιας βιώσιμης ενεργειακής στρατηγικής εξαρτάται άμεσα από μια ολοκληρωμένη περιβαλλοντική αξιολόγηση κάθε ενεργειακής επιλογής, επειδή το μέλλον της ενέργειας δεν μπορεί να διαχωριστεί από την ανθρώπινη ευθύνη απέναντι στον πλανήτη. Η απλή «πράσινη» μετάβαση δεν είναι αρκετή. Είναι απαραίτητο η μετάβαση σε ένα φιλικό προς το περιβάλλον ενεργειακό μοντέλο να συνοδεύεται από μια σειρά σχετικών, αλλά εξίσου σημαντικών, παραγόντων. Συγκεκριμένα, ο ολοκληρωμένος χωροταξικός σχεδιασμός είναι απαραίτητος για την κατανόηση των νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μειώνοντας τον αντίκτυπο στα τοπία και τους φυσικούς πόρους (Zervas, et al., 2021).

Η προστασία της βιοποικιλότητας είναι επίσης απαραίτητη προϋπόθεση, επειδή η ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών δεν πρέπει να αποτελεί απειλή για το οικοσύστημα και τα είδη που υποστηρίζουν. Τέλος, οι συμμετοχικές προσεγγίσεις με τις τοπικές κοινότητες είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί η δημόσια αποδοχή, η δίκαιη κατανομή των οφελών και των βαρών και η ενσωμάτωση των τοπικών αναγκών και ανησυχιών στο συνολικό ενεργειακό σχέδιο. Μονάχα έτσι δύναται να μετατραπεί σε βιώσιμο, δίκαιο και αποτελεσματικό ενεργειακό εφοδιασμό που να διασφαλίζει περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη (Occhipinti, et al., 2023).

4.3 Ζητήματα ενεργειακής δημοκρατίας και δικαιοσύνης

4.3.1 Η ενεργειακή μετάβαση προς καθαρές μορφές ενέργειας

Η ενεργειακή μετάβαση στην καθαρή ενέργεια, ως παγκόσμια πρόκληση της σύγχρονης εποχής, ξεπερνά τα στενά όρια της τεχνικής ή οικονομικής εργασίας. Πρώτα απ' όλα, είναι ένα βαθύ κοινωνικό και πολιτικό ζήτημα, το οποίο δεν είναι άσχετο με τις έννοιες της ενεργειακής δημοκρατίας και της ενεργειακής δικαιοσύνης. Η ενεργειακή δημοκρατία αφορά την ισότητα των πολιτών και των κοινοτήτων στον ενεργειακό σχεδιασμό και την παραγωγή ενέργειας, ενώ η ενεργειακή δικαιοσύνη διασφαλίζει ότι τα οφέλη και τα βάρη της μετάβασης κατανέμονται δίκαια, χωρίς να αποκλείονται οι ευάλωτες ομάδες (Bielig, et al., 2022).

Στην Ελλάδα, αυτές οι έννοιες αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη αξία, καθώς η χώρα διανύει μια σημαντική καμπή της μακροπρόθεσμης και ολοκληρωμένης μετάβασής της από τα ορυκτά καύσιμα. Η πορεία προς ένα βιώσιμο και ανθεκτικό ενεργειακό μοντέλο δεν μπορεί να είναι επιτυχής χωρίς να διασφαλιστεί η συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών και η πρόσβαση σε οικονομικά προσιτή καθαρή ενέργεια για κάθε νοικοκυριό και επιχείρηση (Hassan, et al., 2024).

4.3.2 Ενεργειακή δημοκρατία

Η ενεργειακή δημοκρατία, ως ακρογωνιαίος λίθος ενός δίκαιου ενεργειακού συστήματος, σημαίνει τη συμμετοχή ενημερωμένων πολιτών στις ενεργειακές αποφάσεις και την άμεση συμμετοχή τους στην παραγωγή ενέργειας. Στην Ελλάδα, έχουν γίνει σημαντικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση, ιδίως μέσω των Ενεργειακών Κοινοτήτων, οι οποίες επιτρέπουν στους πολίτες, τους ΟΤΑ και τις μικρές επιχειρήσεις να συνεργάζονται στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) (Bielig, et al., 2022).

Η αυτό-παραγωγή και η μέτρηση των ενεργειακών δικτύων έχουν επίσης

ενισχύσει την αυτονομία των νοικοκυριών και των επιχειρηματιών που δραστηριοποιούνται, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να καλύπτουν ένα σημαντικό μέρος των ενεργειακών τους αναγκών μόνες τους. Ωστόσο, παρά τις θετικές αυτές εξελίξεις, η διάδοση και η υλοποίηση τέτοιων έργων αντιμετωπίζει σημαντικά εμπόδια, όπως πολύπλοκα κανονιστικά πλαίσια, δυσκολίες στην εξασφάλιση χρηματοδότησης και περιορισμένη ή δύσκολη πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, η συνεχιζόμενη συγκέντρωση ενεργειακής δυναμικότητας σε λίγους μεγάλους παραγωγούς ενέργειας περιορίζει την ουσιαστική πρόσβαση των πολιτών και μειώνει την προσφορά, εμποδίζοντας την πλήρη ανάπτυξη ενός δημοκρατικού ενεργειακού συστήματος (Hassan, et al., 2024).

4.3.3 Ενεργειακή δικαιοσύνη

Η ενεργειακή δικαιοσύνη είναι μια θεμελιώδης αρχή που στοχεύει στην επίτευξη ισότιμης πρόσβασης στην ενέργεια για όλο τον πληθυσμό της χώρας, στη δίκαιη κατανομή των οφελών και των βαρών που προκύπτουν από τις ενεργειακές πολιτικές και στην ουσιαστική συμμετοχή όλων των κοινωνικών ομάδων στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Ωστόσο, στην Ελλάδα, η πραγματικότητα συχνά υπολείπεται αυτού του στόχου, καθώς η ενεργειακή φτώχεια είναι ευρέως διαδεδομένη. Τα ευάλωτα νοικοκυριά αγωνίζονται ιδιαίτερα να καλύψουν τις βασικές ενεργειακές ανάγκες, όπως η θέρμανση ή η ψύξη, ενώ οι τιμές της ενέργειας συνεχίζουν να αυξάνονται αμείωτες. Ενώ οι επιδοτήσεις, όπως αυτές της ηλεκτρικής ενέργειας, παρέχουν προσωρινή ανακούφιση, λειτουργούν ως προσωρινά μέτρα αντί να αντιμετωπίζουν τις βαθύτερες αιτίες του προβλήματος και να διασφαλίζουν μακροπρόθεσμη ενεργειακή ασφάλεια και ισότητα για όλους (Ikenvue, et al., 2023).

Η επίτευξη ενεργειακής δικαιοσύνης αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο μιας δίκαιης και βιώσιμης κοινωνίας και θέτει συγκεκριμένες βασικές απαιτήσεις. Πρώτον, απαιτεί καθολική πρόσβαση σε οικονομικά προσιτή, καθαρή ενέργεια για όλους τους πολίτες, διασφαλίζοντας ότι κανείς δεν αποκλείεται από μια τέτοια αποτελεσματική χρήση. Ταυτόχρονα, δίνει προτεραιότητα στην υποστήριξη των

ευάλωτων ομάδων κατά τη μετάβαση στις νέες ενεργειακές τεχνολογίες, ώστε να μην επιβαρύνονται δυσανάλογα και να ενσωματωθούν στο νέο ενεργειακό τοπίο. Επιπλέον, η ενεργειακή δικαιοσύνη απαιτεί πλήρη διαφάνεια και λογοδοσία σε όλες τις αποφάσεις που σχετίζονται με την ανάπτυξη έργων υποδομών και τον καθορισμό των τιμών ενέργειας, προκειμένου να αποφευχθούν αναποτελεσματικές πρακτικές και να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη του κοινού. Τέλος, τονίζει τη σημασία της δίκαιης κατανομής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) σε όλη τη χώρα, προκειμένου να αποφευχθούν κοινωνικές συγκρούσεις και να επικεντρωθεί στις κοινότητες που είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη τέτοιων έργων. Εν ολίγοις, η προώθηση της ενεργειακής δημοκρατίας και δικαιοσύνης δεν είναι απλώς μια επιλογή, αλλά μια βασική προϋπόθεση για ένα κοινωνικά και πολιτικά βιώσιμο ενεργειακό σύστημα στην Ελλάδα, που θα διασφαλίζει ένα μέλλον ισότητας και ευημερίας για όλους (Bielig, et al., 2022).

4.4 Προβλέψεις για την επόμενη δεκαετία

Η επόμενη δεκαετία αναδεικνύεται ως μια κρίσιμη περίοδος για το ενεργειακό μέλλον της Ελλάδας, καθώς η χώρα αντιμετωπίζει την πρόκληση της επίτευξης μιας ουσιαστικής ισορροπίας. Αυτή η ισορροπία πρέπει να επιτευχθεί μεταξύ της διασφάλισης της ενεργειακής ασφάλειας και αυτονομίας, της προώθησης της οικονομικής αποδοτικότητας για τα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις, και της δέσμευσης για περιβαλλοντική βιωσιμότητα και κλιματική ουδετερότητα (Baker, et al., 2023).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις - όπως η επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), η ανάπτυξη συστημάτων αποθήκευσης και έξυπνων δικτύων, και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών - θα αποτελέσουν την κινητήρια δύναμη πίσω από την ενεργειακή μετάβαση. Ταυτόχρονα, οι θεσμικές παρεμβάσεις, η δημιουργία ενός σταθερού και ευέλικτου πλαισίου και η χρήση ευρωπαϊκών και εθνικών χρηματοδοτικών μέσων είναι απαραίτητες για την προσέλκυση επενδύσεων και τη διευκόλυνση της εφαρμογής πολιτικών. Τέλος, το κοινωνικό περιβάλλον - συμπεριλαμβανομένης της αποδοχής νέων τεχνολογιών,

της συμμετοχής των πολιτών, της αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας και της διασφάλισης δικαιοσύνης για όλους - θα καθορίσουν την επιτυχία του έργου. Αυτή η δεκαετία δεν αποτελεί μόνο μια πρόκληση, αλλά και μια μοναδική ευκαιρία για την Ελλάδα να μεταμορφώσει το ενεργειακό της σύστημα, θέτοντας τα θεμέλια για ένα βιώσιμο, ανθεκτικό και ευημερούν μέλλον (Rainie, et al., 2021).

4.4.1 Μετασχηματισμός του ενεργειακού μείγματος

Η Ελλάδα, σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό στόχο για κλιματική ουδετερότητα, στοχεύει στη σημαντική μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων έως το 2035, με απώτερο στόχο την επίτευξη μηδενικών καθαρών εκπομπών έως το 2050. Στο πλαίσιο αυτό, η ήδη συνεχιζόμενη διαδικασία απολιγνιτοποίησης θα ενταθεί σημαντικά, παράλληλα με την ενίσχυση της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ και ενέργειας σε ένα ενεργειακό μείγμα). Ενώ η εξάρτηση από το φυσικό αέριο μπορεί να παραμείνει ως «καύσιμο αντικατάστασης» βραχυπρόθεσμα, η μακροπρόθεσμη στρατηγική προβλέπει την ανάπτυξη προηγμένων τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας και τη χρήση υδρογόνου, οι οποίες θα επιτρέψουν περαιτέρω μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και μετάβαση σε πλήρως βιώσιμη ενέργεια στο μέλλον (Bielig, et al., 2022).

4.4.2 Ανάπτυξη υποδομών και τεχνολογιών

Η επόμενη δεκαετία θα αναδειχθεί ως μια περίοδος σημαντικής προόδου στον ενεργειακό τομέα, αντανakλώντας μια σημαντική ώθηση για πράσινο μετασχηματισμό και ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας. Βασικός πυλώνας αυτού του μετασχηματισμού θα είναι η διεύρυνση και η ψηφιοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου, απαραίτητη για την αποτελεσματική ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Ταυτόχρονα, η έμφαση θα δοθεί στην ανάπτυξη συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, όπως μπαταρίες, υδρογόνο και αντλιοστάσια, για να διασφαλιστεί η σταθερότητα και η ευελιξία του συστήματος (Vandenbogaerde, et al., 2023).

Η μετάβαση σε ένα ευέλικτο και ανθεκτικό σύστημα θα υποστηριχθεί από τη δημιουργία ενός έξυπνου δικτύου και την ενίσχυση της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας. Τέλος, η συνεχής ανάπτυξη μηχανισμών συνεργασίας θα έχει μεγάλη σημασία, ιδίως όσον αφορά τις νησιωτικές περιοχές και τις γειτονικές χώρες, και η ενίσχυση της ενεργειακής συνεργασίας, καθώς και της ανθεκτικότητας του δικτύου (Hassan, et al., 2024).

4.4.3 Κατανάλωση και εξοικονόμηση ενέργειας

Η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα αναμένεται να εισέλθει σε μια περίοδο σταθεροποίησης, με πιθανότητα ελαφράς μείωσης, αντανακλώντας μια θετική αλλαγή στην ενεργειακή κατάσταση της χώρας. Η εξέλιξη αυτή αποδίδεται σε μια σειρά αλληλένδετων παραγόντων που προάγουν την πιο αποδοτική και αποτελεσματική χρήση των ενεργειακών πόρων. Καταρχάς, η συνεχής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους βασικούς τομείς της οικονομίας - από τα κτίρια και τις κατοικίες, έως τις μεταφορές και τη βιομηχανία - οδηγεί σε σημαντική μείωση της ζήτησης ενέργειας (Zafeiriou, et al., 2022).

Ταυτόχρονα, η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ιδίως στα αστικά κέντρα, αλλάζει το ενεργειακό αποτύπωμα των μετακινήσεων, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, μια σημαντική πτυχή είναι η αυξημένη ευαισθητοποίηση των πολιτών και των επιχειρήσεων σε θέματα που σχετίζονται με τη βιώσιμη χρήση και την εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία μεταφράζεται σε συνειδητές επιλογές και δράσεις που μειώνουν την ενεργειακή σπατάλη και βελτιώνουν την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Όλες αυτές οι παράμετροι συντείνουν στην ανάπτυξη ενός βιώσιμου ενεργειακού συστήματος, όπου η αποδοτικότητα και η βιωσιμότητα βρίσκονται στο επίκεντρο (Vandenbogaerde, et al., 2023).

4.4.4 Οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις

Καθώς ο ενεργειακός τομέας εξελίσσεται, αναμένεται ότι σημαντικές

αλλαγές θα επηρεάσουν την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας. Πρώτον, η τεχνολογική ωριμότητα και οι οικονομίες κλίμακας στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αναμένεται να οδηγήσουν σε περαιτέρω, σημαντικές μειώσεις στο κόστος της ενέργειας από αυτές τις πηγές, καθιστώντας τις πιο προσιτές. Ταυτόχρονα, αυτή η εξέλιξη θα επηρεάσει και την τελική τιμή της ενέργειας για τους καταναλωτές, αν και η τελική της μορφή θα εξαρτηθεί από πολλούς παράγοντες, όπως οι στρατηγικές τιμολόγησης των παραγωγών, οι κρατικές επιδοτήσεις και, το πιο σημαντικό, η αυξανόμενη ικανότητα των καταναλωτών ενέργειας να παράγουν τη δική τους ενέργεια - μια τάση που αναμένεται να ενταθεί (Kabeyi, et al., 2022).

Αυτή η ενεργειακή μετάβαση υπογραμμίζει επίσης την ανάγκη ανάπτυξης δεξιοτήτων στον ενεργειακό τομέα. Ενώ θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας σε αναδυόμενους τομείς, όπως η εγκατάσταση και συντήρηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η ανάπτυξη έξυπνων δικτύων και η διαχείριση ενέργειας, θέσεις εργασίας σε παραδοσιακούς τομείς, όπως η εξόρυξη λιγνίτη, ενδέχεται να χαθούν. Αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη σχεδιασμού και εφαρμογής πολιτικών που διασφαλίζουν τη δικαιοσύνη για τους εργαζόμενους και τις κοινότητες που επηρεάζονται από αυτές τις διαρθρωτικές αλλαγές (Soltani, et al., 2021).

4.4.5 Προκλήσεις

Παρά τις θετικές προοπτικές και την αισιοδοξία, η επόμενη δεκαετία αναμένεται να φέρει σημαντικές προκλήσεις που απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό και συντονισμένες δράσεις. Μία από τις κύριες ανησυχίες είναι η ενεργειακή ασφάλεια, ειδικά σε περιόδους αυξημένης ζήτησης ή περιορισμών από την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη διαφοροποίηση της βάσης και την ενίσχυση της χωρητικότητας του συστήματος. Εξίσου σημαντική είναι η πρόκληση της σωστής προσαρμογής, η ανάγκη φροντίδας και υποστήριξης των περιοχών και των κοινοτήτων που επηρεάζονται άμεσα από τις ζημιές, για τη διασφάλιση της κοινωνικής συνοχής και τη δημιουργία νέων βιώσιμων ευκαιριών. Τέλος, η επιτυχής αντιμετώπιση

Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

αυτών των προκλήσεων απαιτεί ένα ισορροπημένο χρηματοπιστωτικό σύστημα, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει την καινοτομία, να προσελκύσει κατάλληλες επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες και υποδομές και να διασφαλίσει τη βιώσιμη ανάπτυξη για όλους (Soltani, et al., 2021).

4.5 Νέες τεχνολογίες και καινοτομίες στις ΑΠΕ

Η ραγδαία ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) την τελευταία δεκαετία δεν αποτελεί απλώς μια προσθήκη στο ενεργειακό μείγμα, αλλά έναν σημαντικό μετασχηματισμό που οφείλεται στις τεχνολογικές εξελίξεις και τη συνεχή βελτίωση. Αυτές οι νέες τεχνολογίες ξεπερνούν την απλή αύξηση της χωρητικότητας και της αποδοτικότητας των φωτοβολταϊκών και αιολικών πάρκων. Αντίθετα, επεκτείνονται σε βασικούς τομείς, επιτρέποντας την επέκταση της αποθήκευσης ενέργειας μέσω αποδοτικών συστημάτων μπαταριών και άλλων λύσεων, τον έξυπνο έλεγχο του δικτύου χρησιμοποιώντας αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης και τη δυναμική προσαρμογή της κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο. Το αποτέλεσμα είναι η μετάβαση σε ένα ενεργειακό σύστημα που είναι συνολικά πιο έξυπνο, πιο ευέλικτο και ανθεκτικό, ικανό να ενσωματώσει αποτελεσματικά τις ΑΠΕ και να διασφαλίσει τη βιωσιμότητα και την ασφάλεια του μελλοντικού ενεργειακού εφοδιασμού (Adomavicius, & Simkoniene, 2023).

4.5.1 Φωτοβολταϊκά υψηλής απόδοσης

Η σύγχρονη φωτοβολταϊκή (PV) τεχνολογία έχει σημειώσει εντυπωσιακή πρόοδο, με την απόδοση να ξεπερνά πλέον το 22%. Ταυτόχρονα, αναπτύσσονται νέες λύσεις που επεκτείνουν τις εφαρμογές τους. Μεταξύ αυτών, ξεχωρίζουν τα διπλά πάνελ, τα οποία μπορούν να συλλέγουν ηλιακό φως όχι μόνο από την μπροστινή τους πλευρά αλλά και από την πίσω πλευρά τους, αυξάνοντας την ποσότητα ενέργειας που παράγεται (Hassan, et al., 2024).

Επιπλέον, τα οργανικά και εύκαμπτα υλικά ανοίγουν νέες προοπτικές, καθώς επιτρέπουν την ενσωμάτωση της παραγωγής ενέργειας σε ασυνήθιστες κατασκευές όπως δάπεδα, τοίχοι ή στέγες, χωρίς την ανάγκη συμβατικών θεμελίων

και βαριών στηριγμάτων. Ιδιαίτερα πολλά υποσχόμενη είναι η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών περοβσκήτη, η οποία υπόσχεται εξαιρετική απόδοση με εξαιρετικά χαμηλό κόστος παραγωγής και βρίσκεται σε διαδικασία ανάπτυξης για εμπορικές εφαρμογές, σηματοδοτώντας ένα νέο κεφάλαιο στην ηλιακή ενέργεια (Sharma, et al., 2021).

4.5.2 Αιολική ενέργεια νέας γενιάς

Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών συνεχίζει να εξελίσσεται ραγδαία, λόγω της ανάγκης για βελτιωμένη απόδοση και της επέκτασης της αιολικής ενέργειας. Μία από τις κύριες τάσεις είναι η ανάπτυξη μεγάλων ανεμογεννητριών, με τις περισσότερες μονάδες να ξεπερνούν πλέον τα 10MW. Αυτές οι μεγάλες ανεμογεννήτριες χαρακτηρίζονται από εντυπωσιακές αυξήσεις σε ύψος και διάμετρο, χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να αξιοποιούν αποτελεσματικά τους ισχυρούς ανέμους, αυξάνοντας την παραγωγή ενέργειας. Ταυτόχρονα, ένας σημαντικός τομέας καινοτομίας είναι η ανάπτυξη πλωτών αιολικών πάρκων. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε βαθιά νερά και ανοιχτές θάλασσες, όπου οι αιολικοί πόροι είναι λιγότερο περιορισμένοι και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις παράκτιες περιοχές μειώνονται σημαντικά, περιορίζοντας τις συγκρούσεις με άλλες παράκτιες δραστηριότητες (Elkelawy, et al., 2024).

Τέλος, η ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), αναδιαμορφώνει τον τρόπο λειτουργίας των αιολικών πάρκων. Η TN χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των ανεμογεννητριών σε πραγματικό χρόνο, την πρόβλεψη των συνθηκών ανέμου και την προσαρμογή της λειτουργίας τους ανάλογα. Επιπλέον, έχει χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη βλαβών (προγνωστικός σχεδιασμός), τη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας και του κόστους συντήρησης, καθιστώντας έτσι την αιολική ενέργεια όχι μόνο πιο αποτελεσματική, αλλά και ασφαλέστερη (Desalegn, et al., 2022).

4.5.3 Συστήματα αποθήκευσης ενέργειας

Η αποθήκευση ενέργειας είναι απαραίτητη για την πλήρη αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς η παραγωγή τους συνδέεται με διακυμάνσεις και διακοπτόμενη λειτουργία. Για να διασφαλιστεί η σταθερότητα και η αξιοπιστία του δικτύου, αναπτύσσονται προηγμένες τεχνολογίες αποθήκευσης. Μεταξύ αυτών, οι μεγάλης κλίμακας μπαταρίες λιθίου, γνωστές ως «πάρκα μπαταριών», προσφέρουν γρήγορους χρόνους απόκρισης, της τάξης των δευτερολέπτων, οι οποίοι αποτελούν ιδανική λύση για τη ρύθμιση των ταχυτήτων του δικτύου. Επιπλέον, τα υβριδικά συστήματα αποθήκευσης συνδυάζουν διαφορετικούς τύπους τεχνολογιών, όπως μπαταρίες, αντλίες νερού και πεπιεσμένο αέρα, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα καθεμίας για αποτελεσματική λειτουργία και ευελιξία σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες (Sayed, et al., 2023).

Τέλος, το υδρογόνο αναδεικνύεται ως μια ελκυστική πηγή ενέργειας, επιτρέποντας τη μακροπρόθεσμη αποθήκευση και πολλαπλές χρήσεις, όχι μόνο στον τομέα της ενέργειας, αλλά και στις μεταφορές και τη βαριά βιομηχανία, συμβάλλοντας σε μεγαλύτερη οικονομική ανάπτυξη. Η συνεχής εφαρμογή αυτών των λύσεων είναι απαραίτητη για την πλήρη ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο ενεργειακό σύστημα και την επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης (Hassan, et al., 2024).

4.5.4 Έξυπνα δίκτυα και ψηφιακές τεχνολογίες

Η δημιουργία ψηφιακών αξιών για την προώθηση ενός σύγχρονου, αποδοτικού και βιώσιμου ενεργειακού περιβάλλοντος. Μέσω της ενσωμάτωσης προηγμένων τεχνολογιών, αυτή η διαδικασία οδηγεί στη δημιουργία έξυπνων δικτύων, τα οποία είναι ικανά να διαχειρίζονται αποτελεσματικά και αποδοτικά τη ροή ενέργειας μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών, διασφαλίζοντας σταθερότητα και ασφάλεια (Yang, & Masron, 2022).

Ταυτόχρονα, ο πολλαπλασιασμός των μετρητών πραγματικού χρόνου

(smart meters) παρέχει στους καταναλωτές πρωτοφανή ορατότητα και έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας, ενθαρρύνοντας την εξοικονόμηση, ενώ η εφαρμογή πλατφορμών blockchain διευκολύνει την εφαρμογή δίκαιων και ασφαλών ενεργειακών συναλλαγών μεταξύ καταναλωτών και παραγωγών (peer-to-peer trading), προωθώντας την καινοτομία (Hassan, et al., 2024).

Τέλος, η ψηφιοποίηση ενθαρρύνει την εμφάνιση αυτόνομων ενεργειακών κοινοτήτων, οι οποίες αποκτούν την ικανότητα διαχείρισης και ανταλλαγής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο, αυξάνοντας την αυτονομία και τη συμμετοχή των πολιτών. Αυτές οι εξελίξεις συμβάλλουν συλλογικά στη δημιουργία ενός πιο ευέλικτου, ανθεκτικού και φιλικού προς το περιβάλλον ενεργειακού μοντέλου (Rana, et al., 2023).

4.5.5 Καινοτομίες στη βιομάζα και γεωθερμία

Η μετάβαση σε ένα βιώσιμο ενεργειακό πλέγμα εξαρτάται από νέες λύσεις. Σε αυτό το πλαίσιο, οι νέες τεχνολογίες επεξεργασίας βιομάζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες, όπως και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι κατάλληλες τόσο για οικιακή όσο και για βιομηχανική χρήση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι κάθετες γεωθερμικές εγκαταστάσεις, οι οποίες απαιτούν μικρό αποτύπωμα και επεκτείνουν τις εφαρμογές τους. Πράγματι, η επόμενη δεκαετία θα καθοριστεί από καινοτομίες που μειώνουν το κόστος, αυξάνουν την αποδοτικότητα και διευρύνουν τη συμμετοχή των πολιτών και των επιχειρήσεων στην παραγωγή και διαχείριση ενέργειας. Αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις, όταν συνδυάζονται με κατάλληλες πολιτικές και επενδύσεις, μπορούν να επιταχύνουν τη μετάβαση σε ένα βιώσιμο και δημοκρατικό ενεργειακό μέλλον για την Ελλάδα (Surewer., et al., 2024).

4.6 Πιθανά σενάρια ανάπτυξης και οι επιπτώσεις τους

Η μετάβαση σε ένα βιώσιμο ενεργειακό μέλλον εξαρτάται από νέες λύσεις.

Σε αυτό το πλαίσιο, οι νέες τεχνολογίες επεξεργασίας βιομάζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες, όπως και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι κατάλληλες τόσο για οικιακή όσο και για βιομηχανική χρήση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι κάθετες γεωθερμικές εγκαταστάσεις, οι οποίες απαιτούν μικρό αποτύπωμα και χρησιμοποιούνται ευρέως. Πράγματι, η επόμενη δεκαετία θα καθοριστεί από καινοτομίες που μειώνουν το κόστος, αυξάνουν την αποδοτικότητα και αυξάνουν τη συμμετοχή των πολιτών και των επιχειρήσεων στην παραγωγή και διαχείριση ενέργειας (Zhukovskiy, et al., 2023).

Αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις, σε συνδυασμό με κατάλληλες πολιτικές και επενδύσεις, μπορούν να επιταχύνουν τη μετάβαση σε ένα βιώσιμο και δημοκρατικό ενεργειακό μέλλον για την Ελλάδα. Το «Συντηρητικό Σενάριο» περιγράφει μια αργή ενεργειακή μετάβαση, όπου η εισαγωγή των ΑΠΕ παραμένει σε χαμηλό κόστος. Σε αυτό το πλαίσιο, το φυσικό αέριο διατηρεί την ηγετική του θέση ως σημαντικό καύσιμο, ακόμη και μετά το 2035. Ταυτόχρονα, οι βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση είναι περιορισμένες, ενώ υπάρχουν σημαντικές καθυστερήσεις στην εφαρμογή βασικών πολιτικών και στην πραγματοποίηση κρίσιμων επενδύσεων. Ο αντίκτυπος αυτής της πορείας είναι σημαντικός, καθώς οι τιμές της ενέργειας παραμένουν υψηλές λόγω της συνεχιζόμενης εξάρτησης από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Αυτό οδηγεί σε υψηλότερες εκπομπές CO₂ και καθιστά δύσκολη, αν όχι αδύνατη, την επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών κλιματικών στόχων. Επιπλέον, η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από τρίτες χώρες αυξάνεται, με αρνητικές κοινωνικές συνέπειες, ιδίως για τα ευάλωτα νοικοκυριά που υποφέρουν από την αύξηση των τιμών ενέργειας (Bogdanov, et al., 2021).

4.6.1 Μεταβατικό σενάριο – Σταδιακή πρόοδος με εμπόδια-Επιπτώσεις

Σε αυτό το πιο ρεαλιστικό, ενδιάμεσο σενάριο, η ενεργειακή μετάβαση συνεχίζεται, αλλά με ρυθμό που συνδέεται με αργή πρόοδο και αναπόφευκτα εμπόδια. Η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) κερδίζει

δυναμική, αλλά σταθερά, χωρίς να φτάσει σε εκρηκτικούς αριθμούς που θα επέτρεπαν την άμεση εγκατάλειψη της εξάρτησης από το πετρέλαιο. Ως εκ τούτου, το φυσικό αέριο διατηρεί σημαντικό ρόλο ως σημαντικό ενδιάμεσο καύσιμο, γεφυρώνοντας το χάσμα μέχρι να ωριμάσει η τεχνολογία και οι υποδομές ΑΠΕ.

Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη συνεχίζεται, καταδεικνύοντας μια δέσμευση για μείωση των εκπομπών, ωστόσο, για λόγους ενεργειακής ασφάλειας και σταθερότητας, ορισμένα αποθέματα λιγνίτη έχουν τεθεί σε αναστολή ή σε περιορισμένη λειτουργία. Ενώ σημειώνεται πρόοδος στην ανάπτυξη και επέκταση των ενεργειακών υποδομών, το δυναμικό για αυτο-παραγωγή και ενεργειακή απόδοση δεν αξιοποιείται πλήρως, γεγονός που θα επέτρεπε την περαιτέρω ενίσχυση της συνεργασίας των καταναλωτών και την παροχή βιώσιμης ενέργειας. Αυτό το σενάριο αντικατοπτρίζει μια προσεκτική, σταδιακή προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη τους περιβαλλοντικούς στόχους και τις πρακτικές προκλήσεις της ενεργειακής μετάβασης. Σε αυτό το πιο ρεαλιστικό, ενδιάμεσο σενάριο, η ενεργειακή μετάβαση συνεχίζεται, αλλά με ρυθμό που συνδέεται με αργή πρόοδο και αναπόφευκτα εμπόδια. Η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) κερδίζει δυναμική, αλλά σταθερά, χωρίς να φτάσει στον εκρηκτικό ρυθμό που θα επέτρεπε την άμεση εγκατάλειψη της εξάρτησης από το πετρέλαιο. Ως εκ τούτου, το φυσικό αέριο διατηρεί σημαντικό ρόλο ως σημαντικό ενδιάμεσο καύσιμο, γεφυρώνοντας το χάσμα μέχρι να ωριμάσει η τεχνολογία και οι υποδομές των ΑΠΕ. Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη συνεχίζεται, καταδεικνύοντας μια δέσμευση για μείωση των εκπομπών, ωστόσο, για λόγους ενεργειακής ασφάλειας και σταθερότητας, ορισμένα αποθέματα λιγνίτη έχουν τεθεί σε αναστολή ή σε περιορισμένη λειτουργία. Ενώ σημειώνεται πρόοδος στην ανάπτυξη και επέκταση των ενεργειακών υποδομών, το δυναμικό για αυτο-παραγωγή δεν αξιοποιείται επαρκώς, γεγονός που θα επέτρεπε την περαιτέρω ενίσχυση της συνεργασίας των καταναλωτών και της ενεργειακής απόδοσης. Αυτή η τάση υποδηλώνει μια προσεκτική, σταδιακή προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη τους περιβαλλοντικούς στόχους και τις πρακτικές προκλήσεις της ενεργειακής μετάβασης (Hassan, et al., 2024).

4.6.2 Επιταχυνόμενο σενάριο – Πράσινη ανάπτυξη και καινοτομία-επιπτώσεις

Στο πλαίσιο της Πράσινης Οικονομίας, η Ελλάδα βρίσκεται σε μια συναρπαστική πορεία προς την πράσινη ανάπτυξη και την καινοτομία, θέτοντας φιλόδοξους στόχους και επιτυγχάνοντας μια ταχεία ενεργειακή μετάβαση. Αυτό το αισιόδοξο όραμα προβλέπει πλήρη απαλλαγή της χώρας από τον άνθρακα ήδη από το 2028, σηματοδοτώντας μια σαφή και μη αναστρέψιμη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια. Ταυτόχρονα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) αναδύονται ως ισχυρή δύναμη, καλύπτοντας πάνω από το 85% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2035, χάρη στις σημαντικές επενδύσεις στην αποδοτικότητα (Gatto, et al., 2021).

Αυτή η επιτυχία ενισχύεται από ένα σημαντικό συσώρευση κεφαλαιουχικών επενδύσεων σε βασικές τεχνολογίες, όπως η αποθήκευση ενέργειας, η ανάπτυξη της οικονομίας του υδρογόνου και η εφαρμογή έξυπνων δικτύων, που διασφαλίζουν την ασφάλεια και τη σταθερότητα του συστήματος. Τέλος, αυτό το σενάριο προβλέπει την ανάπτυξη των ενεργειακών κοινοτήτων και την αυτάρκεια, ενθαρρύνοντας τους πολίτες και τις τοπικές κοινότητες να συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση ενός βιώσιμου ενεργειακού μέλλοντος. Οι επιπτώσεις μιας τέτοιας ενεργειακής μετάβασης, ή της εφαρμογής παρόμοιων πολιτικών, είναι πολλές και πολύ ωφέλιμες για την κοινωνία και την οικονομία. Πρώτον, αναμένεται η μείωση των τιμών της ενέργειας, η οποία θα διευκολύνει σημαντικά τον στεγαστικό και τον επιχειρηματικό τομέα, θα ενισχύσει τον ανταγωνισμό και την αγοραστική δύναμη. Ταυτόχρονα, ενισχύεται άμεσα η ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας, περιορίζοντας την ανάγκη για εισαγωγές και καθιστώντας το ενεργειακό σύστημα πιο ανθεκτικό (Zervas, et al., 2021).

Αυτό αναπόφευκτα συνδέεται με την εξάλειψη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην παραγωγή ενέργειας, θέτοντας τα θεμέλια για ένα καθαρότερο περιβάλλον και συμβάλλοντας σημαντικά στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, η μετάβαση σε καθαρές τεχνολογίες θα δημιουργήσει

Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, θα ενισχύσει την αγορά εργασίας και θα προσφέρει ευκαιρίες για εξειδικευμένους επαγγελματίες. Τέλος, τα κοινωνικά οφέλη θα είναι ισχυρά, καθώς η μείωση των τιμών της ενέργειας θα συμβάλει σημαντικά στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας, διασφαλίζοντας επαρκή πρόσβαση στην ενέργεια για όλους τους πολίτες. Η επιλογή μεταξύ διαφορετικών σεναρίων για το μέλλον της ενέργειας δεν είναι απλώς ένα τεχνικό ζήτημα, αλλά μια βαθιά πολιτική και κοινωνική απόφαση. Η μετάβαση σε ένα βιώσιμο ενεργειακό μοντέλο απαιτεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο, βασισμένο σε ένα υγιές θεσμικό πλαίσιο που θα υποστηρίζει τις απαραίτητες επενδύσεις. Ταυτόχρονα, η ενεργός συμμετοχή των πολιτών, καθώς και η δύναμη της δημόσιας βούλησης, είναι απαραίτητες για την επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων. Η Ελλάδα, με το μεγάλο δυναμικό της, μπορεί να αναδειχθεί ως μοντέλο για την ενεργειακή μετάβαση στην ευρύτερη περιοχή, εφόσον χρησιμοποιήσει τους διαθέσιμους πόρους και τα ευρωπαϊκά κεφάλαια με σύνεση και αποτελεσματικότητα (Chien., et al., 2021).

4.7 Η θέση της Ελλάδας στον διεθνή ενεργειακό χάρτη

Η θέση της Ελλάδας, στο σταυροδρόμι Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής, σε συνδυασμό με τις πολιτικές της επιλογές και το ενεργειακό της δυναμικό, της προσδίδει εξέχοντα ρόλο στον παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη. Από καταναλωτή και εισαγωγέα ενέργειας, η Ελλάδα σταδιακά μετατρέπεται σε ενεργειακό κόμβο και πυλώνα σταθερότητας στη νοτιοανατολική Ευρώπη (Zervas, et al., 2021).

4.7.1 Στρατηγικά πλεονεκτήματα

Η Ελλάδα αναδεικνύεται σε βασικό παράγοντα στον ευρωπαϊκό ενεργειακό χάρτη, κυρίως λόγω της στρατηγικής πολιτικής της θέσης. Ως πύλη, αποτελεί βασική οδό για τις ενεργειακές ροές από τη Μέση Ανατολή, την Κασπία και τη Βόρεια Αφρική προς την Ευρώπη, γεγονός που ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια

της ηπείρου. Αυτή η θέση ενισχύεται περαιτέρω από την ταχεία ανάπτυξη σημαντικών ενεργειακών διασυνδέσεων (Zervas, et al., 2021).

Μεγάλα έργα όπως ο TAP, ο IGB, ο EastMed και ο EuroAsia Interconnector δημιουργούν ένα ισχυρό δίκτυο που διασφαλίζει τη διαφοροποίηση των οδών εφοδιασμού. Εκτός από τον ρόλο της ως κόμβος μεταφορών, η Ελλάδα έχει επίσης σημαντικές ευκαιρίες στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). (Gourgiotis, et al., 2021). Οι άφθονοι ηλιακοί και αιολικοί πόροι της επιτρέπουν όχι μόνο να καλύπτει τις δικές της ανάγκες, αλλά και να γίνεται σημαντικός εξαγωγέας πράσινης ενέργειας στην Ευρώπη στο μέλλον, συμβάλλοντας σημαντικά στην πράσινη μετάβαση της Ευρώπης (Zervas, et al., 2021).

4.7.2 Ενεργειακά έργα διεθνούς σημασίας

Η Ελλάδα, λόγω της στρατηγικής της θέσης, αναδεικνύεται σε σημαντικό ενεργειακό κόμβο, φιλοξενώντας και αναπτύσσοντας σημαντικά διεθνή ενεργειακά έργα που ενισχύουν την ασφάλεια των οδών εφοδιασμού και διανομής προς την Ευρώπη. Ο Διαδριατικός Αγωγός (TAP) είναι ένας από αυτούς, μεταφέροντας φυσικό αέριο από το Αζερμπαϊτζάν στην Ευρώπη μέσω Ελλάδας, συμβάλλοντας σημαντικά στην ενεργειακή ανάπτυξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ταυτόχρονα, το δίκτυο Ελληνοβουλγαρικής Διασύνδεσης (IGB) ενισχύει την περιφερειακή ενεργειακή ασφάλεια και συνδεσιμότητα, ενώ ο υπό εξέταση αγωγός EastMed στοχεύει στη μεταφορά φυσικού αερίου από τα αποθέματα της Ανατολικής Μεσογείου στις ευρωπαϊκές αγορές, δημιουργώντας μια νέα οδό εφοδιασμού. Επιπλέον, σημαντικά ενεργειακά έργα όπως η Ευρωασιατική Συνεργασία και η Αφρικανική Ένωση, που φέρνουν σε επαφή την Ελλάδα, την Κύπρο, το Ισραήλ και την Αίγυπτο, αποτελούν βασικούς πυλώνες περιφερειακής σταθερότητας (Yi, et al., 2023).

4.7.3 Συμμετοχή σε διεθνείς οργανισμούς και συμμαχίες

Η Ελλάδα διαδραματίζει στρατηγικό και ενεργό ρόλο στο πλαίσιο της διεθνούς συνεργασίας στον τομέα της ενέργειας και της ασφάλειας, συμμετέχοντας σε βασικούς οργανισμούς και συμμαχίες. Ως πλήρες μέλος του ENTSO-E (Ευρωπαϊκό Δίκτυο Διαχειριστών Συστημάτων Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας), είναι στενά ενσωματωμένη στο ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα, συμβάλλοντας στην ασφάλεια και την ολοκλήρωση των δικτύων. Ταυτόχρονα, η χώρα ηγείται της διαδικασίας πράσινης μετάβασης, διαδραματίζοντας βασικό ρόλο στο έργο του Πράσινου Ενεργειακού Διαδρόμου, το οποίο στοχεύει στην εξαγωγή μεγάλων ποσοτήτων καθαρής ενέργειας στην Κεντρική Ευρώπη, ενισχύοντας έτσι τη θέση της ως ενεργειακού κόμβου για πράσινη ανάπτυξη (Vanajas, 2023).

Επιπλέον, η Αθήνα έχει αναπτύξει ισχυρές περιφερειακές συμμαχίες με την Κύπρο, το Ισραήλ και την Αίγυπτο, οι οποίες ενισχύουν τη συνεργασία στη χρήση των μεταφορικών και ενεργειακών πόρων, συμβάλλοντας σημαντικά στην ασφάλεια και τη σταθερότητα της περιοχής της Ανατολικής Μεσογείου. Συνολικά, η συμμετοχή της Ελλάδας σε αυτούς τους θεσμούς και τις συνεργασίες σε διάφορα επίπεδα έχει επιβεβαιώσει τη δέσμευσή της για την επίτευξη ενός βιώσιμου ενεργειακού μέλλοντος, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο (Zervas, et al., 2021).

4.7.4 Στόχος- Ενεργειακή εξωστρέφεια και ηγετικός ρόλος

Η Ελλάδα έχει θέσει ως στόχο την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές και την ανάληψη του ρόλου του ενεργειακού ηγέτη στην ευρύτερη περιοχή. Στο πλαίσιο αυτής της στρατηγικής, επιδιώκει να καταστεί βασικός παράγοντας, λειτουργώντας τόσο ως κόμβος φυσικού αερίου όσο και, πάνω απ' όλα, ως «πράσινος» κόμβος ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα, στοχεύει να εξάγει τις γνώσεις και την καθαρή ενέργεια στις γειτονικές της χώρες, επιδιώκοντας παράλληλα να προσελκύσει σημαντικές επενδύσεις στην παραγωγή ενέργειας, στα συστήματα αποθήκευσης και στην περαιτέρω ανάπτυξη τους. Η ενίσχυση της θέσης της Ελλάδας στον παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη δεν αποτελεί

Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

μόνο εθνικό στόχο, αλλά και σημαντική συμβολή στην ενεργειακή ασφάλεια και βιωσιμότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μέσω μιας έξυπνης και συντονισμένης στρατηγικής, ενισχυμένης διεθνούς συνεργασίας και συνεχών επενδύσεων σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), η χώρα έχει τη δυνατότητα να αναδειχθεί σε βασικό παράγοντα στη μετάβαση σε έναν καθαρό, ασφαλή και δίκαιο ενεργειακό εφοδιασμό για την Ευρώπη (Vanajas, 2023).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο Μελέτη Περίπτωσης

5.1 Εισαγωγή

Μια μελέτη περίπτωσης είναι μια εις βάθος, λεπτομερής μελέτη ή διερεύνηση μιας συγκεκριμένης περίπτωσης μέσα σε ένα πραγματικό πλαίσιο. Μπορεί να βοηθήσει στην απόκτηση γνώσεων με βάση το εξεταζόμενο θέμα, όπως ένα άτομο, ένα μέρος, μια ομάδα, έναν οργανισμό, ένα γεγονός ή ένα φαινόμενο. Επιτρέπει την εξερεύνηση των επιπτώσεων, των εννοιών και των βασικών χαρακτηριστικών της υπόθεσης. Το θέμα συνήθως ποικίλλει ανάλογα με τον κλάδο ή τον σκοπό της μελέτης (Yin, 2017). Η χρήση της μεθόδου της μελέτης περίπτωσης διευκολύνει μια ολοκληρωμένη εξέταση περίπλοκων κοινωνικών, περιβαλλοντικών και τεχνολογικών ζητημάτων, δίνοντας έτσι βαθιές γνώσεις για το φαινόμενο που αναλύεται (Annamalah, 2024).

Σύμφωνα με τους Stamopoulos et al. (2021), η Ελλάδα συμμετέχει ενεργά σε ουσιαστικές επενδύσεις με στόχο την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), εστιάζοντας ιδιαίτερα στην ηλιακή και αιολική ενέργεια. Αυτή η πρωτοβουλία ευθυγραμμίζεται τόσο με την ευρωπαϊκή όσο και με την ελληνική στρατηγική για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης και την επίτευξη της ουδετερότητας των εκπομπών άνθρακα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2024). Επιπλέον, η Ελλάδα γνώρισε αξιοσημείωτη άνοδο στην εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια, επιτυγχάνοντας 12 GW το 2023, με φιλόδοξο στόχο να φτάσει τα 25 GW έως το 2030 (ΗΑΕΕ, 2022).

Η μετάβαση βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ηλιακή ενέργεια. Η Ελλάδα διαθέτει ένα από τα υψηλότερα ηλιακά δυναμικά στην Ευρώπη, παρέχοντας βέλτιστες συνθήκες για φωτοβολταϊκά συστήματα, που ισχύουν τόσο για οικιακούς όσο και για βιομηχανικούς τομείς (ΗΑΕΕ, 2022).

Η παρούσα μελέτη περίπτωσης διερευνά την περίπτωση της Βόρειας Εύβοιας, όπου η δημιουργία σημαντικών φωτοβολταϊκών πάρκων έπαιξε ρόλο στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας των αγροτικών περιοχών, παρουσιάζοντας παράλληλα διάφορα οφέλη και προκλήσεις. Επίκεντρο αυτής της

μελέτης είναι ο Δήμος Μαντουδίου – Λίμνης - Αγίας Άννας, ο οποίος έχει βιώσει μια σειρά από φυσικές καταστροφές τα τελευταία χρόνια, συμπεριλαμβανομένων πυρκαγιών και πλημμυρών (Sargentis et al., 2024). Ο στόχος είναι να αξιολογηθεί η σκοπιμότητα ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε τοπικό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της κοινότητας, τη διαθεσιμότητα φυσικών πόρων και πιθανές τεχνικές λύσεις.

Η μεθοδολογία περιελάμβανε τη συγκέντρωση και την εξέταση πρωτογενών δεδομένων μέσω επιτόπιας έρευνας, μετρήσεων, φωτογραφικών ερμηνειών και τοπικών συνεντεύξεων, την αξιολόγηση δευτερογενών πηγών και επιστημονικής βιβλιογραφίας (Sargentis et al., 2021a; Our World in Data, 2023), τα μοντέλα υπολογισμού που σχετίζονται με την παραγωγή και αξιοποίηση της στοχαστικής ενέργειας (Sargentis et al., 2024) και την αξιολόγηση κοινωνικών αντιλήψεων και κριτηρίων αποδοχής (Ioannidis & Koutsoyiannis, 2020).

Η επιλογή της μελέτης περίπτωσης στη Βόρεια Εύβοια είναι σκόπιμη, καθώς αντιπροσωπεύει μια βασική αγροτική περιοχή της Ελλάδας που χαρακτηρίζεται από σημαντική εξάρτηση από εξωτερικούς ενεργειακούς πόρους, ανεπαρκείς ενεργειακές υποδομές και σημαντικές δυσκολίες περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή και τις φυσικές καταστροφές (Sargentis et al., 2024). Κατά συνέπεια, η ανάλυση παρέχει πολύτιμες γνώσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε συγκρίσιμες αγροτικές κοινότητες.

5.2 Ανάλυση Μελέτης Περίπτωσης

Η ισορροπία που διέπει το λειτουργικό πλέγμα νερού-ενέργειας-τροφής είναι απαραίτητη για την κοινωνική ευημερία. Προηγούμενη έρευνα έχει δείξει μια συσχέτιση μεταξύ της διαθεσιμότητας πόρων εντός αυτού του δικτύου και τόσο του προσδόκιμου ζωής όσο και της ποιότητας ζωής των κατοίκων του (Sargentis & Koutsoyiannis, 2023). Κατά συνέπεια, η σταθερότητα της κοινωνικής δομής διακυβεύεται εάν κάποιο μεμονωμένο στοιχείο του δικτύου περιοριστεί (Sargentis

et al., 2021β).

Κατά την εξέταση των δυνατοτήτων επίτευξης αυτάρκειας σε ενεργειακούς και υδάτινους πόρους, έγινε η εστίαση σε μια σχετική μελέτη περίπτωσης που αφορά την περιοχή της Βόρειας Εύβοιας (Dimitriadis et al., 2023). Τα δεδομένα που συλλέγονται, ωστόσο, περιλαμβάνουν αβεβαιότητες που προκύπτουν από τη στοχαστική φύση και την πολυπλοκότητά τους. Κατά συνέπεια, τα ευρήματα μεταφέρονται με όρους τάξης μεγέθους.

Ο σύγχρονος παγκόσμιος πολιτισμός βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις αλληλεπιδράσεις, το εμπόριο και τη μεταφορά αγαθών και ενέργειας. Σε αγροτικές και επιρρεπείς σε καταστροφές περιοχές, όπως η Βόρεια Εύβοια, η επίτευξη ενεργειακής αυτάρκειας είναι υψίστης σημασίας, καθώς η εξάρτηση από εξωτερικές πηγές ενέργειας μπορεί να εκθέσει αυτές τις περιοχές σε ευπάθειες που σχετίζονται με διαταραχές της εφοδιαστικής αλυσίδας, διακυμάνσεις τιμών και γεωπολιτικές απειλές. Η ενεργειακή ανεξαρτησία σε αυτές τις απομονωμένες περιοχές ενισχύει την ανθεκτικότητα τόσο σε φυσικές καταστροφές όσο και σε οικονομικές αβεβαιότητες. Αντίθετα, η απουσία αυτάρκειας απαιτεί συνήθως την εξάρτηση από κεντρικά ενεργειακά συστήματα, ορυκτά καύσιμα ή εξωτερικές εισαγωγές, που μπορεί να μην προσφέρουν σταθερά αξιοπιστία ή βιωσιμότητα.

Ο Δήμος Μαντουδίου – Λίμνης - Αγίας Άννας, έκτασης 585,39 km², αποτελεί το επίκεντρο της παρούσας μελέτης περίπτωσης. Αυτή η περιοχή έχει επιλεγεί λόγω των πρόσφατων αλληπάλληλων φυσικών καταστροφών, που περιλαμβάνουν τη συνεχιζόμενη εξάπλωση της ασθένειας των πλατάνων (2017-σήμερα) (Dimitriadis et al., 2023), την καταιγίδα Ζορμπάς (2018), τη φωτιά του 2021 (Sargentis et al., 2022) και τις καταιγίδες Δανιήλ-Ηλίας (Moraiti et al., 2024). Αποτελούμενος από 48 οικισμούς, ο δήμος είχε πληθυσμό 12.235 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2021. Μπορεί να περιγραφεί ως μια πεμπτουσία αγροτική περιοχή, που καλύπτεται κυρίως από πευκοδάση (Εικόνα 1) (Sargentis et al., 2024).

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Εικόνα 1 (α) Βόρεια Εύβοια (β) Δήμος Μαντουδίου-Λίμνης-Αγίας Άννας

Πηγή: Sargentis et al., 2024

Οι συνολικές ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις της κοινότητας, που περιλαμβάνουν οικιακή χρήση, γεωργία, άντληση νερού και αφαλάτωση, κυμαίνονται μεταξύ 2.036.530 GJ και 2.480.400 GJ, ανάλογα με το σενάριο παροχής νερού. Η αξιολόγηση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων αναλύεται ως εξής:

- Βιομάζα: περίπου 1.495.353 GJ ενέργειας είναι προσβάσιμη από δάση και ελαιόδεντρα. Αυτός ο πόρος είναι σημαντικός, συνεπής και κοινωνικά αποδεκτός (Capareda, 2011).
- Φωτοβολταϊκά: με δυναμική απόδοση 5.950 GJ/εκτάριο, που απαιτεί αποθήκευση (LV & GV, 2017).
- Υδροηλεκτρικά: έχει ελάχιστο δυναμικό (~7.095 GJ/έτος), με αποτέλεσμα να μην έχει ιδιαίτερη πρακτικότητα.

5.2.1 Περιγραφή της περίπτωσης: Φωτοβολταϊκά στη Βόρεια Εύβοια

Στον απόηχο των καταστροφικών πυρκαγιών του 2021, η Βόρεια Εύβοια αντιμετώπισε την επιτακτική ανάγκη της ανασυγκρότησης και της βιώσιμης ανάπτυξης. Για τη διευκόλυνση αυτών των στόχων, υποστηρίχθηκαν πρωτοβουλίες για την εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων σε συνεργασία με ενεργειακές κοινότητες, τοπικές αρχές και ιδιώτες (Sargentis et al., 2024). Η

έρευνα που διεξήχθη από το Advances in Environmental and Engineering Research δείχνει ότι 35 MW φωτοβολταϊκών συστημάτων εγκαταστάθηκαν σε μικρές και μεσαίες αγροτικές κοινότητες στην περιοχή, με στόχο την ενίσχυση της τοπικής παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας (Sargentis et al., 2024).

5.2.2 Οικονομικές επιδράσεις

Η εξέλιξη των φωτοβολταϊκών στη Βόρεια Εύβοια είχε ως αποτέλεσμα σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, μειώθηκαν οι ενεργειακές δαπάνες. Οι αγρότες της περιοχής και οι τοπικοί συνεταιρισμοί παρουσίασαν μείωση του ενεργειακού κόστους έως και 60% (Sargentis et al., 2024), βελτιώνοντας έτσι την ανταγωνιστικότητα της αγροτικής παραγωγής στην περιοχή. Επίσης, παρουσιάστηκαν ευκαιρίες απασχόλησης, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της φάσης εγκατάστασης και λειτουργίας. Δημιουργήθηκαν περίπου 120 άμεσες θέσεις εργασίας και εκτιμάται ότι 300 έμμεσες θέσεις εργασίας, που περιλαμβάνουν μια σειρά ειδικοτήτων από τεχνικούς εγκατάστασης έως διοικητικούς και βοηθητικούς ρόλους (Sargentis et al., 2024).

Επιπλέον, παρατηρήθηκαν ενισχυμένα τοπικά έσοδα με τις ενεργειακές κοινότητες να διευκολύνουν την αναδιανομή ενός μέρους του εισοδήματός τους για να ενισχύσουν κοινωνικές πρωτοβουλίες, όπως πολιτιστικά προγράμματα και υποτροφίες για νέους, ενισχύοντας έτσι την κυκλική οικονομία στο τοπικό πλαίσιο (Sargentis et al., 2024). Τέλος, η ποικιλομορφία εισοδήματος προήλθε από την παραγωγή και η εμπορευματοποίηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δημιούργησε μια πρόσθετη ροή εισοδήματος για τις αγροτικές οικογένειες, παρέχοντας προστασία έναντι της αστάθειας των αγορών στον αγροτικό κλάδο.

5.3 Κοινωνικές επιδράσεις

Η ενεργειακή αναδιαμόρφωση στην περιοχή της Βόρειας Εύβοιας είχε επίσης σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις. Η τοπική κοινότητα απέκτησε

ενισχυμένο έλεγχο στην παραγωγή και διαχείριση ενέργειας, ενισχύοντας έτσι την ανθεκτικότητα της περιοχής έναντι των εξωτερικών κραδασμών (Sargentis et al., 2024). Σημαντική ήταν και η κοινωνική συνοχή. Η ίδρυση ενεργειακών κοινοτήτων ενίσχυσε τη συνεργασία μεταξύ πολιτών, αγροτικών συνεταιρισμών, τοπικών αρχών και μικρομεσαίων επιχειρήσεων, ενισχύοντας έτσι το κοινωνικό κεφάλαιο και τη συλλογική ταυτότητα της περιοχής (ΗΑΕΕ, 2022).

Ακόμα, δημιουργήθηκαν εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες και σεμινάρια για την ενημέρωση των νέων σχετικά με τις τεχνολογίες ΑΠΕ και τη βιώσιμη ανάπτυξη, ενθαρρύνοντας τη συμμετοχή των νέων στην πράσινη οικονομία και δημιουργώντας ευκαιρίες απασχόλησης στον ενεργειακό τομέα. Τέλος, για την ενίσχυση της τοπικής διακυβέρνησης, η ενδυνάμωση των τοπικών ενδιαφερομένων στη λήψη αποφάσεων για τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής ενισχύθηκε από την ενεργειακή αυτάρκεια (Sargentis et al., 2024).

5.4 Περιβαλλοντικές επιδράσεις

Η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων απέδωσε επίσης ευεργετικά περιβαλλοντικά αποτελέσματα. Η ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά είχε ως αποτέλεσμα ετήσια μείωση περίπου 28.000 τόνων εκπομπών CO₂ (Sargentis et al., 2024), βοηθώντας έτσι στην επίτευξη εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων για το κλίμα. Ακόμα, η παραγωγή ενέργειας σε τοπικό επίπεδο μείωσε τη συνολική ανάγκη για ενέργεια που εισάγεται από λιγνιτικές ή πετρελαϊκές εγκαταστάσεις, ελαχιστοποιώντας έτσι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με τη μεταφορά ενέργειας και τις απώλειες που τη συνοδεύουν.

Επιπλέον, ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων εφαρμόστηκε για να διασφαλιστεί ότι οι ευαίσθητες περιοχές «Natura» παραμένουν ανεπηρέαστες, διατηρώντας έτσι τη βιοποικιλότητα και προστατεύοντας βασικά οικοσυστήματα (Sargentis et al., 2024). Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις, επιλέχθηκαν εκτάσεις που επλήγησαν από τις πυρκαγιές του 2021, παρέχοντας ευκαιρίες για αξιοποίηση υποβαθμισμένων περιοχών, χωρίς να απαιτούνται πρόσθετες τροποποιήσεις στο

φυσικό περιβάλλον.

Τα ευρήματα αποδεικνύουν ότι ο πρωταρχικός παράγοντας που επηρεάζει τη ζήτηση ενέργειας είναι οι ανάγκες των κατοικιών (Sargentis et al., 2021a). Για την κάλυψη των εγχώριων ενεργειακών απαιτήσεων, θα χρησιμοποιηθούν 81 ανεμογεννήτριες, μαζί με 600 εκτάρια που προορίζονται για φωτοβολταϊκά για τον ίδιο σκοπό. Επιπλέον, θα γίνουν σημαντικές επενδύσεις σε συστήματα αποθήκευσης, συμπεριλαμβανομένων των μπαταριών ή της αντλησιοταμίευσης. Η αποδοχή αυτών των πρωτοβουλιών στην κοινότητα έχει αναδειχθεί ως κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας. Οι τοπικές ανταποκρίσεις σε εγκαταστάσεις ΑΠΕ έχουν σημειωθεί λόγω των επιπτώσεών τους στο τοπίο και τον χαρακτήρα της περιοχής (Sargentis et al., 2021β; Ioannidis & Koutsoyiannis, 2020). Συνιστάται μια ολοκληρωμένη ενεργειακή στρατηγική που ενσωματώνει συμμετοχικό σχεδιασμό (Dimitrakopoulou et al., 2024).

5.5 Συμπεράσματα μελέτης περίπτωσης

Η παρούσα μελέτη περίπτωσης αποκάλυψε ότι, παρά τις σημαντικές προκλήσεις που παρουσιάζουν τα απρόβλεπτα χαρακτηριστικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, καθώς και τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητες της εξεταζόμενης περιοχής, η επίτευξη ενεργειακής αυτάρκειας είναι ρεαλιστική και εφικτή. Για να πετύχει μια τέτοια στρατηγική, είναι απαραίτητο να υιοθετηθεί μια πολυδιάστατη και προσαρμοσμένη προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη τις τοπικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές μεταβλητές.

Η αποτελεσματική διαχείριση της βιομάζας, αξιοποιώντας τους δασικούς και γεωργικούς πόρους με σύνεση, μπορεί να χρησιμεύσει ως θεμέλιο για ένα τοπικό ενεργειακό μείγμα που βασίζεται σε φυσικά διαθέσιμους πόρους, προάγοντας έτσι τη βιωσιμότητα. Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων θα πρέπει να σχεδιαστεί στρατηγικά και να ευθυγραμμιστεί με τις τρέχουσες χρήσεις γης για τη διαφύλαξη της αγροτικής παραγωγής και του τοπίου, που αποτελούν ζωτικά στοιχεία της ταυτότητας και της οικονομικής ζωτικότητας

της περιοχής.

Επίσης, με σχολαστικό σχεδιασμό και σταδιακή προσέγγιση, η αιολική ενέργεια έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει άλλες πηγές ενέργειας, εξαρτώμενη από την εξασφάλιση της ενεργού συμμετοχής και έγκρισης της τοπικής κοινότητας, η οποία έχει βαθιές συνδέσεις με το τοπίο και την παραδοσιακή εκμετάλλευση της γης. Επίσης, η επιτυχής υλοποίηση μιας στρατηγικής αυτάρκειας ενέργειας εξαρτάται από τις τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας, καθώς διευκολύνουν την εξισορρόπηση των διακυμάνσεων της παραγωγής και της ζήτησης, διασφαλίζοντας έτσι τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα του συστήματος.

Η επιλογή εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στη Βόρεια Εύβοια έναντι ανεμογεννητριών ή άλλων ΑΠΕ εξηγείται τόσο από τεχνικά όσο και από κοινωνικο-περιβαλλοντικά κριτήρια. Η Εύβοια διαθέτει υψηλή μέση ετήσια ηλιοφάνεια, που ξεπερνά τις 1.600–1.700 ώρες/έτος, εξασφαλίζοντας σταθερή και προβλέψιμη παραγωγή. Αντίθετα, το αιολικό δυναμικό της Βόρειας Εύβοιας, παρότι υπαρκτό, χαρακτηρίζεται από εποχιακές και τοπικές διακυμάνσεις, γεγονός που δυσχεραίνει την οικονομική βιωσιμότητα μεγάλων αιολικών πάρκων. Επιπλέον, η μορφολογία του εδάφους, με έντονες κλίσεις και δασικές εκτάσεις, αυξάνει το κόστος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις εγκατάστασης ανεμογεννητριών, οι οποίες συχνά συναντούν και κοινωνικές αντιδράσεις λόγω του οπτικού και ακουστικού αποτυπώματος. Αντιθέτως, τα φωτοβολταϊκά μπορούν να αξιοποιήσουν καμένες ή υποβαθμισμένες εκτάσεις, μειώνοντας την όχληση και συμβάλλοντας παράλληλα στην αποκατάσταση τοπικών οικονομιών μετά τις πυρκαγιές. Έτσι, η διαχρονική ερώτηση «Φωτοβολταϊκά ή Ανεμογεννήτριες;» δεν έχει γενική απάντηση, καθώς εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες κάθε τόπου. Στην περίπτωση όμως της Βόρειας Εύβοιας, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών αποτελεί πιο ισορροπημένη επιλογή, καθώς συνδυάζει υψηλή ενεργειακή απόδοση με κοινωνική αποδοχή και χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Προσωπικά, θεωρώ ότι η αξιοποίηση της ηλιοφάνειας σε τέτοιες περιοχές είναι στρατηγικά πιο βιώσιμη λύση, αφήνοντας την αιολική ενέργεια για περιοχές με σταθερά υψηλό αιολικό δυναμικό, όπως

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

νησιωτικά συμπλέγματα του Αιγαίου.

Ωστόσο παρατηρείται επίσης ότι η προσπάθεια συμμετοχής της τοπικής κοινότητας στις διαδικασίες ενεργειακού σχεδιασμού και διαχείρισης των ενεργειακών κοινοτήτων μπορεί να ενισχύσει την κοινωνική αποδοχή και να καλλιεργήσει την αίσθηση του «ανήκει», ενισχύοντας έτσι τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των επενδύσεων και ενισχύοντας την κοινωνική συνοχή. Αυτή η μεθοδολογία χρησιμεύει ως βιώσιμο μοντέλο που μπορεί να προσαρμοστεί και να εφαρμοστεί σε άλλες αγροτικές περιοχές της Ελλάδας και της Μεσογείου, οι οποίες αντιμετωπίζουν συγκρίσιμες προκλήσεις που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, την αναγκαιότητα για ενεργειακή μετάβαση και τη βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη.

Η κατάσταση στη Βόρεια Εύβοια δείχνει ότι μια αποτελεσματική ενεργειακή στρατηγική μπορεί να εναρμονίσει τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, την κοινωνική αποδοχή και την οικονομική βιωσιμότητα, ενισχύοντας παράλληλα την ανθεκτικότητα των τοπικών κοινωνιών στην αντιμετώπιση μελλοντικών προκλήσεων. Η περίπτωση της Βόρειας Εύβοιας δείχνει ξεκάθαρα ότι η επίτευξη ενεργειακής αυτάρκειας υπερβαίνει απλές τεχνικές ή οικονομικές προσπάθειες και απαιτεί μια ολιστική στρατηγική προσέγγιση που είναι βαθιά συνυφασμένη με την κοινωνική ενότητα, την προστασία του περιβάλλοντος και την οχύρωση της τοπικής οικονομίας.

Με την ενθάρρυνση της ενεργού συμμετοχής των πολιτών και των τοπικών διοικήσεων, με την υπεύθυνη χρήση των τοπικών φυσικών πόρων παράλληλα με τις παραδοσιακές πρακτικές και τη δέσμευση για συνεχείς επενδύσεις στην καινοτομία και την εκπαίδευση, μπορούν να δημιουργηθούν αυτάρκειες και βιώσιμες κοινότητες. Η περίπτωση του Δήμου Μαντουδίου – Λίμνης - Αγίας Άννας παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τη διαμόρφωση και την εκτέλεση ανάλογων πρωτοβουλιών σε εθνικό επίπεδο, βοηθώντας τη μετάβαση προς ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό μέλλον.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Εν κατακλείδι, με βάση την ανασκόπηση της περίπτωσης της Βόρειας Εύβοιας, και από προσωπική άποψη, είναι σαφές ότι η ηλεκτροδότηση των αγροτικών περιοχών και των μικρών πόλεων δεν πρέπει να θεωρείται ως τεχνική διαδικασία ή ως περιβαλλοντικό πρόβλημα. Ταυτόχρονα, αποτελεί μια σημαντική κοινωνικοπολιτισμική αλλαγή, που επηρεάζει τη δομή της καθημερινής ζωής, τη συλλογική ταυτότητα και την ιστορική ανάπτυξη των τοπικών περιοχών. Η επιτυχία τέτοιων έργων εξαρτάται όχι μόνο από τις νέες τεχνολογίες ή την οικονομική σταθερότητα, αλλά και από την ενεργό συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων στον σχεδιασμό, τη λήψη αποφάσεων και την εφαρμογή. Ο συνδυασμός των ενεργειακών επενδύσεων με τις πραγματικές ανάγκες των ανθρώπων καθώς και ο σεβασμός του πολιτισμού, της ιστορίας και συγκεκριμένων αξιών, αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την υιοθέτηση και την επιτυχία τέτοιων μέτρων.

Επιπλέον μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές του 2021, η περίπτωση της Βόρειας Εύβοιας έχει αποτελέσει ένα καλό παράδειγμα για το πώς η «βιώσιμη ανάπτυξη» δεν μπορεί να περιοριστεί σε ένα μόνο βασικό σύστημα ή πράσινη πολιτική. Με βάση τα παραπάνω, είναι σαφές ότι στην πράξη η έννοια της βιωσιμότητας γίνεται κατανοητή ολιστικά. Δεν αφορά μόνο τη μετάβαση σε νέες πηγές ενέργειας, αλλά και την αναδιάρθρωση της τοπικής ζωής από την οικονομική δραστηριότητα έως την προστασία του περιβάλλοντος, την ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής και την οικοδόμηση της τοπικής δημοκρατίας.

Η κύρια ιδέα που προέκυψε από την εν λόγω μελέτη είναι ότι η ενεργειακή ασφάλεια δεν θα πρέπει να θεωρείται αυτή καθαυτή ή ως τεχνική διαδικασία, αλλά ως στρατηγική για την ενδυνάμωση των τοπικών κοινωνιών. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να επιτύχουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα προβλήματα, να αυξήσουν την αυτονομία τους σε βασικούς τομείς και να κατανοήσουν καλύτερα τη βιώσιμη ανάπτυξη και την ισότητα. Συνεπώς, θα πρέπει να αναπτυχθούν κατάλληλα σχέδια παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές συνθήκες, με βάση τις ανάγκες και τις προσδοκίες των κατοίκων, τα οποία θα πρέπει να καθοδηγούνται όχι μόνο από τεχνολογικούς και οικονομικούς παράγοντες, αλλά

Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

και από την κοινωνική ισότητα, την ενσωμάτωση και την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Μόνο τότε μπορεί κανείς να μιλάει για πραγματική, αποτελεσματική και βιώσιμη αλλαγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο Συμπεράσματα και Προτάσεις Πολιτικής

6.1 Σύνοψη βασικών ευρημάτων

Καταλήγοντας με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε διαπιστώθηκε ότι η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και η επίδραση τους στην κατανάλωση ενέργειας και το κόστος παραγωγής είναι στο επίκεντρο της ενεργειακής πολιτικής στο σύνολο των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αυτό συντελείται καθώς οι ΑΠΕ βοηθούν σημαντικά στη μείωση των εκπομπών CO₂, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο την Ευρωπαϊκή Ένωση και τα αρμόδια όργανα της να ανταποκρίνονται στις διεθνείς τους δεσμεύσεις είτε μέσω της μείωσης της άσκοπης κατανάλωσης ενέργειας, είτε μέσω της παροχής εναλλακτικών τρόπων προμήθειας ενεργειακών πόρων χωρίς τη χρήση άνθρακα. Επιπροσθέτως οι ΑΠΕ, βελτιώνουν την ενεργειακή ασφάλεια και ενισχύουν την ανταγωνιστικότητα.

Η χρήση των ΑΠΕ έχει καταστεί ακρογωνιαίος λίθος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και βασικός παράγον στήριξης της ενεργειακής πολιτικής των χωρών μελών της Ε.Ε. Οι ΑΠΕ προωθούν τους βασικούς στόχους της Ε.Ε που είναι η ενεργειακή ασφάλεια, η προστασία του περιβάλλοντος και τέλος όπως έχει ήδη αναφερθεί η ανταγωνιστικότητα. Όλοι οι κοινωνικοί φορείς στηρίζουν σήμερα την ευρύτερη χρήση των ΑΠΕ, θεωρώντας ότι αυτοί αποτελούν τη μοναδική λύση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, για τη προστασία των φυσικών πόρων αλλά και των ζώντων οργανισμών.

Σήμερα η περιβαλλοντική υποβάθμιση γίνεται όλο και πιο ξεκάθαρη, πιο ορατή, οι επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη επηρεάζουν όλο και περισσότερο τη ζωή του μέσου πολίτη. Η ανησυχία για το μέλλον του πλανήτη είναι έκδηλη πράγμα που έχει αλλάξει το δημόσιο διάλογο αναφορικά με τη βιωσιμότητα αλλά και αναφορικά με την οικονομική και κοινωνική πραγματικότητα που θα διαμορφωθεί στο εγγύς μέλλον (Botelho et al., 2016). Στην Ελλάδα όπως είναι λογικό αναπτύσσεται η έκδηλη ανησυχία για το περιβάλλον και τη βιωσιμότητα του όπως αυτή διαμορφώνεται σήμερα σε κάθε χώρα της Ε.Ε.

Είναι βασικό να αναφερθεί όπως αναπτύχθηκε στα κεφάλαια της εν λόγω μελέτης, ότι στην Ελλάδα γίνονται φιλότιμες προσπάθειες να αξιοποιηθούν οι ΑΠΕ, όπως έγινε αναφορά σε παραπάνω ενότητες η Ελλάδα είναι στην έβδομη θέση σε επίπεδο αξιοποίησης των ΑΠΕ, μια θέση που δείχνει τη σημαντική προσπάθεια που γίνεται σήμερα εντός της ελληνικής επικράτειας. Η κατάσταση στη Βόρεια Εύβοια δείχνει πως αναπτύσσονται σχετικές ενεργειακές δράσεις σε όλη την περιφέρεια στην Ελλάδα, βέβαια αυτές δεν είναι παντού το ίδιο αποτελεσματικές, ο ρόλος των δήμων και της περιφέρειας η σύνδεση, αυτών με το κεντρικό κράτος αποτελούν βασικούς παράγοντες διαμόρφωσης των πολιτικών διαχείρισης των ΑΠΕ, εντός της ελληνικής επικράτειας. Η ανάλυση που προηγήθηκε έδειξε ότι η επίδραση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σημαντική στην Ελλάδα μειώνοντας τη κατανάλωση των παραδοσιακών ενεργειακών πόρων αλλά και βοηθώντας στη μείωση του κόστους παραγωγής. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά σε κάποια κρίσιμα ζητήματα προς αντιμετώπιση τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη χρήση των ΑΠΕ εντός και εκτός της ελληνικής επικράτειας. Η εργασία θα ολοκληρωθεί με προτάσεις που θα εστιάσουν στη διαχείριση και επίλυση των εν λόγω προς αντιμετώπιση κρίσιμων για τις χώρες συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας ζητημάτων, προκειμένου να δοθούν λύσεις οι οποίες θα καταστήσουν ευκολότερη, αμεσότερη και αποτελεσματικότερη τη χρήση των ΑΠΕ.

6.2 Κρίσιμα ζητήματα προς αντιμετώπιση

Παρά τα δεδομένα πλεονεκτήματα που αναφέρονται στη χρήση των ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για τη μείωση του κόστους παραγωγής ενεργειακών πόρων, αυτές δεν είναι απαλλαγμένες από αρνητικές επιπτώσεις που αποτελούν κρίσιμα ζητήματα αντιμετώπισης. Οι αρνητικές αυτές επιπτώσεις επηρεάζουν την ευημερία των πολιτών, ειδικά αυτών που ζουν κοντά σε σχετικές με την παραγωγή των ΑΠΕ εγκαταστάσεων. Οι εν λόγω εγκαταστάσεις αναφέρονται σε ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ, σε ανεμογεννήτριες, σε μονάδες δασικής βιομάζας αλλά και σε φράγματα. Η κάθε μια από τις εν λόγω

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

τεχνολογίες που σχετίζονται με την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαφέρει, οι περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις κάθε μιας από αυτές τις τεχνολογικές ενεργειακές εφαρμογές δύναται να είναι διαφορετικές και να έχει διαφορετική επίδραση. Τα κρίσιμα ζητήματα σχετίζονται με τη δραστηριότητα των εν λόγω εγκαταστάσεων, είναι κοινές για όλες τις ΑΠΕ. Τα εν λόγω ζητήματα αναφέρονται στις επιπτώσεις στο τοπίο και ευρύτερα στο περιβάλλον, στη κατοχή γης, στο κόστος ευκαιρίας μιας περιοχής ενώ επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην πανίδα και τη χλωρίδα (Devine-Wright, 2008).

Υπάρχουν και άλλα κρίσιμα ζητήματα που σχετίζονται με κάθε ΑΠΕ ξεχωριστά, όπως είναι η αρνητική επίδραση του θορύβου στη περίπτωση των αιολικών πάρκων, το φαινόμενο θάμβωσης, η αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους ειδικά για φωτοβολταϊκά αγροκτήματα. Τα φράγματα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας συνεπάγονται τη καταστροφή της φυσικής κληρονομιάς, έχοντας αρνητικό αντίκτυπο στις τοπικές κοινωνίες. Η δημόσια αντίληψη των παραπάνω κρίσιμων ζητημάτων ανεξάρτητα το πόσο επηρεάζουν μια περιοχή και τους κατοίκους της, έχουν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη αρνητικών απόψεων από τους πολίτες για τη χρήση των ΑΠΕ. Οι αρνητικές απόψεις επηρεάζουν τις μελλοντικές επενδύσεις σε πρόσθετα έργα που σχετίζονται με τις εν λόγω εναλλακτικές μορφές ενέργειας.

Συνεχίζοντας την αναφορά σε κρίσιμα προς αντιμετώπιση ζητήματα κατά τη χρήση των ΑΠΕ θα πρέπει να γίνει αναφορά στο ζήτημα της χρηματοδότησης. Αυτό που θεωρείται σημαντικά είναι η εύρεση χρηματοδοτικών προγραμμάτων στήριξης της κατασκευής και εγκατάστασης των ΑΠΕ, διότι όπως είναι λογικό θεωρείται δύσκολο ένας ιδιώτης να στηρίξει μόνος του μια σχετική με την παραγωγή των ΑΠΕ εγκατάσταση, δεδομένου ότι είναι υψηλό το κόστος ενώ αποτελεί και μια χρονοβόρα διαδικασία. Επίσης υπάρχουν έκδηλες δυσκολίες αναφορικά με την υλοποίηση σχετικών έργων τα οποία εστιάζουν στην παραγωγή και αξιοποίηση των ΑΠΕ. Οι δυσκολίες αυτές αναφέρονται στη γραφειοκρατία κατά την εύρεση χώρου κατασκευής και εγκατάστασης μονάδων, στη καθυστέρηση χρηματοδότησης από τα τραπεζικά ιδρύματα και τέλος στην έλλειψη

σχετικών γνώσεων εγκατάστασης των εν λόγω μονάδων.

Η καθυστέρηση επηρεάζει τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ αναφορικά με τη πράσινη ανάπτυξη, την ανάπτυξη ευκαιριών τοπικών επενδύσεων αλλά και τη δημιουργία κερδών σε επίπεδο ανάπτυξης σχετικών με τη παραγωγή ενέργειας επιχειρήσεων. Επίσης πρόβλημα αποτελεί η άγνοια των τοπικών κοινωνιών, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη αντιδράσεων από τους πολίτες, αντιδράσεις που επιφέρουν καθυστερήσεις στην εγκατάσταση και χρήση των μονάδων παραγωγής ΑΠΕ. Σύμφωνα με τους Rijnsoever et al.(2015) η κοινωνική αποδοχή αποτελεί βασικό παράγοντα για την επιτυχημένη εφαρμογή των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η κοινωνική αποδοχή δεν θεωρήθηκε σημαντική για την εφαρμογή των ΑΠΕ τα πρώτα χρόνια και ειδικά τη δεκαετία του 1980, όταν δηλαδή έγινε για πρώτη αναφορά στη σημαντικότητα της χρήσης των ΑΠΕ.

Σύμφωνα με τους Botelho et al.(2016) οι υπεύθυνοι για τις στρατηγικές ανάπτυξης των ΑΠΕ δεν έδωσαν τη σημασία που θα έπρεπε στην αποδοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ιδικά σε μορφές όπως ήταν η αιολική ενέργεια. Μια από τις πρώτες μελέτες που έγινε για τη χρήση των ΑΠΕ αυτή του Carlman(1984) εστίασε στην αποδοχή της χρήσης της αιολικής ενέργειας διαπιστώνοντας ότι οι ανεμογεννήτριες που τέθηκαν σε λειτουργία συνδεόταν η χρήση τους με τη κοινή γνώμη, τις δημόσιες πολιτικές αλλά και με τις ρυθμιστικές αρχές της εν λόγω περιόδου. Παρόλα αυτά η μελέτη αυτή όπως και άλλες μεταγενέστερες (Wustehhagen et al.,2007) δεν αξιοποιήθηκαν στο βαθμό που θα έπρεπε από τους έχοντας θέσεις ευθύνης αναφορικά με τη χρήση των ΑΠΕ.

Οι Wustehhagen et al.(2007) έδωσαν μια ολοκληρωμένη εικόνα όλων αυτών των κρίσιμων παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ΑΠΕ. Οι παράγοντες στους οποίους αναφέρθηκαν ήταν οι ακόλουθοι: α) κλίμακα των εγκαταστάσεων, β) Σωστός υπολογισμός του βραχυπρόθεσμου κόστους και μακροπρόθεσμων οφελών, γ) Καθορισμός διαδικασίας εξόρυξης πόρων, ιδίως της παραγωγής πόρων από ορυκτά καύσιμα, η εν λόγω διαδικασία δεν είναι εμφανής και ξεκάθαρη για το ευρύ κοινό, οπότε όποιες αντιδράσεις επιφέρει δεν βασίζονται σε ξεκάθαρα και

Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

απτά επιχειρήματα. Σε γενικές γραμμές η άγνοια αποτελεί το πιο κρίσιμο παράγοντα δεδομένου ότι οδηγεί σε αυξημένες αντιδράσεις, αναπτύσσοντας αντιστάσεις έναντι της εγκατάστασης των μονάδων παραγωγής ΑΠΕ. Οι Botelho et al.(2016) ανέφεραν ότι μπορεί τις περισσότερες φορές οι αντιδράσεις να είναι ανεδαφικές παρόλα αυτά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν αρνητικές επιδράσεις από την εγκατάσταση των μονάδων παραγωγής ΑΠΕ, που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Παρότι υπάρχουν αντιδράσεις με βάση μελέτες (Zyadin et al., 2014; Bidwell, 2016) που έγιναν τα προηγούμενα χρόνια διαπιστώνεται ότι σε γενικές γραμμές οι άνθρωποι έχουν θετική αντίληψη απέναντι στις ΑΠΕ. Μελέτη που έγινε από τον Alsabbagh(2019) στο Μπαχρέιν έδειξε ότι η γνώση επιφέρει θετική αντίληψη και προθυμία πληρωμής από τη πλευρά των πολιτών.

Οι Martins et al.(2020) αναφέρουν ότι υπάρχει χαμηλή ενεργειακή παιδεία, πράγμα που καθιστά απαραίτητη την ενημέρωση των καταναλωτών, προκειμένου να βελτιώσουν τις αποφάσεις τους σχετικά με την ενέργεια. Οι Wan Abdullah et al. (2018) αναφέρουν ότι όσο μεγαλύτερα είναι τα επίπεδα ευαισθητοποίησης και γνώσης τόσο μεγαλύτερη είναι η αποδοχή πληρωμής για ΑΠΕ. Σε κάποιες χώρες όπως η Σουηδία οι πολίτες έχουν αυξημένες περιβαλλοντικές γνώσεις προκειμένου να κατανοήσουν τη σημαντικότητα χρήσης των ΑΠΕ. Λόγω των γνώσεων αυτών οι πολίτες είναι πιο πρόθυμοι να βοηθήσουν στην ενίσχυση των επενδύσεων σε εγκαταστάσεις ΑΠΕ(Di Maria et al.,2010).

Οι Karlstrøm & Ryghaug (2014) δήλωσαν ότι οι κοινωνικές και δημογραφικές μεταβλητές παίζουν σημαίνοντα ρόλο για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, δεν αποτελούν όμως το βασικό παράγοντα καθορισμού της ανάπτυξης τους σε μια περιοχή. Επίσης ανέφεραν ότι οι παραπάνω μεταβλητές δεν καθορίζουν απόλυτα τις απόψεις των πολιτών αναφορικά με την επίδραση των ΑΠΕ στη διαδικασία της κατανάλωσης της ενέργειας αλλά και για το κόστος παραγωγής της. Ο Entele (2020) ανέφερε ως κρίσιμο παράγοντα καθορισμού των απόψεων των πολιτών την ηλικία, το φύλο και γενικά τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά. Σε γενικές γραμμές αναφέρει ότι τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά επηρεάζουν τη στάση τους απέναντι στη πράσινη ενέργεια, στη χρήση των διαφόρων ΑΠΕ, στη κρίση

τους αναφορικά με την επίδραση τους.

Οι Wang et al.(2019) ανέφεραν ότι τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των πολιτών επηρεάζουν τη πρόθεση τους να πληρώσουν συγκεκριμένα ποσά για την κατασκευή και χρήση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ. Παρόλα αυτά οι δημογραφικοί παράγοντες επηρεάζουν τη κρίση τους αναφορικά με τη πολυδιάστατη χρήση των ΑΠΕ. Μελέτες (Kaenzig et al.,2013; Momsen&Stoerk,2014; Djuriscic et al.,2020) που έγιναν για το παρόν θέμα έδειξαν ότι υπάρχει χάσμα μεταξύ των απόψεων των πολιτών και της συμπεριφορά τους αναφορικά με την εγκατάσταση και χρήση των ΑΠΕ. Σε έρευνα που έγινε για το θέμα στην Ελλάδα Kaldellis et al.(2012) διαπιστώθηκε ότι οι πολίτες δεν κατανοούν απόλυτα τη σημασία χρήσης των ΑΠΕ αναφορικά με τη σημαντικότητα τους, τα θετικά τους αλλά και το κόστος χρήσης τους, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην θέτονται υπέρ της χρήσης των ΑΠΕ αλλά και υπέρ της εγκατάστασης μονάδων παραγωγής τους. Αναφορικά με τη χρήση των ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο και τους κρίσιμους παράγοντες επηρεασμού της εν λόγω διαδικασίας έγιναν σχετικές έρευνες που συνέδεσαν τη συμπεριφορά των πολιτών με συγκεκριμένες ενέργειες και συμπεριφορές τους. Ο Hast et al.(2015) θεωρεί ότι οι κρίσιμοι παράγοντες επηρεασμού αναφορικά με τη χρήση των ΑΠΕ είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η ασφάλεια και γενικά η ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος. Ο Tanujaya(2020) μαζί με τους προγενέστερους Hast et al.(2015) αναφερόμενοι στη Κίνα θεωρούν κρίσιμους παράγοντες εγκατάστασης τη τιμή, τον εξοπλισμό και την ανάγκη συντήρησης. Επίσης αναφέρονται στο τόπο εγκατάστασης. Τέλος ο Park(2019) αναφέρει ότι η αντιληπτική αξιοπιστία, η ελκυστικότητα και το κόστος καθορίζουν την άποψη των πολιτών αναφορικά με τη χρήση των ΑΠΕ. Συγγραφείς όπως οι Alam et al.(2014) οι Lin και Syrgabayeva (2016) αλλά και οι Mezger et al.(2020) αναφέρουν ότι η περιβαλλοντική ανησυχία αποτελεί βασικό παράγοντα αποδοχής των ΑΠΕ, αλλά και η αντιληπτή ευκολία, η ευαισθητοποίηση και η γνώση αλλά και η ανάγκη χρήση της πράσινης ενέργειας αποτελούν κρίσιμοι παράγοντες χρήσης των ΑΠΕ. Οι Fung et al.(2010), Arkt et al.(2011) και Parkins et al.(2017) θεωρούν ότι ο βασικός παράγον αποδοχής ή όχι είναι η περιβαλλοντική συνείδηση και πιο συγκεκριμένα η κατανόηση ότι το κλίμα

έχει επηρεαστεί αρνητικά αλλά και ότι το περιβάλλον δεν θα συνεχίσει να είναι το ίδιο φιλόξενο για τις γενιές που έπονται.

Οι Qazi et al.(2019) και Rochyadi-Reetz et al.(2019) αναφέρονται στο σημαίνοντα ρόλο που έχουν τα Μέσα ενημέρωσης στην αύξηση της γνώσης και στη θετική από τους πολίτες αντιμετώπιση των ΑΠΕ. Όπως διαπιστώνεται οι ΑΠΕ παίζουν σημαίνοντα ρόλο στη βιωσιμότητα των ζώντων οργανισμών και γενικότερα του πλανήτη. Οι ΑΠΕ δεν είναι ευρέως αποδεκτές λόγω κυρίως της άγνοιας, της έλλειψης περιβαλλοντικών γνώσεων αλλά και λόγω της άρνησης των πολιτών να επωμιστούν και πρόσθετο κόστος για την ενεργειακή τους κάλυψη. Παρόλα αυτά όπως διαπιστώνεται η κατάσταση είναι σε γενικές γραμμές ικανοποιητική για την εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ, δεδομένου ότι οι πολίτες έχουν διαπιστώσει τη θετικότητα της επίδρασης τους στο περιβάλλον και τον άνθρωπο, ενώ έχουν κατανοήσει ότι το κόστος παραγωγής θα αποσβεστεί σε βάθος χρόνου, δεδομένης της εξοικονόμησης πόρων που θα μπορέσει να γίνει στο παρόν αλλά και στο εγγύς μέλλον. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά σε σχετικές με τα παραπάνω προτάσεις που θα βοηθήσουν στο μέλλον να καταστεί βιώσιμη η ευρύτερη ανάπτυξη των ΑΠΕ.

6.3 Προτάσεις για βιώσιμη ανάπτυξη των ΑΠΕ

Με βάση τη μέχρι τώρα ανάλυση θα γίνει στη παρούσα ενότητα μια προσπάθεια να γίνουν σχετικές με τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΑΠΕ προτάσεις. Για την υλοποίηση μιας βιώσιμης ανάπτυξης των ΑΠΕ θα πρέπει να υπάρξει συγκεκριμένος σχεδιασμός ο οποίος θα προωθεί μια κατάλληλα συντονισμένη πρακτική και θα προσεγγίσει με φιλικό και ήπιο για το περιβάλλον τρόπο την ενεργειακή ανάπτυξη της Ελλάδας στο σύνολο της επικράτειας. Οι βασικοί στόχοι του σχεδίου για βιώσιμη ανάπτυξη των ΑΠΕ θα πρέπει να εστιάζουν στα ακόλουθα: α) Διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος, β) Δημιουργία ενός περισσότερο ασφαλές περιβάλλοντος για την πανίδα και τους ζώντες οργανισμούς, γ) Βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων που ζουν σε

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

περιοχές όπου εγκαθίστανται μονάδες παραγωγής ΑΠΕ, δ) Παροχή στους ντόπιους πληθυσμούς σωστής ενημέρωσης για τη διαφύλαξη του περιβάλλοντος για τα οφέλη χρήσης των ΑΠΕ, ε) Παροχή γενικών πληροφοριών και σωστής ενημέρωσης για τα οφέλη που δημιουργούν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην ποιότητα ζωής και στο περιβάλλον. Για την υλοποίηση των άνωθεν στόχων, στόχων που εφόσον επιτευχθούν θα βοηθήσουν στην ενίσχυση της επίδρασης των ΑΠΕ στη κατανάλωση ενέργειας αλλά και στη μείωση του κόστους παραγωγής θεωρείται απαραίτητο να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα τα οποία θα συμβαδίζουν με τους εν λόγω στόχους και θα βοηθήσουν στην έμπρακτη πρακτικής τους ολοκλήρωση. Με αυτό τον τρόπο θεωρείται ότι στο μέλλον θα ενισχυθεί περαιτέρω ενεργειακά η Ελλάδα πράγμα που θα έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της περιβαλλοντικής προστασίας αλλά και την ευρύτερη οικονομική και κοινωνική της ανάπτυξη στο παρόν αλλά και στο εγγύς μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο Επίλογος

Η παρούσα εργασία επεσήμανε το κρίσιμο έργο που μπορούν να διαδραματίσουν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) στη μεταστροφή της Ελλάδας σε μια βιώσιμη και ενεργειακά αυτόαρκτη χώρα. Μέσα από την προσέγγιση του θεωρητικού υπόβαθρου, την αποτύπωση της τρέχουσας πραγματικότητας, τον οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο, αλλά και τη μελέτη περίπτωσης, έγινε φανερό ότι οι ΑΠΕ αποτελούν όχι μόνο οικολογικά αλλά και οικονομικά αποδοτικές επιλογές. Ο προσανατολισμός προς καθαρές μορφές ενέργειας ενδυναμώνει την ενεργειακή συμμετοχικότητα, περιορίζοντας την ανάγκη για κάλυψη από εισαγόμενους ρυπογόνες πηγές, ενώ παράλληλα προσφέρει νέες ευκαιρίες ανάπτυξης και απασχόλησης.

Παρά το γεγονός ότι η τεχνολογική πρόοδος δημιουργεί αισιόδοξες προοπτικές, συνεχίζουν να υπάρχουν σοβαρές προκλήσεις – θεσμικές, κοινωνικές και τεχνικές – που απαιτούν συντονισμένες δράσεις και ανάλογες επενδύσεις. Η Ελλάδα, λόγω της γεωμορφολογικής της θέσης και της αφθονίας φυσικών πόρων, έχει τα εχέγγυα να πρωταγωνιστήσει στον ευρωπαϊκό ενεργειακό μετασχηματισμό, υπό την προϋπόθεση ότι θα ενισχυθεί η πολιτική βούληση και η κοινωνική σύμπνοια.

Η ενδυνάμωση των ΑΠΕ δεν θεωρείται απλώς ένα τεχνολογικό εγχείρημα, αλλά ένα ευρύτερο πολιτικό, κοινωνικό και πολιτισμικό στοίχημα. Ένα εγχείρημα το οποίο εάν πετύχει, θα συντείνει ουσιαστικά στην ενεργειακή αυτονομία, την οικονομική σταθερότητα και την περιβαλλοντική ευημερία της χώρας.

Το μέλλον των ΑΠΕ στην Ελλάδα εξαρτάται από την ικανότητα του κράτους να αναπτύξει ένα συνεκτικό και ελκυστικό ρυθμιστικό και επενδυτικό πλαίσιο, που θα προωθεί την καινοτομία, θα απλουστεύει τη διεργασία της παροχής αδειών και θα διαφυλάσσει το φυσικό περιβάλλον και τα δικαιώματα των τοπικών κοινωνιών. Επίσης, η εμπλοκή των πολιτών στην πράξη μέσω ενεργειακών κοινοτήτων και συλλογικών σχημάτων, είναι κομβική για την εδραίωση της ενεργειακής δημοκρατίας.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ταυτόχρονα, η ενίσχυση της ενεργειακής παιδείας και η ενοποίηση της πράσινης τεχνολογίας στην καθημερινότητα μπορούν να διαμορφώσουν νέες οικολογικές αντιλήψεις και στάσεις, εξασφαλίζοντας τη διαγενεακή ισορροπία και την ευρύτερη κοινωνική συναίνεση των πράσινων μεταρρυθμίσεων. Η Ελλάδα έχει χρέος να επενδύσει όχι μόνο στις υποδομές και την τεχνολογία, αλλά και στον ανθρώπινο παράγοντα.

Εν κατακλείδι, η παρούσα εργασία ανέδειξε τη στρατηγική σημασία των ΑΠΕ ως το κλειδί για τη βιώσιμη ανάπτυξη, την οικονομική αναδιάρθρωση και την οικολογική πρόοδο. Η αποτελεσματική μετάβαση σε ένα νέο ενεργειακό πρότυπο απαιτεί συνεργασία ανάμεσα στο κράτος, τον επιχειρηματικό κόσμο, την επιστημονική κοινότητα και βέβαια τους πολίτες, με ξεκάθαρο όραμα, ρεαλιστική προσέγγιση και αφοσίωση. Μόνο μέσω αυτής της ομαδικής προσπάθειας μπορεί η Ελλάδα να εξασφαλίσει την ενεργειακή θωράκιση, να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητά της και να πρωταγωνιστήσει στην ευρωπαϊκή και διεθνή πράσινη στρατηγική του 21^{ου} αιώνα.

Βιβλιογραφία

- Adomavicius, V., & Simkoniene, G. (2023). Overview of innovations and recommendations for efficient operation of RES-based power plants. In *Proceedings of International Conference “Engineering for Rural Development”*. Jelgava (pp. 24-26).
- Aghaei, M., Fairbrother, A., Gok, A., Ahmad, S., Kazim, S., Lobato, K., ... & Kettle, J. (2022). Review of degradation and failure phenomena in photovoltaic modules. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 159, 112160.
- Al Mubarak, F., Rezaee, R., & Wood, D. A. (2024). Economic, societal, and environmental impacts of available energy sources: a review. *Eng*, 5(3), 1232-1265.
- Alam, S. S., Hashim, N. H. N., Rashid, M., Omar, N. A., Ahsan, N., & Ismail, M. D. (2014). Small-scale households renewable energy usage intention: Theoretical development and empirical settings. *Renewable energy*, 68, 255-263.
- Andrade, E., Hernández, J., & Arredondo, C. (2016). Osmotic energy, a little-known renewable energy source. *International Journal of Energy Production and Management*, 1(3), 233-244.
- Annamalah, S. (2024). The Value of Case Study Research in Practice: A Methodological Review with Practical Insights from Organisational Studies. *Journal of Applied Economic Sciences (JAES)*, 19(4 (86)), 485-498.
- Arlt, D., Hoppe, I., & Wolling, J. (2011). Climate change and media usage: Effects on problem awareness and behavioural intentions. *International Communication Gazette*, 73(1-2), 45-63.
- Baker, E., Carley, S., Castellanos, S., Nock, D., Bozeman III, J. F., Konisky, D., ... & Sovacool, B. (2023). Metrics for decision-making in energy justice. *Annual Review of Environment and Resources*, 48(1), 737-760.
- Betakova, V., Vojar, J., & Sklenicka, P. (2015). Wind turbines location: How many and how far?. *Applied Energy*, 151, 23-31.
- Bidwell, D. (2016). The effects of information on public attitudes toward renewable

- energy. *Environment and Behavior*, 48(6), 743-768.
- Bielig, M., Kacperski, C., Kutzner, F., & Klingert, S. (2022). Evidence behind the narrative: Critically reviewing the social impact of energy communities in Europe. *Energy Research & Social Science*, 94, 102859.
- Bogdanov, D., Ram, M., Aghahosseini, A., Gulagi, A., Oyewo, A. S., Child, M., ... & Breyer, C. (2021). Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability. *Energy*, 227, 120467.
- Bošnjaković, M., Katinić, M., Santa, R., & Marić, D. (2022). Wind turbine technology trends. *Applied Sciences*, 12(17), 8653.
- Botelho, A., Pinto, L. M., Lourenço-Gomes, L., Valente, M., & Sousa, S. (2016). Social sustainability of renewable energy sources in electricity production: An application of the contingent valuation method. *Sustainable Cities and Society*, 26, 429-437.
- Capareda, S. C. (2011). Biomass energy conversion. *Sustainable growth and applications in renewable energy sources*, (1), 19.
- Carlman, I. (1984, October). The views of politicians and decision-makers on planning for the use of wind power in Sweden. In *European Wind Energy Conference* (Vol. 22, No. 36, pp. 339-343).
- Chatzinikolaou, D. (2025). Integrating Sustainable Energy Development with Energy Ecosystems: Trends and Future Prospects in Greece.
- Chien, F., Ananzeh, M., Mirza, F., Bakar, A., Vu, H. M., & Ngo, T. Q. (2021). The effects of green growth, environmental-related tax, and eco-innovation towards carbon neutrality target in the US economy. *Journal of environmental management*, 299, 113633.
- Desalegn, B., Gebeyehu, D., & Tamrat, B. (2022). Wind energy conversion technologies and engineering approaches to enhancing wind power generation: A review. *Heliyon*, 8(11).
- Devine-Wright, P. (2008). Reconsidering public acceptance of renewable energy technologies: a critical review. *Delivering a low carbon electricity system: technologies, economics and policy*, 1-15.
- Di Maria, C., Ferreira, S., & Lazarova, E. (2010). Shedding light on the light bulb
- Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

puzzle: the role of attitudes and perceptions in the adoption of energy efficient light bulbs. *Scottish Journal of Political Economy*, 57(1), 48-67.

Dimitrakopoulou, D., Ioannidis, R., Dimitriadis, P., Sargentis, G., Chardavellas, E., Julien Alexopoulos, M., ... & Koutsoyiannis, D. (2024, April). The importance of citizens' engagement in the implementation of civil works for the mitigation of natural disasters with focus on flood risk in Attica Region (Greece). In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 12686).

Dimitriadis, P., Kougia, M., Sargentis, G. F., Iliopoulou, T., Mamasis, N., & Koutsoyiannis, D. (2023). Violent land terrain alterations and their impacts on water management; Case study: North Euboea. *Proceedings of the European Geosciences Union General Assembly, 2023*, 24-28.

Djurisic, V., Smolovic, J. C., Misnic, N., & Rogic, S. (2020). Analysis of public attitudes and perceptions towards renewable energy sources in Montenegro. *Energy Reports*, 6, 395-403.

Doğan, D., Söylemez, Y., Doğan, Ş., & Akça, N. (2025). The Impact of Financial Development on Renewable Energy Consumption: Evidence from RECAI Countries. *Sustainability*, 17(14).

Elkelawy, M., Atta, Z. A., & Seleem, H. (2024). Technological advances, efficiency optimization, and challenges in wind power plants: A comprehensive review. *Pharos Engineering Science Journal*, 1(1), 57-65.

Energy democracy, as a cornerstone of a fair energy system, means the participation of informed citizens in energy decisions and their direct participation in energy production.

Entele, B. R. (2020). Analysis of households' willingness to pay for a renewable source of electricity service connection: evidence from a double-bounded dichotomous choice survey in rural Ethiopia. *Heliyon*, 6(2).

European Commission. (2020). *National energy and climate plans*, Ανάκτηση από: https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en [Πρόσβαση 20-7-2025]

European Union. (2022). *Κατευθυντήριες γραμμές του 2022 για τις κρατικές*
Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

ενισχύσεις στους τομείς του κλίματος, της προστασίας του περιβάλλοντος και της ενέργειας, Ανάκτηση από: <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/summary/2022-guidelines-on-state-aid-for-climate-environmental-protection-and-energy.html> [Πρόσβαση 20-7-2025]

European Union. (2024). *Ανακοίνωση της Επιτροπής — Κατευθυντήριες γραμμές για τις κρατικές ενισχύσεις στους τομείς του περιβάλλοντος και της ενέργειας (2014-2020)*, Ανάκτηση από: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=CELEX:52014XC0628\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=CELEX:52014XC0628(01)) [Πρόσβαση 20-7-2025]

Folley, M. (2017). The wave energy resource. *Handbook of ocean wave energy*, 7, 43-80.

Freires, F. J., do Nascimento Damasceno, V., Machado, A. L. S., Martins, G. B., da Silva, L. M., da Silveira Pio, M. C., ... & Nascimento, D. (2023). Advantages and disadvantages of renewable energy: a review of the scientific literature. *Revista De Gestão E Secretariado*, 14(11), 20221-20240.

Fung, C. C., Tang, S. C., & Wong, K. P. (2010, July). A proposed study on the use of ICT and smart meters to influence consumers' behavior and attitude towards Renewable Energy. In *IEEE PES General Meeting* (pp. 1-5). IEEE.

Gatto, F., Daniotti, S., & Re, I. (2021). Driving green investments by measuring innovation impacts. Multi-Criteria Decision Analysis for regional bioeconomy growth. *Sustainability*, 13(21), 11709.

Gourgiotis, A., Kyvelou, S. S., & Lainas, I. (2021). Industrial location in Greece: fostering green transition and synergies between industrial and spatial planning policies. *Land*, 10(3), 271.

Hakawati, R., Smyth, B. M., McCullough, G., De Rosa, F., & Rooney, D. (2017). What is the most energy efficient route for biogas utilization: Heat, electricity or transport?. *Applied Energy*, 206, 1076-1087.

Hassan, Q., Viktor, P., Al-Musawi, T. J., Ali, B. M., Algburi, S., Alzoubi, H. M., ... & Jaszczur, M. (2024). The renewable energy role in the global energy Transformations. *Renewable Energy Focus*, 48, 100545.

Hast, A., Alimohammadisagvand, B., & Syri, S. (2015). Consumer attitudes towards renewable energy in China—The case of Shanghai. *Sustainable Cities and*

Society, 17, 69-79.

- Howes, T. (2010). The EU's new renewable energy directive (2009/28/EC). *The new climate policies of the European Union: Internal legislation and climate diplomacy*, 15(117), 3.
- Huang, F. (2014). Chapter 1: what is biomass. In *Materials for Biofuels* (pp. 1-26).
- Ikevuje, A. H., Kwakye, J. M., Ekechukwu, D. E., & Benjamin, O. (2023). Energy justice: Ensuring equitable access to clean energy in underprivileged communities. *J. Sustainable Energy*, 45(4), 298-314.
- Ioannidis, R., & Koutsoyiannis, D. (2020). A review of land use, visibility and public perception of renewable energy in the context of landscape impact. *Applied Energy*, 276, 115367.
- Jezierska-Thöle, A., Rudnicki, R., & Kluba, M. (2016). Development of energy crops cultivation for biomass production in Poland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 534-545.
- Johnson, D., Hashaikeh, R., & Hilal, N. (2021). Basic principles of osmosis and osmotic pressure. In *Osmosis Engineering* (pp. 1-15). Elsevier.
- Jørgens, H., & Solorio, I. (2017). The EU and the promotion of renewable energy: An analytical framework. In *A Guide to EU Renewable Energy Policy* (pp. 3-22). Edward Elgar Publishing.
- Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Sustainable energy transition for renewable and low carbon grid electricity generation and supply. *Frontiers in Energy research*, 9, 743114.
- Kaenzig, J., Heinzle, S. L., & Wüstenhagen, R. (2013). Whatever the customer wants, the customer gets? Exploring the gap between consumer preferences and default electricity products in Germany. *Energy Policy*, 53, 311-322.
- Kaldellis, J. K., Kapsali, M., & Katsanou, E. (2012). Renewable energy applications in Greece—what is the public attitude?. *Energy Policy*, 42, 37-48.
- Karlstrøm, H., & Ryghaug, M. (2014). Public attitudes towards renewable energy technologies in Norway. The role of party preferences. *Energy policy*, 67, 656-663.
- Killingtveit, Å. (2014). Hydroelectric power. In *Future energy* (pp. 453-470).
- Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

Elsevier.

- Krystalidis, D. (2022). Wind Energy in Greece: Economic Analysis.
- Lin, C. Y., & Syrgabayeva, D. (2016). Mechanism of environmental concern on intention to pay more for renewable energy: Application to a developing country. *Asia Pacific Management Review*, 21(3), 125-134.
- LV, S. K., & GV, N. K. (2017). Power conversion in renewable energy systems: A review advances in wind and PV system. *International Journal of Energy Research*, 41(2), 182-197.
- Malliaropoulos, D., Papageorgiou, D., Vasardani, M., & Vourvachaki, E. (2021). The impact of the recovery and resilience facility on the Greek economy. *Bank of Greece Economic Bulletin*, (53).
- Mamo, G. E., Marence, M., Hurtado, J. C. C., & Franca, M. J. (2018). Optimization of run-of-river hydropower plant capacity. *Int. Water Power and Dam Construction*.
- Maradin, D. (2021). Advantages and disadvantages of renewable energy sources utilization. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(3), 176-183.
- Martins, A., Madaleno, M., & Dias, M. F. (2020). Energy literacy: What is out there to know?. *Energy Reports*, 6, 454-459.
- Maurya, R. K., Patel, A. R., Sarkar, P., Singh, H., & Tyagi, H. (2017). Biomass, its potential and applications. In *Biorefining of Biomass to Biofuels: Opportunities and Perception* (pp. 25-52). Cham: Springer International Publishing.
- Melnyk, L. H., Shaulska, L. V., Matsenko, O. I., Piven, V. S., Konoplov, V. V., & Mazin, Y. O. (2021). Modern Trends in the Production of Renewable Energy: the Cost Benefit Approach.
- Mezger, A., Cabanelas, P., Cabiddu, F., & Rüdiger, K. (2020). What does it matter for trust of green consumers? An application to German electricity market. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118484.
- Milto, Y. (2017). Legal Framework of Renewable Energy Sources in the European Union.

- Momsen, K., & Stoerk, T. (2014). From intention to action: Can nudges help consumers to choose renewable energy?. *Energy Policy*, 74, 376-382.
- Moraiti, K., Sigourou, S., Dimitriadis, P., Ioannidis, R., Benekos, I., Iliopoulou, T., ... & Sargentis, G. (2024). Documenting the changing floodplain of Nileas basin in North Euboea (Greece) before and after storms Daniel and Elias. *Rural and Regional Development*, 2(3), 10013.
- Moriarty, P., & Honnery, D. (2022, March). The limits of renewable energy. In *Switching off: Meeting our energy needs in a constrained future* (pp. 35-54). Singapore: Springer Singapore.
- Moya, D., Aldás, C., & Kaparaju, P. (2018). Geothermal energy: Power plant technology and direct heat applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 889-901.
- Nicolitsas, D. (2021). The impact of regulations and institutions on competitiveness and productivity: the case of Greece. *The European Journal of Comparative Economics (EJCE)*, 18(1), 23-47.
- Occhipinti, C., Carnevale, A., Briguglio, L., Iannone, A., & Bisconti, P. (2023). SAT: a methodology to assess the social acceptance of innovative AI-based technologies. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 21(1), 94-111.
- O'Doherty, T., O'Doherty, D. M., & Mason-Jones, A. (2018). Tidal energy technology. *Wave and Tidal Energy*, 105-150.
- Okampo, E. J., & Nwulu, N. (2021). Optimisation of renewable energy powered reverse osmosis desalination systems: A state-of-the-art review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 140, 110712.
- Our World in Data. (2023). *Greece: Energy Country Profile*. Ανάκτηση από: <https://ourworldindata.org/energy/country/greece> [Πρόσβαση 16-6-2025]
- Panagopoulos, A. (2021). Water-energy nexus: desalination technologies and renewable energy sources. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 21009-21022.
- Park, E. (2019). Social acceptance of green electricity: Evidence from the structural equation modeling method. *Journal of Cleaner Production*, 215, 796-805.

- Parkins, J. R., Rollins, C., Anders, S., & Comeau, L. (2018). Predicting intention to adopt solar technology in Canada: The role of knowledge, public engagement, and visibility. *Energy Policy*, 114, 114-122.
- Pavloudakis, F., Karlopoulos, E., & Roumpos, C. (2023). Just transition governance to avoid socio-economic impacts of lignite phase-out: The case of Western Macedonia, Greece. *The Extractive Industries and Society*, 14, 101248.
- Peñaloza, D., Mata, É., Fransson, N., Fridén, H., Samperio, Á., Quijano, A., & Cuneo, A. (2022). Social and market acceptance of photovoltaic panels and heat pumps in Europe: A literature review and survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111867.
- Pérez-Díaz, J. I., Chazarra, M., García-González, J., Cavazzini, G., & Stoppato, A. (2015). Trends and challenges in the operation of pumped-storage hydropower plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 767-784.
- Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). Towards sustainable energy: a systematic review of renewable energy sources, technologies, and public opinions. *IEEE access*, 7, 63837-63851.
- Rainie, L., Anderson, J., & Vogels, E. A. (2021). Experts doubt ethical AI design will be broadly adopted as the norm within the next decade. *Pew Research Center*, 16(0), 121-154.
- Rana, M. M., Uddin, M., Sarkar, M. R., Meraj, S. T., Shafiullah, G. M., Muyeen, S. M., ... & Jamal, T. (2023). Applications of energy storage systems in power grids with and without renewable energy integration—A comprehensive review. *Journal of energy storage*, 68, 107811.
- Ranjan, M., & Shankar, R. (2022). A literature survey on load frequency control considering renewable energy integration in power system: Recent trends and future prospects. *Journal of Energy Storage*, 45, 103717.
- Rochyadi-Reetz, M., Arlt, D., Wolling, J., & Bräuer, M. (2019). Explaining the media's framing of renewable energies: an international comparison. *Frontiers in Environmental Science*, 7, 119.

- Roga, S., Bardhan, S., Kumar, Y., & Dubey, S. K. (2022). Recent technology and challenges of wind energy generation: A review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 102239.
- Sargentis, G. F., & Koutsoyiannis, D. (2023). The function of money in water–energy–food and land Nexus. *Land*, 12(3), 669.
- Sargentis, G. F., Iliopoulou, T., Dimitriadis, P., Mamassis, N., & Koutsoyiannis, D. (2021β). Stratification: An entropic view of society’s structure. *World*, 2(2), 153-174.
- Sargentis, G. F., Ioannidis, R., Bairaktaris, I., Frangedaki, E., Dimitriadis, P., Iliopoulou, T., ... & Lagaros, N. D. (2022). Wildfires vs. sustainable forest partitioning. *Conservation*, 2(1), 195-218.
- Sargentis, G. F., Ioannidis, R., Iliopoulou, T., Dimitriadis, P., & Koutsoyiannis, D. (2021a). Landscape planning of infrastructure through focus points’ clustering analysis. Case study: Plastiras artificial lake (Greece). *Infrastructures*, 6(1), 12.
- Sargentis, G., Ioannidis, R., Dimitriadis, P., Malamos, N., Lyra, O., Kitsou, O., ... & Koutsoyiannis, D. (2024). Energy Self-Sufficiency in Rural Areas; Case Study: North Euboea, Greece. *Advances in Environmental and Engineering Research*, 5(4), 1-19.
- Sayed, E. T., Olabi, A. G., Alami, A. H., Radwan, A., Mdallal, A., Rezk, A., & Abdelkareem, M. A. (2023). Renewable energy and energy storage systems. *Energies*, 16(3), 1415.
- Shahgholian, G. (2020). An overview of hydroelectric power plant: Operation, modeling, and control. *Journal of Renewable Energy and Environment*, 7(3), 14-28.
- Sharma, D., Mehra, R., & Raj, B. (2021). Comparative analysis of photovoltaic technologies for high efficiency solar cell design. *Superlattices and Microstructures*, 153, 106861.
- Sircar, A., Yadav, K., & Sahajpal, S. (2016). Overview on Direct Applications of Geothermal Energy. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 3(9), 128-137.

- Soltani, M., Kashkooli, F. M., Souri, M., Rafiei, B., Jabarifar, M., Gharali, K., & Nathwani, J. S. (2021). Environmental, economic, and social impacts of geothermal energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 140, 110750.
- Soltero, V. M., Chacartegui, R., Ortiz, C., & Velázquez, R. (2018). Potential of biomass district heating systems in rural areas. *Energy*, 156, 132-143.
- Stamopoulos, D., Dimas, P., Sebos, I., & Tsakanikas, A. (2021). Does investing in renewable energy sources contribute to growth? A preliminary study on Greece's National Energy and Climate Plan. *Energies*, 14(24), 8537.
- Streimikiene, D., Kyriakopoulos, G. L., Lekavicius, V., & Siksnyte-Butkiene, I. (2021). Energy poverty and low carbon just energy transition: comparative study in Lithuania and Greece. *Social Indicators Research*, 158(1), 319-371.
- Surewer, H., Wanoer, P., & Mandowen, M. (2024). Geothermal and Biomass Energy: Technological innovations and economic viability in the renewable energy landscape. *GEMOY: Green Energy Management and Optimization Yields*, 1(1), 1-22.
- Tanujaya, R. R., Lee, C. Y., Woo, J., Huh, S. Y., & Lee, M. K. (2020). Quantifying public preferences for community-based renewable energy projects in South Korea. *Energies*, 13(9), 2384.
- Tkáč, Š. (2018). Hydro power plants, an overview of the current types and technology. *Selected Scientific Papers-Journal of Civil Engineering*, 13(s1), 115-126.
- Tollefson, J. (2014). Power from the oceans: Blue energy. *Nature*, 508(7496), 302-304.
- Tsagkari, M. (2022). The need for gender-based approach in the assessment of local energy projects. *Energy for Sustainable Development*, 68, 40-49.
- Vanajas, M. (2023). Introverted or Extroverted Leader?: The Impact of Culture on Leadership Preference.
- Vanajas, M. (2023). Introverted or Extroverted Leader?: The Impact of Culture on Leadership Preference.
- Vandenbogaerde, L., Verbeke, S., & Audenaert, A. (2023). Optimizing building
- Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

- energy consumption in office buildings: A review of building automation and control systems and factors influencing energy savings. *Journal of Building Engineering*, 76, 107233.
- Wang, Q., Valchuis, L., Thompson, E., Conner, D., & Parsons, R. (2019). Consumer support and willingness to pay for electricity from solar, wind, and cow manure in the United States: evidence from a survey in Vermont. *Energies*, 12(23), 4467.
- Wu, X., Hu, Y., Li, Y., Yang, J., Duan, L., Wang, T., ... & Liao, S. (2019). Foundations of offshore wind turbines: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 379-393.
- Wu, Y. K., Chang, S. M., & Mandal, P. (2019). Grid-connected wind power plants: A survey on the integration requirements in modern grid codes. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 55(6), 5584-5593.
- Yang, C., & Masron, T. A. (2022). Impact of digital finance on energy efficiency in the context of green sustainable development. *Sustainability*, 14(18), 11250.
- Yi, S., Raghutla, C., Chittedi, K. R., & Fareed, Z. (2023). How economic policy uncertainty and financial development contribute to renewable energy consumption? The importance of economic globalization. *Renewable Energy*, 202, 1357-1367.
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage publications.
- Zafeiriou, E., Spinthiropoulos, K., Tsanaktsidis, C., Garefalakis, S., Panitsidis, K., Garefalakis, A., & Arabatzis, G. (2022). Energy and mineral resources exploitation in the delignitization era: the case of Greek peripheries. *Energies*, 15(13), 4732.
- Zervas, E., Vatikiotis, L., & Gareiou, Z. (2021, November). Proposals for an environmental and social just transition for the post-lignite era in Western Macedonia, Greece. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 899, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.
- Zervas, E., Vatikiotis, L., Gareiou, Z., Manika, S., & Herrero-Martin, R. (2021). Assessment of the Greek national plan of energy and climate change—
- Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Critical remarks. *Sustainability*, 13(23), 13143.

Zhukovskiy, Y., Koshenkova, A., Vorobeva, V., Rasputin, D., & Pozdnyakov, R. (2023). Assessment of the impact of technological development and scenario forecasting of the sustainable development of the fuel and energy complex. *Energies*, 16(7), 3185.

Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., & Pelkonen, P. (2014). Secondary school teachers' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, 62, 341-348.

Γιαρέντη, Ι.(2024) *Διαχείριση ΑΠΕ & Εγγυήσεις Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ)*, 6ο Renewable & Storage Forum, την 31η Οκτωβρίου 2024, Ανάκτηση από: <https://renewablestorageforum.gr/videos-31-10-1>[Πρόσβαση 4-8-2025]

EY. (2024a). *EY: Η Ελλάδα στη 2η θέση του προσαρμοσμένου δείκτη ελκυστικότητας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (RECAI)*, Ανάκτηση από: https://www.ey.com/el_gr/newsroom/2024/06/ey-h-ellada-sth-deuterh-thesi-tou-prosarmosmenou-deikth-elkystik [Πρόσβαση 20-7-2025]

EY. (2024b). Four factors to guide investment in battery storage, Ανάκτηση από: https://www.ey.com/en_gl/insights/energy-resources/four-factors-to-guide-investment-in-battery-storage [Πρόσβαση 20-7-2025]

HAEE. (2022). *Greek Energy Market Report*, Ανάκτηση από: https://www.haee.gr/media/4549/gemr-2022_final.pdf [Πρόσβαση 16-6-2025]

IEA. (2023). *Greece 2023 - Energy Policy Review*, Ανάκτηση από: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5dc74a29-c4cb-4cde-97e0-9e218c58c6fd/Greece2023.pdf> [Πρόσβαση 20-7-2025]

ΚΕΠΕ. (2020). *Οικονομικές εξελίξεις*, Ανάκτηση από: https://www.kepe.gr/images/oikonomikes_ekselikseis/tefchos-42-gr/plires-keimeno-gr.pdf [Πρόσβαση 20-7-2025]

Μουρτζάκος, Κ.(2023) *Οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην πρώτη θέση το 2022*, Ανάκτηση από: <https://solarway.gr/ananeosimes-stin-proti-thesi-2022/>[Πρόσβαση 1-8-2025]

Παγκαλιάς, Γ.(2024) *Ενέργεια: Η Ελλάδα εκ των ηγέτιδων στη διείσδυση των ΑΠΕ*
Μαστρογιαννάκη Ανδρομάχη

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

στο ενεργειακό μείγμα, Ανάκτηση από:
<https://www.ot.gr/2023/04/12/energeia/energeia-i-ellada-ek-ton-igetidon-sti-dieisdysi-ton-ape-sto-energeiako-meigma/> [Πρόσβαση 1-8-2025]

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2024). *Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)*, Ανάκτηση από: <https://ypen.gov.gr/energeia/esek/> [Πρόσβαση 16-6-2025]

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2024). *Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα – Αναθεωρημένη έκδοση*, Ανάκτηση από:
<https://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads/2024/08/%CE%95%CE%B8%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%95%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%9A%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1-%CE%95%CE%A3%CE%95%CE%9A.pdf> [Πρόσβαση 20-7-2025]

Νομολογίες

Νόμος 1559/1985 - ΦΕΚ 135/Α/25-7-1985 (Μερική Κατάργηση). Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις. Ανάκτηση από: <https://www.e-nomothesia.gr/energeia/nomos-1559-1985-pherk-135a-25-7-1985.html> [Πρόσβαση 20-7-2025]

Νόμος Υπ' Αριθ. 3468 ΦΕΚ Α'129/27.6.2006. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/11708/nomos-3468-2006> [Πρόσβαση 20-7-2025]

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Νόμος Υπ' Αριθ. 3851 ΦΕΚ Α'85/4.6.2010. Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/55724/nomos-3851-2010>
[Πρόσβαση 20-7-2025]

Νόμος Υπ' Αριθ. 4414 ΦΕΚ Α' 149/09.08.2016. Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης Διατάξεις για το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των κλάδων προμήθειας και διανομής στην αγορά του φυσικού αερίου και άλλες διατάξεις.. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/237723/nomos-4414-2016>
[Πρόσβαση 20-7-2025]

Νόμος Υπ' Αριθ. 4643 Τεύχος Α' 193/03.12.2019. Απελευθέρωση αγοράς ενέργειας, εκσυγχρονισμός της ΔΕΗ, ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ και στήριξη των Α.Π.Ε. και λοιπές διατάξεις. Ανάκτηση από: <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/580751/nomos-4643-2019>
[Πρόσβαση 20-7-2025]