



Electrical & Computer  
Engineering Department

**UNIVERSITY OF  
PELOPONNESE**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΑΡΒΑΝΙΤΗΣ ΗΛΙΑΣ Α.Μ: 7541**

**ΔΕΛΑΤΟΛΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ Α.Μ: 7591**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2023**

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Εισαγωγή.....	4
1. Ενέργεια.....	6
1.1 Ορισμός.....	6
1.2 Ενεργειακό Πρόβλημα.....	10
1.3 Αντιμετώπιση Ενεργειακού Προβλήματος.....	13
2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	17
2.1 Ορισμός.....	17
2.2 Οφέλη.....	22
2.3 Μορφές Ενέργειας.....	25
2.3.1 Αιολική.....	26
2.3.2 Υδροηλεκτρική.....	29
2.3.3 Ηλιακή.....	35
2.3.4 Βιομάζα.....	40
2.3.5 Γεωθερμική.....	46
2.4 Μειονεκτήματα.....	52
3. Φωτοβολταϊκά Συστήματα-Πάρκα.....	54
3.1 Ορισμός.....	54
3.2 Χαρακτηριστικά.....	59
3.3 Τύποι Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	62
3.4 Τεχνολογία Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	77
3.5 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	78
3.6 Αντιστροφείς.....	80
3.7 Συσσωρευτές.....	83
3.8 Οφέλη.....	87
3.9 Κόστος.....	90
3.10 Μειονεκτήματα.....	91
Συμπεράσματα.....	95
Βιβλιογραφία.....	98

## Περίληψη

Η ενέργεια αναφέρεται στη δυνατότητα και τη δύναμη που επιτρέπει στα συστήματα και τα αντικείμενα να εκτελούν έργο και να παράγουν μεταβολές. Είναι ουσιώδης για τη λειτουργία του σύμπαντος, την κίνηση και τη μεταβολή των πραγμάτων, την οικονομία, την αειφορία και την ανθρώπινη ευημερία. Η αποτελεσματική χρήση και η διατήρηση της ενέργειας είναι σημαντικές για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας και της ισορροπίας στον κόσμο μας. Τις τελευταίες δεκαετίες η ανάγκη μείωσης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μη ανανεώσιμες και ρυπογόνες πηγές όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας, το φυσικό αέριο και τα πυρηνικά καύσιμα και η αντικατάστασή τους με καθαρές και ανανεώσιμες πηγές, όπως το φως και ο άνεμος, θεωρείται από το ευρύ κοινό, τις κυβερνήσεις και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής ως βασική προτεραιότητα για τη διατήρηση και τη βελτίωση μιας υγιούς και βιώσιμης ποιότητας ζωής. Αυτή η κατάσταση παρακίνησε τις δημόσιες αρχές να αναπτύξουν κίνητρα για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές εισάγοντας διαφορετικούς τύπους ερεθισμάτων, όπως χρηματοδότηση έρευνας νέων και βελτιωμένων «καθαρών» τεχνολογιών και υλικών και επιδοτήσεις για την κατασκευή πάρκων ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι εκτεταμένες εγκαταστάσεις που αποτελούνται από φωτοβολταϊκούς συλλέκτες ή πάνελ, που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτές οι εγκαταστάσεις αποτελούν μια σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα προσφέρουν ανανεώσιμη ενέργεια, μειώνουν την εξάρτηση από τις εισαγωγές ενέργειας, προάγουν τη βιωσιμότητα, μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, είναι οικονομικά ανταγωνιστικά, παρέχουν ανεξαρτησία και είναι

ευέλικτα στην αναβάθμιση και επέκταση. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν τα φωτοβολταϊκά πάρκα μια ελκυστική επιλογή για την παραγωγή καθαρής ενέργειας και την προώθηση της βιωσιμότητας. Επιπλέον, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων συμβάλλει στη δημιουργία θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο, καθώς απαιτείται εργατικό δυναμικό για την κατασκευή, τη συντήρηση και τη διαχείρισή τους. Αυτό συμβάλλει στην τοπική οικονομία και ανάπτυξη. Τέλος, τα φωτοβολταϊκά πάρκα αποτελούν ένα σύμβολο της τεχνολογικής πρόοδου και της καινοτομίας. Η συνεχής έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας οδηγεί σε βελτιώσεις στην απόδοση και την αποτελεσματικότητα των συστημάτων, επιτρέποντας μας να εκμεταλλευόμαστε ακόμα περισσότερο την ηλιακή ενέργεια.

Ωστόσο παρουσιάζονται και ορισμένα μειονεκτήματα. Το υψηλό κόστος εγκατάστασης, η εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες, η απαίτηση μεγάλης έκτασης γης, η ανάγκη για υποδομή μεταφοράς και διασύνδεσης, η ανάγκη συντήρησης και επισκευών, καθώς και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και το τοπίο αποτελούν προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίζονται για την αποτελεσματική χρήση των φωτοβολταϊκών πάρκων. Παρόλα αυτά, με τη συνεχή τεχνολογική πρόοδο και την αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, τα φωτοβολταϊκά πάρκα αναμένεται να συνεχίσουν να αναδεικνύονται ως σημαντική πηγή καθαρής ενέργειας για το μέλλον.

## **Εισαγωγή**

Η ενέργεια αποτελεί ζωτικής σημασίας πόρο για τη λειτουργία της κοινωνίας και της οικονομίας. Ωστόσο, το ενεργειακό πρόβλημα αναφέρεται στις προκλήσεις που συναντώνται σε σχέση με την παραγωγή, την κατανάλωση και την αειφορία της ενέργειας. Οι προκλήσεις αυτές περιλαμβάνουν την εξάντληση των μη ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, την κλιματική αλλαγή και την ανάγκη για μετάβαση σε πιο αειφόρες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η βιομάζα και η γεωθερμική ενέργεια, έχουν αναδειχθεί ως εναλλακτικές λύσεις που μειώνουν την εξάρτησή μας από τις μη ανανεώσιμες πηγές.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Καθώς η ηλιακή ενέργεια είναι άφθονη, τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μια από τις πιο βιώσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που υπάρχουν. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα μειώνουν την εξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα, προωθώντας την αειφόρο ανάπτυξη και μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ που παράγουν ενέργεια είναι μη ρυπογόνα και απεριόριστα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από μικρά συστήματα που τροφοδοτούν φορτία όπως αισθητήρες ή οικιακό φωτισμό έως μεγάλα συστήματα που τροφοδοτούν ηλεκτρική ενέργεια απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο. Ένα μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων-πάρκων είναι η ανάγκη για μεγάλο χώρο για την εγκατάστασή τους. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα απαιτούν έκταση γης για την τοποθέτηση των πάνελ, και αυτό μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις, ειδικά σε περιοχές με περιορισμένο διαθέσιμο χώρο. Η χρήση μεγάλων εκτάσεων γης για τα φωτοβολταϊκά πάρκα μπορεί να επηρεάσει την γεωργική δραστηριότητα, την οικολογική ισορροπία και την ερήμωση της περιοχής.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να αναλύσει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στη σημασία των φωτοβολταϊκών πάρκων-συστημάτων. Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται συζήτηση για την έννοια της ενέργειας καθώς και του ενεργειακού προβλήματος. Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Συγκεκριμένα, αναφέρονται διάφορες μορφές όπως ή αιολική, υδροηλεκτρική, ηλιακή, γεωθερμική ενέργεια καθώς και η βιομάζα, ενώ παράλληλα παρατίθενται και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Προχωρώντας, το τρίτο και βασικό κεφάλαιο της εργασίας, μελετά τη δομή των φωτοβολταϊκών πάρκων-συστημάτων. Αρχικά, γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά, στους τύπους, στην τεχνολογία και εγκατάστασή τους ενώ στην πορεία αναφέρονται τα οφέλη καθώς και το κόστος και τα μειονεκτήματά τους.

## **1. Ενέργεια**

### **1.1 Ορισμός**

Η ενέργεια είναι ένα βασικό θέμα σήμερα, στην επιστήμη και την τεχνολογία καθώς και στην κοινωνία γενικότερα. Η βιβλιογραφία για θέματα που σχετίζονται με την ενέργεια είναι άφθονη και καλύπτει επιστημονικές και τεχνικές πτυχές. Η ενέργεια είναι η ικανότητα ενός αντικειμένου ή συστήματος να πραγματοποιήσει μια αλλαγή στην κατάστασή του ή στο περιβάλλον του. Σύμφωνα με τον νόμο της διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια δεν μπορεί να δημιουργηθεί ή να καταστραφεί, αλλά μόνο να μετατραπεί από μια μορφή σε μια άλλη. Υπάρχουν διάφορες μορφές ενέργειας, όπως η κινητική ενέργεια, η δυναμική ενέργεια, η ηλεκτρική ενέργεια, η θερμική ενέργεια κ.λπ. και αυτές μπορούν να μετατραπούν από τη μία μορφή στην άλλη,

ανάλογα με το είδος της αλληλεπίδρασης που συμβαίνει στο σύστημα. (Mehling, 2017)

Η ενέργεια έχει αναγνωριστεί ως απαραίτητος πόρος για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών. Είναι η ικανοποίηση των καθημερινών ανθρώπινων αναγκών, που δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς ενέργεια που φέρνει άνεση και ευκολία στην ανθρώπινη ζωή. Αυτό επιβεβαιώνεται από τους Owate, Nte και Nna (2005), καθώς υποστήριζαν ότι η άνεση της καθημερινής ζωής σε συνδυασμό με τις απαιτητικές δραστηριότητές της θα ήταν αρκετά διαφορετική χωρίς ενέργεια. (Festus & Ogoegbunam, 2015)

Η σημασία της ενέργειας είναι πολύ σημαντική για την ανθρωπότητα και την παγκόσμια οικονομία. Η ενέργεια είναι απαραίτητη για τη λειτουργία των συστημάτων, όπως οι ηλεκτρικές συσκευές, τα μέσα μεταφοράς και η βιομηχανία. Επιπλέον, η ενέργεια παίζει σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την αειφόρο ανάπτυξη. Η ανάπτυξη και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ο ηλιακή και η αιολική, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. (Mohammadi, Noorollahi, Mohammadi-ivatloo, & Yousefi, 2017)

Η ενέργεια διαδραματίζει επίσης έναν σημαντικό ρόλο στην επιστήμη και την τεχνολογία. Οι επιστημονικές ανακαλύψεις και οι τεχνολογικές καινοτομίες στον τομέα της ενέργειας έχουν επιτρέψει την ανάπτυξη πιο αποδοτικών και καθαρότερων μεθόδων παραγωγής, αποθήκευσης και χρήσης ενέργειας. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, και την αναβάθμιση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας

των συστημάτων ενέργειας. Επίσης, η ενέργεια είναι σημαντική σε πολλούς κλάδους της κοινωνίας. Στον τομέα της υγείας, η ενέργεια χρησιμοποιείται για τη λειτουργία ιατρικών συσκευών, τη διατήρηση θερμοκρασίας φαρμάκων και την παροχή ενεργειακής υποστήριξης σε ασθενείς. Στον τομέα των μεταφορών, η ενέργεια καθορίζει την κινητικότητα και τη λειτουργία των οχημάτων. Επιπλέον, η ενέργεια είναι απαραίτητη για την καθημερινή ζωή μας, όπως για τη φωτισμό των σπιτιών και των κτιρίων, τη λειτουργία οικιακών συσκευών, τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων, την παροχή νερού και τη διατήρηση των τροφίμων. (Mehling, 2017)

Επιπλέον, η ενέργεια έχει και μια σημαντική πολιτική και οικονομική διάσταση. Οι πόροι ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα, συχνά αποτελούν αντικείμενο γεωπολιτικών ανταγωνισμών και επηρεάζουν τις παγκόσμιες σχέσεις και τις οικονομίες των χωρών. Η εξασφάλιση βιώσιμων και ασφαλών πηγών ενέργειας αποτελεί πρόκληση για πολλές κοινότητες και χώρες. Τέλος, η ενέργεια έχει και έναν πνευματικό και πολιτισμικό ορίζοντα. Συμβολίζει τη δύναμη, τη δημιουργικότητα και την πρόοδο της ανθρωπότητας. Έχει εμπνεύσει την τέχνη, τη λογοτεχνία, τη μουσική και τον πολιτισμό γενικότερα. Πολλά έργα τέχνης και λογοτεχνίας έχουν αναφορές στην ενέργεια και τη σπουδαιότητά της στην ανθρώπινη εμπειρία. Επιπλέον, η ενέργεια είναι συχνά στο επίκεντρο κοινωνικών και πολιτικών συζητήσεων, καθώς ο τρόπος παραγωγής και κατανάλωσής της επηρεάζει τον τρόπο ζωής, τις αξίες και τις προτεραιότητες της κοινωνίας. Ακόμη, η ενέργεια έχει και μια σπουδαιότητα σε σχέση με την ανθρώπινη ευημερία και την ποιότητα ζωής. Η πρόσβαση σε καθαρή και προσιτή ενέργεια είναι απαραίτητη για την κάλυψη των βασικών αναγκών των ανθρώπων, όπως η διατροφή, η υγιεινή, η εκπαίδευση και η υγεία. Η έλλειψη πρόσβασης σε ενέργεια μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομική



ανάπτυξη και την κοινωνική σταθερότητα, ενώ η ανεπαρκής προμήθεια ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε κοινωνικές ανισότητες και αποκλεισμό. (Mehling, 2017)

Η ενέργεια παίζει κρίσιμο ρόλο στην οικονομία, καθώς η παραγωγή και η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα των δαπανών μιας χώρας. Επιπλέον, η ενέργεια είναι σημαντική για τη βιομηχανία, τη μεταφορά, την υγεία και την εκπαίδευση. Η ενέργεια είναι μια σημαντική έννοια σε πολλούς τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας. Παρακάτω αναφέρονται κάποια από τα σημαντικότερα σημεία σχετικά με την έννοια της ενέργειας:

- Στη φυσική, η ενέργεια είναι μια βασική ποσότητα που μετρείται σε μονάδες όπως τζάουλ (Joule), ηλεκτρονοβόλτ (electron-volt) και calorie. Η ενέργεια μπορεί να μετατραπεί από μία μορφή σε μία άλλη, όπως η ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική ενέργεια ή η κινητική ενέργεια σε δυναμική ενέργεια.
- Στην τεχνολογία, η ενέργεια χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει κίνηση και ηλεκτρική ενέργεια. Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές όπως ο ήλιος και ο αέρας είναι ένας σημαντικός τομέας της τεχνολογίας που μπορεί να μειώσει την εξάρτηση από τις πηγές ενέργειας που προκαλούν αέρια θερμοκηπίου και ρύπανση.
- Στη βιολογία, η ενέργεια χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της ζωής και τη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων, όπως η αναπαραγωγή.
- Η ενέργεια είναι ένας παράγοντας που συνδέεται με την αειφορία και την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς η υπερβολική κατανάλωση ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε κλιματικές αλλαγές και περιβαλλοντικές καταστροφές. (Mohammadi, Noorollahi, Mohammadi-ivatloo, & Yousefi, 2017)



**Εικόνα 1:** Ενέργεια

Πηγή:

<https://anoixtosxoleio.weebly.com/epsilon941rhogammaepsiloniotaalpha.html>

## **1.2 Ενεργειακό Πρόβλημα**

Το ενεργειακό πρόβλημα αφορά την ανάγκη για ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο και τις προκλήσεις που προκύπτουν από την παραγωγή, μεταφορά, διανομή και χρήση της ενέργειας. Η ζήτηση για ενέργεια αυξάνεται σταθερά καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός και η οικονομία αναπτύσσονται, ενώ οι περιορισμένες πηγές ενέργειας εξαντλούνται. Το ενεργειακό πρόβλημα περιλαμβάνει επίσης τον αντίκτυπο της ενέργειας στο περιβάλλον και την αλλαγή του κλίματος, καθώς η παραγωγή και η χρήση ορισμένων πηγών ενέργειας εκπέμπουν ρύπους στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, οι εξαρτήσεις από εισαγόμενες πηγές ενέργειας μπορεί να δημιουργήσουν πολιτικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς κινδύνους. (Coyle & Simmons, 2014)

Το ενεργειακό πρόβλημα αναφέρεται στη δυσκολία που αντιμετωπίζουν πολλές χώρες στον εφοδιασμό τους με ενέργεια σε αποδεκτές τιμές και μειωμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι πρωταρχικοί παράγοντες αυτού του προβλήματος περιλαμβάνουν την αύξηση της ζήτησης ενέργειας λόγω της ανάπτυξης της βιομηχανίας και της αύξησης του πληθυσμού, καθώς και τη μείωση των πόρων ενέργειας λόγω της ανθρώπινης κατανάλωσης και της αλλαγής του κλίματος. Το ενεργειακό πρόβλημα επηρεάζει επίσης την ασφάλεια των ενεργειακών παραγόντων, όπως των πυρηνικών αντιδραστήρων και των πετρελαϊκών εγκαταστάσεων. Η αστοχία τους μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για το περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων. (Kazici, et al., 2018)

Το ενεργειακό πρόβλημα επιδεινώνεται από το γεγονός ότι πολλές από τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι από πεπερασμένους πόρους, όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας. Αυτό σημαίνει ότι οι πόροι αυτοί θα εξαντληθούν στο μέλλον και θα κάνουν ακόμα πιο δύσκολη την εξασφάλιση της απαραίτητης ενέργειας για τις μελλοντικές γενιές. Οι επιπτώσεις του ενεργειακού προβλήματος είναι πολλαπλές και επηρεάζουν τόσο το περιβάλλον όσο και την οικονομία και την κοινωνία. Οι περισσότερες από αυτές τις επιπτώσεις συνδέονται με την υπερβολική χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα, η αλλαγή του κλίματος, η υπερθέρμανση του πλανήτη, η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού και της γης, και η απώλεια βιοποικιλότητας. (Festus & Ogoegbunam, 2015)

Ουσιαστικά, η ενεργειακή κρίση αναφέρεται σε μια κατάσταση όπου υπάρχει έλλειψη ή ανεπαρκής διαθεσιμότητα ενέργειας για κάποια κοινωνία ή έναν οικονομικό τομέα. Αυτό μπορεί να συμβεί είτε λόγω της έλλειψης προμηθευτών ενέργειας (π.χ. πετρελαίου, φυσικού αερίου, ηλεκτρικής ενέργειας) είτε λόγω της

αδυναμίας της κοινωνίας να αξιοποιήσει αποτελεσματικά την ενέργεια που διαθέτει. Η έλλειψη ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες τιμές καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μείωση της παραγωγής και των επιχειρηματικών ευκαιριών, καθώς και σε μείωση της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας. (Coyle & Simmons, 2014)

Η ενεργειακή κρίση μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, η ανάπτυξη της οικονομίας, η αυξανόμενη εξάρτηση από τις συγκεντρώσεις πετρελαίου, η φυσική φθορά των ενεργειακών πόρων και η αλλαγή του κλίματος. Ένα σημαντικό ζήτημα είναι η κλιματική αλλαγή που προκαλείται από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο, που προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η μείωση αυτών των εκπομπών μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κλιματικού αντικτύπου και της εξάντλησης των φυσικών ενεργειακών πόρων. Επιπλέον, η ενεργειακή κρίση επηρεάζει επίσης την τιμή της ενέργειας και το κόστος ζωής των ανθρώπων, ειδικά των φτωχότερων κοινωνικών στρωμάτων. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των ενεργειακών λογαριασμών και της επιβάρυνσης των νοικοκυριών. (Coyle & Simmons, 2014)



**Εικόνα 2:** Αιτίες Ενεργειακής Κρίσης

Πηγή: <https://sdgresources.relx.com/articles/mitigating-current-energy-crisis-nepal-renewable-energy-sources>

### 1.3 Αντιμετώπιση Ενεργειακού Προβλήματος

Πολλές χώρες επιδιώκουν να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας, την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και την ανάπτυξη βιώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Επιπλέον, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η ενθάρρυνση της χρήσης μεταφορικών μέσων που χρησιμοποιούν εναλλακτικές πηγές καυσίμων, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα, μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος. Ωστόσο, η αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος

απαιτεί επίσης τη λήψη πολιτικών αποφάσεων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, καθώς και την ενημέρωση και την ευαισθητοποίηση του κοινού. Πρέπει να υιοθετηθούν δραστικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την ανανέωση των πηγών ενέργειας με μεθόδους που σέβονται το περιβάλλον. Η διεθνής συνεργασία είναι επίσης κρίσιμη για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος, καθώς η ενέργεια είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την παγκόσμια οικονομία. Η συνεργασία στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης νέων τεχνολογιών, η ανταλλαγή πληροφοριών και η συνεργασία σε διεθνείς συμφωνίες μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση αυτού του προβλήματος. (Festus & Ogoegbunam, 2015)

Η εξοικονόμηση ενέργειας και η αποδοτική χρήση των πόρων ενέργειας αποτελούν σημαντικούς παράγοντες στην αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος. Η αναβάθμιση των υφιστάμενων υποδομών και η εισαγωγή νέων τεχνολογιών μπορεί να μειώσει τη ζήτηση για ενέργεια και να βελτιώσει την απόδοση των ενεργειακών συστημάτων. Η ενεργειακή απόδοση και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ο ήλιος, ο αέρας και το νερό, αποτελούν εναλλακτικές λύσεις στο πρόβλημα της εξάρτησης από πεπερασμένους πόρους ενέργειας. (Coyle & Simmons, 2014)

Το ενεργειακό πρόβλημα στην Ευρώπη αφορά την αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια και την ανάγκη μετάβασης σε πιο αειφόρες πηγές ενέργειας, καθώς και τις προκλήσεις στην ασφάλεια του εφοδιασμού ενέργειας. Πολλά κράτη μέλη της ΕΕ εξαρτώνται από εισαγωγές ενέργειας, κυρίως από τη Ρωσία, και αυτό τους καθιστά ευάλωτους σε ενδεχόμενες διακοπές εφοδιασμού. Η Ευρώπη έχει αναλάβει δράση για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, προωθώντας την ανάπτυξη πιο αειφόρων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, καθώς και την αύξηση της αποδοτικότητας της ενέργειας. Επιπλέον, η ΕΕ έχει δρομολογήσει προγράμματα για τη διασύνδεση των δικτύων ενέργειας των κρατών μελών, προκειμένου να αυξηθεί η

ασφάλεια του εφοδιασμού και να μειωθεί η εξάρτηση από εισαγωγές ενέργεια.  
(Ellabban, Rub, & Blaabjerg, 2014)

Παρόλα αυτά, το ενεργειακό πρόβλημα παραμένει μια πρόκληση για την Ευρώπη και απαιτεί συνεχή προσπάθεια και δράση. Παραδείγματα τέτοιων προσπαθειών είναι η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε κτίρια και οχήματα, η ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας. Ένα σημαντικό ζήτημα που σχετίζεται με το ενεργειακό πρόβλημα στην Ευρώπη είναι η κλιματική αλλαγή. Η χρήση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Η μετάβαση σε αιφόρες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, είναι σημαντική για τη μείωση των εκπομπών και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. (Mohammadi, Noorollahi, Mohammadi-ivatloo, & Yousefi, 2017)

Για να αντιμετωπιστεί η ενεργειακή κρίση, είναι αναγκαίο να υπάρξει μια παγκόσμια προσπάθεια για την ανάπτυξη και χρήση βιώσιμων μορφών ενέργειας όπως η ανανεώσιμες πηγές, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική και η γεωθερμική ενέργεια. Η ενεργειακή απόδοση είναι ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Η αποτελεσματικότερη χρήση της ενέργειας μπορεί να μειώσει τη ζήτηση ενέργειας και να εξοικονομήσει περισσότερη ενέργεια. Επιπλέον, η ενεργειακή κρίση μπορεί να αντιμετωπιστεί μέσω της ενίσχυσης της ενεργειακής ασφάλειας μέσω της διαφοροποίησης των πηγών ενέργειας και της επένδυσης σε ενεργειακά έργα υποδομής, όπως η κατασκευή νέων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η βελτίωση των ενεργειακών δικτύων και η ανάπτυξη της τεχνολογίας ενέργειας. (Festus & Ogoegbunam, 2015)

Η ενεργειακή κρίση είναι ένα πολυσύνθετο πρόβλημα που απαιτεί διάφορους τρόπους αντιμετώπισης. Ορισμένοι τρόποι που μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης είναι οι εξής:

1. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και των οχημάτων: Μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια και τα οχήματα, μπορεί να μειωθεί η ζήτηση ενέργειας και η εξάρτηση από τις πηγές ενέργειας.
2. Ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και ο άνθρακας.
3. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της βιομηχανίας: Η βιομηχανία αποτελεί μεγάλο καταναλωτή ενέργειας. Με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της βιομηχανίας, μπορεί να μειωθεί η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου.
4. Ανάπτυξη νέων τεχνολογιών: Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όπως η ηλεκτροκίνηση στα οχήματα, η αποθήκευση ενέργειας και η διαχείριση του δικτύου ενέργειας, μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της εξάρτησής από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
5. Ενθάρρυνση της εξοικονόμησης ενέργειας: Με την ενθάρρυνση της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω προγραμμάτων επισκευής και αναβάθμισης κτιρίων, της ανακύκλωσης και της χρήσης αποδοτικότερων οικιακών συσκευών, μπορούμε να μειώσουμε τη ζήτηση ενέργειας και την εξάρτησή μας από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. (Festus & Ogoegbunam, 2015)

Συνολικά, η αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος στην Ευρώπη απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία θα συνδυάζει την ανάπτυξη νέων πηγών ενέργειας με τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη μείωση της



ενεργειακής κατανάλωσης. Η προώθηση της καινοτομίας και της έρευνας είναι επίσης σημαντική για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και τη βελτίωση της απόδοσης των υφιστάμενων συστημάτων ενέργειας. Τέλος, η συνεργασία και η συντονισμένη δράση μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος σε ευρωπαϊκό επίπεδο. (Coyle & Simmons, 2014)

## **2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

### **2.1 Ορισμός**

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), που εγκρίθηκαν από τη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (UNGA) το 2015, παρέχουν ένα ισχυρό πλαίσιο για διεθνή συνεργασία για την επίτευξη ενός βιώσιμου μέλλοντος για τον πλανήτη. Οι 17 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, στο επίκεντρο της «Ατζέντας 2030», ορίζουν έναν δρόμο για την εξάλειψη της ακραίας φτώχειας, την καταπολέμηση της ανισότητας και της αδικίας και την προστασία του περιβάλλοντος του πλανήτη. Η αειφόρος ενέργεια είναι κεντρικής σημασίας για την επιτυχία της Ατζέντας 2030. Ο παγκόσμιος στόχος για την ενέργεια - SDG 7 - περιλαμβάνει τρεις βασικούς σκοπούς: εξασφάλιση οικονομικής, αξιόπιστης και καθολικής πρόσβασης σε σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες, σημαντική αύξηση στο μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα και διπλασιασμό του παγκόσμιου ρυθμού βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. (Gielen, Boshell, Saygin, Bazilian, Wagner, & Gorini, 2019)

Η αυξανόμενη ενεργειακή ανάγκη του κόσμου, παράλληλα με τον αυξανόμενο πληθυσμό οδήγησε στη συνεχή χρήση πηγών ενέργειας που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα (Άνθρακας, Πετρέλαιο και Αέριο), η οποία δημιούργησε πολλές προκλήσεις

όπως: εξάντληση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων, εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα, γεωπολιτικές και στρατιωτικές συγκρούσεις και συνεχείς διακυμάνσεις των τιμών των καυσίμων. Αυτά τα προβλήματα δημιούργησαν μη βιώσιμες καταστάσεις. Για το λόγο αυτό, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η πιο σημαντική εναλλακτική λύση στις αυξανόμενες προκλήσεις. (Owusu & Sarkodie, 2016)

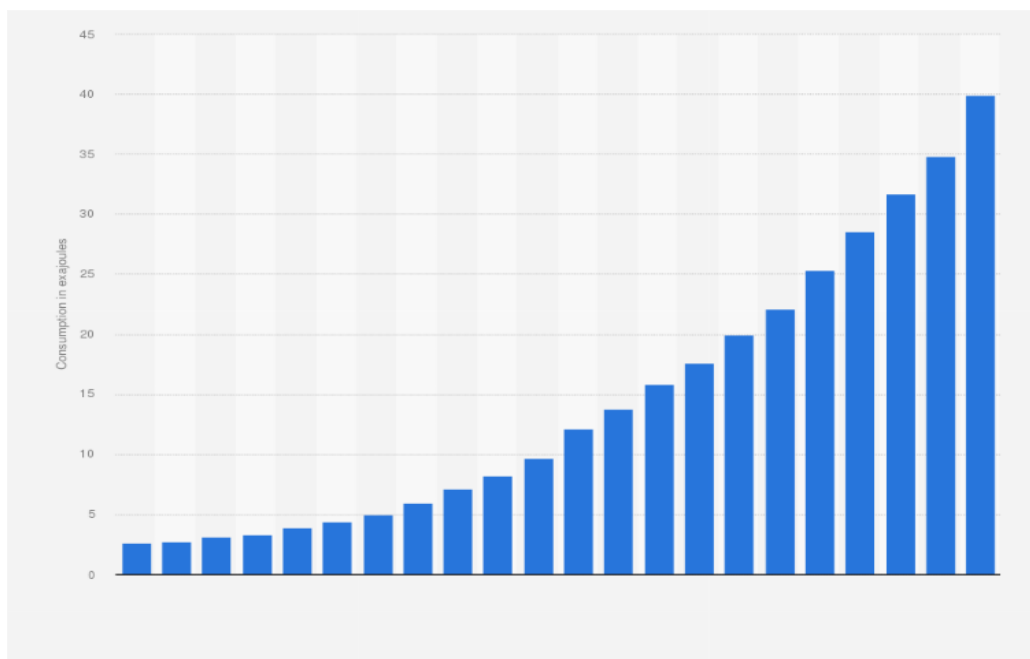
Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πηγές ενέργειας που αναπληρώνονται συνεχώς από τη φύση και προέρχονται απευθείας από τον ήλιο, έμμεσα από τον ήλιο, ή από άλλες φυσικές κινήσεις και μηχανισμούς του περιβάλλοντος. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν περιλαμβάνουν ενεργειακούς πόρους που προέρχονται από ορυκτά καύσιμα, απόβλητα από ορυκτές πηγές ή απόβλητα από ανόργανες πηγές. (Ellabban, Rub, & Blaabjerg, 2014)

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το κύριο συστατικό των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) είναι το διοξείδιο του άνθρακα, υπάρχει μια παγκόσμια ανησυχία για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα. Από την άποψη αυτή, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν διαφορετικές πολιτικές για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, όπως η ενίσχυση της ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ενθάρρυνση των τεχνολογικών καινοτομιών. Η σημασία των εναλλακτικών πηγών ενέργειας συνδυάζεται με τις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής που συνδέονται με την υπερβολική χρήση ορυκτών καυσίμων. Η προσφορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξάνεται συνεχώς. Τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί μεγάλος όγκος επενδύσεων και η πρόοδος της τεχνολογίας έδωσε τη δυνατότητα στις χώρες να παράγουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πιο οικονομικά. (Abolhosseini, Heshmati, & Altmann, 2014)

Αναμένεται ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα γίνουν η κύρια λύση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Για το λόγο αυτό, οι περισσότερες χώρες επενδύουν σε μεγάλο βαθμό σε διαφορετικούς τύπους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προσπαθούν να αντικαταστήσουν τις μη ανανεώσιμες με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όσο πιο γρήγορα είναι οικονομικά εφικτό. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA) και το World Energy Outlook 2019, «οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, συνοδευόμενες από απότομες μειώσεις του κόστους για τα φωτοβολταϊκά και ειδικότερα την αιολική ενέργεια. Μέχρι το 2018, οι περισσότερες χώρες στον κόσμο είχαν θέσει σε εφαρμογή κάποιας μορφής στόχους για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και περισσότερες από 150 χώρες είχαν εφαρμόσει πολιτικές για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στον τομέα της ενέργειας. Περισσότερες από 45 χώρες είχαν επίσης εφαρμόσει πολιτικές για την υποστήριξη της χρήσης βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών: καμία νέα χώρα δεν πρόσθεσε ρυθμιστικά κίνητρα ή εντολές για τις ανανεώσιμες μεταφορές το 2018, αλλά ορισμένες χώρες ενίσχυσαν τα υπάρχοντα. (Zohuri, Rahmani, & Behgounia, 2022)

Ο Nezhnikova et al. (2018) υποστήριξε ότι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια λόγω ορισμένων πλεονεκτημάτων: πρώτον, από την άποψη της ενεργειακής ασφάλειας, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να παρέχουν ευκαιρίες για διαφοροποίηση μειγμάτων καυσίμων, δεύτερον, η ευρεία χρήση ανανεώσιμων πηγών μειώνει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον (μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης), τρίτον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται ενεργά σε πακέτα μέτρων για την αποκατάσταση της οικονομίας ως απάντηση στην παγκόσμια οικονομική ύφεση, τέταρτον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να είναι ένα από τα πιο αποτελεσματικά

εργαλεία για την επίλυση του προβλήματος της πρόσβασης στην ενέργεια. Ένα άλλο πλεονέκτημα στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εκδηλώνεται στην ενθάρρυνση της οικονομικής ανάπτυξης, δηλαδή στην ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα και όλων των συναφών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με αυτόν τον κλάδο. Οι ανανεώσιμες πηγές έχουν σημαντική επίδραση σε εκείνες τις χώρες των οποίων η βιομηχανία είναι ικανή να παράγει ενεργειακά μηχανήματα και εξοπλισμό με βάση τις τεχνολογικές καινοτομίες, ειδικά στις εξαγωγές τους. (Maradin, 2021)



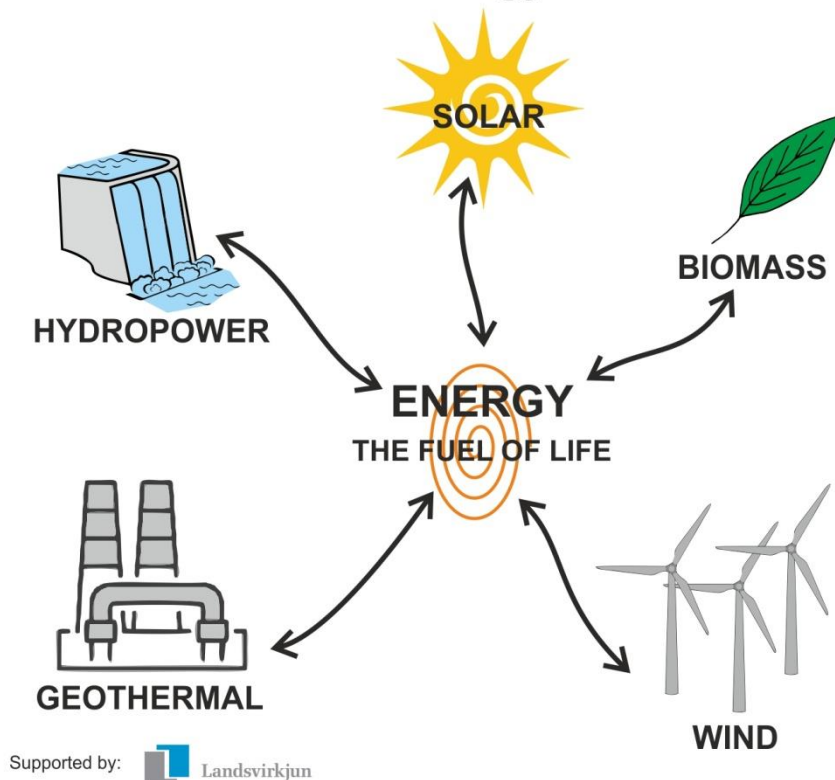
**Εικόνα 3:** Κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας παγκοσμίως από το 2000 έως το 2021

Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/274101/world-renewable-energy-consumption/>

Στην ανάλυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η υπάρχουσα βιβλιογραφία παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της συνολικής αξιοποίησής τους. Έτσι, ο Mohtasham (2015) επεσήμανε ότι η εφαρμογή οποιασδήποτε ανανεώσιμης ενέργειας απαιτεί μια ανάλυση βιωσιμότητας, η οποία

εξαρτάται από τρία κύρια στοιχεία, τα οποία είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, το κόστος των εξωτερικών επιδράσεων και η οικονομία και η χρηματοδότηση. Οι Ellabban et al. (2014) ανέφεραν τα παγκόσμια οφέλη από την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπου τα κατηγοριοποίησαν σε περιβαλλοντικές, οικονομικές, τεχνολογικές, κοινωνικές και πολιτικές πτυχές. Επιπλέον, πρότειναν τη διαδικασία ανάπτυξης της αγοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και απεικόνισαν εμπόδια στην ανάπτυξη τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι Maradin et al. (2017) ανέλυσαν τις θετικές και αρνητικές οικονομικές επιπτώσεις των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έδειξαν ότι οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα στην τόνωση της οικονομίας και στην ανάπτυξη όχι μόνο του ενεργειακού τομέα αλλά και όλων των υποστηρικτικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με αυτόν τον κλάδο. Επιπλέον, η πρόοδος της τεχνολογίας επιτρέπει τη μείωση του κόστους των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η μείωση του επενδυτικού κόστους διεγείρει επίσης τον ανταγωνισμό στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. (Maradin, 2021)

## Renewable energy sources



**Εικόνα 4 :** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

(Πηγή: <https://polarpedia.eu/en/renewable-energy/>)

### 2.2 Οφέλη

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν μια σημαντική λύση για το πρόβλημα της εξάντλησης των συμβατικών πηγών ενέργειας, και των προβλημάτων που προκαλούνται από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο περιβάλλον. Η πρώτη και βασική αρετή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ότι είναι ανανεώσιμες, δηλαδή παράγονται από φυσικές διεργασίες και δεν εξαντλούνται. Αυτό σημαίνει ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να παρέχουν απεριόριστη ποσότητα ενέργειας για την ικανοποίηση των αναγκών, χωρίς να αποτελούν απειλή για τις μελλοντικές γενιές. Ακόμη, η παραγωγή ενέργειας από συμβατικές πηγές όπως τα ορυκτά καύσιμα, έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή μεγάλης ποσότητας αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο. Αυτά τα αέρια

προκαλούν την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και την αλλαγή του κλίματος, με σοβαρές συνέπειες για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Αντίθετα, η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές όπως ο ήλιος και ο αέρας δεν προκαλεί σχεδόν καθόλου εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου κατά την παραγωγή ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλει στη μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και την προστασία του περιβάλλοντος. (Ellabban, Rub, & Blaabjerg, 2014)

Παράλληλα, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει οικονομικά οφέλη. Η τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχει καταστεί πιο αποδοτική και οικονομικά εφικτή στην πορεία των τελευταίων ετών. Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να μειώσει το κόστος ενέργειας και να βελτιώσει την ανταγωνιστικότητα της βιομηχανίας. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να δημιουργήσει θέσεις εργασίας στον τομέα της παραγωγής και της εγκατάστασης εξοπλισμού για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, καθώς και στους τομείς της μεταφοράς, της αποθήκευσης και της διανομής ενέργειας. (Schwalbach, 2016)


Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να βοηθήσει στην τόνωση της ανάπτυξης στις αναπτυσσόμενες χώρες. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες έχουν περιορισμένη πρόσβαση σε συμβατικές πηγές ενέργειας και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από εισαγωγές ενέργειας. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία ανεξάρτητων και βιώσιμων πηγών ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες, μειώνοντας την εξάρτησή τους από τις εισαγωγές ενέργειας και βοηθώντας στην ανάπτυξη των τοπικών οικονομιών. (Abolhosseini, Heshmati, & Altmann, 2014)

Επιπλέον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να προσφέρουν μια σειρά από οφέλη στην κοινωνία. Εκτός από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), οι κυβερνήσεις έχουν θεσπίσει πολιτικές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την επίτευξη ορισμένων στόχων, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας οφελών για το περιβάλλον και την υγεία, διευκόλυνση της ενεργειακής πρόσβασης, ιδίως για τις αγροτικές περιοχές, προώθηση των στόχων ενεργειακής ασφάλειας με τη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου ενεργειακών τεχνολογιών και πόρων και βελτίωση της κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης μέσω πιθανών ευκαιριών απασχόλησης. (Ellabban, Rub, & Blaabjerg, 2014)


Ακόμη, υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για επιχειρήσεις, όπως ευκαιρίες μάρκετινγκ, μείωση των εκπομπών, χαμηλότερο ενεργειακό κόστος και πολλά άλλα. Οι επιχειρήσεις πρέπει να πρωτοστατήσουν στο να γίνουν πιο βιώσιμες, αυξάνοντας τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι εταιρείες πρέπει να γίνουν ηγέτες στην πραγματοποίηση αυτής της αλλαγής, επειδή η ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιούν είναι αναμφισβήτητα μεγαλύτερη από την ενέργεια που καταναλώνεται. Η χρήση ορυκτών καυσίμων τον περασμένο αιώνα έχει προκαλέσει μια δραματική αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα και οι εταιρείες συμβάλλουν σημαντικά στο πρόβλημα. Αυτές οι επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν τις εκπομπές τους με την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών και μπορούν να αποτελέσουν παράδειγμα για άλλες επιχειρήσεις. Οι επιχειρήσεις πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι έχουν τη δύναμη να κάνουν μια τρομερή αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο ο κόσμος χρησιμοποιεί την ενέργεια. Τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών αντί για ορυκτά καύσιμα είναι ατελείωτα και η σημασία αυτού του θέματος δεν μπορεί να αγνοηθεί. (Schwalbach, 2016)



# RENEWABLE ENERGY BENEFITS:



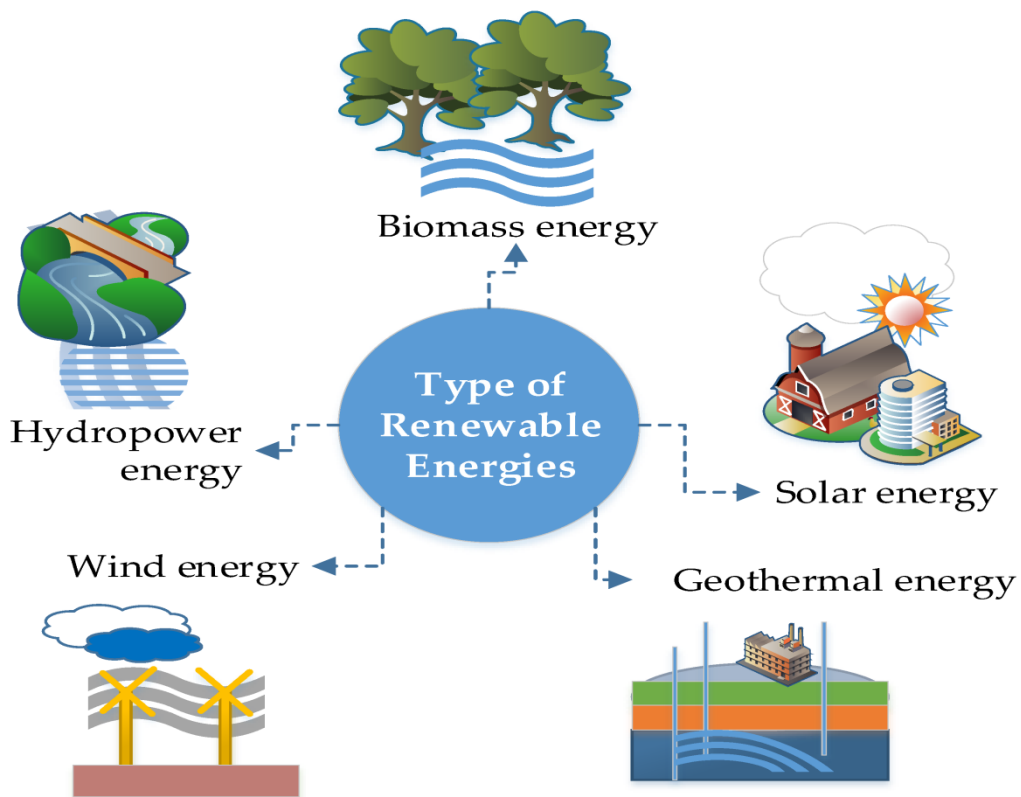
- 1 Zero emissions
- 2 Infinite resource
- 3 Lower electricity cost
- 4 Little maintenance
- 5 Better for public health
- 6 Suitable for domestic use
- 7 Reduce reliance on foreign sources
- 8 Job creation



**Εικόνα 5:** Οφέλη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Πηγή: <https://solarcalculator.com.au/advantages-and-disadvantages-of-renewable-energy/>

## 2.3 Μορφές Ενέργειας



**Εικόνα 6:** Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

### 2.3.1 Αιολική

Από τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που εφαρμόζονται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η αιολική ενέργεια κατέχει τη δεύτερη θέση μετά την υδροηλεκτρική από άποψη εγκατεστημένης ισχύος και γνωρίζει ταχεία ανάπτυξη. Η αιολική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα είναι μια ώριμη, ανταγωνιστική και ουσιαστικά απαλλαγμένη από ρύπανση τεχνολογία που χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές περιοχές του κόσμου. Στις αναπτυσσόμενες χώρες η αιολική ενέργεια είναι η βιώσιμη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να εγκατασταθεί και να μεταδοθεί πολύ γρήγορα, ακόμη και σε απομακρυσμένες, δυσπρόσιτες και λοφώδεις περιοχές. (Panwar, Kaushik, & Kothari, 2011)

Η αιολική ενέργεια θεωρείται πυλώνας του ενεργειακού συστήματος χαμηλών εκπομπών άνθρακα του μέλλοντος. Ο άνεμος είναι ένας από τους σημαντικότερους φυσικούς πόρους για τον κόσμο. Διάφοροι τρόποι και συστήματα χρησιμοποιούνται για την απόκτηση ενέργειας από τον άνεμο. Η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου ελέγχουν τις ιδιότητες του. Η αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από τη χρήση ανεμογεννητριών για τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας των αεραγωγών σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι ανεμογεννήτριες αποτελούνται από μεγάλες κινούμενες λεπίδες που προσαρμόζονται ώστε να αντιλαμβάνονται τη δύναμη του ανέμου και να μεταφέρουν αυτήν τη δύναμη σε μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η αιολική ενέργεια έχει επίσης το πλεονέκτημα ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών, όπως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακή και βιομηχανική χρήση, στην παραγωγή υδρογόνου, στην αντλία θερμότητας και στην αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες. Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχει επίσης και οικονομικά οφέλη. Η

κατασκευή και η λειτουργία αιολικών πάρκων δημιουργούν θέσεις εργασίας και προάγουν την τοπική ανάπτυξη. Επιπλέον, η τιμή της αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας την ανταγωνιστική σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας. (Alabdali, Bajawi, Fatani, & Nahhas, 2020)

Οι πρώτες ανεμογεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναπτύχθηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα. Η τεχνολογία έχει βελτιωθεί σταδιακά από τις αρχές της δεκαετίας του 1970. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1990, η αιολική ενέργεια έχει επανεμφανιστεί ως ένας από τους σημαντικότερους βιώσιμους ενεργειακούς πόρους. Από το 1970 έως το 1980, διερευνήθηκε μια ποικιλία διαμορφώσεων χερσαίων ανεμογεννητριών, συμπεριλαμβανομένων σχεδίων τόσο οριζόντιου όσο και κατακόρυφου άξονα. Σταδιακά, η σχεδίαση του οριζόντιου άξονα έφτασε να κυριαρχεί, αν και οι διαμορφώσεις διέφεραν, ιδιαίτερα ο αριθμός και ο προσανατολισμός των λεπίδων. Οι χερσαίες ανεμογεννήτριες συνήθως ομαδοποιούνται σε μονάδες αιολικής ενέργειας, που μερικές φορές ονομάζονται και αιολικά πάρκα. (Ellabban, Rub, & Blaabjerg, 2014)

Η πλειονότητα των ανεμογεννητριών μεγάλης κλίμακας είναι οριζόντιου άξονα λόγω της μεγαλύτερης απόδοσης και ισχύος τους. Οι ανεμογεννήτριες, όπως και κάθε άλλο τεχνικό στοιχείο, πρέπει να συντηρούνται τακτικά και να επισκευάζονται σε περίπτωση ελαττωμάτων. Οι κύριοι λόγοι που καθιστούν τη συντήρηση των ανεμογεννητριών ιδιαίτερης σημασίας είναι οι ασυνήθιστα δύσκολες συνθήκες περιβάλλοντος και η εξαιρετικά υψηλή δυναμική φόρτιση των εξαρτημάτων. Για να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή απόδοση παραγωγής ενέργειας της εγκατεστημένης ανεμογεννήτριας, θα πρέπει να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας. Ο στόχος είναι να αυξηθεί η διαθεσιμότητα των ανεμογεννητριών, βελτιώνοντας την αξιοπιστία της ανεμογεννήτριας ή τη συντήρησή τους ή και τα δύο. Η αξιοπιστία της

ανεμογεννήτριας είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχή λειτουργία ενός αιολικού σταθμού. (Konstantinidis & Botsaris, 2016)

Ωστόσο, υπάρχουν και μερικές προκλήσεις στη χρήση αιολικής ενέργειας. Μια από αυτές είναι η αστάθεια των ανέμων, καθώς η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα ανέμων σε συγκεκριμένες περιόδους. Επίσης, η κατασκευή αιολικών πάρκων απαιτεί κατάλληλες τοποθεσίες με ισχυρούς και σταθερούς ανέμους, πράγμα που μπορεί να περιορίσει τις επιλογές τοποθεσίας. Επιπλέον, ορισμένοι άνεμοι μπορούν να είναι πολύ δυνατοί και να προκαλέσουν προβλήματα στη λειτουργία των ανεμογεννητριών. Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, είναι σημαντικό να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός και παρακολούθηση των αιολικών έργων, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις ανάγκες των τοπικών κοινοτήτων. Παρά τις προκλήσεις, η αιολική ενέργεια παραμένει μια ισχυρή και αναπτυσσόμενη βιομηχανία παγκοσμίως. Οι τεχνολογικές βελτιώσεις στις ανεμογεννήτριες και οι επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη έχουν οδηγήσει σε αύξηση της απόδοσης και μείωση του κόστους της αιολικής ενέργειας. (Alabdali, Bajawi, Fatani, & Nahhas, 2020)



**Εικόνα 7:** Αιολική Ενέργεια

Πηγή: <http://www.allaboutenergy.gr/AiolikiEnergeia.html>

### **2.3.2 Υδροηλεκτρική**

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την απόκτηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Εκτός από την ενέργεια από τον ήλιο, τον άνεμο, το νερό μπορεί να είναι πηγή παροχής ενέργειας οδηγώντας υδροηλεκτρικά σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιώντας την ενέργεια του κινούμενου νερού. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ο μεγαλύτερος ανανεώσιμος πόρος που χρησιμοποιείται για την ηλεκτρική ενέργεια. Διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο σε πολλές περιοχές του κόσμου με περισσότερες από 150 χώρες που παράγουν υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια που παράγεται μετατρέπει την κινητική ενέργεια του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός γεννήτριου. Για να παραχθεί υδροηλεκτρική ενέργεια, χρειάζεται ένας υδάτινος φάρος ή ένα φράγμα που θα συγκεντρώνει το νερό σε μια δεξαμενή και μια σωλήνωση ή μια σήραγγα για να κατευθύνει το νερό προς το γεννήτριο. Η κίνηση του νερού στο γεννήτριο παράγει

ηλεκτρική ενέργεια που στη συνέχεια μεταδίδεται μέσω ενός δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για να τροφοδοτήσει σπίτια, επιχειρήσεις και βιομηχανίες. (Algburi, 2016)

Για χρόνια, η κίνηση του νερού θεωρείται ότι έχει σημαντικό ενεργειακό δυναμικό, δίνοντάς του εξέχοντα ρόλο μεταξύ των πηγών ΑΠΕ, όπως επισημαίνουν οι C. Llamosas και B. K. Sovacool, A. Demirbas, P. S. Nigam et al., W. Guo et al. al., F. Qu et al., and K. Spanoudaki et al. Το μερίδιο της ενέργειας από το νερό στο παγκόσμιο ενεργειακό σύστημα θεωρείται ότι θα αυξηθεί εντατικά έως το 2050, όπως διατυπώθηκε από τους Hamududu et al. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, η υδροηλεκτρική ενέργεια φιλοδοξεί να είναι η πιο ισχυρή πηγή προμήθειας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μέλλον, ως εκ τούτου αναμένεται να διαδραματίσει τον σημαντικότερο ρόλο στην απελευθέρωση του ενεργειακού συστήματος του κόσμου. (Pierzecka, Kokieli, Mitrut, Sobczak, Soboch, & Stasiak, 2022)

Το νερό έχει χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας σε νερόμυλους, πριονιστήρια και άλλες μηχανές εδώ και χιλιάδες χρόνια. Οι υδραυλικοί στρόβιλοι αναπτύχθηκαν και βελτιώθηκαν σταθερά και χρησιμοποιήθηκαν για πολλούς σκοπούς κατά τη διάρκεια του 1700 και του 1800. Η πρώτη χρήση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήρθε το 1870 στην Αγγλία. Η βιομηχανική ανακάλυψη ήρθε το 1882 όταν τέθηκε σε λειτουργία ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός στο Appleton του Ουισκόνσιν, παράγοντας 12,5 kW, αρκετά για να τροφοδοτήσει 250 λαμπτήρες. Μέχρι το 1986, υπήρχαν 45 υδροηλεκτρικοί σταθμοί σε λειτουργία στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ακολούθησαν πολλές άλλες χώρες, όπως η Νορβηγία, όπου το πρώτο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο λειτούργησε το 1885 στην πόλη Skien. Επιπλέον, η πόλη Hammerfest στο βόρειο

τμήμα της Νορβηγίας διέθετε ηλεκτρικά φώτα στους δρόμους που προμηθεύονταν από ένα δημοτικό υδροηλεκτρικό σύστημα μέχρι το έτος 1890. Μέχρι το τέλος του αιώνα, 14 πόλεις στη Νορβηγία είχαν ηλεκτρισμό από υδροηλεκτρική ενέργεια. (Killingtveit, 2020)

Τα έργα υδροηλεκτρικής ενέργειας έχουν κατασκευαστεί με επιτυχία για πάνω από εκατό χρόνια. Κατά τη διάρκεια αυτής της μακράς περιόδου, οι συμπεριφορές και οι ανάγκες της κοινωνίας έχουν αλλάξει και η επιστήμη έχει σημειώσει καλή πρόοδο. Αυτό επηρέασε τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία υδροηλεκτρικών έργων. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί πρώτης γενιάς ήταν ξύλινοι υδροτροχοί που χρησιμοποιήθηκαν για κινητήρια δύναμη. Γύρω στο 1880 κατασκευάστηκαν οι πρώτοι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Με τα χρόνια όλο και περισσότερα έργα έγιναν πολλαπλών χρήσεων, αξιοποιώντας με τον καλύτερο τρόπο τα έργα φραγμάτων για την άρδευση, την υδροηλεκτρική ενέργεια, την παροχή νερού και τον έλεγχο των πλημμυρών. Με την πρόοδο στην τεχνολογία και την αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, το μέγιστο μέγεθος των υδροηλεκτρικών έργων αυξήθηκε. Σταθμός στην ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας ήταν η κατασκευή του Grand Coulee στις ΗΠΑ στα μέσα του τριάντα. Αν και αυτό το έργο κατασκευάστηκε κυρίως για άρδευση, εγκαταστάθηκαν τουρμπίνες για τη βελτίωση της οικονομίας του έργου και μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '40 είχαν τεθεί σε λειτουργία σχεδόν 1600 MW. (Oud, 2002)

Τα τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο των διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει αποκτήσει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο, αντιπροσωπεύοντας επί του παρόντος τον μεγαλύτερο συντελεστή αυτού του είδους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη και αρχίζει να προσελκύει σημαντική προσοχή από τις αναπτυσσόμενες χώρες. Αυτή η εναλλακτική ενέργεια,

λόγω των ιδιαιτεροτήτων της, έχει γίνει βασικός παράγοντας που βοηθά στην αντιμετώπιση παγκόσμιων ενεργειακών προκλήσεων, σύμφωνα με τους στόχους βιωσιμότητας. Παρά την εκπλήρωση αυτών των στόχων, που περιλαμβάνουν περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς πλώνες, είναι απαραίτητο να εντοπιστούν και να «εσωτερικοποιηθούν» οι πιθανές επιπτώσεις (τόσο τα οφέλη όσο και το κόστος) που προκύπτουν από την εγκατάσταση έργων υδροηλεκτρικής ενέργειας. (Botelho, Ferreira, Lima, Pinto, & Sousa, 2017)

Αρκετοί συγγραφείς έχουν ήδη επισημάνει την ανάγκη για λογοδοσία με βάση τη δημόσια συναίνεση και τις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των προγραμματισμένων έργων, των τοπικών πληθυσμών, των εθνικών, περιφερειακών και τοπικών αρχών, μη κερδοσκοπικών οργανισμών, μεταξύ άλλων, προκειμένου να αναπτυχθεί μια συνολική και βιώσιμη προσέγγιση. Παρόλο που η αξιολόγηση επιπτώσεων έχει υποστεί πρόσφατα μια σειρά αλλαγών προς την κατεύθυνση να γίνει μια πιο ανοιχτή διαδικασία που ενθαρρύνει τις συμμετοχικές προσεγγίσεις προκειμένου να κερδίσει την αποδοχή του κοινού, η υιοθέτηση βημάτων που οδηγούν στην επιτόπια εφαρμογή της εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση. Ωστόσο, ουσιαστικά η αύξηση της ευαισθητοποίησης και της γνώσης έχει συμβάλει στη μετατόπιση των υφιστάμενων πολιτικών και διαδικασιών αξιολόγησης προς μια ολοένα περιβαλλοντικά και κοινωνικά περιεκτική διαδικασία με την υδροηλεκτρική ενέργεια να θεωρείται επί του παρόντος μια από τις πιο ευαίσθητες πηγές ενέργειας σχετικά με αυτά τα ζητήματα. (Botelho, Ferreira, Lima, Pinto, & Sousa, 2017)





**Εικόνα 8:** Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Πηγή: <https://sites.google.com/site/energeiakaipeiriballonalexk/ydroelektrike-energeia>

Παρά τον αυξανόμενο ρόλο που διαδραματίζει η υδροηλεκτρική ενέργεια ως μια πολύ αναγκαία εναλλακτική από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό σενάριο, όπως κάθε άλλη πηγή ενέργειας συνεπάγεται τόσο οφέλη όσο και κόστος σε περιβαλλοντικό όσο και σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο. Η φύση και η έκταση της επίπτωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα ειδικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας καθώς και από τον τύπο και τη διάσταση του υδροηλεκτρικού σταθμού. (Botelho, Ferreira, Lima, Pinto, & Sousa, 2017)

Τα πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν:

- Την αξιοπιστία τους: Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να λειτουργούν για δεκαετίες χωρίς σημαντικές αλλαγές, καθώς η τεχνολογία είναι σχετικά απλή και αξιόπιστη.

- Την ευελιξία: Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ανάλογα με τη ζήτηση, ανοίγοντας ή κλείνοντας τις βαλβίδες τους για να ρυθμίσουν τη ροή του νερού.
- Την εκμετάλλευση πολλαπλών πηγών νερού: Η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί από διαφορετικές πηγές νερού, όπως ποτάμια, λίμνες, τεχνητά υδατοδεξαμενές και παραθαλάσσια κύματα. (Lejeune & Hui, 2012)

Μερικά από τα μειονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι:

- Η επίδραση στο περιβάλλον: Η κατασκευή των υδροηλεκτρικών σταθμών μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στο περιβάλλον, καθώς μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στο ρευστότητα του ποταμού. Επίσης, η κατασκευή φραγμάτων μπορεί να εμποδίζει την κίνηση των ψαριών και άλλων θαλάσσιων ζωντανών οργανισμών, επηρεάζοντας έτσι τα οικοσυστήματα.
- Η εξάρτηση από το νερό: Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι εξαρτημένη από τη διαθεσιμότητα νερού και την ποσότητα του. Κατά συνέπεια, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να είναι ευάλωτοι σε καταστάσεις απόλυτης ξηρασίας.
- Η κόστος κατασκευής: Η κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών μπορεί να είναι αρκετά δαπανηρή, ιδίως αν ο σταθμός πρέπει να κατασκευαστεί σε απομακρυσμένες περιοχές ή σε περιοχές με δύσκολη πρόσβαση
- Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής: Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει την ποσότητα και τη διαθεσιμότητα του νερού σε ορισμένες περιοχές, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποτελεσματικότητα της υδροηλεκτρικής ενέργειας. (Lejeune & Hui, 2012)

### 2.3.3 Ηλιακή

Η ηλιακή ενέργεια είναι ένας από τους πιο καθαρούς ενεργειακούς πόρους που δεν συμβιβάζεται ούτε προσθέτει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η ηλιακή ενέργεια αποκαλείται συχνά «εναλλακτική ενέργεια» σε σχέση με τις πηγές ενέργειας από ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Η διαθεσιμότητα φθηνής και άφθονης ενέργειας με ελάχιστους περιβαλλοντικούς και οικολογικούς κινδύνους που συνδέονται με την παραγωγή και τη χρήση της είναι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες για την επιθυμητή βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. Η αυξανόμενη έλλειψη ορυκτών καυσίμων έχει αυξήσει το παγκόσμιο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι ένας τύπος ενέργειας με μεγάλες μελλοντικές δυνατότητες. (Solangi, Islam, Saidur, Rahim, & Fayaz, 2011)

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τομείς, όπως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στη θέρμανση και ψύξη κτιρίων, στην παραγωγή ζεστού νερού, στην κίνηση οχημάτων και στην αντλία νερού για αρδευτικούς σκοπούς. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ηλιακών συλλεκτών: οι ηλιακοί θερμοσίφωνες και οι ηλιακοί φωτοβολταϊκοί συλλέκτες. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση νερού για το σπίτι ή την επιχείρηση. Οι συλλέκτες αυτοί αποτελούνται από σωληνοειδείς συσκευές που περιέχουν νερό ή άλλο υγρό μέσο και έχουν μαύρο χρώμα για να απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από τους συλλέκτες, το νερό ή το υγρό μέσο θερμαίνεται και κυκλοφορεί μέσω ενός συστήματος σωληνώσεων στον αποθήκη θερμότητας. Από εκεί, η θερμότητα μεταφέρεται στο νερό που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του σπιτιού ή της επιχείρησης. Οι ηλιακοί φωτοβολταϊκοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι συλλέκτες αυτοί αποτελούνται από φωτοβολταϊκά κύτταρα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία

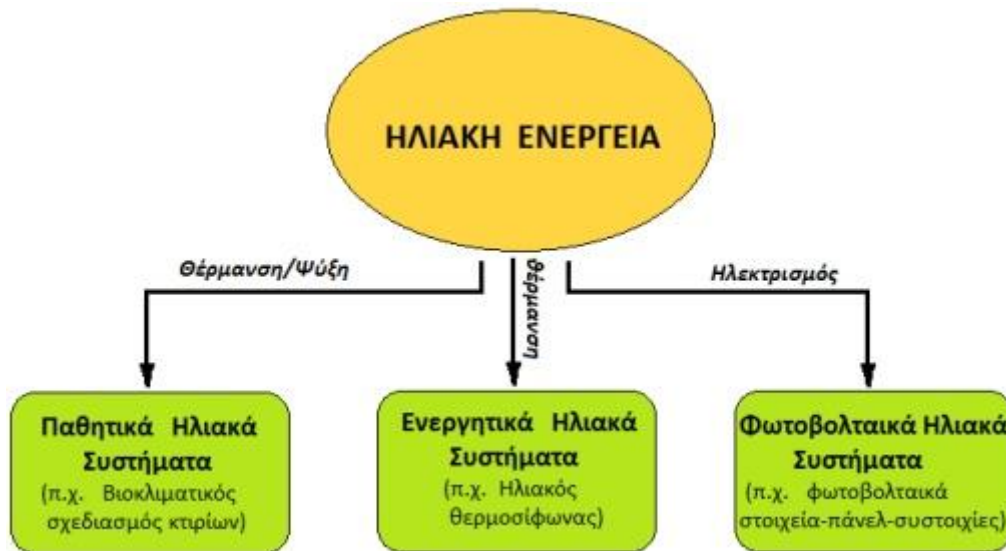
σε ηλεκτρική ενέργεια. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται άμεσα για την τροφοδοσία του σπιτιού ή της επιχείρησης, ή αποθηκεύεται σε μπαταρίες για μελλοντική χρήση. (Solangi, Islam, Saidur, Rahim, & Fayaz, 2011)

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας έχει πολλά πλεονεκτήματα. Πρώτον, είναι απεριόριστη και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ενέργεια είναι διαθέσιμη σε όλο τον κόσμο και δεν χρειάζεται να εισαχθεί από άλλες περιοχές ή χώρες. Δεύτερον, είναι καθαρή και δεν παράγει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό σημαίνει ότι δεν επηρεάζει την κλιματική αλλαγή και δεν απειλεί την υγεία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Τρίτον, είναι φθηνή και αποδοτική. Η τεχνολογία της ηλιακής ενέργειας έχει βελτιωθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, και η τιμή της ηλιακής ενέργειας έχει μειωθεί σημαντικά. (Schmalensee, 2015)

Παρόλα αυτά, υπάρχουν και μερικά μειονεκτήματα στη χρήση της ηλιακής ενέργειας. Πρώτον, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακούς συλλέκτες είναι εξαρτημένη από τη διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός. Δεύτερον, η εγκατάσταση των συστημάτων ηλιακής ενέργειας μπορεί να είναι δαπανηρή και απαιτητική σε χρόνο. Ωστόσο, το κόστος αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί με τον χρόνο μέσω της μείωσης των λογαριασμών της ηλεκτρικής ενέργειας και της πώλησης υπερβολικής ενέργειας που δεν χρησιμοποιείται στο δίκτυο. Επιπλέον, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακούς συλλέκτες μπορεί να είναι πιο αποδοτική στις περιοχές που έχουν έντονη ηλιοφάνεια, όπως οι έρημοι και οι περιοχές με μεσογειακό κλίμα. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι η χρήση της ηλιακής ενέργειας απαιτεί τη συντήρηση των εγκαταστάσεων και την αντικατάσταση κάποιων εξαρτημάτων κατά τη διάρκεια της ζωής του συστήματος. Παρόλα αυτά, η συντήρηση αυτή είναι συνήθως απλή και

λιγότερο συχνή σε σύγκριση με άλλες μορφές ενέργειας όπως οι ορυκτές καυσίμου. (Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Kim, 2018)

Ο ήλιος είναι μια σημαντική πηγή ανεξάντλητης δωρεάν ενέργειας (δηλαδή ηλιακής ενέργειας) για τον πλανήτη Γη. Επί του παρόντος, χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη συγκομιδή ηλιακής ενέργειας. Αυτές οι προσεγγίσεις έχουν ήδη αποδειχθεί και εφαρμόζονται ευρέως σε όλο τον κόσμο ως ανανεώσιμες εναλλακτικές λύσεις στις συμβατικές μη υδροηλεκτρικές τεχνολογίες. Θεωρητικά, η ηλιακή ενέργεια έχει τη δυνατότητα να ικανοποιήσει επαρκώς τις ενεργειακές απαιτήσεις όλου του κόσμου, εάν οι τεχνολογίες για τη συλλογή και την προμήθεια της ήταν άμεσα διαθέσιμες. Ολόκληρη η έννοια της ηλιακής ενέργειας θεωρείται ως η συλλογή και χρήση ενέργειας φωτός ή/και θερμότητας που παράγεται από τον Ήλιο και τεχνολογίες (παθητικές και ενεργητικές) που εμπλέκονται στην επίτευξη τέτοιων στόχων. Εξ ορισμού, η παθητική τεχνολογία περιλαμβάνει τη συσσώρευση ηλιακής ενέργειας χωρίς τη μετατροπή της θερμικής ή φωτεινής ενέργειας σε οποιαδήποτε άλλη μορφή (για την παραγωγή ενέργειας, για παράδειγμα). Η συλλογή, αποθήκευση και διανομή ηλιακής ενέργειας με τη μορφή θερμότητας για τη θέρμανση των σπιτιών (ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο) αποτελεί παράδειγμα μιας μορφής παθητικής ηλιακής τεχνολογίας. Από την άλλη πλευρά, το ενεργό ηλιακό σύστημα συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία και χρησιμοποιεί μηχανικό και ηλεκτρικό εξοπλισμό (π.χ. αντλίες ή ανεμιστήρες) για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια. Η πιο γνωστή εφαρμογή αυτού του συστήματος είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας. (Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Kim, 2018)



**Εικόνα 9:** Ηλιακά Συστήματα

Πηγή: <https://www.mep.gr/services/erga-i-m-kataskeyi/iliaki-energeia/>

Συγκριτικά, τα πιο ηλιόλουστα μέρη του πλανήτη βρίσκονται στην ήπειρο της Αφρικής. Όπως εκτιμάται θεωρητικά, η δυναμική συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια (CSP) και η φωτοβολταϊκή ενέργεια στην Αφρική είναι περίπου 470 και 660 πεταβατώρες (PWh), αντίστοιχα. Η Αυστραλία έχει την υψηλότερη ηλιακή ακτινοβολία ανά τετραγωνικό μέτρο από όλες τις ηπείρους και εκτιμάται ότι διαθέτει τον καλύτερο πόρο ηλιακής ενέργειας στον κόσμο. Στην αυστραλιανή ήπειρο, έχει αναφερθεί σχετικά υψηλή ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία 4–6 kW h m<sup>-2</sup>. (Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun, & Kim, 2018)



**Εικόνα 10:** Ηλιακή Ενέργεια

Πηγή: <https://www.mylefkada.gr/alles-eidiseis/diafora/pia-ine-istoria-tis-iliakis-energias-ke-pote-efevrethikan-iliaki-syllektes-127201/>

Οι άνθρωποι πρέπει να δώσουν προσοχή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λόγω του περιορισμού και των επιπτώσεων των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, των κυμαινόμενων τιμών του πετρελαίου και της αυξανόμενης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες πρέπει να εξετάσουν νέες λύσεις. Έτσι, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επηρεάζονται από την τρέχουσα ενεργειακή δομή και κατεύθυνση της ενεργειακής ανάπτυξης ως ουσιαστικό μέρος. Η ηλιακή ενέργεια είναι ένας τύπος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχει εκτεταμένη ανάπτυξη και πλήρεις εφαρμογές λόγω περιορισμών μετάδοσης ενέργειας. Στις μέρες μας, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχει αυξηθεί. Ως εκ τούτου, οι ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στην ανάπτυξη τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας για να επιτύχουν ένα επίπεδο υψηλής απόδοσης με ελάχιστο κόστος επένδυσης και λιγότερη περιβαλλοντική ρύπανση. (Arachchige & Weliwaththage, 2020)

### 2.3.4 Βιομάζα

Λαμβάνοντας υπόψη διάφορες εναλλακτικές πηγές ενέργειας, η βιομάζα υπήρξε αναπόσπαστο μέρος των ενεργειακών συζητήσεων στο πλαίσιο πολιτικής, το οποίο επιθυμούσε έντονα η Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία μπόρεσε να μετατρέψει τις διατάξεις εξοικονόμησης και προστασίας του περιβάλλοντος σε στρατηγικά αναπτυξιακά σχέδια. Στην πραγματικότητα, η βιομάζα θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο ως πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, με τεράστιες δυνατότητες στην παραγωγή βιοκαυσίμων για τις μεταφορές, την ηλεκτρική ενέργεια και τη θερμότητα. Στις βιομηχανικές χώρες, η οικονομική και πολιτική σημασία της βιοενέργειας αναγνωρίζεται, όπως αποδεικνύεται από πρωτοβουλίες όπως το «Σχέδιο Δράσης για τη Βιομάζα» και το «Πολυετές Σχέδιο», που εκπονήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ, αντίστοιχα. Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής έχει φέρει τις χώρες σε υψηλότερα επίπεδα δεσμεύσεων και έχουν δημιουργηθεί νέοι φορείς από την επιστημονική κοινότητα, όπως το International Panel on Climate Change (IPCC) το 1988, προκειμένου να περιοριστεί η παραγωγή αερίων θερμοκηπίου (GHG) που εκλύονται σε την ατμόσφαιρα που προέρχονται κυρίως από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Αυτή η συζήτηση διεξάγεται παράλληλα με τη σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με μεγαλύτερη έμφαση στη βιομάζα, ως βασικό στοιχείο της ενεργειακής ασφάλειας και της αειφόρου ανάπτυξης. Με τις πρόσφατες επιστημονικές ανακαλύψεις σχετικά με την εκμετάλλευση της βιομάζας, έχουν αναπτυχθεί πολλά υποσχόμενες τεχνικές ικανές να βελτιστοποιήσουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και υγρών βιοκαυσίμων από αυτά τα φθηνά άφθονα φυσικά υλικά. (Tursi, 2019)



Πρέπει να σημειωθεί ότι η βιομάζα είναι ένας πλήρως ανανεώσιμος ενεργειακός πόρος, διότι το CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται μέσω των διαδικασιών καύσης και χρήσης του δεν οδηγεί σε αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας καθώς είναι βιογενούς προέλευσης. Με άλλα λόγια, τα φυτά χρησιμοποιούν CO<sub>2</sub>, που απελευθερώνεται στο περιβάλλον ως συνέπεια των διαδικασιών αποδόμησης των άλλων φυτών, για την ανάπτυξή τους και για τις μεταβολικές τους διεργασίες. Επομένως, η εκμετάλλευση της βιομάζας οδηγεί μόνο σε ταχύτερη μεταφορά CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα που θα χρησιμοποιηθεί ξανά από τα φυτά για να παράγουν ξανά βιομάζα. Κάθε οργανική ουσία που προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης θεωρείται βιομάζα. Λόγω της ετερογένειας των υλικών, της χρήσης και της προέλευσης, ο ορισμός της βιομάζας ποικίλλει. Ωστόσο, γενικότερα, η βιομάζα είναι ένας συνδυασμός υλικών φυσικής προέλευσης, που προέρχονται από φυτά όπως θάμνοι, δέντρα, φύκια, καλλιέργειες καθώς και όλα τα υλικά που αποτελούνται από οργανική μήτρα εκτός από πλαστικά που προέρχονται από πετροχημικά και ορυκτά υλικά. (Tursi, 2019)



## Εικόνα 11: Ξυλώδης Βιομάζα

Πηγή:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1>

Η μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών τύπων και πηγών βιομάζας, επιλογές μετατροπής, εφαρμογές τελικής χρήσης και απαιτήσεις υποδομής. Η βιομάζα μπορεί να προέλθει από την καλλιέργεια αποκλειστικών ενεργειακών καλλιεργειών. Σε κάθε περίπτωση, η πρώτη ύλη βιομάζας πρέπει να συλλεχθεί, να μεταφερθεί και ενδεχομένως να αποθηκευτεί, προτού υποβληθεί σε επεξεργασία σε μορφή κατάλληλη για την επιλεγμένη τεχνολογία μετατροπής ενέργειας. Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε χρήσιμες μορφές ενέργειας χρησιμοποιώντας μια σειρά από διαφορετικές διαδικασίες. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της διαδικασίας μετατροπής είναι: ο τύπος και η ποσότητα της πρώτης ύλης βιομάζας, η επιθυμητή μορφή της ενέργειας, δηλ. απαιτήσεις τελικής χρήσης, τα περιβαλλοντικά πρότυπα, οικονομικές συνθήκες και ειδικοί παράγοντες του έργου. Η μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας δύο κύριες τεχνολογίες διεργασίας: τη θερμοχημική και τη βιοχημική/βιολογική. Η μηχανική εξαγωγή (με εστεροποίηση) είναι η τρίτη τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, π.χ. βιοντίζελ μεθυλεστέρα ελαιοκράμβης (RME). (McKendry, 2002)

Λόγω της ευρείας διαθεσιμότητας της βιομάζας παγκοσμίως, κυρίως επειδή μπορεί να ληφθεί ως υποπροϊόν πολλών βιομηχανικών και γεωργικών διεργασιών, η βιομάζα αντιπροσωπεύει μια αναπτυσσόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με υψηλό δυναμικό ανάπτυξης. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της βιομάζας που την καθιστά κατάλληλη ως πηγή ενέργειας είναι ότι μέσω της άμεσης καύσης μπορεί να καεί σε

μονάδες μετατροπής απορριμμάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή σε λέβητες για την παραγωγή θερμότητας σε βιομηχανικό και οικιακό επίπεδο. Η τηλεθέρμανση με βιομάζα (BDH) είναι ένα αποτελεσματικό σύστημα για την ενσωμάτωση των φυσικών ενεργειακών πόρων σε αστικά περιβάλλοντα, επιτυγχάνοντας αφενός 100% μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα και αφετέρου αύξηση της ενεργειακής απόδοσης λόγω στο χαμηλότερο κόστος των βιοκαυσίμων. (Moreno, Manzano, & Moreno, 2019)

Η βιομάζα περιέχει ποικίλες ποσότητες κυτταρίνης, ημικυτταρίνης, λιγνίνης και μικρές ποσότητες άλλων οργανικών εκτός από ανόργανες ουσίες. Η σχετική αναλογία των κύριων οργανικών συστατικών στη βιομάζα είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ανάπτυξη διαδικασιών για την παραγωγή άλλων καυσίμων και χημικών ουσιών. Ο συνδυασμός κυτταρίνης, ημικυτταρινών και λιγνίνης ονομάζεται «λιγνοκυτταρίνη». Αποτελεί περίπου το ήμισυ της φυτικής ύλης που παράγεται από τη φωτοσύνθεση και αντιπροσωπεύει τον πιο άφθονο ανανεώσιμο οργανικό πόρο στη γη. Η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη και η λιγνίνη εμπλέκονται ισχυρά στις λιγνοκυτταρίνες και συνδέονται χημικά με μη ομοιοπολικές δυνάμεις ή με ομοιοπολικούς σταυροδεσμούς. Μέχρι στιγμής χρησιμοποιείται μόνο μια μικρή ποσότητα λιγνοκυτταρινικών υλικών που παράγονται ως υποπροϊόντα στη γεωργία ή τη δασοκομία, η υπόλοιπη πηγαίνει στα σκουπίδια. Η κυτταρίνη είναι το μεγαλύτερο συστατικό των λιγνοκυτταρινικών υλικών, ακολουθούμενη από ημικυτταρίνη και λιγνίνη. Η λιγνίνη είναι ένα αρωματικό πολυμερές που συντίθεται από πρόδρομες ενώσεις φαινυλοπροπανίου. Η σύνθεση και οι αναλογίες αυτών των ενώσεων διαφέρουν από φυτό σε φυτό. (Abbasi & Abbasi, 2010)

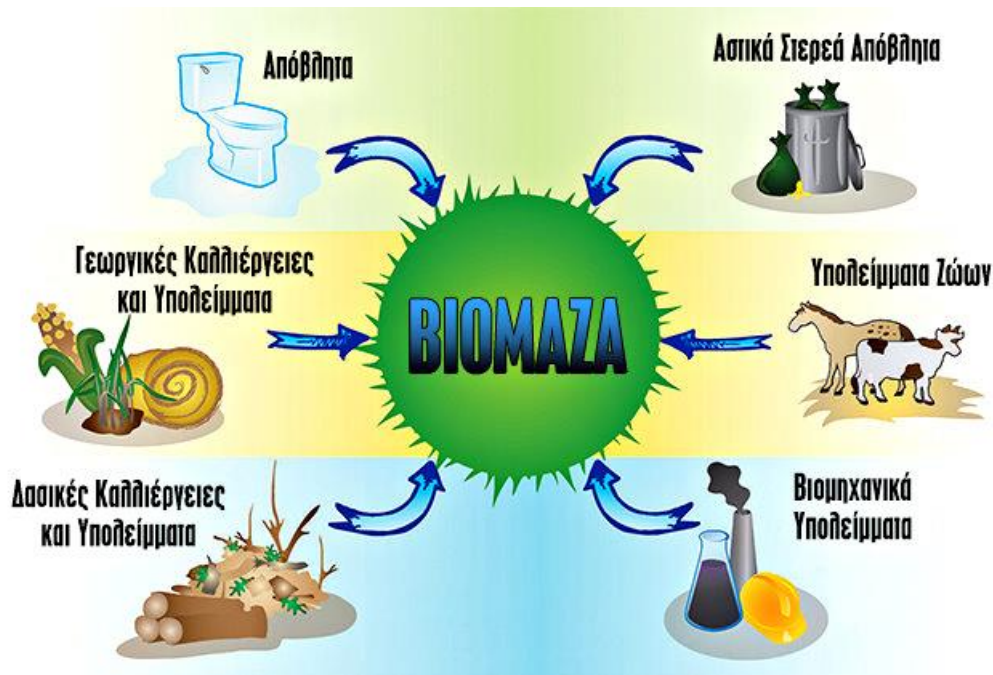
Η διαθεσιμότητα βιομάζας για χρήση ενέργειας είναι ένα βασικό ζήτημα για την ανάπτυξη της βιοενέργειας. Διάφορες πρώτες ύλες μπορούν να συμβάλουν στην

κάλυψη της ζήτησης βιοενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών καλλιεργειών και της ξύλινης βιομάζας, των υπολειμμάτων από τη γεωργία και τη δασοκομία, οργανικά απόβλητα από νοικοκυριά και βιομηχανία, καθώς και φύκια και υδρόβια βιομάζα. Η διαθεσιμότητα βιομάζας εξαρτάται στενά από τις βιοφυσικές δυνατότητες των οικοσυστημάτων, τους διάφορους περιορισμούς που σχετίζονται με τη γη, τους υδάτινους πόρους, την προστασία της βιοποικιλότητας και διάφορες ανταγωνιστικές χρήσεις της βιομάζας (τρόφιμα, ζωοτροφές, ίνες, κλπ). Υπάρχουν διάφοροι τύποι δυναμικών βιομάζας που έχουν διαφορετικό εύρος και βασίζονται σε διαφορετικές προσεγγίσεις και μεθοδολογίες, οι οποίες περιλαμβάνουν θεωρητικές, τεχνικές, περιβαλλοντικές, οικονομικές και βιώσιμες δυνατότητες. (Scarlat & Dallemand, 2019)

Η βιοενέργεια είναι ενέργεια που παράγεται από οργανική ύλη φυτικής και ζωικής προέλευσης, όπως γεωργικά και δασικά υπολείμματα, ενεργειακές καλλιέργειες, ξύλο ή οργανικά απόβλητα. Η βιοενέργεια θεωρείται μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, καθώς η φυσική διαδικασία της φωτοσύνθεσης κλειδώνει το ατμοσφαιρικό CO<sub>2</sub> σε οργανική ύλη, η οποία όταν καίγεται απελευθερώνει το CO<sub>2</sub> πίσω στην ατμόσφαιρα. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει απομάκρυνση του άνθρακα στο σημείο ανάπτυξης των φυτών και απελευθέρωση αυτού του άνθρακα στο σημείο της μετατροπής ενέργειας. Η βιοενέργεια είναι η κύρια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας παγκοσμίως, αποτελώντας περίπου το 70% όλων των πρωτογενών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η βιοενέργεια είναι μια εξαιρετικά ελκυστική ενεργειακή επιλογή για τις χώρες σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, λόγω της υψηλής ευελιξίας και της ικανότητάς της να ενσωματώνεται σε ενεργειακά συστήματα ευρείας εμβέλειας. Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα της βιοενέργειας είναι η ευελιξία της σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η

αιολική, η ηλιακή, η υδροηλεκτρική ή η παλιρροιακή ενέργεια. Η βιοενέργεια είναι εξαιρετικά ευέλικτη καθώς μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα ή καύσιμα μεταφοράς και οι φορείς στερεής, υγρής και αέριας ενέργειας μπορούν να προέλθουν από μια τεράστια γκάμα πρώτων υλών βιομάζας χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνολογίες προ-επεξεργασίας και μετατροπής βιοενέργειας. (Röder & Welfle, 2019)

Η βιοενέργεια διαφέρει από όλες τις άλλες ανανεώσιμες και συμβατικές οδούς ενέργειας στο ότι συνδέεται άμεσα με τα αγροκτήματα, τα δάση και τα οικοσυστήματα από τα οποία παράγονται και εξάγονται πόροι βιομάζας και πρώτες ύλες. Αυτή η στενή σύνδεση στα συστήματα βιοενέργειας και στις αλυσίδες εφοδιασμού δημιουργεί τη δυνατότητα για ευρείες περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις που μπορεί να είναι θετικές και αρνητικές. Καθώς τα «μονοπάτια» βιοενέργειας αξιολογούνται σε πολλές εθνικές ενεργειακές στρατηγικές παγκοσμίως, θα απαιτηθεί αυξημένη κινητοποίηση πόρων βιομάζας για την κάλυψη αναπόφευκτων αυξήσεων της ζήτησης. Κατά συνέπεια, είναι πιθανό να υπάρχουν πολλοί περιορισμοί και αξιοσημείωτες επιπτώσεις στη βιωσιμότητα που σχετίζονται με αυτήν την αυξημένη παγκόσμια ζήτηση πόρων βιομάζας. Η ΕΕ έχει αναπτύξει μια σειρά από μη νομικά δεσμευτικά κριτήρια αειφορίας που εν μέρει θέτουν κατευθυντήριες γραμμές για τα επίπεδα εξοικονόμησης αερίων του θερμοκηπίου και τις επιδόσεις βιωσιμότητας που θα πρέπει να επιτευχθούν μέσω της παραγωγής βιοενέργειας από έναν δεδομένο πόρο βιομάζας. Υπάρχει επίσης ένα προτεινόμενο πλαίσιο για αυτά τα κατευθυντήρια κριτήρια βιωσιμότητας που πρέπει να γίνουν σταδιακά πιο αυστηρά, καθώς τα διαπιστευτήρια βιωσιμότητας και ο πιθανός αντίκτυπος των GHG από τη χρήση αυξανόμενων επιπέδων πόρων βιομάζας έχουν γίνει ζωτικός τομέας συζήτησης με αυξανόμενη εστίαση. (Röder & Welfle, 2019)



**Εικόνα 12:** Βιομάζα

Πηγή: <https://hellenic-college.gr/wp-content/uploads/works/energy-sources/biomaza.htm>

### 2.3.5 Γεωθερμική

Η γεωθερμική ενέργεια, μια καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, χρησιμοποιείται εδώ και χιλιάδες χρόνια σε όλο τον κόσμο. Ανάλογα με τους υπάρχοντες πόρους και τις διαθέσιμες τεχνολογίες, αυτό το είδος ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικούς σκοπούς και με διαφορετικούς τρόπους. Αυτή η ποικιλία και η ιδιαιτερότητα χρήσης προκαλούν τα γεωλογικά και τα μηχανικά γεωθερμικά συστήματα να ταξινομούνται διαφορετικά με βάση τη γεωλογική τους θέση, τη μέθοδο σχηματισμού, τον κυρίαρχο μηχανισμό μεταφοράς θερμότητας ή τη διαθεσιμότητα. Ο κόσμος χρειάζεται μια ενεργειακή μετάβαση. Η τρέχουσα χρήση ορυκτών καυσίμων προκαλεί περιβαλλοντική ζημιά, οδηγώντας στην εξάντληση των φυσικών πόρων και, σε πολλές περιοχές, σε σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος λόγω της εκπομπής σημαντικών ποσοτήτων ρύπων στην

ατμόσφαιρα. Είναι απαραίτητο να μεταμορφωθεί ο ενεργειακός τομέας, ο οποίος ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ακριβώς καθαρής και φιλικής προς το περιβάλλον γεωθερμικής ενέργειας, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία μετασχηματισμού. (Sowizdzal, 2022)

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται ανανεώσιμη εάν η ζήτηση της δεν υπερβαίνει την προσφορά της. Μεταξύ άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, αιολική, βιολογική, υδροηλεκτρική), η γεωθερμία είναι επιθυμητή καθώς έχει υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, σε αντίθεση με την αιολική ενέργεια, για παράδειγμα και διατίθεται συνεχώς σε αντίθεση με την ηλιακή ενέργεια, αλλά σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας, η γεωθερμική ενέργεια δεν μπορεί να εξαχθεί ή να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Πρέπει να χρησιμοποιείται επί τόπου για τη χρήση της θερμότητάς του απευθείας ή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. (Soelaiman, 2016)

Επιπλέον, δεδομένου ότι η γεωθερμική ενέργεια σχεδόν δεν επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, μπορεί να είναι δυνατό να εκφραστεί ως η πιο σταθερή και αξιόπιστη πηγή μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ακόμη, αυτές οι πηγές ενέργειας προσφέρουν άμεση χρήση για πολλούς σκοπούς, από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έως την τηλεθέρμανση ή την ξήρανση. Στην έκθεση σεναρίου βιώσιμης ανάπτυξης του ΔΟΕ (Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA)) για τα έτη 2000–2030, η γεωθερμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 92 TWh το 2019, ενώ η τιμή αυτή για το 2030 προβλέπεται 282 TWh. (Yilmaz, 2022)

Παραδοσιακά, η γεωθερμική ενέργεια θεωρούνταν εκμεταλλεύσιμη μόνο σε περιοχές όπου το φυσικό νερό (ή ατμός) βρίσκεται συγκεντρωμένο σε βάθη μικρότερα από 3

km και σε θερμοκρασίες πάνω από 30 έως 180 C. Αυτή η άποψη αλλάζει με τη διείσδυση στην αγορά τεχνολογιών που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οικονομικά πόρους χαμηλότερης θερμοκρασίας (μεταξύ 100 και 180 C για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας) και την εμφάνιση αντλιών θερμότητας εδάφους που χρησιμοποιούν τη Γη είτε ως πηγή θερμότητας ανάλογα με την εποχή. Ωστόσο, η βασική αρχή είναι πολύ απλή: το νερό από το γεωθερμικό σύστημα και το ψυχρό νερό από την επιφάνεια μεταφέρονται χρησιμοποιώντας φρεάτια παραγωγής και έγχυσης και ανακτώνται ως ατμός ή ζεστό νερό ή και τα δύο. (Bertani, 2016)

Τα συστήματα γεωθερμικής ενέργειας έχουν μέτριο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, δεν θα επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή και έχουν τη δυνατότητα να γίνουν η χαμηλότερη πηγή αειφόρου θερμικού καυσίμου στον κόσμο για μηδενικές εκπομπές, άμεση χρήση βασικού φορτίου και παραγωγή ενέργειας. Η μετατόπιση των εκπομπών αποθεμάτων ορυκτής ενέργειας με γεωθερμική ενέργεια μπορεί επίσης να αναμένεται να διαδραματίσει βασικό ρόλο στις στρατηγικές μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Τα γεωθερμικά συστήματα μπορούν επίσης να ταξινομηθούν ως: συστήματα που κυριαρχούν στη μεταφορά, τα οποία περιλαμβάνουν υδροθερμικά συστήματα κυριαρχούμενα από υγρά και ατμούς, συστήματα που κυριαρχούν στην αγωγιμότητα, τα οποία περιλαμβάνουν θερμοκήπια και υβριδικά συστήματα που προέρχονται από πετρώματα συναγωγής, αγωγιμότητας και υψηλής παραγωγής θερμότητας. Οι γεωλογικοί υδροφορείς που υπερκαλύπτουν πηγές ακτινοβολίας θερμότητας και αποκτούν θερμότητα μέσω μεταφοράς ή/και αγωγιμότητας ονομάζονται μερικές φορές θερμά ιζηματογενή συστήματα υδροφορέων. Οι πιο ευρέως αναγνωρισμένες εκδηλώσεις της γεωθερμικής ενέργειας σχετίζονται με τη ροή θερμότητας με συναγωγή, όπως: θερμές πηγές και θερμοπίδακες (π.χ. η κίνηση του ζεστού νερού στην επιφάνεια της γης). ηφαίστεια (π.χ. η κίνηση του μάγματος στην επιφάνεια της



γης και στους πυθμένες της θάλασσας). και ορισμένες μορφές οικονομικά σημαντικών κοιτασμάτων ορυκτών που προκύπτουν από την ανάκτησή τους από την έγχυση γεωθερμικά θερμαινόμενων ρευστών σε επίπεδα χαμηλότερης θερμοκρασίας όπου τα ορυκτά κρυσταλλώνονται και συσσωρεύονται. (Lukawski, et al., 2018)

Η γεωθερμική ενέργεια έχει πολλά πλεονεκτήματα. Πρόκειται για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς η θερμότητα που παράγεται από το εσωτερικό της Γης είναι απεριόριστη και δεν εξαρτάται από εξωτερικούς παράγοντες όπως οικονομικές ή κλιματικές συνθήκες. Επιπλέον, η γεωθερμική ενέργεια είναι καθαρή, διότι δεν προκαλεί εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και δεν προκαλεί ρύπανση του αέρα ή των υδάτων. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της γεωθερμικής ενέργειας είναι η σταθερότητά της. Ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες ή τις εξωτερικές παραμέτρους, η γεωθερμική ενέργεια παραμένει σταθερή και διαθέσιμη όλο τον χρόνο. Αυτό την καθιστά ιδανική για χρήση σε περιοχές με ασταθείς καιρικές συνθήκες ή απομακρυσμένες περιοχές όπου η πρόσβαση σε άλλες πηγές ενέργειας μπορεί να είναι περιορισμένη. Η γεωθερμική ενέργεια συμβάλλει επίσης στη διαφοροποίηση του μείγματος ενεργειακών πηγών μιας χώρας και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η χρήση γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να μειώσει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που συνδέονται με την παραγωγή ενέργειας. (Yilmaz, 2022)

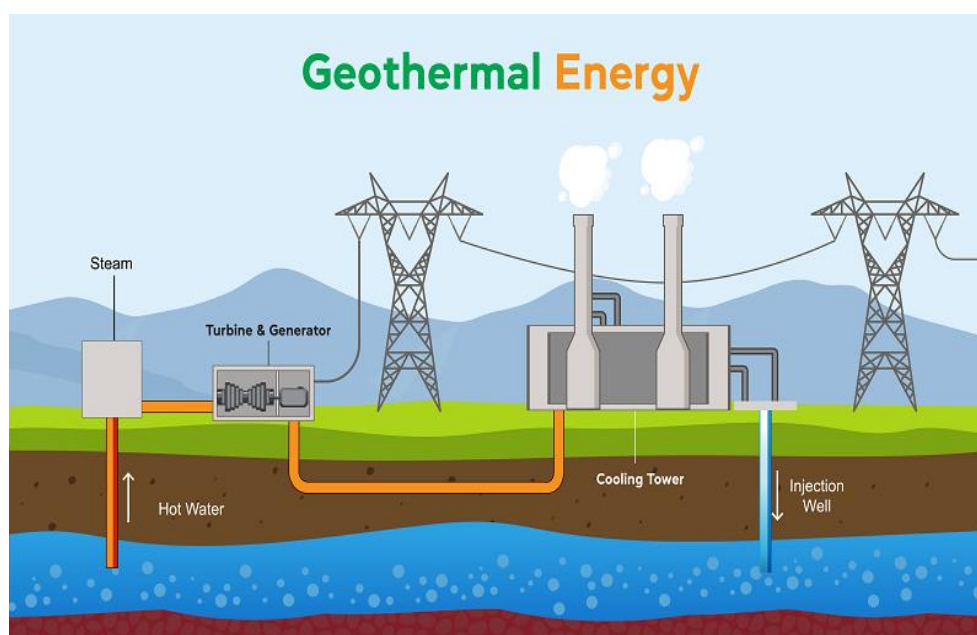
Παρά τα πλεονεκτήματα της γεωθερμικής ενέργειας, υπάρχουν και ορισμένες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Μία από αυτές είναι η κατάλληλη εντοπισμός των γεωθερμικών πηγών, καθώς δεν υπάρχουν παντού κατάλληλα σημεία για γεωθερμική εκμετάλλευση. Επίσης, η κατασκευή γεωθερμικών πηγαδιών μπορεί να είναι αρκετά δαπανηρή και απαιτητική από τεχνικής άποψης. Μία από τις βασικές προκλήσεις της γεωθερμικής ενέργειας είναι η εύρεση κατάλληλων τοποθεσιών για

την ανάπτυξη γεωθερμικών εγκαταστάσεων. Η αξιολόγηση του γεωθερμικού δυναμικού μιας περιοχής απαιτεί λεπτομερή γεωλογική και γεωφυσική έρευνα. Επιπλέον, η κατασκευή γεωθερμικών πηγών ενέργειας μπορεί να είναι πιο δαπανηρή και περίπλοκη σε σύγκριση με άλλες ανανεώσιμες πηγές, καθώς απαιτεί εξειδικευμένη τεχνολογία και τεχνικές για την ανάκτηση της θερμότητας από τα εσωτερικά στρώματα της Γης. Μια άλλη πρόκληση σχετίζεται με τη διαχείριση των υδροθερμικών υδρογονανθράκων που περιέχονται στο υπέδαφος και μπορούν να απελευθερωθούν κατά τη διάρκεια της εξόρυξης της γεωθερμικής ενέργειας. Αυτές οι ουσίες μπορεί να περιέχουν θειικό αέριο, αμμωνία, βαρέα μέταλλα και άλλες τοξικές ουσίες που απαιτούν προσεκτική διαχείριση για να μην προκαλέσουν περιβαλλοντικές ζημιές και απειλή για την υγεία. Ακόμη μια πρόκληση που αντιμετωπίζει η γεωθερμική ενέργεια είναι η αστάθεια της παραγωγής. Η παραγωγή γεωθερμικής ενέργειας εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα της θερμότητας του υπέδαφους, η οποία μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την τοποθεσία και την εποχή. Επίσης, η απόδοση των γεωθερμικών συστημάτων μπορεί να υποστεί μείωση με την πάροδο του χρόνου λόγω της φθοράς του εξοπλισμού και των ενδογεωθερμικών διεργασιών. Άλλη μια πρόκληση είναι η ανάγκη για τεχνολογική ανάπτυξη και καινοτομία. Παρόλο που η γεωθερμική ενέργεια έχει υπάρξει εδώ και δεκαετίες, υπάρχει ακόμα χώρος για βελτιώσεις και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών. (Sowizdzal, 2022)

Είναι σημαντικό να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις με συνεχή έρευνα, ανάπτυξη τεχνολογίας και καλές πρακτικές. Η συνεχής βελτίωση της τεχνολογίας γεωθερμικής ενέργειας, η αποτελεσματική διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και η ενεργή εμπλοκή των κοινοτήτων είναι κρίσιμες για την επίτευξη μιας βιώσιμης και αποδεκτής χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας. Παρά τις

προκλήσεις που αντιμετωπίζει η γεωθερμική ενέργεια, υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για την προώθηση και ανάπτυξή της. Μία από τις κύριες ευκαιρίες είναι η αξιοποίηση του ανεκμετάλλευτου δυναμικού της γεωθερμικής ενέργειας. Ο πλανήτης μας διαθέτει τεράστιες ποσότητες θερμότητας στο εσωτερικό του, και με την κατάλληλη τεχνολογία και έρευνα, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αυτήν την ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. (Sowizdzal, 2022)

Παρά τα προκλήσεις που αναφέρθηκαν, η γεωθερμική ενέργεια παραμένει μια ανεκτίμητη πηγή ενέργειας με μεγάλο δυναμικό. Η τεχνολογία συνεχώς βελτιώνεται και αναπτύσσονται νέες μέθοδοι εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας. Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας είναι πολλαπλές. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανση και ψύξη κτιρίων, θέρμανση θαλασσίων υδάτων, θέρμανση καλλιεργειών και εκτέλεση διάφορων βιομηχανικών διεργασιών. Γενικά, η γεωθερμική ενέργεια προσφέρει μια βιώσιμη και αποδοτική λύση για την ενεργειακή κατανάλωση. Επιπλέον, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία θέσεων εργασίας σε τομείς όπως η κατασκευή, η συντήρηση και η λειτουργία γεωθερμικών εγκαταστάσεων. (Yilmaz, 2022)



### **Εικόνα 13: Γεωθερμική Ενέργεια**

Πηγή: <https://greenesa.com/blog/geothermal-energy-types-uses-advantages>

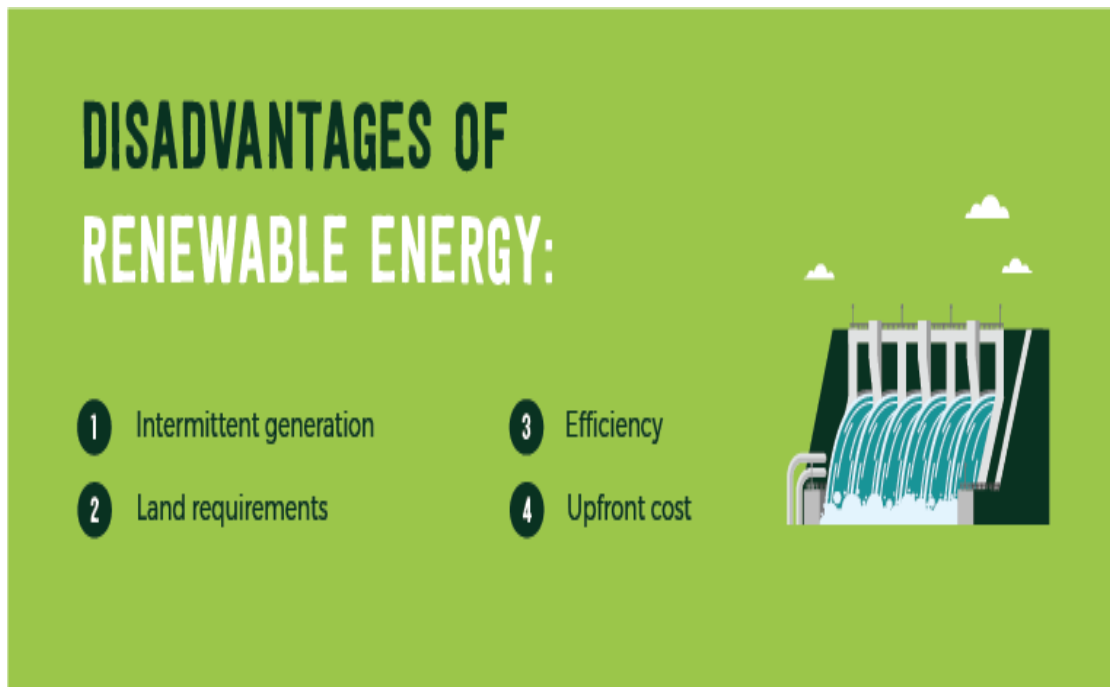
#### **2.4 Μειονεκτήματα**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν αναγνωριστεί ως ένας σημαντικός τομέας για τη μείωση της εξάρτησής μας από τις παραδοσιακές μορφές ενέργειας που βασίζονται στην καύση ορυκτών καυσίμων. Ωστόσο, παρά τα πλεονεκτήματά τους, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η αστάθεια της παραγωγής. Ενώ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ο άνεμος και ο ήλιος είναι απεριόριστες, η διαθεσιμότητά τους μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες. Έτσι, η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να είναι ασταθής και δύσκολο να προβλεφθεί, κάτι που δημιουργεί προκλήσεις για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό του ενεργειακού συστήματος. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η ανάγκη για μεγάλο χώρο για την εγκατάσταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για παράδειγμα, η κατασκευή μεγάλων αιολικών πάρκων ή ηλιακών φωτοβολταϊκών πάνελ απαιτεί εκτεταμένο χώρο για την εγκατάσταση των εξοπλισμών. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα, ειδικά σε περιορισμένες αστικές περιοχές ή περιοχές με πυκνή πληθυσμιακή συγκέντρωση, όπου οι επιλογές για τον κατάλληλο χώρο είναι περιορισμένες. (Maradin, 2021)

Άλλο ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι η ανάγκη για αποθήκευση και διαχείριση της ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν παράγουν ενέργεια συνεχώς, αλλά ανάλογα με τις φυσικές συνθήκες που επηρεάζουν την παραγωγή τους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ανισορροπίες μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας. Επομένως, είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν αποτελεσματικοί μηχανισμοί

αποθήκευσης και διαχείρισης της ενέργειας για να αντιμετωπιστούν οι πιθανές ανισοροπίες και να διασφαλιστεί η σταθερή παροχή ενέργειας στο δίκτυο. Η ανάγκη για αποθήκευση ενέργειας μπορεί να αυξήσει το κόστος και την πολυπλοκότητα του συστήματος, καθώς απαιτούνται εξελίξεις σε τεχνολογίες αποθήκευσης όπως μπαταρίες ή αντλίες υδρογόνου. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την κατασκευή και λειτουργία των ανανεώσιμων εγκαταστάσεων. Για παράδειγμα, η κατασκευή μεγάλων υδροηλεκτρικών φραγμάτων μπορεί να οδηγήσει σε πλημμύρες. Επίσης, η κατασκευή αιολικών πάρκων μπορεί να επηρεάσει την πανίδα και το τοπίο, ενώ η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ σε μεγάλη κλίμακα μπορεί να επηρεάσει το έδαφος και την ύπαρξη ερπετών και εντόμων. (Maradin, 2021)

Τέλος, η ανάπτυξη και επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτεί σημαντικές επενδύσεις. Οι αρχικές εγκαταστάσεις και οι υψηλές τεχνολογικές απαιτήσεις μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την αποδοτικότητα και την οικονομική βιωσιμότητα των έργων. Επιπλέον, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτεί συχνά επιδοτήσεις και κίνητρα από την κυβέρνηση για να είναι ελκυστική για τους επενδυτές. Είναι σημαντικό να αξιολογήσουμε τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε συνδυασμό με τα πλεονεκτήματά τους και να επιδιώξουμε μια ισορροπημένη και βιώσιμη προσέγγιση για τον ενεργειακό εφοδιασμό μας. Η συνεχής έρευνα, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και η λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση των προκλήσεων μπορούν να βοηθήσουν στην εξέλιξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να μειώσουν τα πιθανά μειονεκτήματά τους. (Halkos & Gkampoura, 2020)



**Εικόνα 14:** Μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Πηγή: <https://solarcalculator.com.au/advantages-and-disadvantages-of-renewable-energy/>

### 3. Φωτοβολταϊκά Συστήματα-Πάρκα

#### 3.1 Ορισμός

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας στη Γη προέρχεται από την ακτινοβολία που πηγάζει από τον Ήλιο στην επιφάνεια της Γης. Επί του παρόντος, η ανθρωπότητα χρησιμοποιεί κυρίως ενεργειακά ορυκτά καύσιμα, η προέλευση των οποίων συνδέεται με τα προϊόντα ηλιακής ενέργειας στον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Δεδομένων των περιορισμών αυτών των πηγών και της αρνητικής επίδρασης της παραγωγής αερίων θερμοκηπίου στην υπερθέρμανση του πλανήτη, υπάρχει μια γενική τάση να χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια στο μέγιστο βαθμό για την παραγωγή θερμότητας και ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα που επιτρέπουν την άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική συγκαταλέγονται επί του παρόντος μεταξύ των ταχύτερα αναπτυσσόμενων

ενεργειακών τμημάτων. Μετά από 30 χρόνια ανάπτυξης, τα φωτοβολταϊκά (ΦΒ) έχουν αναγνωριστεί ως τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχει τη δυνατότητα να συμβάλει σημαντικά στον μελλοντικό ενεργειακό εφοδιασμό. (Benda, 2020)

Τα Φωτοβολταϊκά πάρκα είναι εγκαταστάσεις που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά τα πάρκα αποτελούνται από μια μεγάλη επιφάνεια φωτοβολταϊκών πάνελ, τα οποία απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι συνήθως τοποθετημένα σε ευρύτερες εκτάσεις γης, όπως ερήμους, αγροτικές περιοχές ή ακόμη και στην κορυφή κτιρίων. Τα πάρκα αυτά συνδέονται με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, επιτρέποντας την παραγωγή και την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές. Η τεχνολογία φωτοβολταϊκών πάνελ έχει σημαντικά εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας τα φωτοβολταϊκά πάρκα έναν αξιόπιστο και αποτελεσματικό τρόπο παραγωγής καθαρής ενέργειας. Τα πάνελ περιλαμβάνουν φωτοκύτταρα, τα οποία αποτελούνται από ημιαγωγούς υλικούς, όπως πυρίτιο, πολυκρυσταλλική πυραξία ή μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία πέσει πάνω στα φωτοκύτταρα, τα φωτόνια απορροφώνται και προκαλούν την απελευθέρωση ηλεκτρονίων, δημιουργώντας ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτό το ρεύμα συλλέγεται και μεταφέρεται μέσω ηλεκτρικών καλωδίων για να χρησιμοποιηθεί ως ηλεκτρική ενέργεια. Ένα φωτοβολταϊκό πάρκο μπορεί να αποτελείται από εκατοντάδες ή ακόμη και χιλιάδες φωτοβολταϊκά πάνελ, συνδεδεμένα μεταξύ τους σε συστήματα παράλληλης ή σειριακής σύνδεσης, προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτούμενες ηλεκτρικές παράμετροι. Η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού πάρκου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η έκθεση

στον ήλιο, ο βαθμός ηλιοφάνειας, η θερμοκρασία και η απόδοση των πάνελ.  
(Bizzarri, Brambilla, Gruosso, Guardiani, & Gajani, 2013)

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα έχουν πολλά οφέλη και πλεονεκτήματα. Καταρχάς, αποτελούν μια βιώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία είναι ανανεώσιμη και άφθονη. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πάρκα δεν εξαντλεί τους φυσικούς πόρους και δεν προκαλεί τη ρύπανση του περιβάλλοντος με οξείδωση ή εκπομπές CO<sub>2</sub>, όπως συμβαίνει με τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Επιπλέον, τα φωτοβολταϊκά πάρκα μπορούν να τοποθετηθούν σε ανεπτυγμένες περιοχές ή απομακρυσμένες περιοχές που δεν έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρικό δίκτυο, παρέχοντας βιώσιμη ενέργεια σε αυτές τις περιοχές. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα μπορούν να συμβάλλουν στη δημιουργία θέσεων εργασίας και την οικονομική ανάπτυξη. Η κατασκευή και λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου απαιτεί τεχνικούς, μηχανικούς και εργάτες, παρέχοντας θέσεις απασχόλησης στην τοπική κοινότητα. Επιπλέον, η παραγωγή και διάθεση φωτοβολταϊκών συστημάτων και εξοπλισμού σχετίζεται με μια ευρύτερη βιομηχανία που παρέχει οικονομική ώθηση. Ένα άλλο πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών πάρκων είναι η μείωση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς η τεχνολογία προχωρά και οι μέθοδοι κατασκευής βελτιώνονται, οι τιμές των φωτοβολταϊκών συστημάτων μειώνονται, καθιστώντας την ηλεκτρική ενέργεια από αυτά πιο προσιτή. Αυτό έχει θετικό αντίκτυπο τόσο στους καταναλωτές όσο και στην επιχειρηματικότητα, καθώς ενθαρρύνει την υιοθέτηση αειφόρων και φιλικών προς το περιβάλλον λύσεων.  
(Bizzarri, Brambilla, Gruosso, Guardiani, & Gajani, 2013)





**Εικόνα 15:** Φωτοβολταϊκά

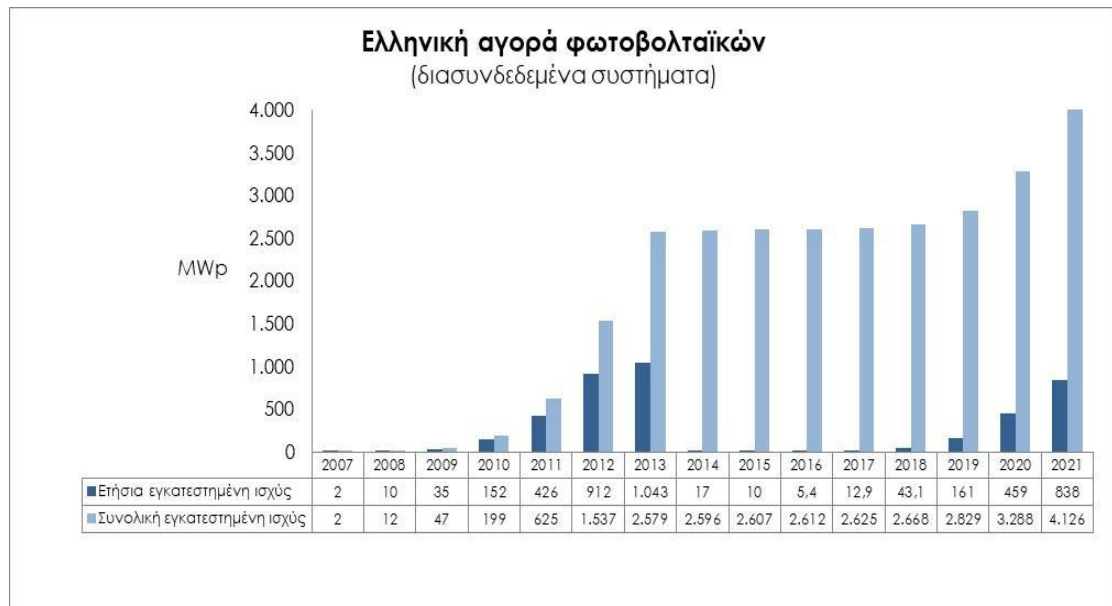
Πηγή: <https://kataskevesktirion.gr/photovoltaic-parks/>

Τα τελευταία χρόνια ο κόσμος έχει δει μια αξιοσημείωτη ανάπτυξη στην παραγωγή φωτοβολταϊκών. Η παραγωγή φωτοβολταϊκών είναι σήμερα σημαντική σε πολλές περιοχές και αναμένεται να συνεχίσει την εκθετική της ανάπτυξη και να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο για την επίτευξη των στόχων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως έχουν τεθεί από τις τοπικές αρχές, τις εθνικές κυβερνήσεις και τις διεθνείς συμφωνίες για την αντιμετώπιση των μειώσεων CO<sub>2</sub>. Οι μετατροπείς έχουν μια σημαντική λειτουργία στα φωτοβολταϊκά συστήματα, καθώς βελτιστοποιούν την ισχύ που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες μέσω του ενσωματωμένου ελεγκτή τους και μετατρέπουν αποτελεσματικά την ηλεκτρική ισχύ στην απαραίτητη μορφή για έγχυση στην τροφοδοσία του δικτύου. (Obeidat, 2018)

Η παγκόσμια αγορά φωτοβολταϊκών (PV) έχει αναπτυχθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία. Στο τέλος του 2020, η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β έφτασε τουλάχιστον τα 760 GW, τα οποία συμβάλλουν στο 3,7% περίπου της συνολικής

κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ιστορικά, η παγκόσμια αγορά φωτοβολταϊκών καθοδηγείται κυρίως από μερικές μεγάλες εθνικές αγορές, που τροφοδοτούνται από διαφορετικά προγράμματα επιδοτήσεων και επενδύσεων. Όμως, καθώς οι τιμές για τα φωτοβολταϊκά, κυρίως το υλικό, αλλά και το χαμηλό κόστος, η λειτουργία και η συντήρηση και το κόστος κεφαλαίου, έχουν μειωθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια, τα φωτοβολταϊκά έχουν γίνει πιο ανταγωνιστικά σε αρκετές περιοχές. Κατά συνέπεια, μεγάλα μερίδια είναι πλέον εγκατεστημένα σε διαφορετικές αναδυόμενες αγορές σε όλο τον κόσμο. (Lindahl, Lingfors, Elmqvist, & Mignon, 2022)

Ωστόσο, μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να σχεδιαστεί και να ελέγχεται ένα 100% ανανεώσιμο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, ειδικά σε περιπτώσεις υψηλών μεριδίων μεταβλητής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σήμερα, πολιτικοί στόχοι υπάρχουν σε διαφορετικά επίπεδα. τόσο σε τοπικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, για ένα πλήρως ανανεώσιμο σύστημα ενέργειας. Σε παγκόσμιο επίπεδο, το μερίδιο της φωτοβολταϊκής (ΦΒ) ενέργειας εξακολουθεί να είναι οριακό, περίπου 2,7% (το 2019) της ετήσιας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά σημαντικά υψηλότερο σε αρκετές χώρες και περιοχές (π.χ. Γερμανία και Ιαπωνία). Τα φωτοβολταϊκά πάρκα αντιπροσώπευαν το 62% της αθροιστικής εγκατεστημένης ισχύος ΦΒ σε παγκόσμιο επίπεδο έως το 2019. Για μια επέκταση με αποδοτική χρήση πόρων και συστήματος, είναι σημαντικό να βρεθούν καλύτερες τοποθεσίες για φωτοβολταϊκά πάρκα λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά από διαφορετικές πτυχές. (Lindberg, Birging, Lingfors, Widén, & Birging, 2021)



**Εικόνα 16:** Ελληνική Αγορά Φωτοβολταϊκών

Πηγή: <https://www.pvspyropoulos.gr/en/photovoltaic-news-blog/sef-what-did-the-statistics-of-the-photovoltaic-market-for-2021-show-new-facilities-838-mw/>

### 3.2 Χαρακτηριστικά

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ένα σύστημα ισχύος που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει χρησιμοποιήσιμη ηλιακή ενέργεια μέσω της χρήσης φωτοβολταϊκών. Αυτή η τεχνολογία αποτελείται από μια διάταξη πολλών εξαρτημάτων που περιλαμβάνουν ηλιακούς συλλέκτες για την απορρόφηση και μετατροπή του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια, έναν ηλιακό μετατροπέα για τη μετατροπή της εξόδου από συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο ρεύμα και άλλες συσκευές. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν από ποικίλες πτυχές, όπως συνδεδεμένα στο δίκτυο και αυτόνομα σε στέγες και επίγεια, καταναμημένα και κεντρικά συστήματα. Ορισμένα μέρη του κόσμου χρησιμοποιούν συστήματα ηλιακής ενέργειας που συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, ενώ ορισμένα χρησιμοποιούν συστήματα εκτός δικτύου. Οι χωρητικότητες του φωτοβολταϊκού συστήματος ποικίλλουν από μερικά κιλοβάτ έως εκατοντάδες μεγαβάτ. Ένα κύριο συστατικό ενός

φωτοβολταϊκού συστήματος και μονάδας είναι μια κυψέλη και τα συστατικά της υλικά. Πολλές τεχνολογίες Φ/Β κυψελών υπάρχουν στην αγορά με διαφορετικές αποδόσεις. Τα κοινά είναι το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (c-Si), το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο (x-Si), το άμορφο πυρίτιο (a-Si), το τελλουρίδιο του καδμίου (CdTe), ο χαλκός σελήνιο ίνδιο (CSI) και το ινίδιο χαλκό γάλλιο σελήνιο (CIGS). (Tshemese, Dziike, Liganiso, & Roro, 2021)



**Εικόνα 17:** Φωτοβολταϊκή Κυψέλη

Πηγή: <https://grobotronics.com/solar-panel-3.5w-165x135mm.html>

Τα χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού συστήματος εξαρτώνται από την περιβαλλοντική κατάσταση, την ηλιακή ακτινοβολία, τη θερμοκρασία, τη χωρητικότητα του συστήματος, κ.λπ. Τα χαρακτηριστικά του τρέχοντος (V–I) και του κύκλου τρέχοντος–καθήκοντος (I–D) είναι ζωτικής σημασίας. Τα χαρακτηριστικά

του φωτοβολταϊκού συστήματος διερευνώνται σε σχέση με τις εισόδους και τις εξόδους του ελεγκτή παρακολούθησης. (Rajesh & Mabel, 2015)

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα προσφέρουν πολλά χαρακτηριστικά που τα καθιστούν ελκυστικά για την παραγωγή καθαρής, ανανεώσιμης ενέργειας. Ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν:

- **Ανανεώσιμη ενέργεια:** Τα φωτοβολταϊκά πάρκα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια, μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που είναι απεριόριστη και διαθέσιμη σε όλο τον πλανήτη. Η χρήση φωτοβολταϊκών πάρκων συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα.
- **Μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου:** Τα φωτοβολταϊκά πάρκα λειτουργούν χωρίς τη χρήση ορυκτών καυσίμων ή άλλων πηγών καύσης, επομένως δεν παράγουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το οξείδιο του θείου ή τα οξείδια του αζώτου. Αυτό μειώνει το ανθρώπινο αποτύπωμα και συμβάλλει στην αντιμετώπιση των προβλημάτων της κλιματικής αλλαγής.
- **Μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενη ενέργεια:** Η κατασκευή φωτοβολταϊκών πάρκων προάγει την τοπική παραγωγή ενέργειας και μειώνει την εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για περιοχές που δεν διαθέτουν άφθονους ενεργειακούς πόρους και εξαρτώνται από εισαγωγές.
- **Μείωση των διοικητικών και συντηρητικών δαπανών:** Μετά την αρχική επένδυση για την κατασκευή του πάρκου, η λειτουργία των φωτοβολταϊκών πάρκων είναι σχετικά φθηνή και απαιτεί μικρή συντήρηση. Τα έξοδα σε καύσιμα και άλλα λειτουργικά έξοδα είναι σημαντικά μειωμένα σε σύγκριση

με παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Αυτό οδηγεί σε μειωμένο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να καταστήσει την ηλιακή ενέργεια πιο οικονομικά ανταγωνιστική.

- Περιβαλλοντικά οφέλη: Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πάρκα συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης και της ανθρώπινης επίδρασης στο περιβάλλον. Δεν παράγονται απόβλητα ή επικίνδυνες εκπομπές κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, και η παραγωγή ενέργειας είναι αθόρυβη και απαλλαγμένη από εκπομπές καυσαερίων. (Tshemese, Dziike, Linganiso, & Roro, 2021)

### 3.3 Τύποι Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της χρήσης φωτοβολταϊκών κυψελών. Υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων, οι οποίοι διαφέρουν στον τρόπο λειτουργίας και την κατανομή των φωτοβολταϊκών κυψελών. Ορισμένοι από τους κύριους τύπους φωτοβολταϊκών συστημάτων περιλαμβάνουν:

#### **Φωτοβολταϊκά συστήματα οροφής (Rooftop Photovoltaic Systems)**

Αυτά τα συστήματα εγκαθίστανται στην οροφή κτιρίων και συνήθως χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία ενέργειας στο κτίριο. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ τοποθετούνται άμεσα στην οροφή και συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια. Αυτοί οι τύποι συστημάτων είναι πολύ δημοφιλείς λόγω της ευκολίας εγκατάστασης και της δυνατότητας εκμετάλλευσης του διαθέσιμου χώρου στην οροφή. Οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες, γνωστοί και ως φωτοβολταϊκά πάνελ, αποτελούνται από ηλιακά κύτταρα που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φαινομένου της φωτοηλεκτρικής αντίδρασης. Αυτή η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για την τροφοδοσία ηλεκτρικών συσκευών ή να αποθηκευτεί σε μπαταρίες

για μετέπειτα χρήση. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα οροφής έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Πρώτον, είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία είναι άφθονη και διαρκεί για χιλιάδες χρόνια. Δεύτερον, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων μειώνει την εξάρτηση από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα, μειώνοντας έτσι τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την περιβαλλοντική επίπτωση. Ένα άλλο πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων οροφής είναι η οικονομική τους αποδοτικότητα. Με την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος, οι καταναλωτές μπορούν να μειώσουν το κόστος του ηλεκτρικού τους λογαριασμού και να εξοικονομήσουν χρήματα μακροπρόθεσμα. Επιπλέον, μερικές χώρες παρέχουν κίνητρα και επιδοτήσεις για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, προσφέροντας έτσι ακόμα μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη. (Rehman, Elsaraf, Zare, & Iqba, 2020)

Επιπλέον, τα φωτοβολταϊκά συστήματα οροφής είναι εύκολα στην εγκατάσταση και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Με την επιλογή των κατάλληλων υλικών και την κατάλληλη σχεδίαση, μπορούν να προσαρμοστούν σε διάφορους τύπους οροφών. Η μικρή συντήρηση που απαιτείται περιλαμβάνει τον καθαρισμό των πάνελ από σκόνη και ρύπους κατά καιρούς, καθώς και τον έλεγχο της απόδοσης και της λειτουργίας τους. Ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων οροφής είναι η ενεργειακή αυτάρκεια που προσφέρουν. Με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο, οι καταναλωτές μπορούν να καλύψουν ένα μεγάλο μέρος ή ακόμα και το σύνολο των ενεργειακών τους αναγκών, μειώνοντας την εξάρτηση από το δημόσιο δίκτυο ή τη χρήση γεννήτριας. Τέλος, τα φωτοβολταϊκά συστήματα οροφής συμβάλλουν στη μείωση του ανθρώπινου ίχνους άνθρακα. Με την παραγωγή καθαρής ενέργειας από ανανεώσιμη πηγή, μειώνεται η καύση ορυκτών καυσίμων και η απελευθέρωση επιβλαβών αερίων, με θετικό αντίκτυπο στην ατμόσφαιρα και το

περιβάλλον. Συνοψίζοντας, τα φωτοβολταϊκά συστήματα οροφής προσφέρουν μια αποδοτική και βιώσιμη λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με τα πλεονεκτήματά τους, όπως την ανανεώσιμη φύση, την οικονομική αποδοτικότητα, την εύκολη εγκατάσταση και συντήρηση, καθώς και την ενεργειακή αυτάρκεια και τη μείωση του άνθρακα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα οροφής αποτελούν μια έξυπνη επιλογή για κατοικίες και επιχειρήσεις που επιθυμούν να επενδύσουν στην αειφόρο ενέργεια και να μειώσουν τον οικολογικό τους αποτύπωμα. (Rehman, Elsaraf, Zare, & Iqba, 2020)



**Εικόνα 18:** Φωτοβολταϊκά Συστήματα Οροφής

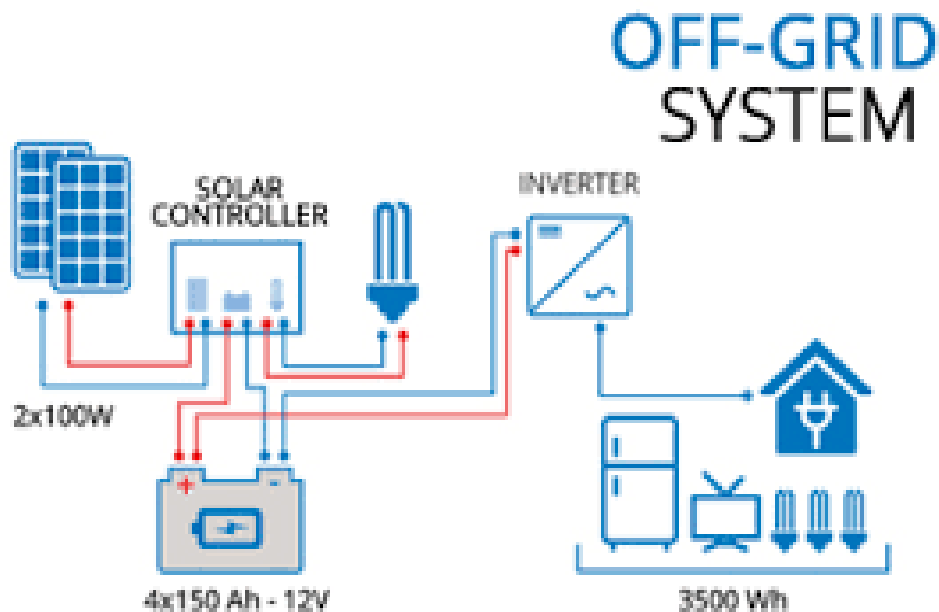
Πηγή: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/energy-grid-management/rooftop-solar-pv-could-reduce-grid-resilience-study-finds/>

**Φωτοβολταϊκά συστήματα ανεξάρτητης τροφοδοσίας-εκτός δικτύου (Off-Grid Photovoltaic Systems)**



Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανεξάρτητης τροφοδοσίας συνήθως χρησιμοποιούνται σε περιοχές όπου δεν υπάρχει πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτροδότησης, όπως απομακρυσμένα χωριά, νησιά ή απομονωμένες εγκαταστάσεις. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφεδρική τροφοδοσία κατά τη διάρκεια διακοπών ηλεκτρικού ρεύματος ή ως εναλλακτική πηγή ενέργειας για τη μείωση του κόστους ηλεκτροδότησης. Αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλιακή ενέργεια σε μπαταρίες για να τροφοδοτήσουν τις ανάγκες ενέργειας του συστήματος όλο το 24ωρο. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανεξάρτητης τροφοδοσίας αποτελούνται συνήθως από φωτοβολταϊκά πάνελ, μπαταρίες αποθήκευσης, φορτιστές μπαταριών και συχνά έναν ελεγκτή φόρτισης. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία φορτίζει τις μπαταρίες. Ο ελεγκτής φόρτισης ρυθμίζει τη φόρτιση των μπαταριών για να διασφαλίσει ότι γίνεται με ασφάλεια και αποτρέπει την υπερφόρτιση ή την υποφόρτιση τους. Οι μπαταρίες αποθήκευσης χρησιμεύουν για την αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τις ώρες αιχμής ή κατά τη διάρκεια της νύχτας όταν τα φωτοβολταϊκά πάνελ δεν παράγουν ενέργεια. Αυτό επιτρέπει τη συνεχή τροφοδοσία με ηλεκτρική ενέργεια ακόμη και όταν ο ήλιος δεν είναι διαθέσιμος. Πολλά φωτοβολταϊκά συστήματα ανεξάρτητης τροφοδοσίας συνδέονται επίσης με έναν αντιστροφέα, ο οποίος μετατρέπει την ήδη αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια από τις μπαταρίες σε χρήσιμη μορφή για την τροφοδοσία ηλεκτρικών φορτίων. Ο αντιστροφέας μετατρέπει την εναλλασσόμενη τροφοδοσία από τις μπαταρίες σε συνεχή τροφοδοσία, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει οικιακές ή εμπορικές συσκευές και φορτία. (Karthikeyan, Rajasekar, Das, Karuppanan, & Singh, 2017)

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανεξάρτητης τροφοδοσίας συνήθως σχεδιάζονται με βάση τις απαιτήσεις και τις ενεργειακές ανάγκες του συγκεκριμένου χρήστη ή εφαρμογής. Μπορεί να περιλαμβάνουν επίσης αισθητήρες και συστήματα ελέγχου για την αυτόματη ρύθμιση της φόρτισης και της αποθήκευσης ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανεξάρτητης τροφοδοσίας έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι φιλικά προς το περιβάλλον, καθώς χρησιμοποιούν ανανεώσιμη ενέργεια από τον ήλιο. Επιπλέον, μπορούν να προσφέρουν ανεξαρτησία από τις παροχές ηλεκτρικού ρεύματος και να μειώσουν το κόστος της ενέργειας σε περιοχές όπου η πρόσβαση στο δίκτυο είναι περιορισμένη ή ανύπαρκτη. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ανεξάρτητης τροφοδοσίας μπορεί να περιλαμβάνει επίσης μηχανισμούς αποθήκευσης υπερβολικής ενέργειας, όταν η παραγωγή υπερβαίνει τις ανάγκες του χρήστη. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω συστημάτων όπως θερμική αποθήκευση, αντλίες θερμότητας ή αποθήκευση υδάτινης ισχύος. Συνοψίζοντας, τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανεξάρτητης τροφοδοσίας αποτελούν μια αυτόνομη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με τη χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ, μπαταριών και ελεγκτών, αυτά τα συστήματα μπορούν να παρέχουν αξιόπιστη και βιώσιμη ενέργεια για διάφορες ανάγκες, χωρίς την ανάγκη εξωτερικής πηγής ισχύος. (Cho & Valenzuela, 2020)



**Εικόνα 19:** Φωτοβολταϊκά Συστήματα Εκτός Δικτύου

Πηγή: <https://www.vpsolar.com/en/off-grid-photovoltaic-systems/>

### **Φωτοβολταϊκά συστήματα σύνδεσης στο δίκτυο (Grid-Connected Photovoltaic Systems)**

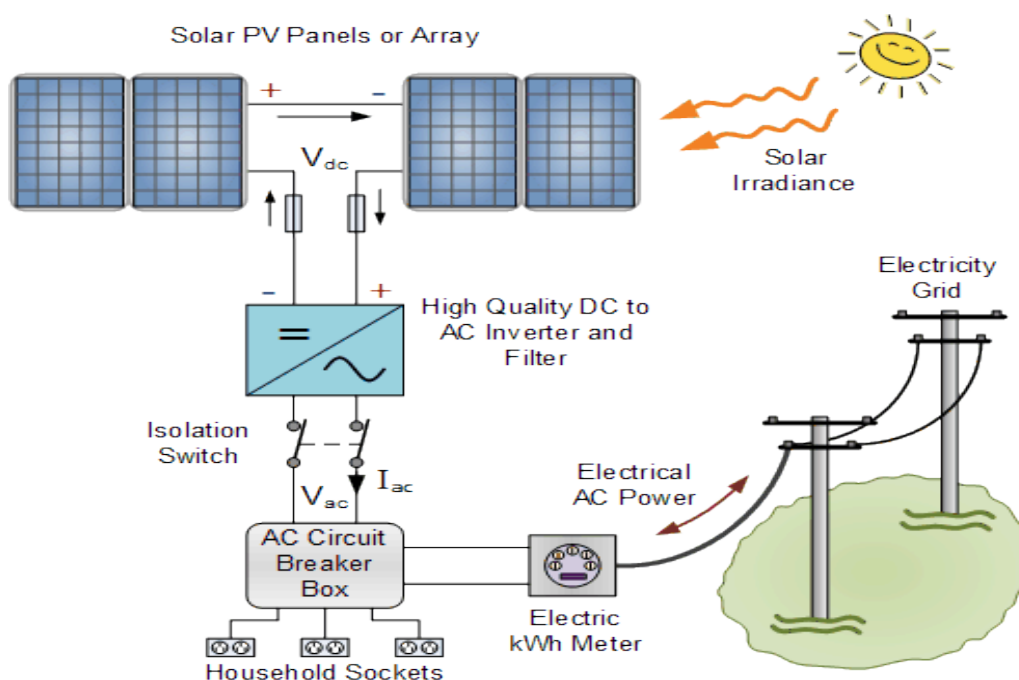
Αυτά τα συστήματα είναι συνδεδεμένα στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο και μπορούν να μοιράζονται την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια με το δίκτυο. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ παράγουν ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στο δίκτυο για χρήση από άλλους καταναλωτές. Σε περιπτώσεις όπου η παραγωγή υπερβαίνει τη ζήτηση, η ενέργεια μπορεί να πωλείται στο δίκτυο. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ αποτελούνται από ηλιακά κύτταρα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Τα πάνελ συνδέονται με έναν ολοκληρωμένο αντιστροφέα (inverter), ο οποίος μετατρέπει την παραγόμενη από τα πάνελ ηλεκτρική ενέργεια από συνεχόμενη (DC) σε εναλλασσόμενη (AC) ρεύματος. Η εναλλασσόμενη ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το φωτοβολταϊκό σύστημα

μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών ενός κτιρίου ή να διοχετεύεται στο δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο. Στην περίπτωση της σύνδεσης στο δίκτυο, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που δεν χρησιμοποιείται αμέσως από το φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να διοχετευθεί στο δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο μέσω ενός μετρητή δικτύου. Αυτό επιτρέπει στον ιδιοκτήτη του φωτοβολταϊκού συστήματος να παράγει ηλεκτρική ενέργεια για τις ανάγκες του, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να επωφεληθεί από το δίκτυο όταν η παραγωγή του φωτοβολταϊκού συστήματος δεν επαρκεί. Ο ιδιοκτήτης του φωτοβολταϊκού συστήματος λαμβάνει αποζημίωση ή πίστωση από τον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγόμενη υπερβολική ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο. Κατά τη διάρκεια περιόδων με χαμηλή παραγωγή, όπου η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση δεν παράγει αρκετή ενέργεια, ο ιδιοκτήτης μπορεί να αγοράζει ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο. (Attou, Zidi, Khatir, & Hadjeri, 2019)

Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις σύνδεσης στο δίκτυο έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχήν, μπορούν να παράγουν καθαρή ενέργεια από ανανεώσιμη πηγή, δηλαδή τον ήλιο, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από τις παραδοσιακές μορφές ενέργειας που προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επιπλέον, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων συνδεδεμένων στο δίκτυο μπορεί να συμβάλει στη μείωση των ενεργειακών δαπανών των καταναλωτών, καθώς μειώνει την ανάγκη για αγορά ενέργειας από το δίκτυο. Ταυτόχρονα, η υπερβολική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να πωληθεί στο δίκτυο, προσφέροντας ένα πρόσθετο οικονομικό κίνητρο για τους ιδιοκτήτες των εγκαταστάσεων. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο συμβάλλει στον περιορισμό της χρήσης παραδοσιακών πηγών ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό συνεπάγεται μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και άλλων αερίων

του θερμοκηπίου που προκαλούν την κλιματική αλλαγή. (Kouro, Leon, Vinnikov, & Franquelo, 2015)

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σύνδεσης στο δίκτυο απαιτεί συμμόρφωση με τους τοπικούς κανονισμούς και τις προδιαγραφές του δικτύου. Οι προϋποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν την εγκατάσταση κατάλληλων αντιστροφών, την προστασία από υπερτάσεις και την επικοινωνία με το δίκτυο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της παραγωγής ενέργειας. Συνολικά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα σύνδεσης στο δίκτυο παρέχουν μια αποδοτική και βιώσιμη λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σύνδεσης στο δίκτυο ενισχύει την ανεξαρτησία των καταναλωτών, καθώς μπορούν να παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια και να μειώσουν τον λογαριασμό τους για την αγορά ενέργειας από το δίκτυο. Επιπλέον, η δυνατότητα πώλησης υπερβολικής ενέργειας στο δίκτυο μπορεί να αποτελέσει πηγή εσόδων για τους ιδιοκτήτες φωτοβολταϊκών συστημάτων. (Kouro, Leon, Vinnikov, & Franquelo, 2015)



## **Εικόνα 20:** Φωτοβολταϊκά συστήματα σύνδεσης στο δίκτυο

Πηγή: <https://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-power/grid-connected-pv-system.html>

### **Φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυασμένα με άλλες πηγές ενέργειας-υβριδικά (Hybrid Photovoltaic Systems)**

Αυτά τα συστήματα συνδυάζουν την ηλιακή ενέργεια με άλλες πηγές ενέργειας, όπως την αιολική ή την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η συνδυασμένη χρήση πολλαπλών πηγών ενέργειας βοηθά να εξασφαλιστεί σταθερή παροχή ενέργειας ανεξαρτήτως των καιρικών συνθηκών. Η συνδυασμένη χρήση πολλαπλών πηγών ενέργειας μπορεί να βελτιώσει την απόδοση και την αξιοπιστία του συστήματος, καθώς καλύπτει τις ανάγκες ενέργειας σε περιόδους όπου η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά κύτταρα είναι χαμηλή ή ανύπαρκτη. Ένα παράδειγμα συνδυασμένου συστήματος είναι η σύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με μπαταρίες αποθήκευσης, συνεχιζόμενης λειτουργίας. Με τη χρήση μπαταριών αποθήκευσης ενέργειας, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί αργότερα, κατά τις ώρες που η παραγωγή είναι χαμηλή. Επιπλέον, η σύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας, όπως αιολική ενέργεια ή βιομάζα, μπορεί να παράσχει μια πιο ολοκληρωμένη λύση για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Κατά τις ώρες που η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι χαμηλή, η αιολική ενέργεια μπορεί να αναλάβει το ρόλο της κύριας πηγής ενέργειας. Αυτή η συνδυασμένη προσέγγιση επιτρέπει την εκμετάλλευση περισσότερων πηγών ενέργειας και μειώνει την εξάρτηση από μια μόνο πηγή. (Adam & Fashina, 2019)

Το κύριο πλεονέκτημα των συνδυασμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η αξιοπιστία και η ευελιξία που παρέχουν. Ο συνδυασμός διαφορετικών πηγών

ενέργειας επιτρέπει την εξισορρόπηση της παραγωγής ενέργειας σε διάφορες συνθήκες, όπως ηλιόλουστες ή συννεφιασμένες μέρες, ή κατά τη διάρκεια των εποχών με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Ένα ακόμα πλεονέκτημα των συνδυασμένων συστημάτων είναι η δυνατότητα μείωσης του κόστους ενέργειας. Η συνδυασμένη χρήση πηγών ενέργειας μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των απαιτούμενων επενδύσεων για το σύστημα παραγωγής ενέργειας, καθώς και στη μείωση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης. Επιπλέον, η συνδυασμένη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βοηθά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην αποφυγή της ρύπανσης που σχετίζεται με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Επιπλέον, μια άλλη προσέγγιση είναι η συνδυασμένη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων με δίκτυο σύνδεσης. Κατά τις περιόδους όπου η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά συστήματα υπερβαίνει τη ζήτηση ενέργειας, η υπερβάλλουσα ενέργεια μπορεί να παραδοθεί στο δίκτυο. Αντίθετα, κατά τις περιόδους όπου η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι χαμηλή, η ενέργεια μπορεί να αντληθεί από το δίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται μια ισορροπία μεταξύ της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας. Τέλος, ένα παράδειγμα συνδυασμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας είναι η χρήση βιομάζας ή βιοαερίου για την παραγωγή ενέργειας. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας, συμπληρώνοντας έτσι την παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά συστήματα. (Al-ktraneem & Bencs, 2020)

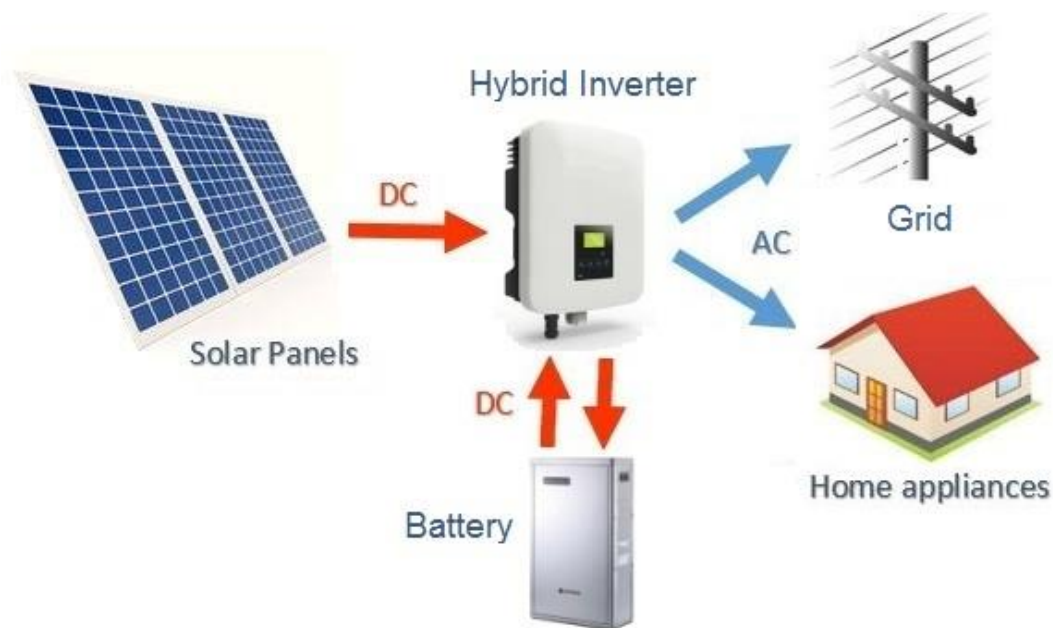
Ακόμη ο συνδυασμός φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας προσφέρει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη αξιοπιστία, ευελιξία και αποδοτικότητα στην παραγωγή ενέργειας, ενώ μειώνεται η

εξάρτηση από μια μόνο πηγή ενέργειας και προωθείται η χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Παράλληλα, η συνδυασμένη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας συμβάλλει στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτονομίας και της αποκεντρωμένης παραγωγής ενέργειας. Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός συνδυασμένου συστήματος είναι η συνεργασία και ο συντονισμός μεταξύ των διάφορων πηγών ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση ενεργειακών διαχειριστών (energy management systems) που ελέγχουν και προσαρμόζουν την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας ανάλογα με τις συνθήκες και τις ανάγκες. (Al-ktraneem & Bencs, 2020)

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο συνδυασμός φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας απαιτεί μια συνολική αξιολόγηση και σχεδιασμό βάσει των τοπικών συνθηκών και αναγκών. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη περιλαμβάνουν τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, την τοπογραφία των ανέμων, τη διαθεσιμότητα των πηγών βιομάζας ή βιοαερίου, τις ενεργειακές ανάγκες του συστήματος και τη δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί επίσης να γίνει χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, όπως μπαταρίες ή υδροδεξαμενές αποθήκευσης υδρογόνου, προκειμένου να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά η παραγόμενη ενέργεια και να καλυφθούν οι ανάγκες κατά τις περιόδους χαμηλής ή μη διαθέσιμης παραγωγής από τις φωτοβολταϊκές ή άλλες πηγές ενέργειας. Ο συνδυασμός φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας έχει το πλεονέκτημα της διαφοροποίησης και της μείωσης του κινδύνου εξάρτησης από μια μόνο πηγή ενέργειας. Επιπλέον, μπορεί να προσφέρει αυξημένη αξιοπιστία και ευελιξία στο σύστημα παραγωγής ενέργειας, καθώς μπορεί να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. (Monteses & Andaluz, 2018)



Συνολικά, τα συνδυασμένα φωτοβολταϊκά συστήματα προσφέρουν μια ολοκληρωμένη και βιώσιμη λύση για την παραγωγή ενέργειας. Ο συνδυασμός φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλες πηγές ενέργειας μπορεί να αξιοποιήσει τις διάφορες πηγές ενέργειας σε συνδυασμό με την αποθήκευση ενέργειας, προσφέροντας ένα ευέλικτο και αξιόπιστο σύστημα παραγωγής ενέργειας. Παραδείγματα συνδυασμένων συστημάτων περιλαμβάνουν τη σύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με αιολικές γεννήτριες. Κατά τις περιόδους με υψηλή ηλιοφάνεια και χαμηλή ή απουσία άνεμου, τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, ενώ κατά τις περιόδους με ισχυρό άνεμο οι αιολικές γεννήτριες μπορούν να αναλάβουν τον ρόλο της κύριας πηγής ενέργειας. (Alktraneem & Bencs, 2020)



**Εικόνα 21:** Φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυασμένα με άλλες πηγές ενέργειας-υβριδικά

Πηγή: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2014/8/14/what-is-hybrid-solar>

## **Φωτοβολταϊκά συστήματα καταναμημένης παραγωγής (Distributed Generation Photovoltaic Systems)**

Αυτά τα συστήματα είναι μικρού μεγέθους και εγκαθίστανται σε κατοικίες, επιχειρήσεις ή άλλα κτίρια για την αυτόνομη παραγωγή ενέργειας για τις ανάγκες τους. Συνήθως συνδέονται με το κεντρικό δίκτυο για την ανταλλαγή ενέργειας. Ουσιαστικά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα καταναμημένης παραγωγής αναφέρονται σε φωτοβολταϊκά συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε διάφορες τοποθεσίες και συνδέονται στο δίκτυο διανομής ενέργειας. Σε αντίθεση με τα κεντρικά φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία είναι μεγάλης κλίμακας και συνήθως εγκαθίστανται σε εκτεταμένες επιφάνειες εκτός αστικών περιοχών, τα φωτοβολταϊκά συστήματα καταναμημένης παραγωγής είναι μικρότερης κλίμακας και είναι καταναμημένα σε διάφορες τοποθεσίες, όπως οικιακές και εμπορικές κτιριακές εγκαταστάσεις, βιομηχανικά κτήρια, σχολεία και νοσοκομεία. Η καταναμημένη παραγωγή αναφέρεται στην παραγωγή ενέργειας σε τοπικό επίπεδο, κοντά στην τοποθεσία κατανάλωσης. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα καταναμημένης παραγωγής επιτρέπουν στους καταναλωτές να παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση ηλιακών πάνελ, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για αγορά ενέργειας από το δίκτυο διανομής. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις καταναμημένης παραγωγής μπορούν να τοποθετηθούν σε στέγες, πάρκα, αυλές και άλλες διαθέσιμες επιφάνειες στις κατοικίες και τις επιχειρήσεις. (Whitaker, Newmiller, Ropp, & Norris, 2008)

Οι παραγόμενες από τα φωτοβολταϊκά πάνελ ηλιακές ενέργειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας για την τροφοδότηση των φορτίων στην κατανάλωση ή να αποθηκευτούν σε μπαταρίες για μελλοντική χρήση. Επίσης, εάν η παραγωγή υπερβαίνει τις ανάγκες του κτιρίου, η υπόλοιπη ενέργεια μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο διανομής, με τη δυνατότητα πώλησής της στον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατανεμημένης παραγωγής προσφέρουν πολλά οφέλη. Καταρχάς, μειώνουν την εξάρτηση από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, μειώνουν τον κίνδυνο διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος. Ακόμη, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων κατανεμημένης παραγωγής μπορεί να φέρει οικονομικά οφέλη για τους ιδιοκτήτες κτιρίων. Με τη μείωση των ενεργειακών απολαβών από το δίκτυο και την πιθανή πώληση υπέρ-παραγόμενης ενέργειας, οι καταναλωτές μπορούν να μειώσουν το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας και να επιστρέψουν το επενδυθέν κεφάλαιο στην εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. (Saad, et al., 2018)

Παράλληλα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατανεμημένης παραγωγής συμβάλλουν στην προώθηση της αειφορίας και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με την αύξηση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κατοικίες και επιχειρήσεις, μπορεί να μειωθεί η εξάρτηση από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Αυτό συνεισφέρει στη μείωση της εξάρτησης από τις ενεργειακές εισαγωγές και στην αυτάρκεια σε ενέργεια, ενισχύοντας την ενεργειακή ασφάλεια των χωρών. Οι κατανεμημένες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις είναι επίσης ευέλικτες και επεκτάσιμες. Μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες και το μέγεθος του κτιρίου ή της επιχείρησης, και μπορούν να αυξηθούν σε μελλοντικό στάδιο, εάν απαιτείται περισσότερη παραγωγή ενέργειας. Ως συμπέρασμα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατανεμημένης παραγωγής προωθούν την αειφορία, μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενισχύουν την ενεργειακή ανεξαρτησία και οικονομική αποδοτικότητα, και συμβάλλουν στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η χρήση κατανεμημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για την ικανοποίηση της αυξανόμενης ζήτησης ενέργειας.

Επιπλέον, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων κατακεντρωμένης παραγωγής δημιουργεί θέσεις εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συντελεί στην τοπική οικονομική ανάπτυξη. Οι κυβερνήσεις και οι ενεργειακοί φορείς αναγνωρίζουν τη σημασία των φωτοβολταϊκών συστημάτων κατακεντρωμένης παραγωγής και προωθούν την υιοθέτησή τους μέσω διάφορων κινήτρων και προγραμμάτων ενίσχυσης. Αυτό περιλαμβάνει την εφαρμογή νομοθετικών μέτρων, όπως οι υψηλές τιμές αγοράς ενέργειας, οι επιδοτήσεις, τα κίνητρα φορολογικής απαλλαγής και οι προκηρύξεις δημοπρασιών για την αγορά παραγωγής φωτοβολταϊκής ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατακεντρωμένης παραγωγής συμβάλλουν επίσης στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. (Saad, et al., 2018)



**Εικόνα 22:** Φωτοβολταϊκά συστήματα κατακεντρωμένης παραγωγής

Πηγή: <https://www.linquip.com/blog/what-is-distributed-generation/>

### 3.4 Τεχνολογία Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Η τεχνολογία φωτοβολταϊκών χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές όπου δεν φτάνουν τα καλώδια ρεύματος. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, βοηθά στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στις αγροτικές περιοχές, ιδίως στην υγειονομική περίθαλψη, την εκπαίδευση και τη γεωργία. Στις βιομηχανικές χώρες, αυτή η τεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς και έχει ενσωματωθεί στο δίκτυο κοινής ωφέλειας. (Chaar, 2011)

Τα τελευταία χρόνια σημειώθηκαν πολυάριθμες προόδους στις τεχνολογίες ηλιακών φωτοβολταϊκών για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης της κοινωνίας για εναλλακτικές πηγές ενέργειας. Αυτή η ζήτηση έχει τονώσει την έρευνα και την ανάπτυξη στο σχεδιασμό φωτοβολταϊκών συστημάτων αυξάνοντας έτσι την απόδοση και τις εφαρμογές τους. (Obeidat, 2018)

Δεν υπάρχει γενική συναίνεση για το μέλλον της Φ/Β τεχνολογίας καθώς υπάρχουν εμπόδια στην εφαρμογή της. Τα μη τεχνικά εμπόδια περιλαμβάνουν παράγοντες όπως μακρόβιους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δυσμενείς κανόνες τιμολόγησης, προμήθεια πρώτων υλών, διαθεσιμότητα γης και γεωγραφικούς περιορισμούς. Στους Raugei and Frankl (2009), οι συγγραφείς απαρίθμησαν τέσσερις παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη σύνταξη πιθανών μελλοντικών σεναρίων κόστους και περιβαλλοντικής απόδοσης για την τεχνολογία φωτοβολταϊκών. Αυτοί οι παράγοντες είναι η μείωση του κόστους, η αύξηση της απόδοσης, η ενσωμάτωση στα κτίρια και οι τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας. Άλλοι παράγοντες είναι η ωριμότητα κάθε τεχνολογίας όσον αφορά τον βαθμό εκβιομηχάνισής της και το κόστος κατασκευής της μονάδας, τον χρόνο απόσβεσης ενέργειας και τα πρόσθετα ζητήματα που σχετίζονται με το κόστος «Balance of System» (BOS). (Obeidat, 2018)

### 3.5 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων αναφέρεται στη διαδικασία τοποθέτησης και σύνδεσης φωτοβολταϊκών πάνελ σε μια κατοικία, επιχείρηση ή άλλον χώρο με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αξιοποιούν τη φωτοηλεκτρική αλληλεπίδραση, κατά την οποία τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- **Αξιολόγηση:** Κατά την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, πραγματοποιείται αξιολόγηση της καταλληλότητας της τοποθεσίας όπου θα γίνει η εγκατάσταση. Αναλύονται παράγοντες όπως η έκθεση στον ήλιο, η κλίση της οροφής και τυχόν σκιάδεις παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση του συστήματος.
- **Σχεδιασμός:** Στον σχεδιασμό του φωτοβολταϊκού συστήματος, λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις του πελάτη. Πραγματοποιείται υπολογισμός της απαιτούμενης ισχύος, καθορίζεται ο αριθμός και οι τύποι των φωτοβολταϊκών πάνελ, και προβλέπεται ο σχεδιασμός του συστήματος σύνδεσης στο ηλεκτρικό δίκτυο.
- **Απόκτηση εξοπλισμού:** Πραγματοποιείται η αγορά των απαραίτητων φωτοβολταϊκών πάνελ, μετατροπέων (inverters), συστήματος στήριξης και άλλων υλικών που απαιτούνται για την εγκατάσταση.
- **Σύνδεση στο ηλεκτρικό δίκτυο:** Μετά την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος, ακολουθεί η διαδικασία σύνδεσης του στο ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτό γίνεται μέσω μιας σύνδεσης με τον ηλεκτρολογικό πίνακα του κτιρίου,

όπου το παραγόμενο ρεύμα των φωτοβολταϊκών συστημάτων ενσωματώνεται στο γενικό ηλεκτρικό δίκτυο.

- Επίβλεψη και συντήρηση: Μετά την εγκατάσταση, είναι σημαντικό να παρακολουθείται και να διατηρείται το φωτοβολταϊκό σύστημα. Αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση της απόδοσης του συστήματος, την επιθεώρηση της κατάστασης των πάνελ και του εξοπλισμού, καθώς και τον καθαρισμό των φωτοβολταϊκών πάνελ από τυχόν ρύπους ή σκόνη.

Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις έχουν πολλά οφέλη, όπως η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η εξοικονόμηση ενέργειας και η μείωση του κόστους του ηλεκτρικού ρεύματος. Επίσης, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να επιτρέψει την αυτόνομη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές ή σε περιπτώσεις διακοπών ηλεκτροδότησης. Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, συνήθως απαιτείται η συνεργασία με ειδικούς ή εγκεκριμένους εγκαταστάτες. Αυτοί οι επαγγελματίες έχουν την εμπειρία και τις γνώσεις για να διαχειριστούν την εγκατάσταση και τη σύνδεση του συστήματος στο ηλεκτρικό δίκτυο με ασφάλεια και σύμφωνα με τους τοπικούς κανονισμούς. Επιπλέον, μπορεί να υπάρχουν κυβερνητικά προγράμματα ενίσχυσης ή επιδοτήσεων που είναι διαθέσιμα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτά τα προγράμματα μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του κόστους της εγκατάστασης και να προωθήσουν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. (Benda, 2020)



**Εικόνα 23:** Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Πηγή: [https://www.thesolarplanner.com/steps\\_page12.html](https://www.thesolarplanner.com/steps_page12.html)

### 3.6 Αντιστροφείς

Οι αντιστροφείς των φωτοβολταϊκών πάρκων αποτελούν μια καινοτόμο τεχνολογία που αποτελεί σημαντική εξέλιξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ενώ τα φωτοβολταϊκά πάρκα χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια, οι αντιστροφείς αναλαμβάνουν τον ρόλο της μετατροπής αυτής της ηλεκτρικής ενέργειας από συνεχές ρεύμα (DC) σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το δίκτυο ή από ηλεκτρικές συσκευές. Οι αντιστροφείς αποτελούν κρίσιμο συστατικό των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, καθώς εξασφαλίζουν την αποτελεσματική και αποδοτική λειτουργία τους. Ο βασικός τους ρόλος είναι να μετατρέπουν το DC ρεύμα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πάνελ σε AC ρεύμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα ηλεκτρικά δίκτυα ή από τις ηλεκτρικές συσκευές. Αυτή η μετατροπή είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί η ομαλή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο. (Shukir, 2021)

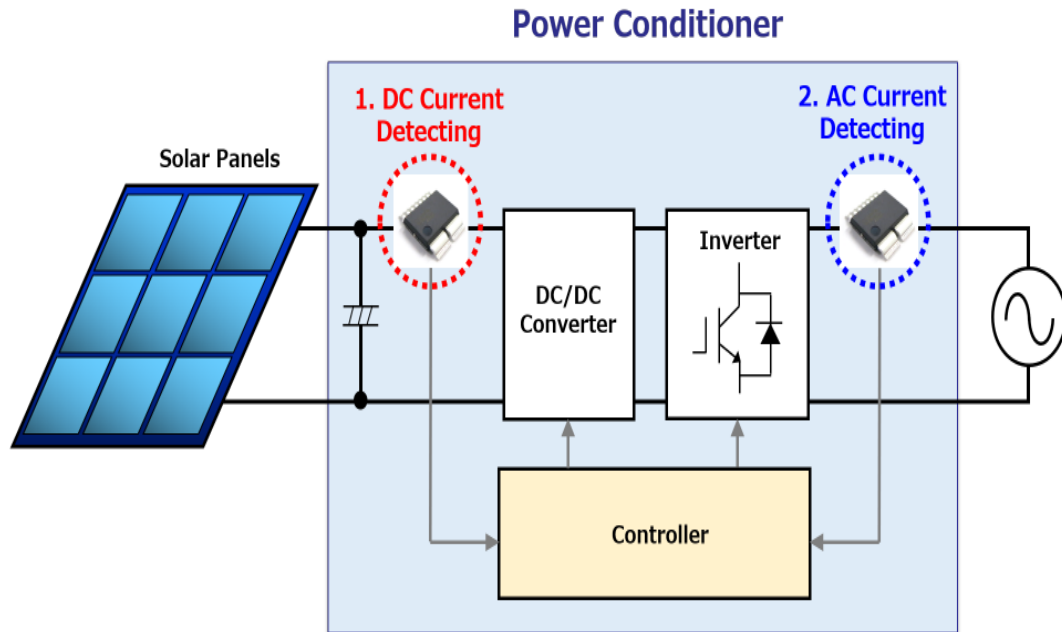


Οι αντιστροφείς εκτελούν αρκετές σημαντικές λειτουργίες πέραν της μετατροπής του ρεύματος. Συνήθως περιλαμβάνουν έναν ελεγκτή (controller) που παρακολουθεί την απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος και ρυθμίζει την λειτουργία του αντιστροφέα ανάλογα με τις συνθήκες φόρτισης και την ζήτηση ενέργειας. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των αντιστροφέων είναι η απόδοσή τους και η απώλεια ενέργειας κατά τη μετατροπή. Οι σύγχρονοι αντιστροφείς σχεδιάζονται με γνώμονα την υψηλή απόδοση και την ελαχιστοποίηση των απωλειών, προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη αποδοτικότητα και μειωμένο κόστος λειτουργίας στους φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Επιπλέον, οι αντιστροφείς μπορούν να παρέχουν και άλλες λειτουργίες, όπως η παρακολούθηση και η αναφορά δεδομένων για την απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος, η προστασία από υπερφόρτιση και βραυκύκλωμα καθώς και τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου και παρακολούθησης της λειτουργίας του συστήματος μέσω δικτύου. (Ebrahimi, Moghassemi, & Olamaei, 2020)

Η τεχνολογία των αντιστροφέων συνεχώς εξελίσσεται, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης, της αξιοπιστίας και της διάρκειας ζωής τους. Πρόσφατες καινοτομίες περιλαμβάνουν τη χρήση προηγμένων υλικών και ηλεκτρονικών στοιχείων, την εφαρμογή αλγορίθμων ελέγχου μεγάλης ακρίβειας και την ενσωμάτωση τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας για την βελτίωση της αυτονομίας και της ευελιξίας του συστήματος. Οι αντιστροφείς αποτελούν ουσιώδες κομμάτι των φωτοβολταϊκών πάρκων και συμβάλλουν στην αειφόρο παραγωγή και χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Με τη συνεχή τεχνολογική πρόοδο και τη βελτίωση της απόδοσης των αντιστροφέων, αναμένεται να διαδραματίσουν ακόμα πιο σημαντικό ρόλο στο μέλλον της ανανεώσιμης ενέργειας και της βιώσιμης ανάπτυξης. Οι αντιστροφείς των φωτοβολταϊκών πάρκων επιτρέπουν την ολοκλήρωση της φωτοβολταϊκής ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από τις

παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ενέργειας που βασίζονται στην καύση ορυκτών καυσίμων. Η χρήση φωτοβολταϊκών πάρκων και αντιστροφών έχει θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθώς συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην αποφυγή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επιπλέον, οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και οι αντιστροφείς προσφέρουν οικονομικά οφέλη, καθώς μειώνουν το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μειώνουν την εξάρτηση από τις διεθνείς τιμές των ορυκτών καυσίμων. Επιπλέον, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων και η χρήση αντιστροφών δημιουργούν θέσεις εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμβάλλουν στην τοπική οικονομία. (Ebrahimi, Moghassemi, & Olamaei, 2020)

Οι συνεχείς καινοτομίες και βελτιώσεις στον τομέα των αντιστροφών επιτρέπουν την αύξηση της απόδοσης και της αξιοπιστίας τους, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν το κόστος λειτουργίας και την ενεργειακή απώλεια. Αυτό επιτρέπει την ευρύτερη χρήση της ηλιακής ενέργειας και συμβάλλει στην επίτευξη βιώσιμων και αιεφόρων πηγών ενέργειας. Οι προσπάθειες συνεχούς καινοτομίας και βελτίωσης στον τομέα των αντιστροφών συμβάλλουν στην αύξηση της αποδοτικότητας των φωτοβολταϊκών πάρκων, μειώνοντας τις απώλειες ενέργειας και αυξάνοντας την αξιοπιστία και τη διάρκεια ζωής τους. Επίσης, οι προηγμένες λειτουργίες των αντιστροφών, όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχος, συμβάλλουν στην αποτελεσματική διαχείριση της παραγωγής και της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πάρκων. (Ebrahimi, Moghassemi, & Olamaei, 2020)



**Εικόνα 24:** Αντιστροφέας

Πηγή: <https://www.akm.com/eu/en/products/current-sensor/application/photovoltaic-inverter/>

### 3.7 Συσσωρευτές

Οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων αντιπροσωπεύουν σημαντικά στοιχεία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, παρέχοντας αποθήκευση ενέργειας για τις ανάγκες του πάρκου και βοηθώντας στην εξομάλυνση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτοί οι συσσωρευτές αποτελούν κρίσιμο στοιχείο για την αποδοτικότητα, την αξιοπιστία και την οικονομική βιωσιμότητα των φωτοβολταϊκών πάρκων. Ο σκοπός των συσσωρευτών φωτοβολταϊκών πάρκων είναι να αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πάνελ, ώστε να είναι διαθέσιμη για χρήση όταν οι συνθήκες ή η ζήτηση το απαιτούν. Αυτή η δυνατότητα αποθήκευσης επιτρέπει την αποφυγή απώλειας παραγωγής κατά τις περιόδους χαμηλής ή απουσίας ηλιακής ακτινοβολίας, ενισχύοντας την αξιοπιστία του πάρκου και την ικανότητά του να παράγει σταθερά και συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια. Οι συσσωρευτές μπορούν να λειτουργήσουν ως ένα είδος "μπαταρίας" για τα φωτοβολταϊκά πάρκα,

αποθηκεύοντας την υπερβολική παραγωγή ενέργειας και απελευθερώνοντάς την όταν απαιτείται. Αυτό σημαίνει ότι οι συσσωρευτές μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που συνδέονται με τη μεταβλητότητα της ηλιακής ενέργειας, όπως η νυχτερινή παραγωγή ή η απροσδόκητη μείωση της παραγωγής λόγω καιρικών συνθηκών. Επιπλέον, οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης των πάρκων και τη μείωση των λειτουργικών εξόδων. Με τη δυνατότητα να αποθηκεύουν την παραγόμενη ενέργεια, μπορούν να προσαρμόζουν την παραγωγή τους στις κορυφογραμμές φόρτου και να προσφέρουν ευελιξία στο δίκτυο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των αντισταθμιστικών μέτρων, όπως η αγορά ενέργειας από το δίκτυο κατά περιόδους χαμηλής παραγωγής, καθώς και να εξοικονομήσει χρήματα για τους φωτοβολταϊκούς πάρκους σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα. (Manimekalai, Harikumar, & Raghavan, 2013)

Επιπλέον, οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων μπορούν να βελτιώσουν την αξιοπιστία του συστήματος. Κατά τη διάρκεια διακοπής ρεύματος από το δίκτυο, οι συσσωρευτές μπορούν να λειτουργήσουν ως πηγή εφεδρικής ενέργειας, επιτρέποντας τη συνεχή λειτουργία του πάρκου και την παροχή ενέργειας σε κρίσιμα συστήματα, όπως οι επικοινωνίες ή η παροχή νερού. Ακόμη, η χρήση συσσωρευτών σε φωτοβολταϊκά πάρκα συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Με τη δυνατότητα αποθήκευσης και αξιοποίησης της παραγόμενης ενέργειας, μειώνεται η ανάγκη για τη χρήση παραδοσιακών πηγών ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό συμβάλλει στη μείωση των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, με θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή. (Μπούγας, 2015)

Η χρήση συσσωρευτών φωτοβολταϊκών πάρκων συμβάλλει στη μετάβαση σε ένα πιο αειφόρο και ανεξάρτητο ενεργειακό μοντέλο. Η αποθήκευση της ηλεκτρικής

ενέργειας που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πάρκα με τη χρήση συσσωρευτών επιτρέπει την αυτονομία και την ανεξαρτησία από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με τη μεταβλητότητα της ηλιακής παραγωγής. Η αποθήκευση της ενέργειας κατά τις περιόδους υψηλής παραγωγής επιτρέπει την αποδόμηση φορτίου, δηλαδή τη χρήση της παραγόμενης ενέργειας κατά τις περιόδους μειωμένης παραγωγής. Αυτό βοηθά στη διατήρηση της σταθερότητας του ηλεκτρικού δικτύου και την αποφυγή προβλημάτων υπερφόρτωσης. Επιπλέον, η χρήση συσσωρευτών φωτοβολταϊκών πάρκων παρέχει επίσης τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της αποθηκευμένης ενέργειας για εμπορικούς σκοπούς. Οι συσσωρευτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πώληση της αποθηκευμένης ενέργειας σε περιόδους μεγάλης ζήτησης ή υψηλών τιμών ενέργειας, επιτρέποντας στα φωτοβολταϊκά πάρκα να συμβάλλουν στην οικονομική βιωσιμότητα και να αξιοποιήσουν την παραγόμενη ενέργεια με τον αποδοτικότερο τρόπο. (Μπούγας, 2015)

Συνολικά, οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για τη βελτίωση της αποδοτικότητας, της αξιοπιστίας και της οικονομικής βιωσιμότητας των φωτοβολταϊκών πάρκων. Με την ικανότητά τους να αποθηκεύουν και να απελευθερώνουν ενέργεια ανάλογα με τη ζήτηση και τις συνθήκες, μπορούν να προσφέρουν ευελιξία και σταθερότητα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενισχύοντας την ολοκληρωμένη λειτουργία του πάρκου. Οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων μπορούν να συμβάλλουν στη μετάβαση σε πιο αειφόρο και ανεξάρτητο ενεργειακό μοντέλο. Με την αποθήκευση και την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, επιτρέπουν τη μείωση της εξάρτησης από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας και τη χρήση αειφόρων πηγών. Αυτό οδηγεί σε μειωμένες εκπομπές αερίων

θερμοκηπίου και περιβαλλοντικά οφέλη. (Manimekalai, Harikumar, & Raghavan, 2013)

Τέλος, οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων αποτελούν μια πρωτοποριακή τεχνολογία που συμβάλλει στην προώθηση της έρευνας και της ανάπτυξης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η συνεχής βελτίωση των συσσωρευτών φωτοβολταϊκών πάρκων, όπως η αύξηση της αποδοτικότητας, η μείωση του μεγέθους και του κόστους καθώς και η αύξηση της διάρκειας ζωής, προωθούν την τεχνολογική πρόοδο και την υιοθέτηση αυτών των συστημάτων. Οι συσσωρευτές φωτοβολταϊκών πάρκων αντιπροσωπεύουν μια καινοτόμα λύση για την αποθήκευση και τη χρήση της ηλιακής ενέργειας. Με την ικανότητά τους να προσφέρουν ευελιξία, σταθερότητα και οικονομικά οφέλη, συμβάλλουν στην αποτελεσματική αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών πάρκων και στην προαγωγή της αειφόρου ενέργειας. Με τη συνεχή ανάπτυξη και εφαρμογή της τεχνολογίας των συσσωρευτών φωτοβολταϊκών πάρκων, αναμένεται ακόμη μεγαλύτερη ανάπτυξη και χρήση των φωτοβολταϊκών πηγών ενέργειας στο μέλλον. (Μπούγας, 2015)



**Εικόνα 25:** Συσσωρευτές Φωτοβολταϊκών

Πηγή: <https://www.todoensolar.com/Solar-battery-1x6-elements-300A-C100>

### 3.8 Οφέλη

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα αποτελούν μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που έχει πολλά οφέλη για την κοινωνία και το περιβάλλον. Αυτά τα πάρκα χρησιμοποιούν φωτοβολταϊκά συστήματα για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη των φωτοβολταϊκών πάρκων είναι η παραγωγή καθαρής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι απεριόριστη και ανανεώσιμη πηγή, ενώ η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά συστήματα ακολουθεί μια αειφόρο διαδικασία. Η παραγωγή καθαρής ενέργειας μειώνει την εξάρτηση από τις παραδοσιακές μορφές ενέργειας που προκαλούν ρύπανση και αποτελούν απειλή για το περιβάλλον και την υγεία. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα συμβάλλουν επίσης στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα είναι απολύτως απελευθερωμένη από την καύση ορυκτών καυσίμων ή άλλων πηγών ενέργειας που απελευθερώνουν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων θερμοκηπίου. Η μείωση αυτών των εκπομπών συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διατήρηση της ποιότητας του αέρα που αναπνέουμε. (James, 2021)

Επιπλέον, τα φωτοβολταϊκά πάρκα μπορούν να δημιουργήσουν οικονομική ανάπτυξη και θέσεις εργασίας. Η κατασκευή και η λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου απαιτεί τεχνολογική τεχνογνωσία και εργατικό δυναμικό. Η δημιουργία αυτών των πάρκων μπορεί να συμβάλλει στη δημιουργία θέσεων εργασίας στον τομέα της μηχανικής, των εγκαταστάσεων, της συντήρησης και του επιχειρηματικού τομέα. Ακόμη, τα φωτοβολταϊκά πάρκα συμβάλλουν στην αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας. Καθώς τα φωτοβολταϊκά πάρκα μπορούν να εγκατασταθούν σε διάφορες τοποθεσίες, συμβάλλουν στη δημιουργία ενός δικτύου μικρότερων πηγών παραγωγής ενέργειας. Αυτό μειώνει την ανάγκη μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και την απώλεια που συνοδεύει αυτήν τη μεταφορά. Επίσης, η αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας αυξάνει την ανθεκτικότητα του ενεργειακού συστήματος. Καθώς οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις διαθέτουν μικρής κλίμακας και διασκορπισμένη παραγωγή ενέργειας, η απώλεια μιας μεμονωμένης μονάδας δεν επηρεάζει σημαντικά τη συνολική παραγωγή. Αυτό σημαίνει ότι τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι πιο ανθεκτικά σε βλάβες, αντισταθμίζοντας τυχόν προβλήματα ή βλάβες σε άλλα μέρη του συστήματος. (Μπούγας, 2015)

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών πάρκων ενθαρρύνει την καινοτομία και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών. Οι συνεχείς επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη φωτοβολταϊκών τεχνολογιών οδηγούν σε βελτιώσεις στην απόδοση και το κόστος των συστημάτων. Αυτό δημιουργεί ευκαιρίες για την ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών



πρωτοβουλιών, τη δημιουργία θέσεων εργασίας στον τομέα της καινοτομίας και την προώθηση της έρευνας και της τεχνολογικής προόδου. Η συνεχής ανάπτυξη και βελτίωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων οδηγεί σε πιο αποδοτικές και οικονομικά βιώσιμες λύσεις. Επίσης, τα φωτοβολταϊκά πάρκα μπορούν να αυξήσουν την ενεργειακή ανεξαρτησία μιας περιοχής ή ακόμα και ενός ολόκληρου κράτους. Η δυνατότητα παραγωγής και αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά πάρκα επιτρέπει στις κοινότητες να ανταποκριθούν στις ενεργειακές τους ανάγκες ακόμα και σε περιόδους αιχμής ζήτησης ή σε περιπτώσεις διακοπής του κεντρικού ενεργειακού δικτύου. Επιπλέον, η παρουσία φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να ενισχύσει τον τουρισμό στην περιοχή. Πολλοί επισκέπτες ενδιαφέρονται να επισκεφθούν αυτά τα πάρκα για να δουν την τεχνολογία, να ενημερωθούν για την ανανεώσιμη ενέργεια και να απολαύσουν την εντυπωσιακή θέα των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των τουριστικών εσόδων για την περιοχή και να ενισχύσει την τοπική οικονομία. (Benda, 2020)

Τέλος, τα φωτοβολταϊκά πάρκα συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας. Η χρήση ηλιακής ενέργειας αποτρέπει την εκμετάλλευση περιοχών φυσικού καύσιμου και την υπερβολική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Επίσης, η εγκατάσταση των πάρκων γίνεται με σεβασμό προς το περιβάλλον, με την προστασία της φυσικής χλωρίδας και πανίδας και τη διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων. Η μετάβαση σε καθαρή ενέργεια αποτελεί σημαντικό βήμα προς την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων που έχει η παραγωγή ενέργειας από παραδοσιακές πηγές. Η επένδυση σε φωτοβολταϊκά πάρκα δημιουργεί οικονομικά οφέλη για τις κοινότητες και τους επενδυτές. Η λειτουργία των πάρκων δημιουργεί θέσεις εργασίας κατά τη φάση της κατασκευής και της λειτουργίας τους. Επιπλέον, η παραγωγή και πώληση καθαρής

ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά πάρκα συμβάλλει στη διαφοροποίηση των πηγών εσόδων και στην ενίσχυση της οικονομίας των περιοχών όπου είναι εγκατεστημένα. (James, 2021)

### 3.9 Κόστος

Το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να διαφέρει ανάλογα με πολλούς παράγοντες, όπως η χώρα, ο τύπος του συστήματος, η ισχύς του, η ποιότητα των συστατικών και άλλοι παράγοντες. Επίσης, η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων συνεχώς εξελίσσεται και οι τιμές μειώνονται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου. Γενικά, το κόστος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος αποτελείται από το κόστος των φωτοβολταϊκών πάνελ, των αντιστροφέων, του συστήματος στήριξης, των καλωδίων, των αισθητήρων, των μετρητών και άλλων εξαρτημάτων, καθώς και το κόστος της εγκατάστασης και της σύνδεσης με το δίκτυο ή τις μπαταρίες αποθήκευσης. Το κόστος των φωτοβολταϊκών πάνελ κυμαίνεται ανάλογα με την τεχνολογία και την απόδοση τους. Οι πιο συνηθισμένες τεχνολογίες είναι οι κρυσταλλικοί πυρίτιοι (monocrystalline) και πολυκρυσταλλικοί πυρίτιοι (polycrystalline) πάνελ. Τα κρυσταλλικά πάνελ έχουν συνήθως υψηλότερο κόστος σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά πάνελ, αλλά παρέχουν και καλύτερη απόδοση. Οι τιμές των φωτοβολταϊκών πάνελ μπορούν να κυμαίνονται από μερικές δεκάδες έως μερικές εκατοντάδες δολάρια ανά κιλοβάτ-ώρα (kWp), ανάλογα με την ποιότητα και την απόδοση τους. (Μπούγας, 2015)

Οι αντιστροφείς είναι άλλο ένα σημαντικό κομμάτι του συστήματος φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Οι τιμές τους εξαρτώνται από την ισχύ τους και την ποιότητα της τεχνολογίας. Οι αντιστροφείς μεγάλης ισχύος για εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις έχουν συνήθως υψηλότερο κόστος από αυτούς που χρησιμοποιούνται

σε οικιακές εγκαταστάσεις. Επιπλέον, το κόστος των συστημάτων στήριξης, των καλωδίων, των αισθητήρων, των μετρητών και άλλων εξαρτημάτων εξαρτάται από την κλίμακα και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης. Για οικιακές εγκαταστάσεις, αυτά τα στοιχεία μπορεί να ανέρχονται σε μερικές χιλιάδες δολάρια, ενώ για μεγαλύτερες εμπορικές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις το κόστος μπορεί να είναι ανάλογα υψηλότερο. Το κόστος της εγκατάστασης και της σύνδεσης με το δίκτυο ή τις μπαταρίες αποθήκευσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η περιοχή και οι τοπικοί κανονισμοί. Συνήθως, αυτό το κόστος περιλαμβάνει την εγκατάσταση των πάνελ, των αντιστροφών, των συστημάτων στήριξης, την καλωδίωση, τις εργασίες σύνδεσης και την ενεργοποίηση του συστήματος. Το κόστος αυτό μπορεί να κυμαίνεται ανάλογα με την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης και τις τοπικές συνθήκες, αλλά συνήθως αποτελεί μια σημαντική παράμετρο του συνολικού κόστους του συστήματος. (Μπούγας, 2015)

### **3.10 Μειονεκτήματα**

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα-πάρκα αποτελούν μια πηγή ανανεώσιμης ενέργειας που έχει αποκτήσει μεγάλη δημοτικότητα στις τελευταίες δεκαετίες. Ωστόσο, όπως και με οποιοδήποτε άλλο ενεργειακό σύστημα, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων-πάρκων είναι το κόστος εγκατάστασης. Η αγορά των φωτοβολταϊκών πάρκων απαιτεί μια σημαντική αρχική επένδυση για την αγορά και την εγκατάσταση των ηλιακών πάνελ. Αυτό το υψηλό κόστος μπορεί να αποθαρρύνει πολλούς επενδυτές και εταιρείες από το να υιοθετήσουν αυτήν τη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας. Ένα άλλο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών πάρκων είναι η εξάρτησή τους από τις καιρικές συνθήκες. Τα ηλιακά πάνελ εξαρτώνται από την

ηλιακή ακτινοβολία για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Κατά συνέπεια, τα φωτοβολταϊκά πάρκα μπορεί να είναι λιγότερο αποδοτικά κατά τις νεφελώδεις ή βροχερές ημέρες, καθώς και κατά τις νυχτερινές ώρες όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά πάρκα δεν είναι σταθερή και απαιτεί την αποθήκευση της ενέργειας για χρήση κατά τις περιόδους χαμηλής παραγωγής. (Sampraiio & Gonzales, 2017)

Επιπλέον, η μεγάλη έκταση που απαιτείται για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα. Τα πάρκα αυτά χρειάζονται μεγάλη επιφάνεια γης για την τοποθέτηση των ηλιακών πάνελ, και αυτό μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα. Η απαίτηση γης για την κατασκευή φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια φυσικών ενδιαιτημάτων και οικοσυστημάτων, καθώς και στη μείωση της γεωργικής γης. Όπως και με οποιοδήποτε ενεργειακό σύστημα, υπάρχει επίσης η ανάγκη για συντήρηση και επισκευές στα φωτοβολταϊκά πάρκα. Τα πάνελ υπόκεινται στη φθορά από τις καιρικές συνθήκες και την έκθεση στον ήλιο, και μπορεί να απαιτείται η αντικατάσταση ή επισκευή τους κατά τη διάρκεια της χρήσης του πάρκου. Αυτό μπορεί να αυξήσει το κόστος συντήρησης και να απαιτήσει επαναπρογραμματισμό της παραγωγής ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα-πάρκα μπορεί να επηρεάσει το τοπίο και τον οπτικό αισθητικό χαρακτήρα της περιοχής. Οι μεγάλες εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να αλλοιώσουν το φυσικό περιβάλλον και την αρχιτεκτονική της περιοχής, ειδικά όταν τοποθετούνται σε αγροτικές ή επαγγελματικές περιοχές. Αυτό μπορεί να προκαλέσει αντιδράσεις από τους κατοίκους της περιοχής ή από τοπικές οργανώσεις που προστατεύουν το περιβάλλον. (James, 2021)

Πέρα από τα προαναφερθέντα, ένα άλλο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων-πάρκων είναι η ανάγκη για ειδικές τεχνικές διαχείρισης της παραγωγής ενέργειας. Η αποτελεσματική λειτουργία τους απαιτεί τη συνεχή παρακολούθηση και τη ρύθμιση της παραγωγής σε πραγματικό χρόνο, λαμβάνοντας υπόψη την ηλιακή ακτινοβολία, τη θερμοκρασία και άλλους παράγοντες. Αυτό απαιτεί τη χρήση προηγμένων συστημάτων ελέγχου και τεχνολογίας, καθώς και ειδικευμένου προσωπικού για την αποτελεσματική λειτουργία και συντήρησή τους. Επιπλέον, η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα-πάρκα είναι επηρεασμένη από την απόδοση των ηλιακών πάνελ, η οποία με την πάροδο του χρόνου μπορεί να μειώνεται. Η φθορά και οι φυσικές διαδικασίες μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της απόδοσης των πάνελ, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής ενέργειας. Αυτό απαιτεί την παρακολούθηση και την αντικατάσταση των παλαιών ή ανεπαρκώς λειτουργούντων πάνελ και την αντικατάστασή τους με νέα πάνελ που έχουν υψηλότερη απόδοση. Αυτή η διαδικασία αυξάνει το κόστος συντήρησης και μπορεί να επηρεάσει την οικονομική αποδοτικότητα του φωτοβολταϊκού πάρκου. (Gluchy, Kurz, & Trzmiel, 2013)

Επίσης, η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα-πάρκα μπορεί να επηρεαστεί από τις σκιές. Αντικείμενα όπως δέντρα, κτίρια ή άλλα εμπόδια μπορούν να προκαλέσουν σκίαση στα ηλιακά πάνελ και να μειώσουν την απόδοσή τους. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι παράγοντες αυτοί κατά τον σχεδιασμό και την τοποθέτηση των πάνελ, ώστε να μειωθεί ο αντίκτυπος της σκίασης στην παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα, ένα ακόμη μειονέκτημα είναι η περιορισμένη διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών παρκών. Παρόλο που τα πάνελ έχουν μακρά διάρκεια ζωής, συνήθως περίπου 25-30 χρόνια, υπάρχει η ανάγκη για αντικατάστασή τους μετά από αυτό το διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι οι επενδυτές πρέπει να λάβουν υπόψη το

κόστος αντικατάστασης των πανελών και να προβλέψουν την αποτίμησή τους κατά τη διάρκεια λειτουργίας του πάρκου. (Gluchy, Kurz, & Trzmiel, 2013)

Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα είναι η ανάγκη για υποδομή μεταφοράς και διασύνδεσης. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα-πάρκα πρέπει να συνδεθούν στο δίκτυο ενέργειας για να μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό απαιτεί την κατασκευή υποδομών μεταφοράς και διασύνδεσης, συμπεριλαμβανομένων καλωδίων, μετασχηματιστών και υποσταθμών. Η ανάπτυξη αυτής της υποδομής μπορεί να είναι ακριβή και να απαιτεί σημαντικές επενδύσεις και γραφειοκρατικές διαδικασίες. Επιπλέον, η υποδομή μεταφοράς και διασύνδεσης μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στο τοπίο και το περιβάλλον, καθώς απαιτεί τη δημιουργία γραμμών μεταφοράς ενέργειας και υποσταθμών που μπορεί να διαταράξουν τη φυσική αισθητική του τοπίου και να επηρεάσουν την χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής. (James, 2021)

Τέλος, η κατασκευή και η λειτουργία των φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να προκαλέσει ορισμένα κοινωνικά προβλήματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι κάτοικοι της περιοχής ενδέχεται να αντιμετωπίσουν αντίσταση ή αντίθεση από την τοπική κοινότητα λόγω των αρνητικών επιπτώσεων που μπορεί να έχει η κατασκευή και η λειτουργία του πάρκου στην περιοχή. Η ανάπτυξη φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να έχει επιπτώσεις στην τοπική απασχόληση, καθώς οι αυτοματοποιημένες τεχνολογίες μπορεί να μειώσουν την ανάγκη για εργατικό δυναμικό. Όλα αυτά τα μειονεκτήματα απαιτούν προσεκτική και προγραμματισμένη διαχείριση και αντιμετώπιση από τους φορείς που αναλαμβάνουν την ανάπτυξη και τη λειτουργία των φωτοβολταϊκών πάρκων. Ωστόσο, παρά τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων-πάρκων συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη μετάβαση σε

πιο βιώσιμες μορφές ενέργειας. Επίσης, με την συνεχή τεχνολογική πρόοδο, οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις γίνονται πιο αποδοτικές και οι τιμές των φωτοβολταϊκών πάνελ μειώνονται, καθιστώντας την τεχνολογία πιο προσιτή και ανταγωνιστική σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας. Επιπλέον, η τεχνολογική πρόοδος συνεχίζει να βελτιώνει την απόδοση και την αποτελεσματικότητα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη πρέπει να συνεχιστούν προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση των φωτοβολταϊκών κυψελών, να μειωθούν οι δαπάνες και να αυξηθεί η αντοχή τους στις καιρικές συνθήκες. (Μπούγας, 2015)

## **Συμπεράσματα**

Η ενέργεια είναι ένας ζωτικός παράγοντας στην ύπαρξη και την ανάπτυξη του κόσμου μας. Παίζει έναν ουσιαστικό ρόλο στη διευκόλυνση των καθημερινών μας δραστηριοτήτων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Η ενέργεια αποτελεί μία βασική και σημαντική έννοια στη φυσική και την επιστήμη γενικότερα. Αναφέρεται στη δυνατότητα ενός συστήματος ή αντικειμένου να πραγματοποιήσει εργασία ή να παράγει κίνηση. Η ενέργεια μπορεί να μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο ή να μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη. Το ενεργειακό πρόβλημα αναφέρεται στη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια σε παγκόσμιο επίπεδο και τις προκλήσεις που εμφανίζονται στην παραγωγή, διανομή και χρήση της ενέργειας. Το ενεργειακό πρόβλημα αντιπροσωπεύει μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας σήμερα. Καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται και η οικονομία να αναπτύσσεται, η ζήτηση για ενέργεια έχει εκτοξευθεί σε ανησυχητικά επίπεδα.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναφέρονται σε μορφές ενέργειας που προέρχονται από φυσικές πηγές που ανανεώνονται συνεχώς και δεν εξαντλούνται, όπως ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό και η βιομάζα. Αντιπροσωπεύουν μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στις παραδοσιακές μορφές ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα που είναι πεπερασμένα και περιβαλλοντικά επιβλαβή. Η αιολική ενέργεια είναι μια πολύ καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας και χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από τη ροή του νερού σε μια υδροηλεκτρική φάρμα. Η ηλιακή ενέργεια θεωρείται μη ρυπογόνος, αξιόπιστη και καθαρή πηγή ενέργειας. Σε αντίθεση με άλλες πηγές ενέργειας, η χρήση της δεν συνοδεύεται από την απελευθέρωση επιβλαβών αερίων και σωματιδίων. Η γεωθερμική ενέργεια, η οποία κατέχει σημαντική θέση μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι αποδεκτή ως καθαρός και βιώσιμος πόρος. Η γεωθερμική ενέργεια αναφέρεται στη χρήση της θερμότητας που παράγεται από το εσωτερικό της Γης για ενεργειακούς σκοπούς. Γεωθερμικές πηγές θερμότητας μπορούν να βρεθούν σε διάφορες μορφές, όπως η θερμότητα που εκπέμπεται από τα ενεργά ηφαίστεια, τα θερμά πηγάδια κλπ. Οι τεχνολογίες γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύονται αυτές τις πηγές για να παράγουν θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια. Ένας από τους κύριους τρόπους εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας είναι μέσω γεωθερμικών εγκαταστάσεων που αποτελούνται από γεωθερμικά πηγάδια.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι η ελάχιστη επίπτωσή τους στο περιβάλλον. Αυτό συμβαίνει γιατί η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ δεν συνεπάγεται την απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου και άλλων ρύπων. Ενώ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα, υπάρχουν επίσης μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν



υπόψη. Η αστάθεια της παραγωγής, η ανάγκη για μεγάλο χώρο, η αποθήκευση και διαχείριση της ενέργειας, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και οι οικονομικές απαιτήσεις αποτελούν μερικά από τα μειονεκτήματα.

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα είναι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτά τα πάρκα αποτελούνται από μεγάλους αριθμούς φωτοβολταϊκών πάνελ που τοποθετούνται σε ανοιχτούς χώρους. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πάρκα μπορεί να ενσωματωθεί στο δίκτυο ή να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία απομακρυσμένων τοπικών κοινοτήτων ή επιχειρήσεων. Επίσης, αυτά τα πάρκα μπορούν να συμβάλλουν στην ενεργειακή αυτάρκεια μιας περιοχής ή μιας χώρας. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να χωριστούν σε διάφορους τύπους, ανάλογα με την τεχνολογία, τον σχεδιασμό και την εφαρμογή τους.

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα έχουν πληθώρα οφελών. Αποτελούν μια βιώσιμη και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, συμβάλλουν στην ενεργειακή ανεξαρτησία, ενισχύουν την ανθεκτικότητα του ενεργειακού συστήματος προωθούν την καινοτομία και συνδράμουν στην προστασία του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας. Επιπλέον, παρέχουν οικονομικά οφέλη για τις κοινότητες και τους επενδυτές. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων δημιουργεί μια ανθρώπινη και περιβαλλοντικά φιλική λύση για την αντιμετώπιση της ενεργειακής μας ανάγκης. Μέσω της ανανεώσιμης παραγωγής ενέργειας, μειώνονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, προστατεύονται οι φυσικοί πόροι και περιορίζεται η εξάρτησή μας από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Παρά τα πολλά οφέλη των φωτοβολταϊκών συστημάτων-πάρκων, υπάρχουν και μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Το υψηλό κόστος εγκατάστασης, η εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες, η ανάγκη μεγάλης έκτασης γης, η ανάγκη για ειδικές τεχνικές

διαχείρισης, ο αντίκτυπος στο περιβάλλον και το τοπίο, καθώς και η περιορισμένη διάρκεια ζωής αποτελούν προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίζονται. Ωστόσο, με την συνεχή τεχνολογική πρόοδο και την ανάπτυξη βιώσιμων λύσεων, αναμένεται να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις και να βελτιωθεί η απόδοση και η αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών πάρκων στο μέλλον.

Η ανάπτυξη και η εφαρμογή των φωτοβολταϊκών πηγών ενέργειας στο μέλλον αναμένεται να έχει ακόμη μεγαλύτερη επίδραση στην ενεργειακή βιωσιμότητα και τη μείωση της εξάρτησης από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Οι τεχνολογικές καινοτομίες, όπως η αύξηση της αποδοτικότητας των φωτοβολταϊκών στοιχείων, η εξέλιξη των υλικών και η βελτίωση των αποθηκευτικών συστημάτων, θα συμβάλουν στην ακόμη μεγαλύτερη ευελιξία και αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών πηγών ενέργειας θα ενσωματωθεί σε ολόένα και περισσότερους τομείς της καθημερινής ζωής, όπως στις κατοικίες, τα επιχειρηματικά κτίρια, τα οχήματα και τις υποδομές.

## Βιβλιογραφία

Abbasi, S., & Abbasi, T. (2010). Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 14*, σσ. 919-937.

Abolhosseini, S., Heshmati, A., & Altmann, J. (2014, April). A Review of Renewable Energy Supply and Energy Efficiency Technologies. *IZA Discussion Paper No. 8145*.

Adam, J., & Fashina, A. (2019). Design of a hybrid solar photovoltaic system for Gollis University's administrative block, Somaliland. *Interantional Journal of Physical Research, Volume 7, Issue 2*, σσ. 37-47.

Alabdali, Q., Bajawi, A., Fatani, A., & Nahhas, A. (2020). Review of Recent Advances of Wind Energy. *Sustainable Energy, Volume 8, Issue 1*, σσ. 12-19.

- Algburi, S. (2016). Hydroelectric Power. *Energy Science & Technology Vol. 1: Opportunities and Challenges* , σσ. 429-448.
- Al-ktraneem, M., & Bencs, P. (2020). Overview og the Hybrid Solar System. *Analecta Technica Szegedinensia, Volume 14, Issue 1* , σσ. 100-108.
- Arachchige, U., & Weliwaththage, S. (2020, July). Solar Energy Technology. *Journal of Research Technology and Engineering, Volume 1, Issue 3* .
- Attou, N., Zidi, S., Khatir, M., & Hadjeri, S. (2019). Grid-Connected Photovoltaic System. *Springer ICREEC'2019 International Conference on Renewable Energy and Energy Conversion* .
- Benda, V. (2020). Photovoltaics, Including New Technologies (Thin Film) and a Discussion on Module Efficiency. *Future Energy (Third Edition)* , σσ. 375-412.
- Bertani, R. (2016). Renewable Heating and Cooling, Technologies and Applications. *Deep geothermal energy for heating and cooling* , σσ. 67-88.
- Bizzarri, F., Brambilla, A., Gruosso, G., Guardiani, C., & Gajani, G. (2013). Modeling and Estimating Yield and Efficiency of Photovoltaic Solar Parks. *IEEE* .
- Botelho, A., Ferreira, P., Lima, F., Pinto, L., & Sousa, S. (2017). Assessment of the environmental impacts associated with hydropower. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 70* , σσ. 896-904.
- Chaar, L. (2011). Photovoltaic System Conversion. *Alternative Energy in Power Electronics* , σσ. 155-175.
- Cho, D., & Valenzuela, J. (2020). Optimization of residential off-grid PV-battery systems. *Solar Energy, Volume 208* , σσ. 766-77.
- Coyle, E., & Simmons, R. (2014, March). Understanding the Global Energy Crisis. *Pordue University Press Books* .
- Ebrahimi, S., Moghassemi, A., & Olamaei, J. (2020, March). PV Inverters and Modulation Strategies: A Review and A Proposed Control Strategy for Frequency and Voltage Regulation . *Signal Processing and Renewable Energy* , σσ. 1-20.
- Ellabban, O., Rub, H., & Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 39* , σσ. 748-764.
- Festus, M., & Ogoegbunam, O. (2015, February). Energy Crisis and its Effects of National Development: The Need for Enviromental Education in Nigeria. *British Journal of Education, Volume 3, Issue 1* .
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews, Volume 24* , σσ. 38-50.

Głuchy, D., Kurz, D., & Trzmiel, G. (2013). Photovoltaic Thermal Systems or a Gadget. *CPEE – AMTEE 2013: Joint conference Computational Problems of Electrical Engineering and Advanced Methods of the Theory of Electrical Engineering: 4th – 6th September 2013 Rostoky u Křivoklátu* .

Halkos, G., & Gkampoura, E. (2020). Reviewing Usage, Potentials, and Limitations of Renewable Energy Sources. *Energies, Volume 13, Issue 1* .

James, A. (2021, December). Solar Photovoltaic Energy: Advantages and Disadvantages. *Global Journal of Engineering and Architecture, Volume 2, Issue 3* .

Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A., & Kim, K. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 82* , σσ. 894-900.

Karthikeyan, V., Rajasekar, S., Das, V., Karuppanan, P., & Singh, A. (2017). Grid-Connected and Off-Grid Solar Photovoltaic System. *Smart Energy Grid Design for Island Countries* , σσ. 125-157.

Kazici, M., Bozar, S., Gürşen, A., Ongül, F., Karsli, A., Sariciftci, N., και συν. (2018). 4.15 Solar Cells. *Comprehensive Energy Systems, Volume 4* , σσ. 637-658.

Killingtveit, A. (2020). Hydroelectric Power. *Future Energy (Third Edition), Improved, Sustainable and Clean Options for our Planet* , σσ. 315-330.

Konstantinidis, E., & Botsaris, P. (2016). Wind turbines: current status, obstacles, trends and technologies. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering* .

Kouro, S., Leon, J., Vinnikov, D., & Franquelo, L. (2015). Grid-Connected Photovoltaic Systems: An Overview of Recent Research and Emerging PV Converter Technology. *IEEE Industrial Electronics Magazine, Volume 9, Issue 1* .

Lejeune, A., & Hui, S. (2012). Hydro Power: A Multi Benefit Solution for Renewable Energy. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* , σσ. 15-47.

Lindahl, J., Lingfors, D., Elmqvist, A., & Mignon, I. (2022). Economic analysis of the early market of centralized photovoltaic parks in Sweden. *Renewable Energy, Volume 185* , σσ. 1192-1208.

Lindberg, O., Birging, A., Lingfors, D., Widén, J., & Birging, A. (2021). PV park site selection for utility-scale solar guides combining GIS and power flow analysis: A case study on a Swedish municipality. *Applied Energy, Volume 282* .

Lukawski, M., Bendall, B., Goldstein, B., Tester, J., Hiriart, G., Negrín, L., και συν. (2018). Geothermal Energy, Nature, Use, and Expectations. *Power Stations Using Locally Available Energy Sources* , σσ. 35-46.

Manimekalai, P., Harikumar, R., & Raghavan, S. (2013, November). An Overview of Batteries for Photovoltaic (PV) Systems. *International Journal of Computer Applications, Volume 82, Issue 12* .

- Maradin, D. (2021). Advantages and Disadvantages of Renewable Energy Sources Utilization. *International Journal of Energy Economics and Policy*, Volume 11, Issue 3 , σσ. 176-183.
- McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. *Bioresource Technology*, Volume 83 , σσ. 47-54.
- Mehling, H. (2017). What is energy, and why is it conserved ? A review, analysis, and suggested explanation and definition.
- Mohammadi, M., Noorollahi, Y., Mohammadi-ivatloo, B., & Yousefi, H. (2017, December). Energy hub: From a model to a concept – A review, Volume 80. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , σσ. 1512-1527.
- Monteses, J., & Andaluz, M. (2018, August). Performance Analysis of Hybrid Solar/H<sub>2</sub>/Battery Renewable Energy System for Residential Electification. *10th International Conference on Applied Energy (ICAE 2018)* .
- Moreno, M., Manzano, E., & Moreno, A. (2019, February 7). Biomass as Renewable Energy: Worldwide Research Trends. *Sustainability*, Volume 11, Issue 3 .
- Obeidat, F. (2018). A comprehensive review of future photovoltaic systems. *Solar Energy*, Volume 163 , σσ. 545-551.
- Oud, E. (2002, November). The evolving context for hydropower development. *Energy Policy*, Volume 30, Issue 14 , σσ. 1215-1223.
- Owusu, P., & Sarkodie, S. (2016, April). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, Volume 3, Issue 1 .
- Panwar, N., Kaushik, S., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , σσ. 1513-1524.
- Pierzecka, E., Kokieli, A., Mitrut, J., Sobczak, A., Soboń, D., & Stasiak, J. (2022). Hydropower in the Energy Market in Poland and the Baltic States in the Light of the Challenges of Sustainable Development-An Overview of the Current State and Development Potential. *Energies*, Volume 15, Issue 19 .
- Rajesh, R., & Mabel, M. (2015). A comprehensive review of photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 51 , σσ. 231-248.
- Rehman, A., Elsaraf, H., Zare, A., & Iqba, T. (2020). Design and analysis of a rooftop PV system for an apartment building in Newfoundland. *NECEC 2020 (IEEE)* .
- Röder, M., & Welfle, A. (2019). Bioenergy. *Managing Global Warming* , σσ. 379-398.
- Saad, N., Sujod, M., Ming, L., Abas, M., Jadin, M., Ishak, M., και συν. (2018, June). Impacts of photovoltaic distributed generation location and size on distribution power system network. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, Volume 9, Issue 2 , σσ. 905-913.

- Sampaio, P., & Gonzales, M. (2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , σσ. 590-601.
- Scarlat, N., & Dallemand, J. (2019). The Role of Bioenergy in the Bioeconomy. *The Role of Bioenergy in the Bioeconomy* , σσ. 435-547.
- Schmalensee, R. (2015, December). The future of solar energy: A personal assessment. *Energy Economics, Volume 52* .
- Schwalbach, C. (2016). How Renewable Energy Benefits Businesses and the Environment. *Environmental Studies Undergraduate Student Theses* .
- Shukir, S. (2021). Solar System Inverters Types . *Journal of Advances in Electrical Devices, Volume 6, Issue 3* .
- Soelaiman, T. (2016). Geothermal energy. *Electric Renewable Energy Systems* , σσ. 114-139.
- Solangi, K., Islam, M., Saidur, R., Rahim, N., & Fayaz, H. (2011). A review on global solar energy policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 4* , σσ. 2149-2163.
- Sowizdzal, A. (2022, September 1). Geothermal Systems—An Overview. *Energies* .
- Tshemese, Z., Dziike, F., Liganiso, L., & Roro, K. (2021). Reliability Study of Solar Photovoltaic Systems for Long-Term Use. *Electrode Materials for Energy Storage and Conversion* , σσ. 309-320.
- Tursi, A. (2019). A review on biomass: importance, chemistry, classification, and conversion. *Biofuel Research Journal* , σσ. 962-679.
- Whitaker, C., Newmiller, J., Ropp, M., & Norris, B. (2008, February). Renewable Systems Interconnection Study: Distributed Photovoltaic Systems Design and Technology Requirements . *Sandia National Laboratories* .
- Yilmaz, F. (2022, April). Development and modeling of the geothermal energy based multigeneration plant for beneficial outputs: Thermo-economic and environmental analysis approach. *Renewable Energy, Volume 189* , σσ. 1074-1085.
- Zohuri, B., Rahmani, F., & Behgounia, F. (2022). Renewable energy. *Knowledge is Power in Four Dimensions: Models to Forecast Future Paradigm, With Artificial Intelligence Integration in Energy and Other Use Cases* , σσ. 423-463.
- Μπούγας, Ι. (2015). Αυτόνομο Ηλιακό Σπίτι. *Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών: Τμήμα Φυσικής* .