

# Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας



Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Διοίκηση Ανθρώπινου  
Δυναμικού, Επικοινωνία και Ηγεσία

Σχολή Οικονομικών Επιστημών

Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ  
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ  
ΔΙΟΙΚΗΣΗ

(υποβλήθηκε στο Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας –  
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας)

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 09/07/2024

# **Πανεπιστήμιο Δυτικής**

## **Μακεδονίας**

**Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Διοίκηση Ανθρώπινου  
Δυναμικού, Επικοινωνία και Ηγεσία**

**Σχολή Οικονομικών Επιστημών**

**Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας**

### **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗ**

**Επιβλέπων Καθηγητής:**

**ΠΑΝΥΤΣΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :**

**ΠΑΝΥΤΣΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΗΣ Α΄: ΤΡΙΑΝΤΑΡΗ ΣΩΤΗΡΙΑ**

**ΕΠΟΠΤΗΣ Β΄: ΣΠΙΝΘΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

## «ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Διπλωματική Εργασία μου και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η εργασία μου προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

**ΒΑΛΙΑΚΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ**

**09/07/2024**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί προαπαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού μου προγράμματος στην Δημόσια Διοίκηση. Θα ήθελα λοιπόν να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που με βοήθησαν στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Κ. Πανυτσίδα Κωνσταντίνο, που με τη δική του βοήθεια και καθοδήγησή του κατάφερα να ολοκληρώσω επιτυχώς την εργασία μου. Ειδικότερα θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την άμεση ανταπόκριση και την γρήγορη επίλυση των αποριών μου, και το άριστο κλίμα συνεργασίας μας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στήριξαν σ αυτό το βήμα της ζωής μου και με βοήθησαν με την συμπαράστασή τους στην ολοκλήρωση του εγχειρήματος μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία η έρευνα σχετίζεται με την ανάλυση της αποδοτικότητας των δημοσίων κτηρίων και με ποιους τρόπους μπορούμε να τα κάνουμε πιο πράσινα και πιο λειτουργικά. Η διαρκώς αυξανόμενη τάση στην ζήτηση ενέργειας παγκοσμίως, σε συνδυασμό με την εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων σε λίγα χρόνια μας οδηγούν στην ολοένα αυξανόμενη χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Οι περισσότερες χώρες παγκοσμίως και κυριότερα οι αναπτυγμένες, επενδύουν όλο και περισσότερα κεφάλαια στην υποδομή και την εκπαίδευση παραγωγής ενέργειας από καθαρές πηγές. Η Ελλάδα, προσπαθεί να προσαρμοστεί στην Ευρωπαϊκή «Οδηγία», κάνοντας αλματώδη βήματα προς την αξιοποίηση αυτών των πόρων.

Στην παρούσα εργασία αφού αρχικά γίνει η παρουσίαση και καταγραφή των ειδών των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα, θα παρουσιαστούν τρόποι και λύσεις για την αναβάθμιση των Δημόσιων κτηρίων της Δημόσιας Διοίκησης. Στόχος είναι να γίνει κατανοητό ότι το πόσο βλαβερό είναι το υπάρχον λειτουργικό σύστημα και πως με λίγες και έξυπνες μετατροπές στα ήδη υπάρχοντα κτήρια μπορούμε να εξοικονομήσουμε έως και 80% της ενέργειας αυτής. Σκοπός μας είναι να επεκταθεί στο μέλλον όχι μόνο η μερική απαγκίστρωση από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά η ολική απεξάρτηση από αυτές και να στραφούμε εξ ολοκλήρου στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και να εκμεταλλευτούμε στο έπακρον τον ήλιο που είναι ανεξάντλητο αγαθό και φιλικό προς το περιβάλλον.

Το θέμα δεν είναι να προβλέψουμε το μέλλον, αλλά μάλλον είναι θέμα προετοιμασίας για το μέλλον».

Περικλής, 500 π.Χ

# Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
Εισαγωγή.....	9
Στόχοι εργασίας.....	10
Υπόβαθρο θέματος.....	10
Ανάλυση μεθόδων.....	11
Κύριο Μέρος.....	12
Κεφάλαιο 1: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	12
1.1 Γενικά.....	12
1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	21
1.2.1 Ηλιακή Ενέργεια.....	21
1.2.2 Αιολική Ενέργεια.....	29
1.2.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια.....	38
1.2.4 Βιομάζα ως ενέργεια.....	39
1.2.5 Γεωθερμική ενέργεια.....	49
1.3 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	50
1.4 Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	55
Κεφάλαιο 2: Συνέδρια για την Πράσινη Ανάπτυξη.....	61
Κεφάλαιο 3: Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ευρώπη.....	63
3.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Γερμανία.....	63

3.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ισλανδία .....	64
3.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ιρλανδία .....	64
3.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ιταλία.....	65
3.5 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ισπανία .....	65
Κεφάλαιο 4: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα .....	67
4.1 Ιστορική Αναδρομή.....	67
4.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα .....	68
Κεφάλαιο 5: Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Δημόσια Διοίκηση και τα Κτήρια .....	74
5.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στα Δημόσια Κτήρια.....	74
Κεφάλαιο 6: Ελλάδα και Πράσινη Ενέργεια στις Βιομηχανίες.....	78
Κεφάλαιο 7: Προτάσεις για Εγκατάσταση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Δημόσιους Χώρους στην Ευρώπη .....	79
7.1 Γαλλία.....	80
7.2 Ελλάδα .....	81
Συμπεράσματα .....	86
Βιβλιογραφία .....	89



## Εισαγωγή

Η επένδυση σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση της εξάντλησης των συμβατικών καυσίμων, της κλιματικής αλλαγής και της ενεργειακής κρίσης. Αυτές οι προσπάθειες προσφέρουν πολυάριθμα περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά πλεονεκτήματα. Παρά τις αντιστάσεις και τα εμπόδια από το τρέχον ενεργειακό σύστημα και το θεσμικό πλαίσιο, η μελλοντική τάση είναι να επιτευχθεί ενεργειακή αυτονομία μέσω αποτελεσματικών ενεργειακών πολιτικών σε τοπικό, εθνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο.

Η λύση για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης και την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών βρίσκεται στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Απαιτείται ένα ολοκληρωμένο σχέδιο για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε διάφορα κτίρια όπως σχολεία, δημόσια και ιδιωτικά κτίρια και τουριστικές εγκαταστάσεις. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη αιολικών πάρκων τόσο στη στεριά όσο και στη θάλασσα, χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες για την αξιοποίηση των άφθονων αιολικών πόρων της χώρας. Η Τοπική Αυτοδιοίκηση (ΤΑ) διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο σε αυτή την προσπάθεια, καθώς δεν είναι μόνο καταναλωτής και πάροχος υπηρεσιών, αλλά και υπεύθυνη για την ευαισθητοποίηση του περιβάλλοντος και την εκπαίδευση των πολιτών. Επιπλέον, η ΤΑ έχει τη δυνατότητα να γίνει τοπικός παραγωγός ή προμηθευτής ενέργειας επενδύοντας στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Οι τοπικές αρχές Βαθμού Α και Βαθμού Β έχουν τη δυνατότητα να έχουν ουσιαστικό αντίκτυπο εφαρμόζοντας στοχευμένες πρωτοβουλίες και στρατηγικές για τη βιώσιμη

ανάπτυξη και δημιουργώντας ένα δίκτυο εστιασμένο στη διαχείριση της αειφόρου ενέργειας. Μέσω της τεχνογνωσίας τους, αυτές οι αρχές μπορούν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τις προκλήσεις και να συμβάλουν στην επίλυση προβλημάτων. Οι προσπάθειες αποκέντρωσης μπορούν να εξουσιοδοτήσουν τους τοπικούς φορείς να συμμετάσχουν ενεργά στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα δημόσια κτίρια, στην υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον οχημάτων μέσω υφιστάμενων προγραμμάτων, στην προώθηση της «πράσινης» επιχειρηματικότητας στις προμήθειες και στην ενθάρρυνση της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας.

### **Στόχοι εργασίας**

Βασική επιδίωξη της εργασίας αυτής είναι αρχικά να οριστεί η βιώσιμη ανάπτυξη και να αναδείξει τη σύνδεσή της με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έπειτα θα αναφερθούν αναλυτικά όλες οι μορφές Ενέργειας που μπορούν να φανούν ωφέλιμες προς τον πλανήτη. Στη συνέχεια θα αναφερθούν οι κινήσεις των διαφόρων κρατών έως τώρα για την εξοικονόμηση ενέργειας, τι έχει κάνει και η χώρα μας και τέλος πως μπορούν να αξιοποιηθούν αυτές οι μορφές ενέργειας μελλοντικά και σε άλλους τομείς.

### **Υπόβαθρο θέματος**

Τα τελευταία χρόνια η αειφόρος ανάπτυξη μαζί με τη ηλιακή ενέργεια είναι ένα ζήτημα που απασχολεί όλο και περισσότερους φορείς. Αφορά την οικονομική ανάπτυξη με γνώμονα ένα πρότυπο τρόπο παραγωγής σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτές οι ΑΠΕ όχι μόνο είναι ανεξάντλητες αλλά είναι και φιλικές προς το περιβάλλον και στο πλαίσιο της διπλωματικής μου εργασίας θα γίνει προσπάθεια να αναδειχτεί η σημασία αυτών των πηγών ενέργειας και πως μπορούμε να τις εξελίξουμε ακόμα περισσότερο μελλοντικά σε όλους τους τομείς.

## **Ανάλυση μεθόδων**

Η παρούσα εργασία βασίζεται σε διάφορους μεθόδους που σε συνδυασμό με τις ΑΠΕ θα λειτουργήσουν αποτελεσματικά προς ένα έγκυρο αποτέλεσμα.

- Θα γίνει παρουσίαση των διαφόρων πηγών ενέργειας καθώς και μελέτη για την λειτουργία καθεμίας ξεχωριστά και πως αυτές σε συνδυασμό με τη φύση φέρνουν το θεμιτό αποτέλεσμα προς το περιβάλλον.
- Θα γίνει αναφορά σε διάφορα συνέδρια πως έχει εξελιχτεί η αποδοτικότητα των ΑΠΕ την τελευταία δεκαετία
- Τέλος θα αναφερθούν τοποθεσίες που έχουν ήδη πλήρως ανεξαρτητοποιηθεί από την ενέργεια καθώς θα προταθούν και λύσεις για την μελλοντική προσπάθεια απεξάρτησης όλων των μικρών πόλεων.

## **Κύριο Μέρος**

### **Κεφάλαιο 1: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

#### **1.1 Γενικά**

Η συνεχής και αυξανόμενη χρήση ορυκτών πόρων στον ενεργειακό τομέα μας οδηγεί στην αναγκαστική στροφή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Μ αυτόν τον τρόπο μπορούμε να κάνουμε το περιβάλλον πιο βιώσιμο και φιλικό προς τους ανθρώπους και τους ίδιους τους εαυτούς μας.

Μέχρι στιγμής η μόνη λύση για την διάσωση του περιβάλλοντος είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της αλόγιστης χρήσης μη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, η αποψίλωση των δασών και η παραγωγή χημικών ουσιών, έχει δημιουργήσει μια ανισότητα ανάμεσα στις πηγές ενέργειας και την κάλυψη των αναγκών των ανθρώπων. Οι επιστήμονες που έχουν αρχίσει να αντιλαμβάνονται το μέγεθος της καταστροφής του οικοσυστήματος που πρόκειται να επέλθει τα επόμενα χρόνια, στρέφονται στην αντίθετη κατεύθυνση, αυτή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, προκειμένου αφενός να προστατευτεί όσο γίνεται το περιβάλλον στο μέλλον και αφετέρου να χρησιμοποιηθούν πηγές ενέργειας που δεν εξαντλούνται.

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ορίζονται οι ενεργειακές πηγές που υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, χωρίς να προκαλούμε ζημιά σε αυτό. Στην πραγματικότητα, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για να καλύψει κάθε μορφής ανάγκης μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα. Από εκείνη την περίοδο και μετά, ο άνθρωπος γνωρίζοντας άλλες μορφές ενέργειας, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, άρχισε να τις εκμεταλλεύεται

ασύστολα, χωρίς να υπολογίζει τις βλαβερές συνέπειες που δημιουργούν τόσο στο περιβάλλον όσο και στον ίδιο του τον εαυτό του. Σ' αυτήν την μεγάλη σπατάλη των βλαβερών μορφών ενέργειας έχουμε οδηγηθεί σήμερα σε μία μορφή καταστροφής του περιβάλλοντος που είναι δυστυχώς μη αναστρέψιμη.

Ευτυχώς όμως η έγκαιρη συνειδητοποίηση ορισμένων οργανώσεων, όπως η Greenpeace, άρχισαν να κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για την καταστροφή του περιβάλλοντος. Άνθρωποι που κατέχουν καίριες θέσεις στον κόσμο άρχισαν να ευαισθητοποιούνται και να προσπαθούν να διατηρήσουν ή να περισώσουν την μη αναστρέψιμη κατάσταση που εξελίσσεται ραγδαία.

Σ' αυτές τις μορφές ενέργειας περιλαμβάνονται η αιολική, ηλιακή, η υδροηλεκτρική, η γεωθερμία, χώροι υγειονομικής ταφής και βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων. Αν και οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται από τα πρώτα χρόνια ύπαρξης του ανθρώπου, άρχισαν να γίνονται γνωστές μετά την δεκαετία του '70, και να παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην ζωή μας τα τελευταία χρόνια. Αφορμή δόθηκε όταν αρκετά κράτη έψαχναν δίοδο διαφυγής και ανεξάρτηση από τις συμβατές μορφές ενέργειας.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης των ΑΠΕ είναι ότι επιδρούν άμεσα στο περιβάλλον, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης των ανθρώπων από μη ανανεώσιμες πηγές. Επιπρόσθετα οδηγούν στη σταδιακή ανεξάρτηση από ενεργοβόρα συστήματα ενέργειας, ενώ μειώνουν σημαντικά το κόστος μεταφοράς της ενέργειας σε απομονωμένες περιοχές. Ακόμη, δίνουν τη δυνατότητα αξιοποίησης των τοπικών ενεργειακών πόρων που προσφέρονται κάθε φορέα, όπως σε νησιά, ορεινές περιοχές, κάμπο κ.α. Τέλος σημαντική παράμετρος είναι το χαμηλό λειτουργικό κόστος και η εξοικονόμηση χρημάτων των νοικοκυριών αλλά και του κράτους γενικότερα.

Οι άνθρωποι στα πρώτα χρόνια της ζωής τους χρησιμοποιούσαν τη μυϊκή τους δύναμη και εκείνη των ζώων για να πραγματοποιήσουν τις μεταφορές και να καλλιεργήσουν τη Γη. Μετέπειτα, αξιοποίησαν τη δύναμη του ανέμου και του νερού κατασκευάζοντας ανεμόμυλους και υδρόμυλους και πολύ αργότερα με την ανακάλυψη της ατμομηχανής προκλήθηκε ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη. Στη συνέχεια η ενέργεια προήλθε, κυρίως, από συμβατικά καύσιμα, όπως το αργό πετρέλαιο και τα προϊόντα του, ενώ ταυτόχρονα η ανεξέλεγκτη εκμετάλλευσή τους επέφερε αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον. Ειδικότερα, η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των συμβατικών καυσίμων ενίσχυσε την κλιματική αλλαγή που συνιστά σημαντική απειλή για το περιβάλλον με ποικίλες επιπτώσεις, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η υψηλή θερμοκρασία και η ξηρασία. Όλα αυτά έκαναν επιτακτική την ανάγκη για αλλαγή στάσεων και συμπεριφορών σχετικά με την αειφορική διαχείριση της ενέργειας και την αξιοποίηση εναλλακτικών ενεργειακών πηγών, όπως είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Πρόκειται για ενεργειακές πηγές που συνεχώς ανανεώνονται και είναι διαθέσιμες, ενώ ταυτόχρονα προέρχονται από διάφορες φυσικές διεργασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία και η κυκλοφορία του νερού (ΣΕΒ, 2012).

Επιπρόσθετα, η ανάγκη αυτή ενισχύθηκε περισσότερο από τη ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και την επιδίωξη καλύτερων συνθηκών διαβίωσης όπου απαιτούνταν συγκεκριμένες ποσότητες ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου. Μάλιστα, οι αναπτυσσόμενες χώρες, παρουσίασαν μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις. Ως αποτέλεσμα της όλης αυτής κατάστασης ήταν η δημιουργία περισσότερων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής που εφαρμόζουν συμβατικές μεθόδους και καταναλώνουν ορυκτά καύσιμα, προκαλώντας περιβαλλοντική υποβάθμιση. Κάτι τέτοιο οδήγησε στην αξιοποίηση τόσο σύγχρονων «καθαρών»

τεχνολογιών παραγωγής με βελτιωμένη ενεργειακά και περιβαλλοντικά απόδοση, κυρίως στον τομέα της βιομηχανίας, όσο και των ΑΠΕ (Αμάραντος, et al., 2006).

Οι ΑΠΕ θεωρούνται ανεξάντλητες, άφθονες, ήπιες και περιβαλλοντικά καθαρές ενεργειακές πηγές. Ο όρος «ήπιες» σχετίζεται άμεσα με το γεγονός ότι η εκμετάλλευσή τους δεν προϋποθέτει κάποια ενεργητική απαίτηση (π.χ. εξόρυξη, άντληση), ενώ με τον όρο «καθαρές» νοούνται οι ενεργειακές πηγές που είναι φιλικές στο περιβάλλον, δηλαδή δεν εκπέμπουν υδρογονάνθρακες ή διοξείδιο του άνθρακα. Η αξιοποίησή τους παρουσιάζει μια ιδιαίτερη δυναμική περιορίζοντας σε σημαντικό βαθμό τα αυξημένα περιβαλλοντικά προβλήματα, παρά το μέχρι στιγμής υψηλό κόστος τους ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.

Σ' αυτές τις μορφές ενέργειας ανήκουν η ηλιακή, η αιολική, η υδραυλική, η γεωθερμική και η θαλάσσια ενέργεια, καθώς και η βιομάζα οι οποίες συνιστούν τις πρώτες ενεργειακές πηγές που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος έως τις αρχές του προηγούμενου αιώνα όπου προσανατολίστηκε στην αποκλειστική χρήση των συμβατικών πηγών. Βασική επιδίωξη αποτελεί η δημιουργία ενός ενεργειακού μοντέλου το οποίο θα καλύπτεται αποκλειστικά από τις ΑΠΕ, όσον αφορά το βιομηχανικό και οικιακό τομέα. Σύμφωνα με στοιχεία της Greenpeace, μέχρι το 2050 περίπου το 70% του ηλεκτρισμού θα προέρχεται από τη χρήση των ΑΠΕ (Κορωνάιος, 2012).

Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2020, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostart, οι ΑΠΕ συνιστούσαν το 37% της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο πλαίσιο της ΕΕ συγκριτικά με το έτος 2019 που κάλυπτε το 34% το 2019. Όσον αφορά την αιολική (36%) και υδροηλεκτρική ενέργεια (33%), αυτές αντιστοιχούν περισσότερο από τα 2/3 της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από

τις ΑΠΕ, ενώ το υπολειπόμενο 1/3 της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια (14%), από τα στερεά βιοκαύσιμα (8%) και από άλλες ανανεώσιμες πηγές (8%). Γίνεται αντιληπτό ότι η ηλιακή ενέργεια συνιστά την πλέον ταχύτερα αναπτυσσόμενη πηγή, μιας και το 2008 να αντιπροσωπεύει μόλις το 1% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το 2020 στην Ελλάδα το 35% της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας προερχόταν από ΑΠΕ, ενώ μεταξύ των κρατών-μελών το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής ΑΠΕ πραγματοποιήθηκε στην Αυστρία (78%) και τη Σουηδία (75%). Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ αντιστοιχεί στο ήμισυ της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε στη Δανία (65%) και την Πορτογαλία (58%). Στο άλλο άκρο ως προς το μερίδιο ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ βρίσκονται η Μάλτα (10%), η Ουγγαρία και η Κύπρος (και οι δύο 12%), το Λουξεμβούργο (14%) και η Τσεχία (15%) (Μυλόπουλος, 2022).

Είναι σημαντικό ν' αναφερθεί ότι το ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ ενισχύθηκε περισσότερο μετά την πρόκληση των αλληπάλληλων πετρελαϊκών κρίσεων της δεκαετίας του '70, ενώ ταυτόχρονα τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα έκαναν επιτακτική την ανάγκη της αξιοποίησής τους. Οι ΑΠΕ είναι ενεργειακές πηγές που συμβάλλουν στον περιορισμό της εξάρτησης από το πετρέλαιο το οποίο εισάγεται με μεγάλο κόστος, την ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και κατ' επέκταση τη μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων (Ταμπάκης, 2011).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι στη δεκαετία του '70 όπου έλαβαν χώρα οι δύο ενεργειακές κρίσεις (1973, 1979), προκλήθηκε μεγάλη αναστάτωση με αποτέλεσμα ο δυτικός κόσμος να πρέπει να χαράξει την ενεργειακή του πολιτική έχοντας ως βασική επιδίωξη από τη μια τη διατήρηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε υψηλά επίπεδα



προκειμένου να επιτευχθεί η κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη και από την άλλη τον περιορισμό της εισαγωγής πετρελαίου. Γι' αυτό το λόγο προτάθηκαν τρεις βασικοί κατευθυντήριοι άξονες. Ο πρώτος αφορούσε στην αύξηση της χρήσης του άνθρακα, του φυσικού αερίου και της πυρηνικής σχάσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο δεύτερος επικεντρώθηκε στον εντοπισμό και την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων πετρελαίου στην Αλάσκα και τη Βόρειο Θάλασσα, ενώ ο τρίτος σχετιζόταν άμεσα με την αξιοποίηση των ΑΠΕ. Ωστόσο, οι περισσότερες χώρες εστίασαν την προσοχή τους σε άμεσες λύσεις, δηλαδή στον πρώτο και δεύτερο άξονα, παραμερίζοντας τις ΑΠΕ τις οποίες θεωρούσαν ως μία μελλοντική προοπτική μιας και υπήρξαν δυσμενείς συνέπειες από τα δαπανηρά σχέδια και τις επενδύσεις εκμετάλλευσής τους που εφαρμόστηκαν στο ασταθές κλίμα της δεκαετίας αυτής (Παπαδόπουλος, 2002).

Οι ΑΠΕ έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Η αυξημένη χρήση τους έχει θετική επίδραση στο περιβάλλον, μιας και οι ενεργειακές τεχνολογίες με βάση τις ΑΠΕ περιορίζουν τις σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου των ορυκτών καυσίμων (Kwant, 2003). Ορισμένες μορφές των ΑΠΕ, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική ενέργεια και το βιοαέριο μπορούν να καλύψουν τις παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες με βιώσιμο τρόπο, ενώ ταυτόχρονα συνιστούν τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές. Όσον αφορά στην υδροηλεκτρική ενέργεια, ανεκμετάλλευτες πηγές υδροηλεκτρικού δυναμικού εντοπίζονται στις αναπτυσσόμενες χώρες της Νότιας και Κεντρικής Ασίας, τη Λατινική Αμερική και την Αφρική, αλλά επίσης στον Καναδά, την Τουρκία και τη Ρωσία. Σε παγκόσμιο επίπεδο, 2.600 τεραβατώρες (TWh) ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως παράγονται από υδροηλεκτρική ενέργεια, δηλαδή ποσότητα που αντιστοιχεί περίπου στο 20% της

συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο, δείχνοντας με αυτόν τον τρόπο ότι συνιστά μία από τις πιο αξιόπιστες και αποδοτικές ΑΠΕ (Balat, 2006).

Ακόμη είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το τεχνικά αξιοποιήσιμο ενεργειακό δυναμικό των ΑΠΕ είναι πολλαπλάσιο σε σχέση με την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Ωστόσο, το υψηλό κόστος και τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής τους τα προηγούμενα χρόνια σε συνδυασμό με ποικίλα πολιτικοοικονομικά συμφέροντα που προσανατολίζονται προς τη διατήρηση της υπάρχουσας ενεργειακής κατάστασης, δηλαδή την εξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα, αποτέλεσαν σημαντικά εμπόδια για την αξιοποίηση των ΑΠΕ. Στις μέρες μας, παρόλα τα προβλήματα, οι ΑΠΕ συνιστούν ενεργειακές πηγές που περιλαμβάνονται στον ενεργειακό σχεδιασμό των ανεπτυγμένων κρατών προκειμένου να επιτευχθεί περαιτέρω αξιοποίησή τους. Προς την κατεύθυνση αυτή έχει συμβάλει σημαντικά η μείωση του κόστους εφαρμογής τους, ιδιαίτερα την τελευταία εικοσαετία, με αποτέλεσμα η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργεια, καθώς και η βιομάζα να είναι ανταγωνίσιμες πηγές ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα (Γιαννακούρας, et al., 2008).

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ ενισχύθηκε περισσότερο εξαιτίας της μείωσης των παγκόσμιων αποθεμάτων σε ορυκτά καύσιμα σε συνδυασμό με την αύξηση του κόστους τους, κυρίως του πετρελαίου. Ακόμη, η ανάγκη για την επίτευξη ενεργειακής επάρκειας και ασφάλειας οδήγησαν στην αναζήτηση εναλλακτικών πηγών και την αξιοποίηση των ΑΠΕ. Άλλωστε, η επικρατούσα κατάσταση στον Περσικό Κόλπο στον οποίο συγκεντρώνεται το 65% των παγκοσμίων αποθεμάτων πετρελαίου δεν μπορεί να εγγυηθεί τη συνεχή τροφοδοσία των άλλων κρατών που εξαρτώνται από αυτό σε μακροπρόθεσμο επίπεδο. Ο πόλεμος του Κόλπου συνιστά μια απτή απόδειξη της σπουδαιότητας των πετρελαϊκών πηγών στη συγκεκριμένη περιοχή η οποία μπορεί να προκαλέσει οικονομικές κρίσεις, πολεμικές συρράξεις και κατ' επέκταση μεγάλη

αύξηση της τιμής του πετρελαίου. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι Σκανδιναβικές χώρες οι οποίες αν και είναι μικρές σε μέγεθος, εντούτοις διακρίνονται για τη μεγάλη περιβαλλοντική τους ευαισθησία, αφού αξιοποιούν το υδάτινο και αιολικό δυναμικό τους. Ειδικότερα, η Νορβηγία καλύπτει το 98% των ενεργειακών της αναγκών σε ηλεκτρισμό μέσω υδροηλεκτρικών έργων και η Δανία θεωρείται η μεγαλύτερη παραγωγός ανεμογεννητριών παγκοσμίως με περισσότερες από 10.000 μονάδες να είναι εγκατεστημένες στο εσωτερικό της. Παράλληλα, η πολιτεία της Καλιφόρνια πρωτοπορεί στην παραγωγή αιολικής ενέργειας με τη δημιουργία αιολικών πάρκων (Γεωργόπουλος, 2006).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η Γερμανία στα τέλη του 20ου αιώνα ήταν μία από τις δύο μεγάλες βιομηχανικές χώρες παγκοσμίως (η άλλη είναι η Ιαπωνία), χωρίς ωστόσο να διαθέτει πόρους πετρελαίου. Στηρίχθηκε σε μεγάλο βαθμό στον εγχώριο άνθρακα και αργότερα στον τομέα της πυρηνικής ενέργειας. Κατά τις ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970, ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια αποτέλεσαν ζητήματα με ιδιαίτερα εντυπωσιακές διαστάσεις, τόσο σε πολιτικό, όσο και σε οικονομικό επίπεδο. Η πολιτική αυτή στη δεκαετία του 1970 και του 1980 οδήγησε, επίσης, σε έντονες διαμάχες και στην άνοδο ενός ισχυρού αντιπυρηνικού και περιβαλλοντικού κινήματος με ταυτόχρονη την καλλιέργεια των πράσινων ιδεών σε ολόκληρη την κοινωνία. Κάτι τέτοιο είχε ως αποτέλεσμα να αντιμετωπιστούν οι ΑΠΕ περισσότερο ως μια εναλλακτική λύση σε μια οικονομία, παρά ως μια άλλη πρόσθετη ενεργειακή πηγή. Έτσι, η Γερμανία άρχισε να ηγείται στην αξιοποίηση των ΑΠΕ καταλαμβάνοντας την πρώτη θέση όσον αφορά την εγκατεστημένη ισχύ αιολικής ενέργειας και τη δεύτερη στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Αυτή η ικανότητα δεν οφείλεται τόσο στους φυσικούς της πόρους, αλλά στην πολιτική που ακολούθησε σ' αυτόν τον τομέα, παρά το γεγονός ότι η πολιτική αυτή διεξήχθη σε ένα όχι και τόσο ενθαρρυντικό πλαίσιο

τουλάχιστον μέχρι το 1997. Σε κάθε περίπτωση, αυτό που είναι ενδιαφέρον είναι ότι ο τομέας των ΑΠΕ αναπτύχθηκε σε σημαντικό βαθμό. Ο στόχος για κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ σε ποσοστό 50% μέχρι το 2050, φαίνεται να είναι αρκετά αποδεκτός από τους πολίτες σε αντίθεση με τα κατεστημένα συμφέροντα στον τομέα της ενέργειας ή τη συντηρητική-φιλελεύθερη αντιπολίτευση (Lauber & Mez, 2004).

Οι Α.Π.Ε. καλύπτουν ένα σημαντικό μέρος της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες. Ειδικότερα, οι ΑΠΕ στην Τουρκία βρίσκονται στη δεύτερη θέση όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας μετά τον άνθρακα. Αξίζει να αναφερθεί ότι περίπου τα 2/3 των Α.Π.Ε. που παράγονται προέρχεται από βιομάζα, ενώ το υπόλοιπο, κυρίως, από υδροηλεκτρική ενέργεια (Akdeniz, et al., 2004). Μάλιστα, στην Τουρκία, έχει αναπτυχθεί η πλειοψηφία των σημαντικότερων υδροηλεκτρικών σταθμών και έχει ένα αρκετά υψηλό επίπεδο Α.Π.Ε. που μπορεί να αποτελέσει ένα μέρος του συνολικού ενεργειακού δικτύου της χώρας. Η απότομη ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα της Τουρκίας συνοδεύτηκε από θεσμικές μεταρρυθμίσεις, όπως ήταν η απελευθέρωση όλων των τομέων της ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας με τη σύμπραξη ιδιωτών και ξένων επενδυτών. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε όλη αυτή την προσπάθεια για αναζήτηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, οι πολίτες διαδραματίζουν τον πλέον σημαντικό ρόλο προκειμένου να αλλάξει το ενεργειακό πρότυπο εστιάζοντας στην αξιοποίηση των ΑΠΕ. Είναι γνωστό ότι καμία πολιτική, τεχνολογική ή νομοθετική επιλογή σχετικά με το ενεργειακό μοντέλο δεν είναι δυνατόν να βρει αποτελεσματική εφαρμογή, χωρίς την ύπαρξη κοινωνικής αποδοχής (Ταμπάκης, 2011).

## 1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

### 1.2.1 Ηλιακή Ενέργεια

Ως ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο και ως εκ τούτου είναι ανεξάντλητες και δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Δηλαδή η θερμότητα, το φως και οι ακτινοβολίες.

Η εκμετάλλευσή της γίνεται συνήθως όταν η ηλιακή ακτινοβολία αντανακλάται από ένα μεγάλο πεδίο μεμονωμένων κατόπτρων (πάνελ) που παρακολουθούν την πορεία του ήλιου καθ όλη τη διάρκεια της ημέρας. Αυτά τα κάτοπτρα θερμαίνονται στους 600-800ο Κελσίου και στη συνέχεια παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας γεννήτριας.



*Εικόνα 1 Φωτοβολταϊκό Πάνελ*

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών παλιότερα ήταν δύσκολη όσο και η αγορά τους. Τα τελευταία χρόνια όμως έχει σημειωθεί μία ραγδαία εξέλιξη ενδιαφέροντος, τόσο από

ιδιώτες όσο και από την ίδια την κυβέρνηση να χρηματοδοτεί όλους αυτούς που ενδιαφέρονται για την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες εφαρμογών ενέργειας, τα φωτοβολταϊκά, τα ενεργειακά και τα παθητικά. Τα παθητικά και τα ενεργειακά εκμεταλλεύονται την θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ακτινοβολίας ενώ τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν μέσω συστημάτων την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Ο ήλιος παίζει έναν απαραίτητο ρόλο στη διατήρηση της ζωής στη Γη, καθώς διέπει τις αλλαγές στις εποχές, τον κύκλο της ημέρας και της νύχτας, την ανάπτυξη φυτών και ζώων και την περίπλοκη τροφική αλυσίδα. Δεδομένων των επιζήμιων επιπτώσεων και της μειωμένης προσφοράς συμβατικών καυσίμων, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της ενέργειας που παράγεται από τον ήλιο ως πιθανή λύση για τις ενεργειακές μας ανάγκες. Χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όχι μόνο αντιμετωπίζουμε την περιβαλλοντική ρύπανση που προκαλείται από τα παραδοσιακά καύσιμα, αλλά και αξιοποιούμε την τεράστια ποσότητα θερμότητας που εκπέμπεται από τον ήλιο που διαφορετικά θα διασκορπιζόταν στο διάστημα. Αυτός ο τεράστιος ενεργειακός πόρος, που αποτελείται από φως, θερμότητα και διάφορα μήκη κύματος, εκτιμάται ότι έχει μια εκπληκτική ισχύ εξόδου εκατοντάδων χιλιάδων δισεκατομμυρίων κιλοβάτ (KW) (Papaioannou, et al., 2009).

Για μια εκπληκτική διάρκεια 5 δισεκατομμυρίων ετών, η διαδικασία που αναφέρθηκε παραπάνω έχει ξεδιπλωθεί. Ο ήλιος εκπέμπει μια αξιοσημείωτη ποσότητα ενέργειας, με ισχύ 63 MW ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειάς του. Μετά από περίπου οκτώ λεπτά, ένα κλάσμα αυτής της ενέργειας, μέτρησης 1.353 W ανά τετραγωνικό μέτρο,

καταφέρνει να διεισδύσει στην ατμόσφαιρα της Γης. Από αυτό, το 30% αντανακλάται πίσω στο διάστημα από την ατμόσφαιρα, ενώ το υπόλοιπο μέρος απορροφάται. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης παραμένει σταθερή, σε αντίθεση με την ακτινοβολία που φτάνει στο έδαφος, η οποία δεν ξεπερνά τα 1.000 W ανά τετραγωνικό μέτρο. Η ένταση αυτής της ηλιακής ακτινοβολίας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η εποχή, η ώρα της ημέρας και οι ατμοσφαιρικές συνθήκες όπως τα σύννεφα, η ομίχλη και η σκόνη. Είναι ενδιαφέρον ότι η γωνία με την οποία η ακτινοβολία εισέρχεται στην ατμόσφαιρα επηρεάζει επίσης τη διαδρομή και τη δύναμή της, με μια μικρότερη γωνία που οδηγεί σε μεγαλύτερη διαδρομή και στη συνέχεια αποδυνάμωση. Κατά συνέπεια, το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο μιας συγκεκριμένης περιοχής παίζουν καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό των επικρατούσων καιρικών συνθηκών και των εποχών και στα δύο ημισφαίρια της Γης. Στην περίπτωση του Ισημερινού, καθώς η γωνία πρόσπτωσης πλησιάζει τις 90 μοίρες, η διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται μικρότερη. Από αυτή την άποψη, η Ελλάδα βρίσκεται σε μια από τις πλεονεκτικές περιοχές της Γης, καθώς ο συνδυασμός του γεωγραφικού της πλάτους και της άφθονης ηλιοφάνειας έχει ως αποτέλεσμα ετήσια επίπτωση 1.570 KWh ηλιακής ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο (ΚΑΠΕ, 2014).

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η ηλιακή ενέργεια είναι άφθονη, απεριόριστη και φιλική προς το περιβάλλον όταν αξιοποιείται ή μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Κάθε μέρα, παρέχει στη Γη ενέργεια που είναι 100.000 φορές περισσότερη από αυτή που απαιτεί η ανθρωπότητα παγκοσμίως για να επιβιώσει. Ενώ η ηλιακή ενέργεια έχει ιντριγκάρει τους ανθρώπους για πολλά χρόνια, η πρακτική και ευρεία χρήση της έχει ερευνηθεί εκτενώς λόγω της ακριβής φύσης της και της περιορισμένης διαθεσιμότητας παραδοσιακών πηγών ενέργειας (Aballe, et al., 2008).

Αξίζει να τονιστεί ότι ο άνθρωπος έχει αξιοποιήσει την ηλιακή ενέργεια με διάφορους τρόπους, τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Πίσω στη δεκαετία του 1830, ο διάσημος Βρετανός αστρονόμος John Herschel αξιοποίησε με επιτυχία την ηλιακή ενέργεια για το μαγείρεμα και την προετοιμασία του φαγητού κατά τη διάρκεια της αποστολής του στην Αφρική χρησιμοποιώντας ένα ηλιακό θερμικό κουτί. Η ηλιακή ενέργεια παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για τη θέρμανση νερού σε διάφορες κτιριακές εγκαταστάσεις και για τη θέρμανση χώρων εντός κτιρίων. Αυτό γίνεται εφικτό μέσω της χρήσης ενεργών και παθητικών ηλιακών θερμικών συστημάτων, τα οποία συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμότητα. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική μέσω της χρήσης φωτοβολταϊκών και ηλιακών θερμικών συστημάτων (Κασίνης & Πιριπίτση, 2010).

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες είναι ευρέως χρησιμοποιούμενες και αξιόπιστες συσκευές που αποτελούν παράδειγμα της πιο κοινής εφαρμογής της ηλιακής θερμικής μετατροπής. Ωστόσο, υπάρχουν και ηλιακές θερμικές μονάδες «δεύτερης γενιάς» που χρησιμοποιούν ειδική εστία για τη συλλογή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και τη δημιουργία υψηλών θερμοκρασιών. Αυτή η τεχνολογία είναι παρόμοια με αυτή των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ηλιακή ενέργεια δεν είναι σταθερή στο χώρο και στο χρόνο, καθώς ποικίλλει ανάλογα με τις εποχές λόγω αλλαγών στην κλίση των ακτίνων του ήλιου, ακόμη και κατά τη διάρκεια της ημέρας λόγω της νεφοκάλυψης. Αυτές οι παραλλαγές παρουσιάζουν προκλήσεις όσον αφορά την αποθήκευση ηλιακής ενέργειας σε θερμικά (σε δεξαμενές ηλιακών θερμοσιφώνων), ηλεκτροχημικά (με χρήση μπαταριών ή συσσωρευτών) και μηχανικά (όπως η αύξηση του νερού σε μια δεξαμενή). Αυτές οι απαιτήσεις αποθήκευσης αυξάνουν σημαντικά το κόστος (Amarantos, et al., 2006).



Όταν πρόκειται για συστήματα ηλιακής ενέργειας, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε ενεργητικά και παθητικά συστήματα. Τα ενεργά συστήματα είναι υπεύθυνα για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της ηλιακής ενέργειας, ενώ τα παθητικά συστήματα περιλαμβάνουν τη χρήση διόδων για να επιτρέψουν στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει φυσικά σε ένα κτίριο με τη βοήθεια της ροής αέρα. Τα ενεργά ηλιακά συστήματα συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμότητα, η οποία στη συνέχεια αποθηκεύεται και διανέμεται με βάση τις ενεργειακές απαιτήσεις εκείνης της στιγμής, χρησιμοποιώντας αντλίες ή ανεμιστήρες. Από την άλλη πλευρά, τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι πιο οικονομικά στην κατασκευή σε σύγκριση με τα ενεργά συστήματα, καθώς απαιτούν μόνο ένα ηλιακό ορθογώνιο φύλλο για σκοπούς συλλογής. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συνήθως σε θερμοκήπια και σπίτια που διαθέτουν εναλλακτική πηγή ενέργειας για θέρμανση (Camp & Daugherty, 2004).

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι στενά συνυφασμένη με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την εφαρμογή τόσο παθητικών (π.χ. κατασκευή βιοκλιματικών κτιρίων) όσο και ενεργών συστημάτων (π.χ. χρήση ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό μέσω ηλιακών θερμικών συστημάτων). Ιδιαίτερα σε μεσογειακές χώρες όπως η Ελλάδα, το κλίμα τονίζει τη σημασία της ηλιακής ενέργειας ως πολύτιμης πηγής ανανεώσιμης ενέργειας για τα νοικοκυριά. Επιπλέον, στα προαναφερθέντα συστήματα ενσωματώνονται φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια όταν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία (Γιαννακοπούλου, 2013).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα μετατρέπουν άμεσα την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα εντός της περιοχής συλλογής. Η εφαρμογή της ηλιακής αρχιτεκτονικής παίζει καθοριστικό ρόλο σε αυτή τη μετατροπή,

συμπεριλαμβανομένων των αρχιτεκτονικών και κατασκευαστικών στοιχείων των κτιριακών εγκαταστάσεων, του δομικού σχεδιασμού και της διάταξης και του προσανατολισμού των κτιρίων στο οικόπεδο. Οι σύγχρονες κτιριακές κατασκευές σχεδιάζονται με μεγάλα ανοίγματα που βλέπουν προς την κατεύθυνση του ηλιακού φωτός το χειμώνα, ενώ ενσωματώνουν σκίαστρα, στέγαστρα και φυλλοβόλα δέντρα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού για να εξασφαλίσουν σωστό αερισμό και ψύξη. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα μειωμένη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, εξαερισμό, ψύξη και φωτισμό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αντίθετα, τα ενεργά ηλιακά συστήματα, όπως τα ηλιακά πάνελ, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι ηλιακοί φούρνοι και οι ηλιακές γεννήτριες, είναι ξεχωριστά στοιχεία που απαιτούν πολύπλοκη εγκατάσταση και έχουν υψηλό κόστος (Aballe, et al., 2008).

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην πιο βασική της μορφή είναι στενά συνδεδεμένη με τη θέρμανση των χώρων και την εφαρμογή αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού. Σε περιοχές με μέτρια κλίματα, είναι ιδανική η φυσική θέρμανση των κτιρίων, που επιτυγχάνεται μέσω του κατάλληλου προσανατολισμού κτιρίου και των στρατηγικά τοποθετημένων ανοιγμάτων. Με την ενσωμάτωση υαλοπινάκων στη νότια πλευρά των κατασκευών, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί και να αποθηκευτεί σε δεξαμενές νερού ή ειδικά σχεδιασμένα δάπεδα και τοίχους, επιτρέποντας την εισαγωγή θερμικού φορτίου μέσα σε αυτά τα στοιχεία (Καρύδης, 2013).

Η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιείται για θέρμανση νερού σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες. Η θερμότητα απορροφάται από το νερό μέσα στους ηλιακούς συλλέκτες, διατηρώντας το σε υψηλή θερμοκρασία. Υπάρχουν δύο μέθοδοι για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η πρώτη μέθοδος περιλαμβάνει τη

χρήση κατόπτρων για τη συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία στη συνέχεια απορροφάται από το νερό, με αποτέλεσμα να φτάσει σε σημείο βρασμού και να μετατραπεί σε ατμό. Αυτός ο ατμός ενεργοποιεί τουρμπίνες που είναι συνδεδεμένες στο σύστημα. Η δεύτερη μέθοδος είναι πιο άμεση και χρησιμοποιεί ηλιακά φωτοκύτταρα, τα οποία είναι λεπτά στρώματα υλικού που μετατρέπουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα ηλιακά φωτοκύτταρα χρησιμοποιούνται συνήθως σε απομακρυσμένες περιοχές χωρίς πρόσβαση σε ενεργειακά δίκτυα, παρέχοντας ισχύ για συστήματα επικοινωνίας και οικιακές συσκευές (Taylor, 2021).

Στην Ελλάδα, η φορολογία στην παραγωγή ηλιακής ενέργειας είναι υψηλότερη σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, με αποτέλεσμα την αύξηση του ΦΠΑ. Επιπλέον, η κατάργηση του Ν. 2364/95 το 2002 εξάλειψε τις φορολογικές απαλλαγές, όπως η αφαίρεση του 75% του συνολικού κόστους για την προμήθεια και εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το φορολογητέο εισόδημα. Στη συνέχεια, τα κίνητρα μειώθηκαν το 2005, με μόνο μεγάλες εμπορικές εφαρμογές να λαμβάνουν επιδοτήσεις 30-40% για εγκατάσταση. Επί του παρόντος, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται εκτενώς για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, τοποθετώντας την Ελλάδα ως τη δεύτερη ηγετική χώρα στην ΕΕ, μετά τη Γερμανία, ως προς τη συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών, όπως αναφέρει η Greenpeace. Παρά το αρχικό κόστος αγοράς που σχετίζεται με την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα, προσφέρει σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, εξασφαλίζοντας απόδοση επένδυσης μέσα σε μια δεκαετία. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2022, οι κρατικές επιχορηγήσεις για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προβλέπεται να

καλύπτουν το 100% του κόστους εντός των Ζωνών Απολινιτοποίησης (ΖΑΠ) και το 80% για έργα εκτός αυτών των καθορισμένων περιοχών (Λιάγκου, 2022).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι κρίσιμος παράγοντας για τη διατήρηση πρωτοποριακών και καινοτόμων πρακτικών στις ανεπτυγμένες χώρες. Αυτά τα συστήματα ικανοποιούν αποτελεσματικά τις ενεργειακές απαιτήσεις πολλών κτιρίων, ενώ παράλληλα διασφαλίζουν τη διατήρηση του περιβάλλοντος με την εξάλειψη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η Κίνα ξεχωρίζει ως παγκόσμιος ηγέτης στην παραγωγή θερμικής ηλιακής ενέργειας, σημειώνοντας σταθερά ανοδικές τάσεις. Συγκεκριμένα, ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία και η Ισπανία προσφέρουν κίνητρα για την προώθηση της παραγωγής και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Αυτά τα κίνητρα περιλαμβάνουν φορολογικές απαλλαγές, επενδυτικά προγράμματα, επιδοτήσεις και ευνοϊκούς φορολογικούς συντελεστές. Η Ισπανία, ειδικότερα, επιβάλλει την εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ σε νέα κτιριακά έργα και ενθαρρύνει ενεργά τη χρήση χαμηλότοκων δανείων. Επιπλέον, η Ιαπωνία πρωτοστατεί στον τομέα των ΑΠΕ παρέχοντας επιδοτήσεις που κυμαίνονται από 30% έως 40% και προσφέροντας χαμηλότοκα δάνεια για εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Χορηγούνται επίσης ειδικές επιδοτήσεις για την εφαρμογή και αξιοποίηση νέων τεχνολογιών (Aballe, et al., 2008).

Η εστίαση στην έρευνα και ανάπτυξη εφαρμογών ηλιακής ενέργειας έχει μεγάλη σημασία στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.), καθώς και σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς και η Ιαπωνία. Πρωταρχικός στόχος είναι η παραγωγή ηλιακής ενέργειας με υψηλή απόδοση ισχύος, διατηρώντας παράλληλα το κόστος σε χαμηλά επίπεδα, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις. Μια αξιοσημείωτη πρόταση περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός εκτεταμένου «χαλί» ηλιακών καθρεφτών

στη Σαχάρα, τη μεγαλύτερη έρημο του κόσμου. Αυτό το φιλόδοξο σχέδιο στοχεύει να επιτρέψει στην Ευρώπη να καλύψει το 15% των ενεργειακών αναγκών της έως το 2025 (Παπαϊωάννου, et al., 2009). Παραδόξως, εκτιμάται ότι η εκμετάλλευση μόνο του 0,3% του ηλιακού φωτός που πέφτει στη Σαχάρα και τη Μέση Ανατολή θα ήταν αρκετή για να ικανοποιήσει τις ενεργειακές απαιτήσεις της Ευρώπης. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας σε κοίλους καθρέφτες, οι οποίοι στη συνέχεια θερμαίνουν ένα υγρό που είναι αποθηκευμένο σε μια δεξαμενή, μετατρέποντάς το σε ατμό. Αυτός ο ατμός χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την κίνηση στροβίλων, παράγοντας ενέργεια, όπως και η παραγωγή συμβατικών καυσίμων. Αυτή η τεχνολογία έχει ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία στην Καλιφόρνια και την Ισπανία, αποφέροντας θετικά αποτελέσματα και σημαντικά πλεονεκτήματα. Το 2009, το κόστος της κιλοβατώρας ήταν κάτω από δέκα λεπτά του ευρώ, αλλά προέκυψαν ανησυχίες για την προστασία των εγκαταστάσεων λόγω περιφερειακών συγκρούσεων. Η λιανική τιμή εκτοξεύτηκε στα 18 ευρώ και 51 σεντς ανά κιλοβάτώρα κατά τη διάρκεια του πολέμου μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας, ενώ η μέση τιμή εντός της ΕΕ έφτασε τα 26 ευρώ και 7 σεντς ανά κιλοβάτώρα (Moneyreview, 2022).

### **1.2.2 Αιολική Ενέργεια**

Αιολική ενέργεια είναι η μεγάλης κλίμακας χρήση ανέμου ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η κινητική ενέργεια του, χρησιμοποιήθηκε από την αρχαιότητα για τεχνικούς σκοπούς.

Οι ανεμόμυλοι είναι ένα δείγμα που χρησιμοποιούσαν απευθείας τον άνεμο για την κίνηση των συσκευών τους. Σ' αυτούς άλεθαν τα σιτηρά τους ή αντλούσαν νερό στην επιφάνεια της γης για την καλλιέργειά τους.

Σήμερα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες είναι σημαντικότερη. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται ως ήπια μορφή ενέργειας και περιλαμβάνεται ως μία από τις καθαρότερες πηγές και δεν εκπέμπει ρύπους. Οι ειδικοί έλικες περιστρέφονται ανάλογα με τη ριπή των ανέμων μετατρέποντας την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η ενέργεια που παράγεται, αποθηκεύεται σε ειδικούς κατασκευασμένους συλλέκτες που βρίσκονται τοποθετημένοι σε ειδικούς χώρους και κατά συνέπεια με ειδικά συστήματα - εξαρτήματα μεταφέρεται στα σπίτια.

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η πηγή της αιολικής ενέργειας, με ένα μικρό μόνο κλάσμα της ενέργειας του ήλιου να μετατρέπεται σε άνεμο. Συγκεκριμένα, η θερμότητα του ήλιου θερμαίνει το έδαφος, το οποίο στη συνέχεια θερμαίνει τον αέρα. Αυτός ο θερμός αέρας ανεβαίνει, αφήνοντας ψυχρότερο αέρα στα κατώτερα στρώματα, με αποτέλεσμα τη συνεχή κυκλοφορία του ανέμου. Παράγοντες όπως η περιστροφή της Γης, τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά και οι διαφορές θερμοκρασίας επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά και τις θέσεις αυτών των ανέμων. Αξίζει να σημειωθεί ότι όσο πιο γρήγορα συμβαίνει αυτή η διαδικασία, τόσο περισσότερη ενέργεια μεταφέρουν οι άνεμοι. Επιπλέον, τα παγκόσμια ρεύματα αέρα κατευθύνονται προς τους πόλους. Από τη συνολική αιολική παραγωγή, περίπου το 30% παράγεται σε υψόμετρα κάτω των 936 μέτρων, καθιστώντας την κατάλληλη για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Έρευνα που διεξήχθη από μετεωρολόγους αποκάλυψε ότι μόνο το 1% της ημερήσιας εισροής αιολικής ενέργειας στη Γη είναι αρκετό για να καλύψει τις παγκόσμιες ενεργειακές απαιτήσεις. Αυτή η ανακάλυψη υπογραμμίζει τις τεράστιες και ευρέως διαδεδομένες δυνατότητες αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας σε διάφορες τοποθεσίες στην επιφάνεια του πλανήτη (Malamatenios, 2014).

Αν και η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται εδώ και χιλιάδες χρόνια, οι σύγχρονες κοινωνίες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στα ορυκτά καύσιμα για να καλύψουν τις

ανάγκες τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες, οι ανησυχίες για την ενεργειακή ασφάλεια και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν αναζωπυρώσει το ενδιαφέρον για την αιολική ενέργεια. Η πρόοδος της ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας χαρακτηρίστηκε από επίπονα και χρονοβόρα στάδια, με την Καλιφόρνια να πρωτοστατεί κατασκευάζοντας τεράστια υπεράκτια αιολικά πάρκα. Αυτό δείχνει τόσο τις δυνατότητες όσο και τα σημαντικά εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι εφαρμογές αιολικής ενέργειας για την επίτευξη του φιλόδοξου στόχου της παραγωγής 1000 GW αιολικής ενέργειας έως το 2030 (Καλδέλλης & Ζαφειράκης, 2011).

Η χρήση της αιολικής ενέργειας έχει αναμφίβολα τη δυνατότητα να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην επίτευξη ενεργειακής ανεξαρτησίας, στην εξασφάλιση της ασφάλειας και στην προστασία του πλανήτη. Με την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, που ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή, μπορεί να περιοριστεί αποτελεσματικά. Η αιολική ενέργεια είναι μια ήπια, καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που είναι πρακτικά απεριόριστη και δεν συμβάλλει στη ρύπανση, καθιστώντας την φιλική προς το περιβάλλον (Γιαννακούρας, κ.ά., 2008). Εκτεταμένη έρευνα έχει δείξει ότι εάν η σύγχρονη τεχνολογία μπορούσε να αξιοποιήσει πλήρως τους αιολικούς πόρους της Γης, η παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα υπερδιπλασίαζε την τρέχουσα παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση. Επιπλέον, περίπου το 25% της επιφάνειας της Γης δέχεται ανέμους με μέση ετήσια ταχύτητα άνω των 5,1 m/sec σε ύψος 10 μέτρων από το έδαφος. Οποιαδήποτε περιοχή με ταχύτητες ανέμου που ξεπερνούν αυτό το όριο αποτελεί βιώσιμη ευκαιρία για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας με οικονομικά βιώσιμο τρόπο. Το μειωμένο κόστος που σχετίζεται με την κατασκευή ανεμογεννητριών, χάρη στις τεχνολογικές εξελίξεις, συμβάλλει σημαντικά στη σκοπιμότητα της αιολικής

ενέργειας, καθιστώντας την ανταγωνιστική με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας (Κασίνης & Πιριπίτση, 2010).

Η συμμετοχή των ΗΠΑ στην έρευνα και ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της πετρελαϊκής κρίσης του 1973 σηματοδότησε ένα σημαντικό ορόσημο στην ιστορία της αιολικής ενέργειας. Από το 1973 έως το 1986, η αγορά για τις ανεμογεννήτριες εξελίχθηκε από τη χρήση κυρίως σε εγχώριες γεωργικές εγκαταστάσεις σε διασύνδεση με εφαρμογές κοινής ωφέλειας σε αιολικά πάρκα (Καλδέλλης & Ζαφειράκης, 2011). Η Καλιφόρνια έπαιξε καθοριστικό ρόλο σε αυτή την εξέλιξη, καθώς έγινε μάρτυρας της πρώτης μεγάλης κλίμακας υιοθέτησης της αιολικής ενέργειας. Μεταξύ 1981 και 1990, το κράτος εγκατέστησε πάνω από 16.000 μηχανήματα, συνολικής ισχύος 1,7 GW, χάρη σε διάφορα κίνητρα που παρείχε η κυβέρνηση των ΗΠΑ, όπως επενδύσεις και επιδοτήσεις. Ταυτόχρονα, στη Βόρεια Ευρώπη, η ζήτηση για εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας αυξήθηκε σταθερά τις δεκαετίες του 1980 και του 1990 λόγω του υψηλού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας από εναλλακτικές πηγές. Από το 1990, η Ευρώπη έχει γίνει ο πρωταρχικός κόμβος για τις δραστηριότητες της αγοράς αιολικής ενέργειας και τα τελευταία χρόνια, η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας έχει αποκτήσει παγκόσμια προβολή (Σταυριανός, 2021).

Μια αξιοσημείωτη πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η πρόοδος που σημειώθηκε στην αιολική ενέργεια σε παγκόσμια κλίμακα, ιδιαίτερα σε σχέση με βασικούς τομείς της παγκόσμιας αγοράς και τον αντίκτυπο στην τεχνολογία, την οικονομία και το περιβάλλον. Ο οικονομικός τομέας, ειδικότερα, δίνει μεγάλη σημασία στην πρόοδο της αιολικής ενέργειας και της συνολικής παραγωγής ενέργειας, όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά και παγκοσμίως. Οι τεχνολογικές εξελίξεις όπως η ανάπτυξη ανεμογεννητριών, οι βελτιώσεις στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους,



η ολοκλήρωση του δικτύου, η απόδοση των ανεμογεννητριών και η επέκταση της αιολικής ενέργειας σε μικρότερες βιομηχανίες είναι τομείς που απαιτούν περαιτέρω προσοχή και ενίσχυση. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οικονομικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του επενδυτικού κόστους με την πάροδο του χρόνου, της σύγκρισης κόστους μεταξύ χερσαίων και υπεράκτιων εφαρμογών και των ευκαιριών απασχόλησης που προκύπτουν από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας σε διάφορες βιομηχανίες (Καλδέλλης & Ζαφειράκης , 2011).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η δυναμικότητα της εγκατεστημένης αιολικής ενέργειας σημείωσε διπλή αύξηση κατά τη δεκαετία του 1990 και εξακολουθούν να υπάρχουν αναξιοποίητες ευκαιρίες για περαιτέρω αξιοποίηση του δυναμικού της αιολικής ενέργειας (Παπαδόπουλος, 2002). Το συνολικό κόστος της παραγωγής αιολικής ενέργειας την καθιστά ανταγωνιστική όχι μόνο με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και με τις συμβατικές. Κατά συνέπεια, γίνεται μια ελκυστική επενδυτική επιλογή παρά το υψηλό αρχικό κόστος και τα σχετικά χαμηλά λειτουργικά έξοδα. Κοιτάζοντας το μέλλον, η αιολική ενέργεια έχει τη δυνατότητα να καλύψει περισσότερο από το 30% της μελλοντικής ενεργειακής ζήτησης. Ωστόσο, στην Ελλάδα, η παραγωγή αιολικής ενέργειας αντιπροσώπευε μόνο το 15% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας το 2020, κατατάσσοντάς την στην 8η θέση μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών. Ωστόσο, οι εξελίξεις στην τεχνολογία ανοίγουν νέες δυνατότητες για τη χρήση της αιολικής ενέργειας, όπως θαλάσσιες εγκαταστάσεις, ελαφρύτερες κατασκευές και γεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας. Επιπλέον, η αφθονία των αιολικών πόρων επιτρέπει την ανάπτυξη ανεμογεννητριών υψηλής χωρητικότητας και τη δημιουργία αιολικών πάρκων μεγάλης κλίμακας σε διαφορετικές τοποθεσίες. Αυτή η ευελιξία τοποθετεί την αιολική ενέργεια ως

πολύτιμο εργαλείο στη διαμόρφωση της ενεργειακής πολιτικής, διασφαλίζοντας σταθερή παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας (Ζαφειρούλη, 2021).

Η χρήση της αιολικής ενέργειας ως μέσο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχει αναδειχθεί σε αναπτυσσόμενο τομέα στη βιομηχανία. Αυτή η ταχέως αναπτυσσόμενη παγκόσμια βιομηχανία έχει αξιοποιήσει μια καθιερωμένη ενεργειακή τεχνολογία τα τελευταία χρόνια. Παραδόξως, σε ορισμένα έθνη, η αιολική ενέργεια έχει γίνει ανταγωνιστική πηγή ενέργειας, συναγωνιζόμενη τα ορυκτά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια, παρά τα εγγενή περιβαλλοντικά της οφέλη. Οι συνεχιζόμενες εξελίξεις στην παραγωγή αιολικής ενέργειας έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στη μείωση του συνολικού κόστους και στην ενίσχυση της απόδοσης. Η κατασκευή αιολικών εφαρμογών έχει συγκεντρώσει σημαντική προσοχή σε παγκόσμια κλίμακα, με την πλειονότητα αυτών των προσπαθειών να ηγούνται των ευρωπαϊκών εθνών. Ο πρωταρχικός τους στόχος περιστρέφεται γύρω από τη δημιουργία αιολικών πάρκων ως μέσο για την παράκαμψη της χρήσης συμβατικών πηγών ενέργειας που συμβάλλουν στη θερμική ρύπανση, ενώ ταυτόχρονα αξιοποιούν νέες τεχνολογίες για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που διαθέτουν μηδενικές εκπομπές (Malamatenios, 2014).

Μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα, η Ολλανδία διέθετε μια σημαντική παράδοση αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας, με 10.000 λειτουργικούς ανεμόμυλους. Ωστόσο, η χρήση της αιολικής ενέργειας γνώρισε πτώση τον 20ο αιώνα, για να ανακτήσει τη δυναμική μετά το 1975 με την ανάπτυξη ισχυρότερων ανεμογεννητριών. Το ταξίδι προς την κατασκευή ανεμογεννητριών ξεκίνησε στη Δανία το 1890 και ακολούθησε η Κριμαία το 1931. Στη συνέχεια, επιστημονικές προσπάθειες για το σχεδιασμό ανεμογεννητριών αναλήφθηκαν στις ΗΠΑ, τη Γαλλία και τη Μεγάλη Βρετανία κατά τις δεκαετίες του 1940 και του 1950 (Michos, 1983). Μόλις στα μέσα της δεκαετίας

του '70 έγιναν επιτυχημένες προσπάθειες, λόγω της οικονομικής προσιτότητας της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από θερμικούς και πυρηνικούς σταθμούς. Η Ισπανία, γνωστή για το άφθονο αιολικό της δυναμικό, αυξάνει με συνέπεια τη χρήση της αιολικής ενέργειας, ευθυγραμμίζοντας την ενεργειακή της πολιτική με αυτόν τον τομέα και ενθαρρύνοντας τη συμμετοχή εγχώριων εταιρειών στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αντίθετα, η Γερμανία, παρά το γεγονός ότι δεν διαθέτει τεράστιο αιολικό δυναμικό, οδηγεί τον κόσμο στην εκμετάλλευση του 35% της παγκόσμιας χρήσιμης αιολικής ενέργειας. Επιπλέον, η Γερμανία επενδύει ενεργά στην έρευνα σχετικά με την εγκατάσταση νέων υπεράκτιων ανεμογεννητριών (Κορωναίος, 2012).

Η Ελλάδα διαθέτει άφθονο αιολικό δυναμικό σε διάφορες περιοχές, όπως η Κρήτη, η Πελοπόννησος, η Εύβοια και τα νησιά του Αιγαίου. Η αξιοποίηση αυτού του δυναμικού μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης στη χώρα (Γιαννακοπούλου, 2013). Σε αυτές τις περιοχές έχουν δημιουργηθεί τα περισσότερα αιολικά πάρκα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το αρχικό αιολικό πάρκο δημιουργήθηκε στην Κύθνο το 1982 από τη ΔΕΗ. Αυτή τη στιγμή, υπάρχουν εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος άνω των 30 MW σε όλα σχεδόν τα νησιά, όπως η Άνδρος, η Λήμνος, η Λέσβος, η Χίος, η Σάμος και η Κρήτη, χάρη σε ιδιωτικές επενδύσεις. Ωστόσο, η ελλιπής υποδομή του δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί πρόκληση για την περαιτέρω επέκταση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα, ιδιαίτερα στις ηπειρωτικές περιοχές (ΤΕΕ, 2018).

Μεταξύ 1999 και 2002, η Ελλάδα γνώρισε μια αξιοσημείωτη αύξηση στη χρήση της αιολικής ενέργειας, μετά από μια περίοδο αδράνειας από το 1993 έως το 1998. Ωστόσο, η πλειονότητα αυτών των νέων αιολικών εγκαταστάσεων συγκεντρώθηκε σε συγκεκριμένες περιοχές, εκμεταλλευόμενη το υπάρχον δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και συνθήκες υποδομής. Δυστυχώς, αυτή η συγκέντρωση μεγάλων ανεμογεννητριών

σε περιορισμένες περιοχές είχε ως αποτέλεσμα την έντονη αντίθεση των τοπικών κοινωνιών, οδηγώντας στην ακύρωση ορισμένων έργων αιολικής ενέργειας. Για την καλύτερη κατανόηση της κοινής γνώμης για την αιολική ενέργεια, πραγματοποιήθηκε μελέτη σε διάφορα ελληνικά νησιά και ηπειρωτικά εδάφη με υψηλό αιολικό δυναμικό και επενδυτικό ενδιαφέρον. Τα ευρήματα αποκάλυψαν ένα σημαντικό επίπεδο αποδοχής τόσο προς τα υπάρχοντα όσο και προς τα νέα αιολικά πάρκα. Συγκεκριμένα, οι πολίτες στα ελληνικά νησιά έδειξαν υποστήριξη, ενώ όσοι στην ηπειρωτική χώρα επέδειξαν μια πιο διχασμένη ή αρνητική στάση απέναντι στην αιολική ενέργεια. Ωστόσο, παραμένει μια μερίδα του πληθυσμού που διατηρεί αρνητική στάση, αδιαφορώντας για τα πιθανά οικονομικά οφέλη (Kaldellis, 2005)

Για να εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες σε συγκεκριμένο χώρο, πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Πρώτον, η ταχύτητα του ανέμου πρέπει να ξεπεράσει τα 5 m/sec (που ισοδυναμεί με 3-4 μποφόρ). Επιπλέον, είναι σημαντικό να υπάρχουν σταθερά και σταθερά ρεύματα ανέμου για να διασφαλιστεί ότι οι τουρμπίνες διατηρούν μια σταθερή κινητική κατάσταση. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη περιλαμβάνουν την ταχύτητα του ανέμου στα 10 m/sec, τη διάρκειά του και τα χαρακτηριστικά και την τοπογραφία του εδάφους. Στην Ελλάδα, υπάρχει άφθονο αιολικό δυναμικό που μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τις απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Ωστόσο, η αξιοποίηση αυτού του δυναμικού απαιτεί την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου, οργανωμένου, νομοθετικού και υποστηρικτικού πλαισίου, μαζί με οικονομικές λύσεις (Κορωναίος, 2012).

Σε μια μελέτη που διεξήχθη από τον Καλδέλλη και την ομάδα του (2001), εξέτασαν τη σκοπιμότητα υλοποίησης ενός σταθμού αιολικής υδροηλεκτρικής ενέργειας σε ένα μεσαίου μεγέθους νησί του Αιγαίου, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις τεχνικές όσο και

τις οικονομικές πτυχές. Αυτή η έρευνα είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση του υπέρογκου κόστους που σχετίζεται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτές τις περιοχές, αξιοποιώντας παράλληλα τους άφθονους αιολικούς πόρους τους. Η μελέτη έλαβε επίσης υπόψη συγκεκριμένους παράγοντες όπως ο βέλτιστος αριθμός ανεμογεννητριών και το μέγεθος των δεξαμενών νερού που απαιτούνται. Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι μια τέτοια εγκατάσταση θα μπορούσε να καλύψει αποτελεσματικά την τοπική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, να μειώσει την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα, να επιτύχει ποσοστό διείσδυσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας άνω του 90% και να μετριάσει σημαντικά τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η επιδίωξη εγκατάστασης και λειτουργίας νέων αιολικών πάρκων αποτελεί εξέχουσα προσπάθεια στη σύγχρονη εποχή. Προβλέπεται ότι έως το 2050, θα υπάρξει σύνδεση μεταξύ των νησιών και της ηπειρωτικής χώρας, οδηγώντας σε μεγαλύτερη εξάρτηση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η πρόοδος της τεχνολογίας και η υλοποίηση νέων έργων στα δίκτυα μεταφοράς διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο για την επίτευξη αυτού του στόχου. Συγκεκριμένα, η Ελλάδα έχει απορροφήσει σημαντικό μέρος των επενδύσεων αιολικής ενέργειας της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, αντιπροσωπεύοντας το 78% σύμφωνα με τα στοιχεία της Wind Europe το 2021 (Γιαννακοπούλου, 2013). Περίπου 1,2 δισ. ευρώ έχουν επενδυθεί σε χερσαία αιολικά έργα, με αποτέλεσμα την ισχύ 685 MW. Αυτή η προσπάθεια αποφέρει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης της εξάρτησης από εισαγόμενα συμβατικά καύσιμα και της μείωσης της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Έχει διαπιστωθεί ότι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια ανεμογεννήτρια 550 KW σε ένα χρόνο μπορεί να αντικαταστήσει την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου (Κόλλιας, 2022).

Το κύριο μέλημα που σχετίζεται με την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι η ασυνεπής απόδοση των συστημάτων ανεμογεννητριών που προκαλούνται από διακυμάνσεις στην ισχύ του ανέμου. Επιπλέον, τα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση ανεμογεννητριών είναι σημαντικής σημασίας. Συγκεκριμένα, η δημιουργία αιολικών πάρκων απαιτεί τεράστιες εκτάσεις γης, με αποτέλεσμα την οπτική ρύπανση και την υποβάθμιση του γύρω τοπίου. Επιπλέον, αξιοσημείωτα προβλήματα είναι η ηχορύπανση από τη λειτουργία ανεμογεννητριών και οι παρεμβολές σε τηλεοπτικές, ραδιοφωνικές και τηλεπικοινωνιακές εκπομπές μέσω ηλεκτρομαγνητικών μέσων (Καρύδης, 2011).



*Εικόνα 2 Ανεμογεννήτριες σε αιολικό πάρκο*

### **1.2.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια**

Η Υδροηλεκτρική ενέργεια λέγεται η εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του τρεχούμενου νερού με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σημαντικό γεγονός είναι όχι μόνο η παραγωγή ενέργειας αλλά και η πράσινη ενέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον.

Σήμερα οι υδροηλεκτρικές μονάδες παράγουν ηλεκτρισμό χρησιμοποιώντας στρόβιλους. Η μηχανική ενέργεια που δημιουργείται από το κινούμενο νερό, περιστρέφοντας τον δρομέα στον στρόβιλο, ο οποίος συνδέεται με μια ηλεκτρομαγνητική γεννήτρια, παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν περιστρέφεται ο στρόβιλος.

Η δυναμική του είναι τόσο μεγάλη που σε ορισμένες χώρες της ΕΕ καλύπτει έως και το 90% της ηλεκτρικής ενέργειας.

#### **1.2.4 Βιομάζα ως ενέργεια**

Η βιομάζα, μια πολύτιμη και ανανεώσιμη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας και στην πρόληψη της εξάντλησης των συμβατικών αποθεμάτων καυσίμων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η φωτοσύνθεση παράγει ετησίως 200 δισεκατομμύρια τόνους βιομάζας (ΚΟΠΕ, 2014), που ισοδυναμεί με 100 δισεκατομμύρια τόνους πετρελαίου. Παραδόξως, αυτή η ποσότητα είναι δέκα φορές μεγαλύτερη από την παγκόσμια ετήσια κατανάλωση, ωστόσο μόνο το 3% της χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ένας τόνος βιομάζας είναι περίπου ίσος με 0,4 τόνους πετρελαίου. Η ενέργεια που αποθηκεύεται στη φυτική βιομάζα μεταφέρεται στη συνέχεια μέσω της τροφικής αλυσίδας για να συντηρηθούν όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί. Αν και η χρήση της βιομάζας δεν είναι πρόσφατη εξέλιξη, καθώς χρονολογείται από την αρχαιότητα, η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, ένα θεμελιώδες βήμα στην παραγωγή βιοαερίου, μπορεί να εντοπιστεί στους Ασσύριους τον 10ο αιώνα π.Χ. Αργότερα εμφανίστηκε στην Περσία κατά τον 16ο αιώνα μ.Χ. (Ζαφείρης & Αγαπίτης, 2012).

Η πόλη του Οτάγκο της Νέας Ζηλανδίας είδε την κατασκευή των αρχικών εγκαταστάσεων πέψης το 1840, ενώ η Βομβάη της Ινδίας πρωτοστάτησε το 1859 δημιουργώντας την πρώτη μονάδα αναερόβιας χώνευσης. Η Αγγλία ακολούθησε το παράδειγμά της το 1895 με την ίδρυση των εναρκτήριων εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαερίου, οι οποίες στόχευαν να τροφοδοτήσουν το δημόσιο δίκτυο φωτισμού στο Έξετερ. Στη συνέχεια, το 1911, το Μπέρμιγχαμ πρωτοστάτησε σε μια μονάδα μεγαλύτερης κλίμακας που χρησιμοποίησε τα λύματα της πόλης ως κύρια εισροή της. Η Αλγερία, το 1938, έγινε η πρώτη που λειτούργησε με επιτυχία εγκαταστάσεις που αξιοποιούσαν τα στερεά απόβλητα. Με την πάροδο του χρόνου, οι εξελίξεις στην τεχνολογία έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας της παραγωγής βιομάζας (Ζαφείρης & Αγαπητίδης, 2012).

Σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/EK, η βιομάζα ορίζεται ως το βιοαποδομήσιμο μέρος των γεωργικών προϊόντων, των αποβλήτων και των υπολειμμάτων βιολογικής προέλευσης από διάφορες βιομηχανίες όπως η δασοκομία, η αλιεία και η υδατοκαλλιέργεια, καθώς και το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. (Γιαννακούρας κ.ά., 2008). Ουσιαστικά, η βιομάζα περιλαμβάνει όλη τη φυτική παραγωγή μαζί με συγκεκριμένους τύπους ζωικών απορριμμάτων, τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια μέσω κατάλληλων διαδικασιών. Αυτό σημαίνει ότι η βιομάζα, όταν υποβάλλεται σε βιομηχανική επεξεργασία, μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια συγκρίσιμη με το φυσικό αέριο, καθώς και σε υγρά και στερεά ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, μέσω καύσης, αεριοποίησης ή πυρόλυσης, η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως «βιοκαύσιμο» για σκοπούς μεταφοράς. Εκτός από τις μεταφορές, η βιομάζα βρίσκει εφαρμογές στην παραγωγή τροφίμων και σε διάφορες βιομηχανίες, με έμφαση στην τήρηση βιώσιμων πρακτικών (Riva, et al., 2014).



Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, η έρευνα έδειξε ότι η βιομάζα δεν ήταν προτεραιότητα για την παραγωγή χημικών λόγω της κυριαρχίας του πετρελαίου στην αγορά ενέργειας. Ωστόσο, οι επακόλουθες πετρελαϊκές κρίσεις επέφεραν μια αλλαγή στο επίκεντρο στον ενεργειακό τομέα. Συγκεκριμένα, η προσοχή στράφηκε στην αξιοποίηση της βιομάζας μέσω της καύσης ξύλου. Ιστορικά, τα καυσόξυλα και τα κάρβουνα αντιπροσώπευαν το 97% της κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, ενώ παγκοσμίως, η βιομάζα ικανοποίησε το 14% της ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, το ποσοστό αυτό έφτασε το 35% περίπου λόγω των παραδοσιακών δομών και της καθυστερημένης εισόδου των καπιταλιστών στον εμπορικό και παραγωγικό τομέα. Στην Ασία, η βιομάζα αντιπροσώπευε το 65% της χρήσης ενέργειας, ενώ στην Αφρική έφτασε το 90%. Εκτός από το ξύλο, άλλα υλικά όπως ορισμένες γεωργικές καλλιέργειες (π.

Η βιβλιογραφία κατηγοριοποιεί τη βιομάζα σε τέσσερις κύριες ομάδες υλικών (Κορωνάιος, 2012). Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από υποπροϊόντα και υπολείμματα φυτικής, ζωικής, δασοκομίας και αλιείας, όπως άχυρα, αραβόσιτος και βαμβάκι, φύλλα, κλαδιά δέντρων, φύκια, κοπριά, θάμνοι και φρούτα. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει υποπροϊόντα από τη βιομηχανική επεξεργασία αυτών των υλικών, όπως φλούδες, πυρήνες, απόβλητα σφαγείων, βιομηχανίες επεξεργασίας χαρτιού και ξύλου, εγκάρδιο ξύλο, υπολείμματα εκκοκκιστηρίου βαμβακιού και πριονίδι. Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τα αστικά στερεά απόβλητα (σκουπίδια) και τα υγρά απόβλητα (λύματα). Η τελική κατηγορία περιλαμβάνει προϊόντα από φυσικά δάση και εξειδικευμένες φυτείες, ειδικά σχεδιασμένα για παραγωγή ενέργειας (Riva, et al., 2014).

Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες βιομάζας που πρέπει να σημειωθούν: η παραδοσιακή και η σύγχρονη. Η παραδοσιακή βιομάζα χρησιμοποιείται συνήθως σε

αναπτυσσόμενες χώρες και για σκοπούς μικρής κλίμακας. Περιλαμβάνει υλικά όπως καυσόξυλα, κάρβουνο, φυτικά υπολείμματα και ζωική κοπριά, που χρησιμοποιούνται κυρίως για μαγείρεμα και θέρμανση. Σε καινοτόμα συστήματα θέρμανσης, χρησιμοποιούνται απόβλητα επεξεργασίας ξύλου με τη μορφή αδρανών βιομάζας ή θραυσμάτων μαλακού ξύλου, με αποτέλεσμα τη λειτουργία χωρίς καπνό. Από την άλλη πλευρά, η σύγχρονη βιομάζα χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερη κλίμακα για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, με στόχο τη μείωση της εξάρτησης από τα συμβατικά πηγές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει δασικά και αγροτικά υπολείμματα, οικιακά απόβλητα, βιοαέριο, βιοκαύσιμα από ενεργειακές καλλιέργειες, καθώς και υπολείμματα ξύλου (Γιαννακούρας, κ.ά., 2008).

Η βιομάζα χρησιμοποιείται εκτενώς στην Ελλάδα για διάφορους σκοπούς, όπως θέρμανση θερμοκηπίων, παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες, εκπλήρωση ενεργειακών απαιτήσεων σε εγκαταστάσεις παραγωγής, παροχή τηλεθέρμανσης για κατοικημένες περιοχές και θέρμανση κτιρίων μέσω καύσης βιομάζας σε λέβητες. Η μέθοδος επεξεργασίας της βιομάζας είναι απλή, καθώς περιλαμβάνει απλή καύση σε λέβητες για παραγωγή ενέργειας. Αυτό τονίζει το τεράστιο δυναμικό της βιομάζας, η οποία μπορεί να παραχθεί χωρίς την ανάγκη εκτεταμένων κατασκευαστικών έργων ή να καταλαμβάνει μεγάλες εκτάσεις, σε αντίθεση με την ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Η βιομάζα προσφέρει μια πρακτική λύση για τη μείωση της εξάρτησης της κοινωνίας από συμβατικά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Ωστόσο, η περιορισμένη ευαισθητοποίηση του γενικού πληθυσμού σχετικά με τα οφέλη της βιομάζας έχει εμποδίσει την ευρεία υιοθέτησή της (Φραντζής, 2020).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν μια στροφή προς την αυξημένη χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας ως αποτέλεσμα του

περιορισμού της χρήσης συμβατικών πηγών ενέργειας. Μέχρι το 2050, προβλέπεται ότι η κατανάλωση ενέργειας από βιομάζα θα διπλασιαστεί, ή δυνητικά ακόμη και θα τριπλασιαστεί, σε ένα πιο αισιόδοξο σενάριο. Ωστόσο, η έκθεση του Ινστιτούτου Ενέργειας της Νοτιοανατολικής Ευρώπης με τίτλο "Βιομάζα και Πράσινη Συμφωνία" υποδηλώνει ότι ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από βιομάζα θα αυξηθεί συνολικά, θα μειωθεί σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έως το 2030 λόγω της ραγδαίας τεχνολογικής προόδου στην ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Συγκεκριμένα, το 75% της κατανάλωσης βιοενέργειας αποδίδεται στη θέρμανση και την ψύξη, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα αντιπροσωπεύει το 13% και τα καύσιμα μεταφορών το 12%. Είναι ενδιαφέρον ότι η έκθεση τονίζει ότι το 96% της ζήτησης βιομάζας της ΕΕ καλύπτεται από εγχώριες πηγές. Στην Ισπανία, χρησιμοποιούνται γεωργικά υπολείμματα από την καλλιέργεια ελιάς και οπωροφόρων δέντρων, ενώ η Δανία βασίζεται σε άχυρο από τον αγροτικό τομέα και η Φινλανδία χρησιμοποιεί βιομάζα από δασικές πηγές. Αυτή η χρήση της βιομάζας παρουσιάζει μια βιώσιμη λύση για τη μείωση της μεγάλης εξάρτησης από το εισαγόμενο φυσικό αέριο και του αυξανόμενου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας που αντιμετωπίζουν σήμερα οι ευρωπαϊκές χώρες (IENE, 2021).

Η αξιοποίηση της βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας περιλαμβάνει την εφαρμογή διαφόρων τεχνολογικών διαδικασιών. Μια τέτοια διαδικασία είναι η θερμική επεξεργασία της βιομάζας, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε άμεσα είτε έμμεσα. Η άμεση αξιοποίηση περιλαμβάνει την καύση βιομάζας ή τη συνδυασμένη καύση της με ορυκτά καύσιμα (Κασίνης & Πιριπίτση, 2010). Από την άλλη πλευρά, η έμμεση αξιοποίηση συμβαίνει μέσω πυρόλυσης ή αεριοποίησης, με αποτέλεσμα την παραγωγή ενός αέριου προϊόντος που χρησιμεύει ως σημαντικό καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Μια άλλη τεχνική για την

αξιοποίηση της ενέργειας από βιομάζα είναι η βιοαποδόμηση, η οποία παράγει βιοαέριο ως πηγή καυσίμου. Το βιοαέριο, ένα πλούσιο σε μεθάνιο αέριο που προέρχεται από οργανικά απόβλητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και για την τροφοδοσία κινητήρων εσωτερικής καύσης. Επιπλέον, μέσω φυσικών και χημικών διεργασιών, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε υγρά βιοκαύσιμα, όπως το βιοντίζελ (Γιαννακοπούλου, 2013).

Στη σφαίρα της βιομετατροπής, μια διαδικασία που αξιοποιεί τη δυναμική ενέργεια που βρίσκεται σε οργανικά υλικά, συμπεριλαμβανομένων των ζωικών και φυτικών απορριμμάτων, καθώς και των βιομηχανικών και οικιακών απορριμμάτων, το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή χημικής ενέργειας ή βιοενέργειας, η οποία χρησιμεύει ως πολύτιμη πηγή καυσίμου. Τα ανεπτυγμένα κράτη βλέπουν τη βιομάζα ως μια βιώσιμη και ανανεώσιμη ενεργειακή επιλογή λόγω της ικανότητάς της να μετατρέπεται σε αέρια, υγρά ή στερεά καύσιμα. Επιπλέον, η βιομάζα παίζει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω τριών διακριτών μεθόδων (Γιαννακούρας, κ.ά., 2008). Η πρώτη μέθοδος περιλαμβάνει την καύση στερεάς βιομάζας σε καυστήρα, ο οποίος θερμαίνει το νερό για να παράγει ατμό και να κινεί μια γεννήτρια ηλεκτρικής ενέργειας. Η δεύτερη μέθοδος περιστρέφεται γύρω από τη χρήση αερίων, όπως το βιοαέριο και το φυσικό αέριο, που προέρχονται από την καύση βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, αέρια όπως η αιθανόλη και το βιοντίζελ μπορούν να τροφοδοτήσουν κινητήρες εσωτερικής καύσης, προσφέροντας μια ακόμη οδό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, το βιοαέριο που παράγεται από χωματερές και εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών αποβλήτων μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας (Papaioannou, et al., 2009:134).

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα διαθέσιμων βιοκαυσίμων, όπως βιοντίζελ, βιοαιθανόλη, βιοαέριο, συνθετικά βιοκαύσιμα, αγνά φυτικά έλαια, βιοϋδρογόνο και στερεά βιοκαύσιμα όπως ξύλο, πριονίδι, κομμένα χόρτα, οικιακά απορρίμματα, κάρβουνο, γεωργικά απόβλητα και ξηρή κοπριά (ΣΕΒ , 2012). Ωστόσο, τα πιο γνωστά βιοκαύσιμα είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη, που συχνά αναφέρονται ως «πράσινη ενέργεια». Συνήθως, η αιθανόλη παράγεται από καλαμπόκι, σόργο, ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα ή ορισμένα δημητριακά όπως το σιτάρι και το κριθάρι, ενώ το βιοντίζελ προέρχεται από χρησιμοποιημένα ή μη φυτικά έλαια. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις ΗΠΑ το καλαμπόκι χρησιμοποιείται για παραγωγή αιθανόλης, ενώ τα υπολείμματα ζαχαροκάλαμου χρησιμοποιούνται στη Βραζιλία. Επιπλέον, τα λάχανα καλλιεργούνται ειδικά για την παραγωγή βιοντίζελ. Ωστόσο, υπάρχουν σχέδια για στροφή της παραγωγής αιθανόλης από το καλαμπόκι στα γεωργικά και δασικά υπολείμματα. Τα βιοκαύσιμα περιέχουν επίσης συνήθως 25% αιθανόλη. Στην Κίνα, το βιοαέριο παράγεται από ανθρώπινα και ζωικά απόβλητα και χρησιμοποιείται ως πηγή καυσίμου (Γιαννακοπούλου, 2013).

Σύμφωνα με το υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, η παραγωγή βιομεθανίου και η επέκτασή του σε εμπορική κλίμακα απαιτεί αναδιάρθρωση του ισχύοντος ρυθμιστικού πλαισίου. Αυτό συνεπάγεται την πραγματοποίηση ουσιαστικών τροποποιήσεων στους υπάρχοντες νόμους στους τομείς του περιβάλλοντος, των κτιρίων και του πολεοδομικού σχεδιασμού. Το βιομεθάνιο έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει το φυσικό αέριο στους σταθμούς συμπίεσης που βρίσκονται στη Νέα Μεσημβρία Θεσσαλονίκης και στα Αμπέλια Θεσσαλίας. Αυτές οι περιοχές βρίσκονται σε βολική τοποθεσία κοντά σε περιοχές με άφθονους πόρους αποβλήτων, καθιστώντας την υιοθέτηση αυτής της λύσης τόσο εφικτή όσο και οικονομικά βιώσιμη. Επιπλέον, ο Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Αερίου (ΔΕΣΦΑ) Α.Ε.

διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διευκόλυνση της μεταφοράς υδρογόνου και βιομεθανίου, ιδιαίτερα στα νέα τμήματα της. Υπό το πρίσμα αυτό, ο ΔΕΣΦΑ ξεκινά το πρώτο του πιλοτικό έργο βιομεθανίου, το οποίο περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου επιχειρηματικού σχεδίου και την αναζήτηση συνεργατών. Η επιτυχία αυτού του έργου βασίζεται στη διαθεσιμότητα σημαντικής ποσότητας απορριμμάτων για τη διασφάλιση της αδιάλειπτης παροχής στη μονάδα, καθώς και στην κατασκευή των απαραίτητων εγκαταστάσεων (Μαστοράκης, 2022).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ευρώπη αναζητά ενεργά εναλλακτικές σε παραδοσιακές πηγές ενέργειας, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, προκειμένου να μεταβεί σε μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Για να μειωθεί η εξάρτηση από το ρωσικό φυσικό αέριο, μια άμεση λύση είναι η ενίσχυση της υποδομής για την εισαγωγή περίπου 50 δισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) ετησίως από χώρες όπως οι ΗΠΑ, το Κατάρ, η Αυστραλία, η Αλγερία και η Νιγηρία. Ο διπλασιασμός της παραγωγής βιομεθανίου πριν από το τέλος του 2022 θα παίζει καθοριστικό ρόλο για την επίτευξη αυτού. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι η επίλυση αυτού του ζητήματος δεν θα συμβεί εν μία νυκτί. Επί του παρόντος, η βιοενέργεια αντιπροσωπεύει το 10% του παγκόσμιου ενεργειακού εφοδιασμού για διάφορους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρισμού, της θέρμανσης, της ψύξης και των μεταφορών. Επιπλέον, αποτελεί το 60% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη. Η βιοενέργεια προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως μεγαλύτερη ανεξαρτησία από τα ορυκτά καύσιμα, πιο σταθερή τιμολόγηση, δυνατότητα αξιοποίησης τοπικών πόρων και

μετριασμού των εποχικών διακυμάνσεων σε άλλες ΑΠΕ, καθώς και συμβατότητα με τις υπάρχουσες υποδομές (Avarlis, 2022).

Η βιομάζα χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορους τομείς, εξυπηρετώντας μια σειρά από σκοπούς. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ηλεκτρικής ενέργειας των αγροτικών και άλλων βιομηχανιών. Διαδραματίζει επίσης καθοριστικό ρόλο στα συστήματα τηλεθέρμανσης για κατοικημένες περιοχές. Ένα παράδειγμα αυτού μπορεί να δει κανείς στο χωριό Νυμφασία κοντά στην Τρίπολη, όπου ένα κεντρικό λεβητοστάσιο ήταν στρατηγικά τοποθετημένο για τη διανομή ζεστού νερού μέσω υπόγειο δίκτυο, παρέχοντας ουσιαστικά θέρμανση στα σπίτια των κατοίκων. Επιπλέον, η βιομάζα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση θερμοκηπίου, την παραγωγή υγρών καυσίμων μέσω βιοχημικής ή θερμοχημικής μετατροπής και τη δημιουργία οργανοχημικών λιπασμάτων χρησιμοποιώντας απόβλητα πουλερικών, ενεργειακές καλλιέργειες και βιοαέριο (Γεωργόπουλος, 2006).

Η βιομάζα είναι από καιρό η κύρια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στο ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας. Ένας συγκεκριμένος τύπος βιομάζας που χρησιμοποιείται στη χώρα είναι το εγκάρδιο, το οποίο προέρχεται από πυρήνες ελιάς. Οι πυρήνες αυτοί μεταφέρονται από τα ελαιοτριβεία στα πυρηνελαιουργεία, όπου η διαδικασία εκχύλισης δίνει πυρηνέλαιο και οι υπόλοιποι πυρήνες γίνονται εγκάρδιο. Το παραγόμενο πυρηνόξυλο εξυπηρετεί δύο σκοπούς: την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των εργοστασίων εγκάρδιο ξύλου και το καύσιμο για κεντρική θέρμανση, φούρνους, θερμοκήπια και βιομηχανίες. Συγκεκριμένα, η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας του εγκάρδιου σε σχέση με την ενεργειακή του αξία είναι ενδιαφέρουσα. Αυτή η χρήση της βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από τα συμβατικά καύσιμα, τις

ξένες πηγές ενέργειας και τις εισαγωγές πετρελαίου. Η χρήση της βιομάζας ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας όχι μόνο δημιουργεί ευκαιρίες απασχόλησης και προάγει την περιφερειακή σταθερότητα, αλλά προσφέρει επίσης σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα παραδοσιακά καύσιμα. Ωστόσο, το πλήρες δυναμικό της βιομάζας μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο μέσω αφοσιωμένων προσπάθειών για συστηματική εκμετάλλευση των πόρων της, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί σε σημαντικά ενεργειακά και οικονομικά οφέλη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) αναγνωρίζει τη σημασία της βιώσιμης ανάπτυξης αερίου βιομάζας και έχει επιδείξει πολιτική δέσμευση για αυτόν τον σκοπό. Το βιοαέριο διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και στην προστασία του περιβάλλοντος με τη μείωση της εκπομπής επιβλαβών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Δυστυχώς, οι γραφειοκρατικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές και η έλλειψη ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης μεταξύ των σχετικών οργανισμών θέτουν εμπόδια στην πρόοδο της χρήσης της βιομάζας (Ζαφείρης & Αγαπητίδης, 2012).

Για να μειωθεί η εξάρτηση από εισαγόμενους ενεργειακούς πόρους και να προωθηθεί η παραγωγή καθαρότερης ενέργειας, είναι ζωτικής σημασίας να εφαρμοστούν πρόσθετα μέτρα που ενθαρρύνουν μια πιο απελευθερωμένη αγορά ενέργειας και δίνουν κίνητρα για τη δημιουργία εγκαταστάσεων χρήσης βιομάζας. Αυτή η προσέγγιση όχι μόνο θα μειώσει την εξάρτησή μας από τις εισαγωγές ενέργειας, αλλά θα διευκολύνει επίσης τη δημιουργία μικρότερων μονάδων παραγωγής ενέργειας σε άμεση γειτνίαση με τις διαθέσιμες πηγές βιομάζας. Αυτή η αποκεντρωμένη παραγωγή ευθυγραμμίζεται με τους στόχους της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ. Από τεchnοοικονομική άποψη, η υλοποίηση μονάδων συμπαραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα. Επιπλέον, η ανάπτυξη

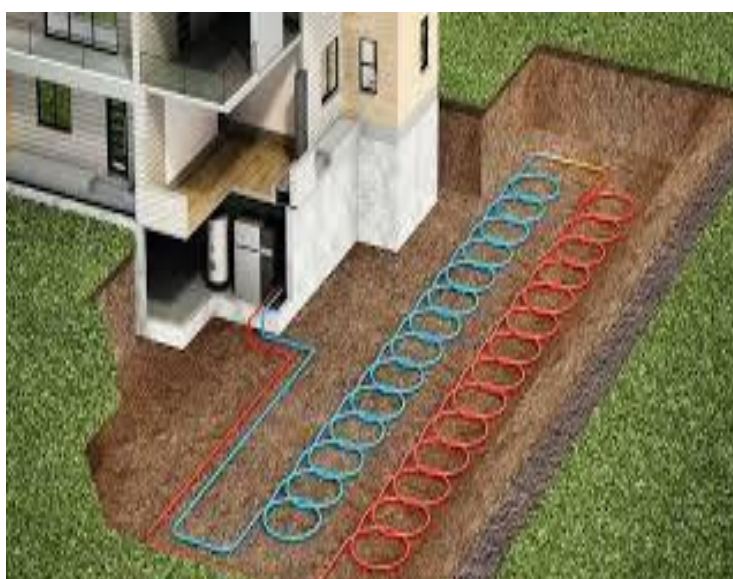


και η χρήση της βιομάζας, συμπεριλαμβανομένης της σωστής διαχείρισης των σχετικών αποβλήτων, παρουσιάζει μια βιώσιμη λύση τόσο στις προκλήσεις διαχείρισης απορριμμάτων, ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές, όσο και στις ενεργειακές ανάγκες (Αμάραντος, et al., 2006:23).

### 1.2.5 Γεωθερμική ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε την φυσική θερμική ενέργεια της γης που διαρρέει από το εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Η θερμότητα παρέχεται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Το έδαφος, απορροφά το 50% της ηλιακής ενέργειας και παραμένει σχεδόν σε σταθερή θερμοκρασία όλο τον χρόνο. Τοποθετώντας ένα δίκτυο σωληνώσεων νερού μέσα στο έδαφος, που ονομάζεται γεωθερμικός εναλλάκτης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη μορφή ενέργειας. Το χειμώνα αυτός ο εναλλάκτης απορροφά θερμότητα από τη γη και μέσω μιας κατάλληλης συσκευής, την γεωθερμική αντλία, την μεταφέρει στον χώρο μας και μας ζεσταίνει.



Εικόνα 3 Εγκατάσταση Γεωθερμίας

Το καλοκαίρι λειτουργεί ακριβώς αντίστροφα. Ο εναλλάκτης δηλαδή απορροφά θερμότητα από τον κλιματιζόμενο χώρο, την μεταφέρει πίσω στην αρχική του τοποθεσία για να αποθηκευτεί. Η μετάδοση της εξαρτάται από συγκεκριμένες συνθήκες όπως τη γεωθερμική κλίση που προσδιορίζεται το βάθος του παραγωγικού φρέατος. Μέσω ειδικών εγκαταστάσεων μεταδίδεται με δύο τρόπους:

α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια

β) Με ρεύματα μεταφοράς που περιορίζονται κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών λόγω ηφαιστειακών φαινομένων.

Η τοποθέτηση των σωληνώσεων δεν είναι δύσκολη καθώς τοποθετούνται στο εσωτερικό του εδάφους από τις οποίες ρέει αέρας, νερό και αντιψυκτικό. Ένας σωλήνας ξεκινά από το υλικό που είναι ειδικά κατασκευασμένο και καταλήγει σε έναν ανεμιστήρα. Από εκεί ο αέρας αναρροφάται και μεταφέρεται μέσω των χωρών του χονδροειδούς υλικού. Όσο πιο βαθιά είναι οι σωλήνες, τόσο λιγότερο το επίπεδο θερμοκρασίας επηρεάζεται από τα καιρικά φαινόμενα από το κρύο, αλλά και από την άλλη λόγω βάθους δυσκολεύονται να ζεσταθούν το καλοκαίρι. Ιδιαίτερα αποτελέσματα έχουμε όταν η θερμότητα που εξάγεται το χειμώνα μπορεί να επιστραφεί στο έδαφος το καλοκαίρι. Αυτό γίνεται όταν ο αέρας περνά μέσα από το σύστημα το καλοκαίρι.

### **1.3 Πλεονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και των αντίστοιχων συστημάτων τους προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα πλεονεκτημάτων, ενισχύοντας την πεποίθηση ότι αυτές οι πηγές είναι η καταλληλότερη λύση για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης. Οι ΑΠΕ έχουν πολυάριθμα οφέλη τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική άποψη, προάγοντας την ενεργειακή ασφάλεια και μειώνοντας την

εξάρτηση από παραδοσιακά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Αυτές οι πηγές ενέργειας είναι φιλικές προς το περιβάλλον, δεν αφήνουν πίσω τους απόβλητα ή υπολείμματα και θεωρούνται ουσιαστικά απεριόριστες. Επιπλέον, ο εξοπλισμός που απαιτείται για την αξιοποίηση των ΑΠΕ είναι απλός στην κατασκευή και συντήρηση, με μεγάλη διάρκεια ζωής και ελάχιστο λειτουργικό κόστος που παραμένει ανεπηρέαστο από τις οικονομικές διακυμάνσεις και την τιμή των συμβατικών καυσίμων. Επιπλέον, οι εφαρμογές ΑΠΕ είναι προσαρμόσιμες και μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με βάση τις ενεργειακές απαιτήσεις και προτιμήσεις των τοπικών κοινωνιών, εξαλείφοντας την ανάγκη για εκτεταμένες υποδομές ή μεταφορές μεγάλων αποστάσεων (Κασίνης & Πιριπίτση, 2010:36).

Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) σε ηλεκτροδοτούμενους οικισμούς όχι μόνο παρέχει ενεργειακή αυτονομία αλλά επιτρέπει και τοπική παραγωγή. Αυτό καθιστά τα συστήματα ΑΠΕ την πιο βιώσιμη οικονομικά λύση, ειδικά για απομονωμένους οικισμούς χωρίς πρόσβαση στο εθνικό δίκτυο. Με την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε περιφερειακό επίπεδο, τα συστήματα ΑΠΕ μετριάζουν την πίεση στις υποδομές και ελαχιστοποιούν τις απώλειες μετάδοσης ενέργειας. Επιπλέον, αυτά τα συστήματα έχουν το πλεονέκτημα της μηδενικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης, λειτουργούν αθόρυβα και παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση κατά την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν την καταλληλότερη μορφή ενέργειας με βάση τις ιδιαίτερες απαιτήσεις τους, οδηγώντας σε μια πιο ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων. Για παράδειγμα, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας, ενώ η αιολική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η εφαρμογή τεχνολογιών ΑΠΕ δημιουργεί πολυάριθμες ευκαιρίες απασχόλησης και προωθεί την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη

σε μειονεκτούσες περιοχές. Οι επενδύσεις σε ΑΠΕ συνδέονται στενά με την προώθηση σχετικών εγχειρημάτων, όπως η δημιουργία θερμοκηπίων με γεωθερμική ενέργεια (Τσιόλης, 2002).

Η ηλιακή ενέργεια έχει πολλά βασικά χαρακτηριστικά που τη διακρίνουν από τα συμβατικά καύσιμα, με αποτέλεσμα πολλά σημαντικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη και ανεξάντλητη πηγή που είναι άφθονα διαθέσιμη, καθιστώντας την μια βιώσιμη επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς να προκαλείται βλάβη στο περιβάλλον. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια παρουσιάζει ικανοποιητική απόδοση μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η απουσία μακροπρόθεσμου κόστους, καθώς οι καταναλωτές είναι υπεύθυνοι μόνο για την αρχική επένδυση και συντήρηση του συστήματος. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια εξαλείφει την ανάγκη για μεταφορά, ιδιαίτερα σε οικιακές ή εμπορικές εφαρμογές. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος του κύκλου ζωής που σχετίζεται με τα ηλιακά συστήματα ενέργειας είναι ελάχιστο σε όλη τη διάρκεια ζωής τους (Papaioannou, et al., 2009).

Η αιολική ενέργεια, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, προσφέρει ένα σαφές πλεονέκτημα έναντι των συμβατικών καυσίμων, καθώς δεν υπόκειται σε εξάντληση. Σε αντίθεση με τους πεπερασμένους πόρους, η αιολική ενέργεια παραμένει άφθονη και δεν αποτελεί απειλή για τα αποθέματά της. Επιπλέον, η αιολική ενέργεια είναι φιλική προς το περιβάλλον, καθώς δεν μολύνει τα οικοσυστήματα στα οποία αξιοποιείται ούτε απελευθερώνει επιβλαβή αέρια στην ατμόσφαιρα. Αυτή η καθαρή και οικονομικά αποδοτική ενεργειακή λύση αποτελεί μια βιώσιμη επιλογή για την αντιμετώπιση των ενεργειακών μας αναγκών. Ομοίως, η αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προσφέρει σημαντικά οφέλη. Χρησιμοποιώντας βιομάζα, μπορούμε να μετριάσουμε το φαινόμενο του θερμοκηπίου που προκαλείται

από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση συμβατικών καυσίμων. Αν και η καύση βιομάζας παράγει διοξείδιο του άνθρακα, η διαδικασία της φωτοσύνθεσης κατά την παραγωγή βιομάζας συμβάλλει στην αντιστάθμιση σημαντικής ποσότητας αυτού του ρύπου. Επιπλέον, η βιομάζα έχει αμελητέα περιεκτικότητα σε θείο και η αξιοποίησή της περιλαμβάνει τη μετατροπή της σε διάφορα προϊόντα χρησιμοποιώντας σχετικά απλή τεχνολογία. Επιπλέον, η χρήση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα όχι μόνο μειώνει την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα, αλλά οδηγεί επίσης σε εξοικονόμηση συναλλάγματος που δαπανάται για εισαγωγές πετρελαίου. Αξιοποιώντας τη δύναμη της βιομάζας, καθίσταται εφικτή η προώθηση ευκαιριών εργασίας και η ενθάρρυνση της διατήρησης των αγροτικών κοινοτήτων σε παραμεθόριες και αγροτικές περιοχές, ενισχύοντας έτσι την περιφερειακή ανάπτυξη (Κορωναίος, 2012).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια, τόσο από μονάδες μικρής όσο και μεγάλης κλίμακας, είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που όχι μόνο συμβάλλει στη διατήρηση του συναλλάγματος και των φυσικών πόρων, αλλά διαδραματίζει επίσης καίριο ρόλο στην προστασία του περιβάλλοντος. Ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα των υδροηλεκτρικών σταθμών είναι η άμεση λειτουργική τους ετοιμότητα, σε αντίθεση με τις θερμικές εγκαταστάσεις που απαιτούν εκτεταμένο χρόνο προετοιμασίας (Γιαννακούρας, et al., 2008). Επιπλέον, η παρουσία δεξαμενών νερού επιτρέπει σε αυτά τα φυτά να εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς όπως το νερό προμήθεια, άρδευση, αντιπλημμυρική προστασία, αντιπλημμυρική προστασία και δημιουργία υγρατόπων. Συνολικά, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι γνωστοί για την αξιοπιστία, την απλότητα, την ευκολία συντήρησης και λειτουργίας τους, καθώς και την οικονομική τους αποδοτικότητα. Διαθέτουν την ικανότητα να προσαρμόζονται γρήγορα το φορτίο, χωρίς να αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις, και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής

χωρίς καμία μείωση στην απόδοση με την πάροδο του χρόνου, εφόσον πραγματοποιείται τακτική προληπτική συντήρηση. Σε ό,τι αφορά το ανθρώπινο δυναμικό, ιδιαίτερα το τεχνικό προσωπικό, δεν απαιτείται καμία εξαιρετική εξειδίκευση. Το κόστος παραγωγής παραμένει σταθερό με την πάροδο του χρόνου, χωρίς επιπλέον έξοδα που σχετίζονται με την κατανάλωση καυσίμου (Κορωνάιος, 2012).

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες προσφέρουν αποδοτικές και αξιόπιστες ενεργειακές λύσεις σε σύγκριση με τις τεχνολογίες αιολικής, κυματικής και ηλιακής ενέργειας, οι οποίες είναι γνωστές για την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, οι μονάδες αυτές παρουσιάζουν ένα αξιοσημείωτο ποσοστό απόδοσης που κυμαίνεται από 70% έως 90%, ξεπερνώντας τις άλλες ενεργειακές τεχνολογίες (Γιαννακοπούλου, 2013). Επιπλέον, η υδροηλεκτρική ενέργεια εμφανίζει σημαντικά υψηλότερο συντελεστή δυναμικότητας 50% σε σύγκριση με την ηλιακή ενέργεια 10% και την αιολική ενέργεια 30%. Επιπλέον, η προβλεψιμότητά του επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τα ετήσια ποσοστά βροχοπτώσεων. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε μικρά υδροηλεκτρικά έργα είναι καθιερωμένη και μακράς διάρκειας, με διάρκεια ζωής πάνω από πενήντα χρόνια. Αυτά τα έργα λειτουργούν συνήθως σε ένα σύστημα συνεχούς ροής, που συνυπάρχει αρμονικά με το περιβάλλον τους. Κατά συνέπεια, δεν απαιτούν την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων ή ταμιευτήρων για συλλογή ή αποθήκευση νερού (Γιακουμέλος, 2014).

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια σημαντική μορφή ανανεώσιμης ενέργειας, γνωστή για την καθαριότητα, την αξιοπιστία και τη βιωσιμότητά της. Ωστόσο, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η σωστή διάθεση των απορριμμάτων και να χρησιμοποιηθεί η σύγχρονη τεχνολογία για την προστασία του περιβάλλοντος. Με

αυτόν τον τρόπο, όχι μόνο μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια, αλλά μπορούμε επίσης να ελαχιστοποιήσουμε τις εκπομπές επιβλαβών ρύπων όπως CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub> (Καράγιωργας, 2002). Όταν είναι δυνατόν, τα γεωθερμικά ρευστά μπορούν να επιστραφούν στον υδροφόρο ορίζοντα μέσω πρόσθετης γεώτρησης, επιτρέποντας την ανανέωσή τους και την παράταση της διάρκειας ζωής και της χωρητικότητας του γεωθερμικού πεδίου. Η κατασκευή γεωτρήσεων, αντλιοστασίων και άλλων μηχανολογικών εγκαταστάσεων είναι ελάχιστη και δεν επηρεάζει αρνητικά το τοπίο. Σε αντίθεση με την ηλιακή και την αιολική ενέργεια, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να παράγει συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια χαμηλού κόστους καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, ανεπηρέαστη από τις φυσικές συνθήκες. Επιπλέον, το κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων γεωθερμικής ενέργειας είναι σχετικά χαμηλό, συμβάλλοντας στην προσιτότητα της σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αξιοποιώντας τη γεωθερμική ενέργεια, μπορούμε να ενισχύσουμε την ενεργειακή ασφάλεια και να μειώσουμε την εξάρτηση από συμβατικές πηγές καυσίμων, προσφέροντας μια πρακτική και εξαιρετική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών (Αρβανίτης, 2008).

#### **1.4 Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Η τρέχουσα κατάσταση όσον αφορά τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) δεν φαίνεται να προχωρά τόσο γρήγορα όσο αναμενόταν όσον αφορά τη μείωση της εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα και τη διαφύλαξη του περιβάλλοντος. Αυτό δείχνει ότι το πραγματικό περιβαλλοντικό κόστος που σχετίζεται με την εκμετάλλευση ορυκτών καυσίμων δεν έχει πλήρως αναγνωριστεί όσον αφορά τις ΑΠΕ. Αυτές οι εναλλακτικές λύσεις ενέργειας θεωρούνται συχνά ως δαπανηρές ή ακόμη και εξωφρενικές επιλογές που χρησιμοποιούνται κυρίως από ανεπτυγμένες χώρες, με περιορισμένη συμβολή στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο και

ανεπαρκή κάλυψη της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης. Κατά συνέπεια, παρά τις προόδους της τεχνολογίας, οι ΑΠΕ δεν είναι κατάλληλες για ευρεία εφαρμογή, είτε σε βιομηχανικό είτε σε οικιακό περιβάλλον. Επιπλέον, η υιοθέτησή τους παρεμποδίζεται από γραφειοκρατικές διαδικασίες, έλλειψη πολιτικών και κινήτρων, αποτρέποντας τελικά αυτές τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από το να ικανοποιήσουν επαρκώς τις σύγχρονες ενεργειακές απαιτήσεις των καταναλωτών (Καλαϊτζίδου, 2008).

Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εμποδίζεται από τη διάσπαρτη χωρητικότητά τους, αποτρέποντας τη συλλογή και μεταφορά μεγάλης κλίμακας για μελλοντική χρήση. Η παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων ανανεώσιμης ενέργειας απαιτεί συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα και χαμηλά ποσοστά χρήσης. Επιπλέον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν χαμηλό συντελεστή απόδοσης και βασίζονται στις καιρικές συνθήκες, την τοποθεσία και το κλίμα. Επιπλέον, το υψηλό κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος είναι ένα αξιοσημείωτο μειονέκτημα σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα.

Παρά τις ειδικές πρωτοβουλίες για την προώθηση και αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) μέσω εξειδικευμένων προγραμμάτων, η συνολική αποτελεσματικότητα της υλοποίησής τους έχει παρεμποδιστεί από αρκετούς παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν κοινωνικοοικονομικά, τεχνικά και φυσικά εμπόδια που απαιτούν την κατανομή οικονομικών πόρων, την επιστημονική έρευνα και τον σχεδιασμό χρήσης γης για αποτελεσματική επίλυση. Αξιοσημείωτα μεταξύ αυτών των εμποδίων είναι η περιορισμένη ευαισθητοποίηση και κατανόηση των αρχιτεκτόνων και των μηχανικών σχετικά με τις εξελίξεις στην τεχνολογία ΑΠΕ,



η ανεπαρκής δημόσια γνώση και το σημαντικό αρχικό κόστος που σχετίζεται με την εγκατάσταση (Παπαδόπουλος, 2002).

Όσον αφορά την ηλιακή ενέργεια, η οποία είναι άφθονη, υπάρχουν ορισμένα μειονεκτήματα που πρέπει να λάβετε υπόψη. Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι η ηλιακή ενέργεια δεν κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη τη Γη και εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Τις ημέρες με χαμηλή ορατότητα, μόνο το 60-80% της ηλιακής ακτινοβολίας φτάνει στην επιφάνεια της Γης και όταν υπάρχουν σύννεφα, το ποσοστό αυτό μπορεί να πέσει έως και 5-50%. Αυτό θέτει προκλήσεις για τη χρήση της ηλιακής ενέργειας, καθώς απαιτούνται υψηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας για να καταστεί βιώσιμη. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια είναι διακοπτόμενη και δεν είναι εγγυημένη για ένα 24ωρο. Ωστόσο, οι τεχνολογικές εξελίξεις στην αποθήκευση ενέργειας προσφέρουν πιθανές λύσεις σε αυτό το ζήτημα, επιτρέποντας την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας μέχρι να χρειαστεί. Ωστόσο, αυτά τα συστήματα αποθήκευσης έχουν υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας και απαιτούν επίσης μεγάλες επιφάνειες. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένα ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούν τοξικά υγρά, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε περιβαλλοντική διάβρωση και ρύπανση, απαιτώντας περιοδικές αντικαταστάσεις (Papaioannou, et al., 2009).

Υπάρχουν ορισμένα μειονεκτήματα που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης αιολικής ενέργειας μέσω της χρήσης ανεμογεννητριών. Μια σημαντική ανησυχία είναι η σημαντική ποσότητα γης που είναι απαραίτητη για την εγκατάσταση αυτών των στροβίλων προκειμένου να παραχθούν σημαντικές ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η παρουσία ανεμογεννητριών, ιδιαίτερα σε αιολικά πάρκα, μπορεί να αποτελέσει απειλή για τους πληθυσμούς των πτηνών, ειδικά όταν βρίσκονται σε περιοχές που χρησιμεύουν ως μεταναστευτικοί δρόμοι.

Επιπλέον, ο θόρυβος που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες έχει αρνητικό αντίκτυπο στα οικοσυστήματα και δεν είναι οπτικά ευχάριστος (Aballe, et al., 2008).

Η εκτεταμένη ανάπτυξη και εφαρμογή της υδροηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζει ορισμένα μειονεκτήματα που εμποδίζουν την πρόοδό της. Συγκεκριμένα, το κόστος κατασκευής εγκαταστάσεων μεγάλης κλίμακας, όπως φράγματα, είναι υπέρογκο και ο χρόνος ολοκλήρωσης του έργου είναι μεγάλος. Επιπλέον, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτών των έργων είναι σημαντικές, καθώς αλλοιώνουν τη γύρω περιοχή και οδηγούν σε μείωση της βιοποικιλότητας, επηρεάζοντας τόσο την πανίδα όσο και τη χλωρίδα. Η υποβάθμιση της περιοχής αναγκάζει επίσης ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού να μετεγκατασταθεί, ενώ ταυτόχρονα προκαλεί αλλαγές στο μικροκλίμα και αυξημένο κίνδυνο σεισμικής δραστηριότητας. Κατά συνέπεια, στη σύγχρονη εποχή, η προτίμηση έχει μετατοπιστεί σε μικρότερα φράγματα ή συστάδες μικρότερων υδροηλεκτρικών μονάδων, όπως τονίζουν οι Γιαννακούρας κ.ά. (2008).

Επιπλέον, η χαμηλή ειδική ενεργειακή πυκνότητα (kW/kg) του νερού καθιστά αναγκαία την κατασκευή εκτεταμένων εγκαταστάσεων επεξεργασίας και αποθήκευσης νερού, όπως φράγματα, με αποτέλεσμα μια σημαντική εκ των προτέρων οικονομική δέσμευση. Επιπλέον, η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν είναι εφικτή σε περιοχές με περιορισμένες βροχοπτώσεις. Τέλος, μελέτες έχουν επιβεβαιώσει ότι τα υδροηλεκτρικά έργα συμβάλλουν στις εκπομπές μεθανίου μέσω της αποσύνθεσης υδρόβιων φυτών, επιδεινώνοντας έτσι το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Κορωναίος, 2012).

Μια άλλη σημαντική μορφή ανανεώσιμης ενέργειας είναι η βιομάζα, αν και έρχεται με ορισμένες προκλήσεις. Η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των υλικών για ενέργεια από βιομάζα είναι δαπανηρή, όπως και η μετατροπή της σε

χρησιμοποιήσιμες μορφές για ευρεία χρήση. Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός που απαιτούνται για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα εξακολουθούν να είναι σχετικά ακριβοί σε σύγκριση με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Επιπλέον, η βιομάζα έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ενέργεια λόγω της χαμηλής πυκνότητάς της και της υψηλής περιεκτικότητάς της σε νερό. Όπως και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η βιομάζα επηρεάζεται από την εποχικότητα και τη διασπορά, που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη συλλογή, τη μεταφορά και την αποθήκευση της (Κορωνάιος, 2012).

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η αξιοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας επιβάλλει την αποψίλωση των δασών για την απόκτηση επαρκούς γης για την καλλιέργεια των απαραίτητων πρώτων υλών. Κατά συνέπεια, αυτό οδηγεί στην εξαφάνιση των ειδών που εξαρτώνται από τα δάση, καταστρέφοντας έτσι το οικοσύστημα, ειδικά σε περιοχές όπου λείπουν οι προσπάθειες αναδάσωσης. Επιπλέον, η επέκταση της γης που απαιτείται για ενεργειακές καλλιέργειες ανταγωνίζεται την παραγωγή τροφίμων, θέτοντας μια θεμελιώδη πρόκληση τόσο για τις αναπτυσσόμενες όσο και για τις βιομηχανικές χώρες. Αυτό το ζήτημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό λόγω των ήδη πιεστικών ανησυχιών γύρω από την έλλειψη τροφίμων, η οποία επηρεάζεται από πολιτικούς, οικονομικούς και πληθυσμιακούς παράγοντες (Papaioannou, et al., 2009:191).

Οι προκλήσεις που σχετίζονται με τη γεωθερμική ενέργεια περιστρέφονται κυρίως γύρω από την απελευθέρωση αερίων. Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι η δυσκολία πρόσβασης σε γεωθερμικά ρευστά, καθώς βρίσκονται σε σημαντικά βάθη. Επιπλέον, αυτά τα υγρά συχνά περιέχουν υψηλά επίπεδα αλάτων και υδρόθειο, εκπέμποντας δυσάρεστες οσμές και θέτοντας κινδύνους για την ποιότητα του αέρα και την ανθρώπινη υγεία. Επιπλέον, η παρουσία μεταλλικών στοιχείων στα υγρά μπορεί να οδηγήσει σε διάβρωση του εξοπλισμού άντλησης, με αποτέλεσμα προβλήματα

συντήρησης και αλάτι στους αγωγούς. Αξίζει να σημειωθεί ότι το εξαγόμενο νερό και ο ατμός από τις γεωθερμικές δεξαμενές μπορεί να περιέχουν τοξικά στοιχεία όπως αρσενικό, υδράργυρο και βόριο, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή βλάβη στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της θνησιμότητας των ψαριών (Aballe, et al., 2008).

Η χρήση πηγών ενέργειας που βασίζονται στη θάλασσα, όπως η θερμική ενέργεια της παλίρροιας, των κυμάτων και των ωκεανών, έχει τόσο περιβαλλοντικές όσο και κοινωνικές επιπτώσεις. Η κατασκευή παλιρροϊκών εργοστασίων και άλλων εγκαταστάσεων όχι μόνο διαταράσσει το φυσικό τοπίο αλλά εγκυμονεί κινδύνους για τη θαλάσσια ζωή και το συνολικό θαλάσσιο οικοσύστημα. Αυτό οφείλεται στις αλλαγές στην αλατότητα που προκαλούνται από την απελευθέρωση γλυκού νερού, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει τη δυναμική συμπεριφορά των παλίρροιας και έχει συνέπειες για τα τοπικά ψάρια, τα καρκινοειδή και τα πουλιά. Επιπρόσθετα, η χρήση της θερμικής ενέργειας των ωκεανών, αν και βρίσκεται ακόμη στα πρώτα της στάδια, εγείρει ανησυχίες για πιθανή αλλαγή των παγκόσμιων καιρικών μοτίβων μέσω της μεγάλης κλίμακας χρήσης ζεστού και κρύου νερού. Επιπλέον, η απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα από τη λειτουργία εργοστασίων ανοιχτού κύκλου, που βρίσκεται στα βαθιά του ωκεανού, έχει τη δυνατότητα να συμβάλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. (Παπαϊωάννου κ.ά., 2009).

## **Κεφάλαιο 2: Συνέδρια για την Πράσινη Ανάπτυξη**

Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας τόσο στην Ελλάδα όσο και σε παγκόσμια εμβέλεια γίνεται όλο και πιο πράσινη. Από τότε που ξεκίνησε το ενδιαφέρον των Δημόσιων Αρχών να στραφούν στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έχει αυξηθεί κατακόρυφα η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τις πηγές αυτές.

Στην Γερμανία το 2000 έγινε η πρώτη επίσημη ανακοίνωση ότι πρέπει να γίνουν έργα για την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έφτανε μόνο το 6%, το 2020 έφτασε στο 45%, έναντι του στόχου που ήταν 35%. Υπολογίζουν ότι μέχρι το 2030 θα έχει φτάσει η στο 80%. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας εκτός από την παροχή ενέργειας, παίζουν και σημαντικό ρόλο στην παροχή Θερμότητας. Σήμερα η κατανάλωση Ενέργειας για Θέρμανση έχει φτάσει στο 16%.

Στον ίδιο ρυθμό βαδίζει και η χώρα μας όσο αφορά την εγκατάσταση των Ανανεώσιμων πηγών Ενέργειας. Σε μία καταμέτρηση που έγινε το 2022 η Ελλάδα έφτασε στο 46% της ηλεκτρικής ενέργειας τους πρώτους οχτώ μήνες από την πράσινη ενέργεια και σκοπεύει να φτάσει έως το 2030 το 70% της ενέργειας. Στην Κοζάνη, μία μικρή πόλη της Δυτικής Μακεδονίας, εγκαταστάθηκε ο μεγαλύτερος σταθμός ηλιακής ενέργειας στην χώρα μας και ένας από τους μεγαλύτερους της Ευρώπης με παραγωγή καθαρής ενέργειας 204 MW.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε ένα συνέδριο που έγινε στις 12-13 Δεκεμβρίου 2019 στο Παρίσι της Γαλλίας, πάρθηκαν ομόφωνα κάποιες αποφάσεις για την Πράσινη Ενέργεια – Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για ένα καλύτερο μέλλον και περισσότερο σεβασμό προς τον πλανήτη. Η δέσμη πρωτοβουλιών που έχει θέσει η Ε.Ε. βάση συμφωνίας είναι η εξής:

- Fit for 55 – όπου αναφέρεται στον στόχο της Ε.Ε. είναι να μειωθούν οι καθαρές εκπομπές αερίων του Θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030.
- Μπαταρίες και απόβλητα - Τον Μάρτιο του 2020 η Ευρωπαϊκή επιτροπή παρουσίασε ένα σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία με σχέδιο δράσης την κυκλική οικονομία με περισσότερα από 30 σημεία δράσης με στόχο τη μείωση των αποβλήτων. ( Συμβούλιο 17 Δεκεμβρίου 2020)
- Αποψίλωση των δασών – Τα προϊόντα που χρησιμοποιούν και καταναλώνουν οι πολίτες της Ε.Ε. δεν προέρχονται από την αποψίλωση και υποβάθμιση των δασών. ( Κανονισμός Μάιος 2023)
- Η Ε.Ε, να καταστεί κλιματικά ουδέτερη έως το 2050 ([consilium.europa.eu](https://consilium.europa.eu))

## **Κεφάλαιο 3: Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ευρώπη**

Όπως προκύπτει από τα τελευταία χρόνια όχι μόνο στην χώρα μας, αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, όλο και περισσότεροι άνθρωποι εκπαιδεύονται για τα οφέλη της πράσινης ενέργειας και την αξιοποίηση των ΑΠΕ. Αλματώδη βήματα έκανε και η χώρα μας που στράφηκε σε αυτόν τον τομέα και εκμεταλλεύεται το πολυτιμότερο αγαθό – τον ήλιο – όχι μόνο για να διαφημιστεί που σε συνδυασμό με τις παραλίες της έχει κατακτήσει παγκόσμια πρωτιά, αλλά και τον τομέα των ΑΠΕ.

### **3.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Γερμανία**

Η Γερμανία τα τελευταία χρόνια, και συγκεκριμένα μετά το 2021 εργάζεται στενά με τα ομοσπονδιακά κρατίδια της, προκειμένου να εγκατασταθούν συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και αιολικής ενέργειας στην ξηρά. Το 2023 έχει γίνει νόμος του κράτους να αντικαταστήσει το ποσοστό της παράγωγης ενέργειας που προέρχεται από τις μη ανανεώσιμες πηγές με αυτές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το ποσοστό θα ανέρχεται στο 80% της παράγωγης της έως το έτος 2030. Τα κρατίδια κάθε χρόνο θα λογοδοτούν στην Γραμματεία Επιτροπής, όπως ορίζει ο νόμος για την κατάσταση, την επέκταση και την εξέλιξη των ενεργειών τους. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνει στις χερσαίες περιοχές για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Με βάση την έκθεση αυτή έχει καθιερωθεί μία ημέρα του χρόνου που θα ενημερώνουν την Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση η Επιτροπή αν είναι εφικτό να επιτευχθεί ο στόχος αυτός. Ο νόμος αυτός τέθηκε σε ισχύ από 01 Φεβρουαρίου του 2023, έχει δεσμευτικούς όρους για τις πολιτείες και αρχές του 2024 έχει συμπεριλάβει και την παρακολούθηση περι ενέργειας στην ξηρά. Επίσης αναγκάζει με νόμο κάθε κρατίδιο να παρέχει το 2% της έκτασής του για ανεμογεννήτριες στην ξηρά και κάθε εμπόδιο να απομακρυνθεί το συντομότερο δυνατό, και ο σχεδιασμός για την έγκριση αυτού το στόχου πρέπει να επιταχυνθεί.

### **3.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ισλανδία**

Είναι ήδη σαφές ότι σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να προέρχεται έως το 2030 από ΑΠΕ και να καλύπτει το 70% με 80% της ενέργειας και μέχρι το 2050 θα πρέπει να έχει σβήσει η εξάρτηση από συμβατική παραγωγή ενέργειας. Η Ισλανδία όμως έκανε την πρωτοπορία στον τομέα της ενέργειας γιατί είναι η μοναδική χώρα που από το 2018 έχει αποδεσμευτεί πλήρως από άνθρακα και έως το 2040 φιλοδοξεί να απεξαρτητοποιηθεί σε τρεις τομείς: α) διακοπή χρήση ορυκτών καυσίμων στον τομέα της μεταφοράς, β) αύξηση της δέσμευσης του άνθρακα με την αναδάσωση και γ) αποκατάσταση των υδροβιότοπων.

Η Ισλανδία είναι η πρώτη χώρα παγκοσμίως σε παραγωγή πράσινη ενέργεια κατά κεφαλήν και ο μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας με περίπου 55.000kwh κατά κεφαλήν τον χρόνο.

Επίσης και η μεταστροφή της στην γεωθερμική ενέργεια γλύτωσε την χώρα συνολικά 8,2 δισεκατομμύρια δολάρια από το 1970 έως το 2000 και με μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στο 37%.

### **3.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ιρλανδία**

Ένας νέος τρόπος παραγωγής ενέργειας που σκοπεύει να κατασκευάσει η Ιρλανδία είναι ένα εργοστάσιο παράγωγης ενέργειας με καύση αμμωνίας. Η συμφωνία έχει υπογραφεί μεταξύ της Mitsubishi, της Centria plc και της Bord Gais Energy. Η μονάδα θα χρησιμοποιεί αμμωνία χαμηλών εκπομπών άνθρακα ως βιώσιμη πηγή καυσίμου για παραγωγή ενέργειας. Θα είναι η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη με καύση αμμωνίας και προσπαθεί να δώσει λύσεις για την απαλλαγή από τις εκπομπές άνθρακα για την ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας.



### **3.4 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ιταλία**

Η Ιταλία ως Ευρωπαϊκή χώρα έχει δεσμευτεί και αυτή με τη σειρά της να εκμηδενίσει την παραγωγή Ενέργειας από άνθρακα και να την αντικαταστήσει με τις Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας.

Συγκεκριμένα το 2017 το συνολικό ποσό κατανάλωσης ενέργειας που καλύφθηκε από ΑΠΕ έφτασε σε 18,7%. Σε αυτό βέβαια βοήθησε και το κλίμα, γιατί η Ιταλία ως μία Μεσογειακή χώρα έχει περισσότερες ώρες ηλιοφάνεια από τις Βόρειες χώρες. Δηλαδή η ηλιακή ακτινοβολία κατέστησε δυνατή την παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά ύψους 24,4 TWh.

Στον τομέα τώρα της Ηλεκτρικής ενέργειας, η ισχύ που παρήγαγε από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ήταν 104 TWh. Αναλυτικότερα η υδροηλεκτρική ενέργεια μαζί με την ηλιακή ενέργεια σημείωσε την μεγαλύτερη ανάπτυξη κατά την διάρκεια του έτους 2017. Ανέρχεται σε ποσοστό 35%. Ακολουθεί η γεωθερμία με ποσοστό 20%, η βιομάζα με 67% και οι αντλίες θερμότητας με 24%.

### **3.5 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ισπανία**

Η Ισπανία τα τελευταία δέκα χρόνια έχει επενδύσει και αυτή σημαντικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Στοχεύει να γίνει η πρώτη χώρα της Ευρώπης που θα σπάσει το φράγμα του 50% παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Κάνοντας σημαντικές επενδύσεις στην ηλιακή και αιολική ενέργεια παίζει ηγετικό ρόλο στην μετάβαση της Ευρώπης στην Πράσινη Ενέργεια αφήνοντας πίσω της χώρες όπως τη Γερμανία, την Γαλλία και την Ιταλία. Επίσης η Ισπανία στοχεύει να μειώσει τις εκπομπές αερίων συμβάλλοντας θετικά στο φαινόμενο του Θερμοκηπίου, αυξάνοντας σημαντικό το ποσοστό της στο 32%, σε σχέση με την προηγούμενη προσδοκία που ήταν 23%.

Με ένα νέο πρόγραμμα χρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης γνωστό ως «Next Generation», που απέκτησε η Ισπανία, δίνει έμφαση στα φωτοβολταϊκά που προβλέπεται να φτάσει τα 76 GW έως το 2030 σε κατανάλωση ενέργειας από τις ΑΠΕ. Αυτό έχει μεγάλη απήχηση τα τελευταία χρόνια σημειώνοντας άνοδο 129% το 2019 στην εγκατάσταση αυτών των πάνελ. Τελευταία έρχεται να καλύψει και τις ανάγκες της η αιολική ενέργεια σε ποσοστό 62GW, και η υδροηλεκτρική με 14,5 GW το χρονικό διάστημα 2019-2022.

## **Κεφάλαιο 4: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα**

Σήμερα πολλές τοπικές κοινωνίες στην χώρα μας δείχνουν ενδιαφέρον για να στραφούν στην πράσινη ενέργεια, από τη μία για να εξοικονομήσουν ενέργεια και από την άλλη για να εκσυγχρονιστούν με μορφές ενέργειας που να είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον.

Προτεραιότητα όμως για να μπορέσει να μπει μία τοπική κοινότητα σε αυτά τα νέα προγράμματα πρέπει πρώτα να κάνει μια προφορά - προσχέδιο για τα κτήρια που έχουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση και με την αξιοποίηση τους θα αναβαθμιστεί αρκετά. (όπως τα σχολεία, τα νοσοκομεία, οι Δημόσιες Υπηρεσίες, τα αθλητικά κέντρα, ο φωτισμός στα πάρκα κ.α.) Η αξιολόγηση γίνεται από ειδικούς τεχνικούς οι οποίοι μελετούν αναλυτικά τα σχέδια και αποφασίζουν κατά προτεραιότητα την χρηματοδότησή τους. Η αντικατάσταση αφορά όχι μόνο κουφώματα και συστήματα θερμομόνωσης αλλά και αναβάθμιση συστήματος Θέρμανσης με ΑΠΕ.

### **4.1 Ιστορική Αναδρομή**

Το 2015 σε μία ακατοίκητη νησίδα του Αιγαίου, νότια του Σουνίου, ονομαζόμενη Άγιος Γεώργιος, δημιουργήθηκε το πρώτο αιολικό πάρκο στην Ελλάδα. Τον Φεβρουάριο το 2015 η ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ, ανέλαβε την δημιουργία αυτού του πάρκου μεγέθους 73,2 MW που θα καλύψει τις ανάγκες πάνω από 40.000 νοικοκυριά. Είναι το πρώτο υπεράκτιο αιολικό πάρκο που κατασκευάστηκε πιλοτικά. Σύμφωνα με ενεργειακές αποφάσεις εγκαταστάθηκαν 23 ανεμογεννήτριες, υποσταθμός ανύψωσης τάσης που θα συνδέεται με το εργοστάσιο της ΔΕΗ στο Λαύριο, με υποβρύχια καλώδια υψηλής τάσης. Το έργο έχει αποφέρει, μεγάλα οικονομικά οφέλη, τόσο για τους καταναλωτές, αφού η αιολική ενέργεια ως καθαρή μορφή ενέργειας οδηγεί σε μείωση των τιμών του ηλεκτρικού ρεύματος, όσο και για την πολιτεία με

τον τοπικό Δήμο να λαμβάνει ετησίως ανταποδοτικό τέλος της τάξης του ενός εκατομμυρίου ευρώ.

Παράδειγμα προς μίμηση όλων των Ελλήνων είναι η Τήλος. Ένα μικρό νησί του Αιγαίου που αριθμεί 400 μόνιμους κατοίκους. Το 2017 κατέκτησε δύο βραβεία για την καινοτόμο ιδέα της Αειφόρου Ενέργειας. Το 2019 έχει ανεξαρτητοποιηθεί πλήρως από την παροχή ενέργειας της Κω, ενώ εγκαταστάθηκαν ανεμογεννήτριες των 800KW και φωτοβολταικά πάνελ.

Είναι το πρώτο πράσινο νησί της Μεσογείου το οποίο ανακυκλώνει το 86% των απόβλητων. Το έργο, το οποίο χρηματοδοτείται και υποστηρίζεται εξ ολοκλήρου με τεχνολογία και τεχνογνωσία από την Polygreen και υλοποιείται σε συνεργασία με τον Δήμο Τήλου, με την έγκριση της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, ξεκίνησε τον Δεκέμβριο με την απομάκρυνση όλων των κάδων σκουπιδιών και με την αποκατάσταση του ΧΥΤΑ και την μετατροπή του σε ένα πρότυπο Κέντρο Κυκλικής Καινοτομίας. Το τελευταίο έτος έγινε και αγορά ηλεκτρικών οχημάτων από το Δήμο Τήλου που εξυπηρετεί την Δημοτική αστυνομία και το λοιπό προσωπικό του Δήμου. Το έργο Τήλος, δημιουργήθηκε να λειτουργήσει μια ενεργειακή αυτονομία και με κύριο στόχο ένα πρωτότυπο σύστημα βασισμένο σε μπαταρίες NaNiCl<sub>2</sub> της FIAMM εφοδιασμένο με ένα σύστημα έξυπνου δικτύου και να μπορεί να υποστηρίξει τις πολλαπλές χρήσεις του.

#### **4.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα**

Παρά την άφθονη ηλιοφάνεια και το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στη χώρα ήταν πιο αργή σε σύγκριση με άλλα ευρωπαϊκά έθνη (Tsipiras & Tsipiras, 2005). Γεωγραφικά και γεωλογικά, η Ελλάδα διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα για την αξιοποίηση των ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, το

πρώτο τρίμηνο του 2021 οι ΑΠΕ έγιναν η κύρια πηγή ενέργειας, ξεπερνώντας το ορυκτό αέριο και τον λιγνίτη. Ο συνδυασμός αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων, μαζί με υδροηλεκτρικούς σταθμούς, αντιπροσώπευαν το 49,13% του μείγματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις 14 Σεπτεμβρίου 2020 οι ΑΠΕ, ιδιαίτερα η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, κάλυπταν το 51% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και το 57% της ημερήσιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με υδροηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα στοιχεία καταδεικνύουν τη δυνατότητα της πράσινης ενέργειας να υποστηρίξει το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας, υπό την προϋπόθεση ότι οι υποδομές και τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας είναι ενισχυμένα για να μετριάσουν τη μεταβλητότητα των ΑΠΕ (Τράτσα, 2021).

Στην Ελλάδα, μια σημαντική αλλαγή σημειώθηκε στα τέλη του 20ού αιώνα με την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή ήταν η πρώτη φορά που τόσο οι φορείς του ιδιωτικού τομέα όσο και οι δημοτικές επιχειρήσεις είχαν την ευκαιρία να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αξιοποιώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Αξίζει να τονιστεί ότι πριν από αυτό, την ευθύνη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα είχε αποκλειστικά η εθνική εταιρεία παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, ΔΕΗ. Αυτό οφειλόταν στην αδυναμία της ΔΕΗ να κατασκευάσει μικρές αποκεντρωμένες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς και στην πρόοδο της τεχνολογίας που επέτρεψε την ενσωμάτωσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο. Η είσοδος ιδιωτικών εταιρειών στον κλάδο παραγωγής ενέργειας έδωσε νέα πνοή στην μέχρι πρότινος μονοπωλιακή κυριαρχία της ΔΕΗ. Αυτό συνδυάστηκε με αυξημένες επενδύσεις με στόχο τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> μέσω της αξιοποίησης των ΑΠΕ. Ως αποτέλεσμα, ο ιδιωτικός τομέας συνεχίζει να κάνει σημαντικά βήματα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ,

εγκαινιάζοντας μια νέα πραγματικότητα όπου έχει την ευκαιρία να πουλήσει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στη ΔΕΗ (Βουρδουμπάς, 2010).

Η ηλιακή ενέργεια είναι η κύρια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, με επίκεντρο τους ηλιακούς θερμοσίφωνες και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Πολλοί καταναλωτές επιλέγουν ηλιακά θερμικά συστήματα για την παραγωγή ζεστού νερού, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και ρύπανσης. Η ελληνική κυβέρνηση βλέπει τις δυνατότητες εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγες ως βιώσιμη λύση. Ωστόσο, η αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων παραμένει περιορισμένη λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης και της έλλειψης κινήτρων, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης. Ωστόσο, η ενεργειακή κρίση που προκλήθηκε από τη σύγκρουση μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας ώθησε το έργο REPowerEU της Ευρωπαϊκής Επιτροπής να δώσει προτεραιότητα στη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για ιδιοκατανάλωση, με στόχο τη μείωση της εξάρτησης από το ρωσικό αέριο. Σε μια προσπάθεια ενίσχυσης της ενεργειακής ανεξαρτησίας, τα νοικοκυριά αναλαμβάνουν νέο ρόλο ως παραγωγοί ενέργειας επισπεύδοντας την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στον τελευταίο όροφο εντός της ΕΕ. Αυτή η πρωτοβουλία στοχεύει να φτάσει σε χωρητικότητα 15 TWh (τετραβατώρες) έως το 2022. Με την εφαρμογή αυτού του σχεδίου, προβλέπεται ότι μπορούν να εξοικονομηθούν 2,5 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (bcm) εισαγωγών φυσικού αερίου από τη Ρωσία, παρέχοντας μια οικονομικά αποδοτική λύση για τη μείωση εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα στον εγχώριο βιομηχανικό και κατασκευαστικό τομέα (Tracsa, 2022).

Η Ελλάδα εργάζεται ενεργά για την πράσινη ανάπτυξη με την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Ένα αξιοσημείωτο πρόγραμμα, το πρόγραμμα

«Άη Στράτης - πράσινο νησί», εγκρίθηκε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος. Στόχος αυτού του προγράμματος είναι να μετατρέψει το νησί σε ένα οικολογικό νησί που βασίζεται στις ΑΠΕ για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών. Με την εφαρμογή αιολικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων, το νησί στοχεύει στην επίτευξη ενεργειακής αυτονομίας χωρίς την ανάγκη διασύνδεσης με τη ΔΕΗ. Η ΤΕΡΝΑ Ενεργειακή, μια πρωτοποριακή εταιρεία, πρωτοστατεί σε αυτό το έργο, με στόχο το 85% της ενεργειακής κατανάλωσης των 200 κατοίκων του νησιού να προέρχεται από ΑΠΕ. Επιπλέον, το έργο στοχεύει στην αύξηση της χρήσης ΑΠΕ για θέρμανση και ζεστό νερό στον οικισμό. Αυτό το καινοτόμο έργο εισήχθη αρχικά το 2011 από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), αλλά λόγω γραφειοκρατικών εμποδίων δεν υλοποιήθηκε μέχρι το τέλος του 2020. Το έργο τελικά προχώρησε όταν προκηρύχθηκε διεθνής διαγωνισμός και η ΤΕΡΝΑ Ενεργειακή επιλέχθηκε ως ανάδοχος. Συγκεκριμένα, η Tesla έχει επίσης δείξει ενδιαφέρον για την παροχή μπαταριών αποθήκευσης ενέργειας για αυτό το έργο. Το επίκεντρο αυτού του εγχειρήματος είναι η εφαρμογή ενός υβριδικού συστήματος που συνδυάζει ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ανεμογεννήτρια 800-900 KW, φωτοβολταϊκό σταθμό 150 KW, μπαταρίες αποθήκευσης και σύστημα διαχείρισης και ελέγχου ενέργειας) για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Επιπλέον, παράλληλα με αυτό το έργο θα κατασκευαστεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα τηλεθέρμανσης. Η εταιρεία που είναι υπεύθυνη για την εκτέλεσή του υποχρεούται να επιβλέπει τη λειτουργία και τη συντήρησή του για διάρκεια δώδεκα ετών, μετά από περίοδο κατασκευής 25 μηνών. Μόλις τεθεί σε πλήρη λειτουργία, αυτή η πρωτοβουλία θα αποφέρει έσοδα μέσω της πώλησης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, διασφαλίζοντας τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητά της (Ζαφειρούλη, 2020).

Παρά τις σημαντικές προσπάθειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), το σύγχρονο ελληνικό πλαίσιο παρουσιάζει πολυάριθμες προκλήσεις και εμπόδια. Ένα σημαντικό εμπόδιο είναι η εκτεταμένη γραφειοκρατική διαδικασία που συνεπάγεται η απόκτηση αδειών για εγκαταστάσεις ΑΠΕ, η οποία απαιτεί έγκριση από πολλούς φορείς (Tsipiras & Tsipiras, 2005). Επιπρόσθετα, το περιορισμένο μέγεθος της εγχώριας αγοράς και η απουσία διασυνδέσεων με πλούσιες σε ενέργεια κράτη εμποδίζουν την ανάπτυξη των ελληνικών επιχειρήσεων στον ενεργειακό τομέα. Επιπλέον, οι δυσμενείς οικονομικές συνθήκες της χώρας εμποδίζουν περαιτέρω την ανάπτυξη των ενεργειακών επενδύσεων (Γιαννακοπούλου, 2013).

Πριν από την εφαρμογή του επικαιροποιημένου νομοθετικού πλαισίου και του νόμου 4685/2020, οι επενδυτές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έπρεπε να περιμένουν τουλάχιστον 2 χρόνια για να λάβουν άδειες παραγωγής. Ωστόσο, η εισαγωγή του νέου συστήματος, το οποίο αντικαθιστά την άδεια παραγωγής με ένα απλούστερο πιστοποιητικό παραγωγού, έχει εξορθολογίσει σημαντικά τη γραφειοκρατική διαδικασία. Πλέον, οι ίδιοι οι επενδυτές έχουν την ευθύνη να ανεβάσουν τα απαραίτητα έγγραφα στο πληροφοριακό σύστημα της ΡΑΕ και στο νέο ηλεκτρονικό μητρώο ΑΠΕ, μειώνοντας την εξάρτηση από κρατικούς φορείς. Επιπλέον, η περιβαλλοντική αδειοδότηση έχει απλοποιηθεί, καθιστώντας τον κλάδο πιο ελκυστικό και ανοιχτό σε νέες επενδύσεις μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών. Αυτή η μετατόπιση ευθύνης δίνει τη δυνατότητα στους επενδυτές να ολοκληρώσουν τη διαδικασία αδειοδότησης. Ως αποτέλεσμα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) αναμένεται να διαδραματίσουν κεντρικό ρόλο στο ενεργειακό μείγμα, λειτουργώντας σε ένα σύγχρονο και αποδοτικό πλαίσιο που ενθαρρύνει τις πράσινες επενδύσεις.



Στόχος είναι οι ΑΠΕ να αντιπροσωπεύουν το 35% της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας έως το 2030.

## **Κεφάλαιο 5: Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Δημόσια Διοίκηση και τα Κτήρια**

### **5.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στα Δημόσια Κτήρια**

Οι ιδανικές συνθήκες για τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα δημόσια κτήρια μπορούν να δημιουργηθούν μέσω πολλών και δομικών μέτρων. Τα μέτρα αυτά χαρακτηρίζονται ως παθητικά, γιατί διασφαλίζουν την απώλεια θερμότητας ή διάφορων μορφών ενέργειας στο εσωτερικό τους. Αυτό σημαίνει ότι η ανάγκη για ΑΠΕ μπορεί να μειωθεί. Ο έξυπνος τρόπος ή ο αυτοματισμός των κτηρίων μέσω διαδικτύου, μπορεί επίσης να βοηθήσει στην μείωση παροχής ενέργειας.

Σήμερα μπορούν να εκσυγχρονιστούν τα ήδη Δημόσια κτήρια τα οποία είναι πολύ πιο οικονομικότερα σε σχέση με την νέα κατασκευή δημόσιων κτηρίων γιατί ήδη υπάρχουν οι εγκαταστάσεις και όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός. Το μόνο που απομένει είναι μια μικρή ανακαίνιση.

Για να γίνουν όμως οι απαραίτητες ενέργειες στα Δημόσια Κτήρια, πρέπει πρώτα να γίνει μια εξονυχιστική μελέτη από τους ειδικούς τι είναι απαραίτητο να αντικατασταθεί άμεσα στον εξωτερικό χώρο και στη συνέχεια τον εσωτερικό χώρο.

Η Ελλάδα έθεσε ως πρώτο και βασικότερο στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτήρια με τη βοήθεια και τα κονδύλια από την Ε.Ε.. Οι τρόποι που προσπαθεί να πετύχει αυτούς τους στόχους ποικίλουν γιατί δεν είναι δύσκολο να προμηθευτείς τα υλικά, αλλά να βρεις τις κατάλληλες συνθήκες, τους επιστήμονες που θα αναλάβουν αυτή την εξειδικευμένη εργασία.

Οι ενέργειες που απαιτούνται για την αναβάθμιση των Δημόσιων κτηρίων έχουν ως εξής. Θερμοπρόσοψη ονομάζεται η τοποθέτηση ειδικών φελιζόλ στο εξωτερικό

τοίχωμα ενός κτηρίου, κάτι σαν προστατευτικό - μονωτικό, το οποίο σταθεροποιείται με ειδικές βεντούζες. Οι βεντούζες τοποθετούνται πάνω στο παλιό τοίχωμα του κτηρίου. Εκεί σταθεροποιείται το φελιζόλ, το οποίο είναι σε σχήμα παραλληλογράμμου. Στη συνέχεια μπαίνει μία ειδική μεμβράνη – δίχτυ, το οποίο βοηθάει τόσο στην στεγανοποίηση όσο και στην λεία επίστρωση του σοβά. Έπειτα σοφατίζεται με ένα υλικό ονομαζόμενο χρωμοσοβά, δηλαδή σοβάς μαζί με χρώμα και δίνει μια πιο λεία και όμορφη εξωτερική εικόνα το κτήριο και παράλληλα το προστατεύει.

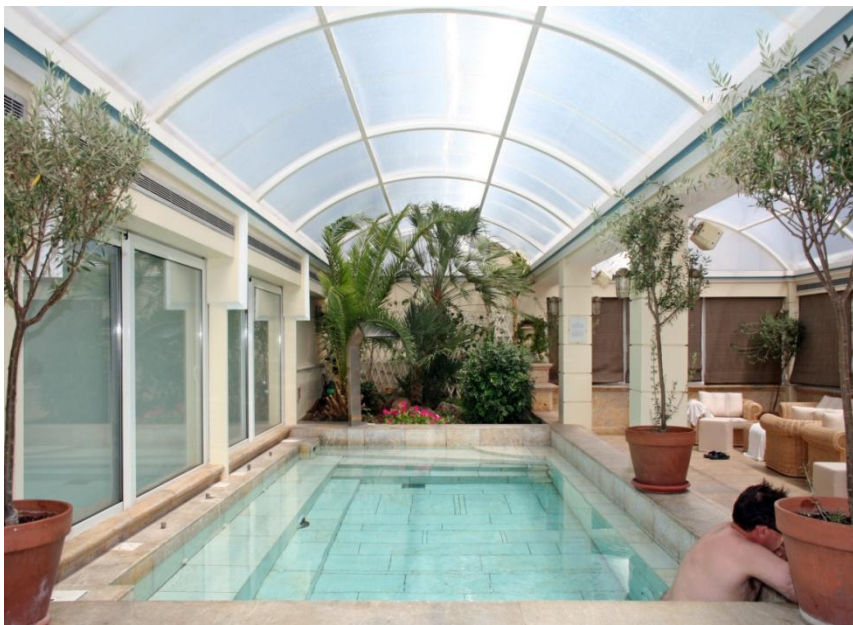
Τα κουφώματα σε ένα κτήριο παίζουν το ρόλο κλειδί στην αναβάθμιση του κτηρίου. Είναι αυτά που διαχωρίζουν το εσωτερικό από το εξωτερικό μας περιβάλλον. Όσο πιο καλές θερμομονωτικές ιδιότητες έχουν τόσο καλύτερη απόδοση έχουν στη θερμότητα ενός κτηρίου. Είναι αυτά τα οποία φέρουν την καλύτερη άνεση στο χώρο. Αυτό που τα κάνει τόσο ιδιαίτερα είναι η λεγόμενη «θερμογέφυρα». Είναι τα κουφώματα με διπλά τζάμια, και στο ενδιάμεσο υπάρχει απόσταση μεταξύ τους – λίγα χιλιοστά – και σ αυτό το κενό τοποθετείται ένα λάστιχο το οποίο λειτουργεί ως μόνωση.

Για να γίνει σωστή τοποθέτηση συστημάτων σκίασης σε ένα κτήριο, πρωτεύοντα ρόλο παίζει το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο καθώς και ο τρόπος εφαρμογής του. Επίσης παίζει σημασία και η τοποθεσία του κτηρίου, η θέση που μπορεί να είναι ορατό στις ακτίνες του ηλίου και το πόσο πολύ θα το επηρεάζει ο ήλιος.

Η τοποθέτηση σκέπαστρων στα ανοιχτά εσωτερικά μέρη ενός κτηρίου, έτσι ώστε να αποφεύγεται η μεγάλη διαφορά θερμοκρασιών. Σε αυτά τα μεγάλα κτήρια, τα σκέπαστρα να έχουν τη μορφή θερμοκηπίου, δηλαδή να είναι καλυμμένα με υαλοπίνακες, και με την ελάχιστη ηλιακή ακτινοβολία να θερμαίνεται ο χώρος. Τα

σκέπαστρα μπορεί να είναι σταθερά ή κινητά, ανάλογα με την χρήση τους. Αν είναι υπαίθριος ο χώρος μπορεί να είναι σταθερό γιατί υπάρχει αρκετός αερισμός χώρου. Αν όμως είναι στο εσωτερικό μπορεί να είναι κινητός για καλύτερο αερισμό. Η μετακίνηση του γίνεται μηχανισμό είτε χειροκίνητο είτε ηλεκτροκίνητο.

Η εξωτερική τοποθέτηση σκιάστρου προλαβαίνει την ηλιακή ακτινοβολία πριν προσέλθει στο εσωτερικό του κτηρίου και αφήνει καθαρό το εσωτερικό χώρο.



*Εικόνα 4 Αντικατάσταση συστημάτων θέρμανσης – ψύξης*

Τα πράσινα δώματα αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτηρίων συμβάλλοντας στη βελτίωση συνθηκών διαβίωσης στις μεγάλες πόλεις. Για την κατασκευή φυτεμένου δώματος σε υφιστάμενο κτήριο απαιτείται άδεια μικρής κλίμακας, ενώ στα νεόδμητα κτήρια προβλέπεται κανονική άδεια. Έπειτα ακολουθούν οι ανάλογες ενέργειες για μόνωση του εκάστοτε χώρου, αποστραγγιστικά συστήματα και τέλος φύτευση και τοποθέτηση φυτών ανάλογα με την τοποθεσία του κτηρίου. Οι αντλίες Θερμότητας τα τελευταία χρόνια έχουν χαρακτηριστεί ως τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας φιλικά προς με

μηδενικούς ρίπους. Είναι ιδανική λύσει τόσο για την παραγωγή ζεστού νερού όσο και για τον κλιματισμό το καλοκαίρι. Αυτή η σύγχρονη τεχνολογία έρχεται να αντικαταστήσει την ενέργεια παραγωγής θερμικής ενέργειας.

## **Κεφάλαιο 6: Ελλάδα και Πράσινη Ενέργεια στις Βιομηχανίες**

Η Ελλάδα έχει ξεκινήσει τα τελευταία δέκα χρόνια να μπαίνει δυναμικά και εντατικά στον χώρο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με βασικό στόχο όχι μόνο την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και εύρεση νέων καινοτόμων πόρων.

Η Agrigas Ενεργειακή Α.Ε. είναι μια εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που ιδρύθηκε το 2015 στη Λάρισα. Αξιοποίησε τη βιομάζα και με τη μέθοδο της αεριοποίησης διαθέτει μηδενική εκπομπή αερίων που κατάφερε να το τελειοποιήσει το Μάρτιο του 2023. Η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ισχύος 499 kW, και έχει ετήσια δυναμικότητα 3.800.000kWh που διοχετεύεται εξ ολοκλήρου στο δημόσιο.

Η τροφοδοσία γίνεται με βιομάζα σε μορφή πέλλετ. Για τον λόγο αυτό εγκαταστάθηκε μία γραμμή παραγωγής πελλετ. Παράλληλα κατά τη διαδικασία αεριοποίησης παράγεται μία ποσότητα biochar η οποία είτε πωλείται ως λίπασμα είτε σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή τσιμέντου και ασφάλτου. Συνολικά παράγει ετησίως 400 τόνους biochar. Τέλος παράγει 500-600 Kw θερμικής ισχύς σε ζεστό νερό με θερμοκρασία 85 βαθμών Κελσίου το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τηλεθέρμανση.

## **Κεφάλαιο 7: Προτάσεις για Εγκατάσταση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Δημόσιους Χώρους στην Ευρώπη**

Το μέλλον των ανθρώπων στρέφεται όλο και περισσότερο στις ενέργειες με μηδενικούς ρίπους και φιλικό προς το περιβάλλον και παράλληλα οικονομικό προς τον πολίτη.

Υδρογόνο είναι ένα χημικό στοιχείο το οποίο είναι το πιο διαδεδομένο στο σύμπαν. Είναι γνωστό ότι αυτό το χημικό στοιχείο παράγει ενέργεια με μηδενικές εκπομπές αερίων. Υπάρχει παντού στο σύμπαν και είναι το ιδανικό για την καταπολέμηση της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Το υδρογόνο είναι ένα από τα πιο απλά χημικά στοιχεία, βρίσκεται παντού στο περιβάλλον και περιλαμβάνεται στη σύνθεση πολλών χημικών ενώσεων, ιδιαίτερα του νερού. Σε περίπτωση διαρροής δεν δημιουργεί υψηλή θερμοκρασία και δεν εξαπλώνεται.

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καύσιμο για τα οχήματα. Με ειδική κατασκευή των κινητήρων μπορεί να κινούνται τα αυτοκίνητα διανύοντας μεγάλες αποστάσεις, έχοντας μεγάλη απόδοση και μηδενική ρύπανση.

Μόνο το υδρογόνο που παράγεται από ανανεώσιμη και όχι από πυρηνική ενέργεια θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις μετακινήσεις για να μειωθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε δύο νέους νόμους που θα βοηθήσουν τους στόλους να αξιολογήσουν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα του υδρογόνου ως καυσίμου οδικής κυκλοφορίας. Κυρίως στις μεταφορές όπου οι ανάγκες είναι αυξημένες και οι λύσεις θα πρέπει να είναι άμεσες και συμφέρουσες.

Το υδρογόνο προσφέρει παρόμοια αυτονομία με το ντίζελ, γεγονός που το καθιστά ελκυστική επιλογή για επαγγελματικά οχήματα. Σήμερα το υδρογόνο με βάση τα ορυκτά κοστίζει περίπου 1,5 ευρώ το κιλό εντός της ΕΕ ανάλογα με τις τιμές του φυσικού αερίου, ενώ το ανανεώσιμο υδρογόνο κοστίζει από 3,5 έως 5,5 ευρώ το κιλό.

Ωστόσο, το κόστος των ανανεώσιμων πηγών υδρογόνου μειώνεται γρήγορα. Τα κόστη παραγωγής του υδρογόνου έχει μειωθεί κατά 60% τα τελευταία 10 χρόνια και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προβλέπει ότι θα μειωθούν κατά το ήμισυ το 2030 σε σύγκριση με τις τιμές που ισχύουν σήμερα. Κατά συνέπεια σε περιοχές όπου η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές είναι φθηνή, οι ηλεκτρολύτες που είναι απαραίτητοι για τις χημικές αντιδράσεις να έχουν ανταγωνιστικές τιμές μέχρι το 2030.

Το υδρογόνο είναι πιο μακροχρόνιο και πιο εύκολο στη μεταφορά από την αποθήκευση μπαταρίας και αυτό του δίνει ακόμη ένα πλεονέκτημα.

Πρέπει να επισημάνουμε ότι η παραγωγή υδρογόνου δεν θα πραγματοποιείται σε ώρες που η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να είναι λίγη προς αποφυγή μη επαρκούς παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ανέφερε, σε έγγραφό της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή .

Παρόλο που είναι τόσο φιλικό προς το περιβάλλον και βοηθάει την μείωση των ρίπων, υπάρχουν ακόμα πολλά προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν όπως η μεταφορά του, ο χώρος αποθήκευσης.

## **7.1 Γαλλία**

Γιγαντιαία βήματα στην τοποθέτηση φωτοβολταϊκών σε αυτοκινητοδρόμους έχει υλοποιήσει από το 2016 η Γαλλία. Ειδικότερα, έξω από χωριό της Νορμανδίας δεσπόζουν επίπεδα φωτοβολταϊκά πάνελ συνολικής επιφάνειας 2,8 στρεμμάτων.



Το πιλοτικό έργο θα δείξει αν η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι επαρκής για τον φωτισμό του αυτοκινητόδρομου και τον φωτισμό του χωριού.

Πολλοί, ωστόσο, αμφέβαλαν για την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης, λόγω του αυξημένου κόστους εγκατάστασης, το οποίο ανέρχεται σε ποσό άνω των 5 εκατομμυρίων ευρώ ανά χιλιόμετρο δρόμου. Τα πάνελ αυτά είναι ανθεκτικά καθώς έχουν καλυφτεί με ρητίνη που περιέχει τρία στρώματα πυριτίου, έτσι ώστε να αντέχουν και τα πιο βαριά οχήματα.

Σύμφωνα πάντως με την εταιρεία Colas, που ανέλαβε το έργο κατασκευής στη Γαλλία, βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και παρόμοιο δεν υπάρχει στην Γαλλία. Αν όμως οι ενδείξεις είναι ενθαρρυντικές, τότε ανοίγει ο δρόμος για την αντικατάσταση της πίσσας με πάνελ. Παρόμοιος αυτοκινητόδρομος κατασκευάστηκε στην Ολλανδία το 2014, από όπου και εμπνεύστηκε η ανάλογη εταιρία, που από την ημέρα κατασκευής της έως σήμερα έχει δώσει 3.000 κιλοβατώρες σε ένα χρόνο.

## **7.2 Ελλάδα**

Ως Μεσογειακή χώρα η Ελλάδα θεωρείται ως μια από τις προνομιούχες χώρες της Ευρώπης λόγω των πολλών μερών έκδοσης ηλίου.

Ευτυχώς τα τελευταία χρόνια έχει κάνει άλματα σε αυτόν τον τομέα με το προηγούμενο έτος 2023 να έχει γίνει πρωτοπόρος στην εγκατάσταση και παραγωγή Α.Π.Ε.

Παρακάτω παρουσιάζονται λύσεις τοποθέτησης ΑΠΕ ως πρωτοπόρες που μπορούν να εγκατασταθούν στα Δημόσια κτήρια για εξοικονόμηση ενέργειας.

Η χρήση Φ/Β για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο θεωρείται από τις πλέον σημαντικές τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής και με μεγάλες προοπτικές. Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις, για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Η δυνατότητα παραγωγής αποκεντρωμένης ηλεκτρικής ενέργειας σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτίρια στην Ελλάδα.

Η χρήση Φ/Β συστημάτων σε κτίρια είναι μία εφαρμογή που προβλέπεται ότι θα κερδίσει έδαφος τα προσεχή χρόνια, σε συνδυασμό και με τα μέτρα που προωθούνται διεθνώς για φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες. Στην Ελλάδα σύμφωνα με τον Ν.4122/2013, σε εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, προβλέπεται ότι από 1.1.2021 όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ για τα νέα κτίρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα η υποχρέωση αυτή ισχύει από 1.1.2019. Ένα κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας είναι ένα κτίριο πολύ υψηλής ενεργειακής απόδοσης στο οποίο η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών του απαιτήσεων, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Συνεπώς, παράλληλα με την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ) στα κτίρια είναι επιθυμητό να συνδυάζεται και η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η πλέον πρόσφορη τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για εφαρμογές σε κτίρια προς κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους, είναι η φωτοβολταϊκή.

Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας των Φ/Β είναι η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε μικρές ή και σε μεγαλύτερες ποσότητες, στο σημείο χρήσης, με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Άλλα πλεονεκτήματα είναι τα παρακάτω:

- μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας,
- μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (πάνω από 25 χρόνια)
- αθόρυβη λειτουργία,
- σχεδόν μηδαμινό κόστος συντήρησης και λειτουργίας,
- δυνατότητα ενσωμάτωσης τους σε οροφές, προσόψεις κτιρίων ως κύρια δομικά στοιχεία σε περίπτωση έλλειψης χώρου, ή/και για εξοικονόμηση σε συμβατικά δομικά στοιχεία με αποτέλεσμα οικονομικότερη συνολικά εγκατάσταση,
- δυνατότητα επέκτασης του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Στις εφαρμογές σε κτίρια τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να εγκατασταθούν στην επίπεδη οροφή μέσω μιας πρόσθετης κατασκευής η οποία θα χρησιμοποιείται σαν βάση στήριξης, ανάλογη με αυτήν που χρησιμοποιείται σε Φ/Β συστήματα που εγκαθίστανται επί εδάφους. Ωστόσο υπάρχει και η δυνατότητα τα Φ/Β πλαίσια να ενσωματωθούν αρχιτεκτονικά στο κτίριο. Στις εφαρμογές αυτές τα Φ/Β συστήματα εγκαθίστανται σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ συγχρόνως τα Φ/Β πλαίσια χρησιμοποιούνται και σαν δομικά στοιχεία για τη κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου, όπως π.χ. σε οροφές, προσόψεις, σκίαστρα κλπ.

Πολλές εταιρίες συστημάτων αλουμινίου προσφέρουν ή αναπτύσσουν κατάλληλο προφίλ για την ενσωμάτωση Φ/Β πλαισίων σε όψεις ή οροφές κτιρίων ενώ υπάρχουν και κεραμίδια με ενσωματωμένα Φ/Β για την τοποθέτηση στην οροφή των κτιρίων.

Με αυτόν τον τρόπο συμβάλλουν εκτός των άλλων στην υποκατάσταση μέρους του κόστους των δομικών υλικών, ειδικά στα εμπορικά κτίρια με την ακριβή επένδυση, με συνέπεια την μείωση του καθατού κόστους του Φ/Β συστήματος. Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν ομοίως και σε κατασκευές του ευρύτερου οικιστικού περιβάλλοντος, όπως σε υπαίθρια πάρκινγκ, στέγαστρα, ηχοπετάσματα κλπ. Στις εφαρμογές αυτές πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ώστε τα Φ/Β πλαίσια να δένουν αισθητικά με την αρχιτεκτονική του κτιρίου. Κατά τη φάση της σχεδίασης του Φ/Β συστήματος απαιτείται πλέον και η ενεργός συμμετοχή των αρχιτεκτόνων, ώστε να συνδυασθεί η τεχνική λύση με αποτελέσματα που πληρούν τους όρους της αισθητικής.

Πολλές κατασκευάστριες εταιρείες διαθέτουν Φ/Β πλαίσια και προϊόντα κατάλληλα για την ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων σε κτίρια. Για εφαρμογές ενσωμάτωσης Φ/Β πλαισίων σε κτίρια διατίθενται και πλαίσια διαφόρων χρωμάτων και βαθμού διαφάνειας, σε βάρος όμως της απόδοσης.

Η χώρα μας τα τελευταία χρόνια έχει επενδύσει πολύ στις ΑΠΕ και ότι αυτό έχει σχέση με τα Κτήριά της. Ένα πρόσφατο και συνάμα σύγχρονο κτήριο που απέκτησε το Ελληνικό Δημόσιο για την εξασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας είναι το νέο κτήριο της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας στην περιοχή των σφαγίων του Ν. Θεσσαλονίκης.

Παντρεύοντας τη λεπτότητα του διατηρητέου κτηρίου – παλιάς τεχνολογίας - μαζί με ένα κτήριο φιλικό προς το περιβάλλον – νέας τεχνολογίας – δημιούργησαν και ανέδειξαν αυτό το κόσμημα στη Δυτική Θεσσαλονίκη.

Μεχρι το 2023 έχουμε συνηθίσει να βάζουμε στην οροφή των κτηρίων μεγάλα πάνελ φωτοβολταϊκών, τα οποία όμως πέρα από το κόστος πολλές φορές λόγω της

τοποθέτησής τους χαλάνε και την εικόνα του κτηρίου. Ένα πιο όμορφο και πρωτοπόρο υλικό είναι τα κεραμίδια - φωτοβολταϊκά. Λέγοντας αυτόν τον ορισμό εννοούμε ότι τα ήδη υπάρχοντα κεραμίδια να αντικατασταθούν με αυτό το υλικό τα οποία στο εσωτερικό της οροφής ή στο υπόγειο του κτηρίου θα αποθηκεύεται η ενέργεια και θα είναι αρκετή όχι μόνο για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου αλλά και όλων των ενοίκων.

Σ' αυτή την ιδέα κινείται η γαλλική εταιρεία Akuo Energy International και μέχρι στιγμής βρίσκεται σε καλό δρόμο γιατί υπάρχουν πολλοί ενδιαφερόμενοι.



*Εικόνα 5 Κεραμίδια – Φωτοβολταϊκά*

## Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, με τον ενεργειακό συμψηφισμό για ένα σωστά διαστασιολογημένο Φ/Β σύστημα δίδεται η δυνατότητα να εκμεταλλευθεί το σύνολο της ετήσιας παραγόμενης ενέργειας, με το δίκτυο να χρησιμοποιείται για έμμεση αποθήκευση της Φ/Β ενέργειας.

Το όφελος για τον καταναλωτή προκύπτει από την μείωση του λογαριασμού του ηλεκτρικού ρεύματος για το σκέλος της ενέργειας, που προκύπτει από την μειωμένη χρεωστέα ενέργεια, σύμφωνα με τον ενεργειακό συμψηφισμό, κατά τον οποίον από την καταναλισκόμενη ενέργεια αφαιρείται η παραγόμενη ενέργεια. Το ετήσιο ενεργειακό ισοζύγιο μπορεί να είναι πλήρως ισοσκελισμένο, ωστόσο ένα υπερδιαστασιολογημένο Φ/Β σύστημα δεν προσφέρει οικονομικό όφελος στον καταναλωτή, παρά μόνο πλεονάζουσα ενέργεια στο δίκτυο. Πρόσθετο όφελος προκύπτει για τον καταναλωτή και όταν υπάρχει ταυτοχρονισμός της κατανάλωσης με την παραγωγή, καθώς οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις (πλην των ΥΚΩ που υπολογίζονται επί του συνόλου της καταναλισκόμενης ενέργειας) υπολογίζονται βάσει της συνολικής ενέργειας που απορροφάται από το δίκτυο. Όταν κατά τις ώρες που υπάρχει σημαντική κατανάλωση υπάρχει και παραγωγή από το Φ/Β σύστημα, η ενέργεια που απορροφάται από το δίκτυο είναι μειωμένη.

Για την εφαρμογή των ανωτέρω κάθε Φ/Β σύστημα αντιστοιχίζεται αποκλειστικά με έναν μετρητή κατανάλωσης. Το μέγεθος του Φ/Β συστήματος, για την ηπειρωτική Ελλάδα, μπορεί να ανέρχεται μέχρι 20kWp ή μέχρι το 50% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης εφόσον η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη. Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκαθίστανται επί κτιρίων ή επί εδάφους ή άλλων κατασκευών, στον ίδιο ή όμορο χώρο με τις εγκαταστάσεις κατανάλωσης τις οποίες τροφοδοτούν και οι

οποίες συνδέονται στο δίκτυο. Δικαίωμα ένταξης έχουν φυσικά πρόσωπα ή νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, τα οποία έχουν την κυριότητα ή την νόμιμη χρήση του χώρου που εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα. Από υπολογισμούς που έχουν γίνει προκύπτει ότι ο χρόνος απόσβεσης του Φ/Β συστήματος με ενεργειακό συμφητισμό κυμαίνεται από 7-12 χρόνια.

Η δεύτερη, και παλαιότερη δυνατότητα εγκατάστασης Φ/Β σε κτίρια αφορά στα Φ/Β που έχουν εγκατασταθεί ή εγκαθίστανται υπό το καθεστώς του 'Ειδικού Προγράμματος ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις'. Σύμφωνα με αυτό, το φωτοβολταϊκό σύστημα παρέχει το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο και ο ιδιοκτήτης του αποζημιώνεται για αυτήν με την τιμή πώλησης που ισχύει κατά τον χρόνο της σύνδεσης του συστήματος. Στα πλαίσια του Προγράμματος αυτού επιτρέπεται η εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων ισχύος έως 10kWp, τα οποία εγκαθίστανται επί του κτιρίου. Η τιμή αποζημίωσης για την ηλεκτρική ενέργεια για το 2015 είναι 115 €/MWh, μειούμενη προοδευτικά στα 80 €/MWh έχρι το έτος 2019. Από υπολογισμούς που έχουν γίνει προκύπτει ότι ο χρόνος απόσβεσης του Φ/Β συστήματος με τιμές 2015 κυμαίνεται στα 10 με 13 χρόνια.

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, σε περίπτωση διακοπής του δημόσιου ηλεκτρικού δικτύου, το Φ/Β σύστημα δεν μπορεί να παράσχει ενέργεια στο κτίριο. Η τρίτη δυνατότητα αφορά στους χρήστες σε απομακρυσμένες περιοχές που χαρακτηρίζονται από έλλειψη ηλεκτρικού δικτύου. Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα με σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (συσσωρευτές), θεωρούνται η πλέον ενδεδειγμένη, αξιόπιστη και οικονομική λύση για την κάλυψη των βασικών ηλεκτρικών τους αναγκών.





## Βιβλιογραφία

- Aballe, C., Allocati, L., Cassan, L., Hiriart, M. E., de Sol Molina, M., Nunez, M., & de Sol Santos, P. (2008). Ενέργεια. *Οικολογική πρόκληση: κίνδυνοι και λύσεις για ένα πλανήτη υπό απειλή*, 8.
- Akdeniz, R. C., Acaroglu, M., & Hepbasli, A. (2004). Cotton stalk as a potential energy source. *Energy Sources*, 26, σσ. 65-75.
- Balat, H. (2006). A renewable perspective for sustainable energy development in Turkey: The case of small hydropower plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(9), σσ. 2152-2165.
- Camp, W. C., & Daugherty, T. B. (2004). *Διαχείριση και Προστασία Φυσικών Πόρων*. Αθήνα: ΙΩΝ.
- Kaldellis, J. K. (2005). Social attitude towards wind energy applications in Greece. *Energy Policy*, 33(5), σσ. 595-602.
- Kaldellis, J. K., & Zafirakis, D. (2011). The wind energy (r) evolution: A short review of a long history. *Renewable Energy*, 36(7), σσ. 1887-1901.
- Kaldellis, J. K., Kavadias, K., & Christinakis, E. (2001). Evaluation of the wind-hydro energy solution for remote islands. *Energy Conversion & Management*, 42(9), σσ. 1105-1120.
- Kwant, K. W. (2003). Renewable energy in The Netherlands: policy and instruments. *Biomass & Bioenergy*, 24, σσ. 265-267.
- Lauber, V., & Mez, L. (2004). Renewable energy policy in Germany – Institutions and measures promoting a sustainable energy system. Στο L. Mez, *Green Power*

*Markets – History and Perspectives, Special Issue of Energy & Environment*  
(σσ. 599-623). Brentwood: Multi Science Publishing.

Moneyreview. (2022). *Σε επίπεδα ρεκόρ η τιμή του ρεύματος – «Μη βιώσιμοι» οι λογαριασμοί*. Ανάκτηση από <https://www.moneyreview.gr/>

Riva, G., Forrapedretti, E., & de Carolis, C. (2014). *Βιομάζα*. Ανάκτηση από [www.ener-supply.eu/downloads/ENER\\_handbook\\_gr.pdf](http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf).

Stavrianos, S. (2021). *Αποτελεί η Αιολική Ενέργεια τη Λύση;*. Ανάκτηση από [breakingpress.gr](http://breakingpress.gr)

Taylor, Z. (2021). *Κατανοώντας την ηλιακή ενέργεια*. Ανάκτηση από [powerful.gr](http://powerful.gr)

Αβαρλής, Δ. (2022). *Η Βιοενέργεια Αποτελεί Σημαντικό Μέρος της Παγκόσμιας και της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Ασφάλειας*. Ανάκτηση από [energia.gr](http://energia.gr)

Αμάραντος, Π., Δακουράς, Σ., Νταγκούμας, Α., & Παυλίδης, Π. (2006). *Οι προοπτικές των ΑΠΕ στην Ελλάδα με βάση το νέο θεσμικό πλαίσιο*. Ανάκτηση από [http://library.tee.gr/digital/kma/kma\\_m1308.pdf](http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1308.pdf)

Αμάραντος, Π., Δακουράς, Σ., Νταγκούμας, Α., & Παυλίδης, Π. (2006). *Οι προοπτικές των ΑΠΕ στην Ελλάδα με βάση το νέο θεσμικό πλαίσιο*. Ανάκτηση από [http://library.tee.gr/digital/kma/kma\\_m1308.pdf](http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1308.pdf).

Αρβανίτης, Α. (2008). *Μύθοι και πραγματικότητα για τη γεωθερμία*. Ανάκτηση από <http://www.ypeka.gr/rescampaign2008/downloads/mythoi-geothermia.pdf>

Βουρδουμπάς, Γ. (2010). *Η ιστορία της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας*. Ανάκτηση από [haniotika-nea.gr](http://haniotika-nea.gr)

- Βουτυράκης, Μ. (2008). *Εξέλιξη της Αιολικής Ενέργειας διαχρονικά και τεχνολογικά*.  
Ανάκτηση από ecocrete.gr
- Γεωργόπουλος, Α. (2006). *Γη, Ένας Μικρός και Εύθραυστος Πλανήτης*. Αθήνα:  
Gutenberg.
- Γιακουμέλος, Ε. (2014). *Υδροηλεκτρική Ενέργεια*. Στο *Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών  
Ενέργειας*. Ανάκτηση από [www.ener-  
supply.eu/downloads/ENER\\_handbook\\_gr.pdf](http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf)
- Γιαννακοπούλου, Λ. (2013). *Τομέας εθνικού ενδιαφέροντος: Ενέργεια*. Αθήνα:  
Διεύθυνση Σχεδιασμού και Προγραμματισμού-Γενική Γραμματεία Έρευνας  
και Τεχνολογίας.
- Γιαννακούρας, Ι., Ζαραβέλα, Δ., & Μανδρίκας, Α. (2008). *Ανανεώσιμες-Ήπιες Πηγές  
Ενέργειας*. Ανάκτηση από <http://www.kpe.gr/documents/kallisto/energy.pdf>.
- Ζαφείρης, Χ., & Αγαπητίδης, Ι. (2012). Σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις στην  
παραγωγή και εκμετάλλευση βιοαερίου. *4ο Συνέδριο της ΕΕΔΣΑ «Διαχείριση  
Στερεών Αποβλήτων σε κρίση – Νέες Προκλήσεις και προοπτικές»*. Αθήνα:  
Εθνικό μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Ζαφειρούλη, Χ. (2020). *Ο Άη Στράτης γίνεται πράσινος: Ενεργειακή αυτονομία με  
ΑΠΕ*. Ανάκτηση από <https://www.businessdaily.gr>
- Ζαφειρούλη, Χ. (2021). *Χρονιά των ρεκόρ το 2020 στα αιολικά: Ποιοι είναι οι μεγάλοι  
"παίκτες"*. Ανάκτηση από [businessdaily.gr](http://businessdaily.gr)
- IENE. (2021). *Διπλασιασμός Ενέργειας Από Βιομάζα ως το 2050-Στην ΕΕ η  
Μεγαλύτερη Κατανάλωση Pellet Παγκοσμίως*. Ανάκτηση από [iene.gr](http://iene.gr)

- Καλαϊτζίδου, Ι. (2008). *Το ενεργειακό ζήτημα: Μερικές προσεγγίσεις*. Ανάκτηση από <http://www.pokethe.gr/wordpress/?p=24>
- ΚΑΠΕ. (2014). *Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης: σύμφωνα με την παρ. 2 του Άρθρου 24 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ*. Ανάκτηση από <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20142207.pdf>
- Καράγιωργας, Μ. (2002). Γεωθερμία. Στο Ε. Τζανακάκη, & Ε. Μπάτρα, *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα* (σσ. 18-19). Αθήνα: ΚΑΠΕ.
- Καρύδης, Μ. (2013). Αυτοκίνηση: Ένας αιώνας ονείρου και αμφισβήτησης. Στο Μ. Καΐλα, Α. Μόγιας, & Β. Παπαβασιλείου, *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία στις αρχές του 21ου αιώνα: Προβλήματα και προβληματισμοί σε εποχές κρίσης*. Αθήνα: Διάδραση.
- Κασίνης, Σ., & Πιριπίτση, Κ. (2010). *Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια: Για μαθητές Μέσης και Τεχνικής Εκπαίδευσης*. Ανάκτηση από <http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf>
- Κόλλιας, Φ. (2022). *Αιολική ενέργεια: Επενδύσεις 1,2 δισ. στην Ελλάδα το 2021*. Ανάκτηση από [powergame.gr](http://powergame.gr)
- Κορωναίος, Χ. Ι. (2012). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας [πανεπιστημιακές σημειώσεις]*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διεπιστημονικό - Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) «Περιβάλλον και Ανάπτυξη».
- Λιάγγου, Χ. (2022). *Ευνοϊκότερο πλαίσιο για μεγάλες επενδύσεις ΑΠΕ*. Ανάκτηση από [kathimerini.gr](http://kathimerini.gr)

- Μαλαματένιος, Χ. (2014). *Αιολική Ενέργεια. Στο Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*. Ανάκτηση από [http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER\\_handbook\\_gr.pdf](http://www.ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf)
- Μαστοράκης, Μ. (2022). *Στις προτεραιότητες του ΔΕΣΦΑ το βιομεθάνιο – Μέχρι τέλος Ιουνίου η εισήγηση του Διαχειριστή στο ΥΠΕΝ και στα «σκαριά» πιλοτικό έργο*. Ανάκτηση από [energypress.gr](http://energypress.gr)
- Μιχαήλ, Δ. (1999). Εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατοικία. Στο Ε. Φλογαΐτη, & Π. Βασάλα, *Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία. Το ενεργειακό ζήτημα: προσεγγίσεις και διαστάσεις*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Μίχος, Α. (1983). Άνεμος: Μια πανάρχαια όσο και σύγχρονη πηγή ενέργειας. *Οικολογία και Περιβάλλον*, 7.
- Μυλόπουλος, Γ. (2022). *Οι διεθνείς και οι εγχώριες διαστάσεις της ενεργειακής κρίσης*. Ανάκτηση από [naftemporiki.gr](http://naftemporiki.gr)
- Παπαδόπουλος, Α. Μ. (2002). *Οικονομική Ανάλυση Ενεργειακών Συστημάτων [πανεπιστημιακές σημειώσεις]*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Παπαϊωάννου, Γ., Herr, H., & Harterich, M. (2009). *Ήπιες μορφές ενέργειας*. Αθήνα: ΙΩΝ.
- ΣΕΒ. (2012). *Τεχνολογία και Καινοτομία: Τεχνολογίες Ενέργειας*. Αθήνα: ΣΕΒ.
- Ταμπάκης, Σ. (2011). *Αξιολόγηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τους φοιτητές Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων του Δ.Π.Θ.* Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ.

- ΤΕΕ. (2018). *Εφαρμογές ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ στην Ελλάδα*. Ανάκτηση από <http://tkm.tee.gr/wpcontent/uploads/2018/02/12-31.pdf>.
- Τράτσα, Μ. (2021). *Οι ΑΠΕ κύρια πηγή ενέργειας στην Ελλάδα το 2021*. Ανάκτηση από [in.gr](http://in.gr)
- Τράτσα, Μ. (2022). *Τα φωτοβολταϊκά στις στέγες στο REPowerEU*. Ανάκτηση από [ot.gr](http://ot.gr)
- Τσίππρας, Κ., & Τσίππρας, Θ. (2005). *Οικολογική Αρχιτεκτονική: Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*. Αθήνα: Κέδρος Α.Ε.
- Τσιώλης, Σ. (2002). Ηλεκτροδότηση οικισμών με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο Ε. Τζανακάκη, & Ε. Μπάτρα, *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα* (σσ. 22-23). Αθήνα: ΚΑΠΕ.
- Φραντζής, Γ. (2020). *Βιομάζα: η απεριόριστη ενέργεια που βρίσκεται γύρω μας*. Ανάκτηση από [maxmag.gr](http://maxmag.gr)