



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

-ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
-ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ ΣΥΓΓΕΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση και προγραμματισμός ενός φωτοβολταϊκού
συστήματος.

Appraisal and planning of a photovoltaic system.

ΦΕΛΩΝΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 2023

© 2023 Φελώνης Βασίλειος

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός» δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του/της συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2)

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Επιβλέποντες Καθηγητες

1. Δρ. Σεραφείμ Πολύζος

Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και
Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

2. Δρ. Νικόλαος Ηλιού

Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πρώτο Μέλος

Δρ. Δημήτριος Τσιώτας

Επιστημονικός Συνεργάτης Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και
Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερο Μέλος

Δρ. Ανέστης Γουργιώτης

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και
Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας αυτήν την διπλωματική θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη για την υποστήριξη του επιβλέποντα καθηγητή κ. Πολύζο. Η καθοδήγηση η υπομονή και η επιμονή του ήταν πολύτιμη για μένα. Θα ήθελα επίσης να εκφράσω την εκτίμησή μου στην οικογένεια και τους φίλους μου για τη συνεχή αγάπη και υποστήριξή τους σε όλη αυτή τη διαδικασία. Η ενθάρρυνση και η πίστη τους σε μένα με βοήθησαν να παραμείνω παρακινημένος και συγκεντρωμένος. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συμμετέχοντες στην έρευνά μου για τον χρόνο που αφιέρωσαν να μοιραστούν μαζί μου τις εμπειρίες και τις ιδέες τους. Χωρίς τη συμμετοχή τους η παρούσα διπλωματική εργασία δεν θα ήταν δυνατή.

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα παγκόσμιο ζήτημα που έχει προκληθεί από την αυξημένη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα. Η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών και η εκβιομηχάνιση είναι οι κύριοι παράγοντες της κλιματικής αλλαγής. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνουν την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις αλλαγές στα πρότυπα βροχοπτώσεων, που έχουν σοβαρές συνέπειες για τις ανθρώπινες κοινωνίες και το φυσικό περιβάλλον. Σε απάντηση σε αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης. Έχει θέσει ως στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Επιπλέον, η ΕΕ στοχεύει να αυξήσει το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο συνολικό ενεργειακό της μείγμα σε τουλάχιστον 27% έως το 2030. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μια καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας που δεν παράγει αέρια θερμοκηπίου ή άλλους ρύπους. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμία και βιομάζα. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας και στη δημιουργία θέσεων εργασίας. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ένας τύπος τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μετατρέπει την ενέργεια από τον ήλιο σε ηλεκτρική. Αποτελούνται από ηλιακούς συλλέκτες, έναν μετατροπέα και ένα σύστημα ελέγχου. Μπορούν να εγκατασταθούν στην ταράτσα ενός κτιρίου, σε χωράφι ή σε ηλιακό πάρκο. Αποτελούν έναν καθαρό και βιώσιμο τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αξιολόγηση έργου είναι μια διαδικασία αξιολόγησης της σκοπιμότητας και της βιωσιμότητας ενός έργου. Στο πλαίσιο ενός ηλιακού φωτοβολταϊκού συστήματος, περιλαμβάνεται η αξιολόγηση των τεχνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών πτυχών του έργου. Η τεχνική αξιολόγηση περιλαμβάνει την αξιολόγηση του δυναμικού ηλιακού πόρου, της καταλληλότητας της τοποθεσίας και του σχεδιασμού του συστήματος. Η οικονομική αξιολόγηση περιλαμβάνει την αξιολόγηση του κόστους και των οφελών του έργου. Είναι σημαντικό η αξιολόγηση του έργου για ένα ηλιακό φωτοβολταϊκό σύστημα να διεξάγεται με ολοκληρωμένο και ολιστικό τρόπο. Αυτό θα διασφαλίσει ότι το έργο είναι τεχνικά εφικτό, οικονομικά βιώσιμο, περιβαλλοντικά και κοινωνικά βιώσιμο. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του έργου θα χρησιμοποιηθούν για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με το εάν θα προχωρήσει το έργο και τον τρόπο υλοποίησής του. Με την εφαρμογή ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων και τη διεξαγωγή αξιολόγησης έργων με ολοκληρωμένο και ολιστικό τρόπο, μπορούμε να κάνουμε σημαντικά βήματα για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φωτοβολταϊκά, αξιολόγηση έργου

Abstract

Climate change is a pressing global issue that has been caused by the increased emission of greenhouse gases, primarily carbon dioxide. The burning of fossil fuels, deforestation and industrialization are the main drivers of climate change. The effects of climate change include rising global temperatures, sea level rise, and changes in precipitation patterns, which have severe consequences for human societies and the natural environment. In response to this, the European Union (EU) has set ambitious targets to address the energy crisis. The EU has set a target of reducing greenhouse gas emissions by at least 40% by 2030, compared to 1990 levels. Additionally, the EU aims to increase the share of renewable energy in its overall energy mix to at least 27% by 2030. Renewable energy is a clean and sustainable source of energy that does not produce greenhouse gases or other pollutants. Renewable energy sources include solar, wind, hydro, geothermal and biomass. The use of renewable energy can help to reduce greenhouse gas emissions, improve energy security and create jobs. Solar PV (photovoltaic) systems are a type of renewable energy technology that converts the energy from the sun into electricity. They consist of solar panels, an inverter and a control system. Solar PV systems can be installed on the rooftop of a building, in a field or on a solar farm. They are a clean and sustainable way to generate electricity.

Project appraisal is a process of evaluating the feasibility, viability and sustainability of a project. In the context of a solar PV system, project appraisal involves assessing the technical, financial, environmental and social aspects of the project. Technical assessment includes evaluating the solar resource potential, site suitability and the design of the system. Financial assessment includes evaluating the costs and benefits of the project. It is important that the project appraisal for a solar PV system is conducted in a comprehensive and holistic way. This will ensure that the project is technically feasible, financially viable, environmentally and socially sustainable. The results of the project appraisal will be used to make decisions about whether to proceed with the project and how to implement it. By implementing solar PV systems and conducting project appraisal in a comprehensive and holistic way, we can take important steps towards addressing the energy crisis and mitigating the effects of climate change.

Keywords: Climate change, renewable energy sources, photovoltaic, project appraisal

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	4
Περίληψη	5
Abstract	6
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	10
1.1 Γενικά	10
1.2 Σκοπός	10
1.3 Δομή.....	11
Κεφάλαιο 2: Ανάλυση γενικών εννοιών.....	12
2.1 Κλιματική αλλαγή.....	12
2.1.1 Τι είναι η κλιματική αλλαγή	12
2.2 Προέλευση και παραγωγή ενέργειας.....	13
2.2.1 Προέλευση ενέργειας.....	13
2.2.1 Παραγωγή ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση	15
2.2.3 Εισαγωγή ενέργειας	16
2.3 Κλιματικοί και Ενεργειακοί στόχοι.....	17
2.3.1 Κλιματικοί Στόχοι.....	17
2.3.2 Net-Zero.....	18
2.3.3 Ενεργειακή κρίση	20
2.3.4 Ενεργειακοί στόχοι Ευρωπαϊκής Ένωσης	20
2.3.5 Ενεργειακοί στόχοι Ελλάδας	21
Κεφάλαιο 3: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	23
3.1 Γενικά	23
3.2 Ηλιακή ενέργεια.....	23
3.2.1 Στρατηγική της ΕΕ για την ηλιακή ενέργεια	23
3.2.2 Η στρατηγική της ΕΕ για την ηλιακή ενέργεια προτείνει 3 πρωτοβουλίες (European Commission, 2022):	24
3.2.3 Φωτοβολταϊκά	24
3.2.4 Συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια.....	25
3.2.5 Ηλιακές θερμικές τεχνολογίες	25
3.2 Αιολική ενέργεια.....	26
3.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια	27
3.4 Γεωθερμική ενέργεια	29
3.5 Ενέργεια βιομάζας	30
Κεφάλαιο 4: Φωτοβολταϊκά συστήματα	32
4.1 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	33
4.2 Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων	34

4.3 Κόστος φωτοβολταϊκών συστημάτων	35
4.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων	36
4.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα	37
4.6 Φωτοβολταϊκά πάρκα	38
4.7 Net-Metering.....	39
4.8 Θεσμικό Πλαίσιο Ελλάδας για την χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων	41
Κεφάλαιο 5: Η αξιολόγηση των Φ/Β πάρκων - Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο	44
5.1 Εισαγωγή	44
5.2 Βήματα αξιολόγησης ενός φωτοβολταϊκών πάρκου	45
5.3 Μέθοδοι προεξοφλημένων χρηματοροών	46
5.4 Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ).....	46
5.5 Εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης (IRR)	47
5.6 Δείκτης κερδοφορίας η Δείκτης ωφέλειας κόστους	48
5.7 Μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης των αρχικών επενδυτικών εκροών	48
5.8 Ανάλυση ευαισθησίας.....	48
5.9 Ανάλυση του κίνδυνου με χρήση σεναρίων	49
5.10 Οικονομικά στοιχεία Φωτοβολταϊκών πάρκων	49
5.11 Χωροθέτηση πάρκου	51
5.12 Εξοπλισμός φωτοβολταϊκού πάρκου.....	54
5.13 Ανάλυση της αγοράς.....	59
5.14 Πρώτες ύλες και άλλα εφόδια.....	59
5.15 Οργάνωση της μονάδας	60
5.16 Ανθρώπινοι πόροι	60
Κεφάλαιο 6: Μελέτη φωτοβολταϊκού πάρκου	62
6.1 Γενικά	62
6.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του πάρκου	63
6.2.1 Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής.....	63
6.2.2 Επιλογή Πάνελ.....	64
6.2.3 Υπολογισμός βάσης.....	65
6.2.4 Επιλογή Αντστροφών.....	68
6.2.5 Υπολογισμός διαστάσεων γηπέδου	70
6.3 Χρηματοοικονομική ανάλυση	72
6.3.1 Συνολικό Κόστος Επένδυσης.	72
6.3.2 Τοκοχρεολυτικές Υποχρεώσεις	73
6.3.3 Ανάλυση χρηματοροών	75
6.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων και συμπεράσματα.....	83
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα - Προτάσεις	86

7.1 Συμπεράσματα	86
7.2 Προτάσεις	86
Βιβλιογραφία	88
Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία	88
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	89

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα κρίσιμο παγκόσμιο ζήτημα που εγκυμονεί σημαντικές απειλές για το περιβάλλον και τις ανθρώπινες κοινότητες. Η κύρια αιτία της κλιματικής αλλαγής είναι η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα διοξειδίου του άνθρακα, στην ατμόσφαιρα, η οποία παγιδεύει τη θερμότητα και οδηγεί σε άνοδο της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Οι πρωταρχικές πηγές αυτών των εκπομπών είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο) για ενέργεια και μεταφορές, αποψίλωση δασών και αλλαγές στη χρήση γης.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ευρέως διαδεδομένες και σημαντικές, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αυξημένη συχνότητα και σοβαρότητα των φυσικών καταστροφών και οι επιπτώσεις στη γεωργία, την υγεία και τη βιοποικιλότητα. Αυτές οι επιπτώσεις έχουν τη δυνατότητα να διαταράξουν τις κοινότητες, τις οικονομίες και τα οικοσυστήματα σε όλο τον κόσμο.

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θεωρείται σημαντική λύση για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι καθαρές και βιώσιμες, καθώς δεν εκπέμπουν επιβλαβείς ρύπους ούτε εξαντλούν τους πεπερασμένους πόρους. Μερικές από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν την ηλιακή, την αιολική, την υδροηλεκτρική ενέργεια, τη γεωθερμία και τη βιοενέργεια.

Εκτός από τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει επίσης μια σειρά από άλλα οφέλη. Για παράδειγμα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή ασφάλεια μειώνοντας την εξάρτηση από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα και μπορούν να δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας στον ενεργειακό τομέα.

Ωστόσο, η μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι η ανάγκη για επενδύσεις σε νέες ενεργειακές υποδομές, όπως ανεμογεννήτριες, ηλιακούς συλλέκτες και συστήματα υδροηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι συχνά πιο ακριβές από τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα, και αυτό μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο στην υιοθέτησή τους, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες.

1.2 Σκοπός

Η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής. Ένας από τους τρόπους αξιοποίησης του δυναμικού αυτών των πηγών ενέργειας είναι μέσω της ανάπτυξης μεγάλων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκών πάρκα.

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να προταθεί ένα μεθοδολογικό πλαίσιο που θα αφορά την διαδικασία οικονομικής αξιολόγησης ενός φωτοβολταϊκού πάρκου. Ο σκοπός της αξιολόγησης είναι να προσδιορίσει εάν το έργο είναι βιώσιμο και τελικά να παράσχει μια συνολική εικόνα των αναμενόμενων χρηματοοικονομικών αποτελεσμάτων του έργου. Η διαδικασία αξιολόγησης αποτελεί ουσιαστικό μέρος του κύκλου ανάπτυξης του έργου, καθώς παρέχει κρίσιμες πληροφορίες στους ενδιαφερόμενους φορείς, τους επενδυτές και τους δανειστές του έργου.

Μια καλά σχεδιασμένη και εκτελεσμένη αξιολόγηση έργου μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό της σκοπιμότητας ενός τέτοιου έργου φωτοβολταϊκά αναλύοντας

διάφορες πτυχές όπως η τοποθεσία του έργου, οι διαθέσιμοι πόροι, η ζήτηση της αγοράς, ο τεχνικός σχεδιασμός και η οικονομική βιωσιμότητα. Σκοπός της αξιολόγησης είναι ο εντοπισμός και ο μετριασμός των πιθανών κινδύνων, η ελαχιστοποίηση του κόστους του έργου και η μεγιστοποίηση των οφελών του έργου.

Αναλυτικότερα αξιολογεί η τεχνική σκοπιμότητα του έργου ως προς τους διαθέσιμους πόρους, συμπεριλαμβανομένης της πιθανής τοποθεσίας, του σχεδιασμού του έργου και των τεχνικών απαιτήσεων. Αυτό περιλαμβάνει μια λεπτομερή ανάλυση της τοπογραφίας της τοποθεσίας, των καιρικών συνθηκών και των διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η τεχνική σκοπιμότητα του έργου είναι ουσιαστικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας του έργου, καθώς τυχόν τεχνικά ζητήματα μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το κόστος και τα οφέλη του έργου.

Αυτό περιλαμβάνει και την ανάλυση του αναμενόμενου κόστους και οφέλους του έργου και την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητάς του. Επίσης περιλαμβάνει ανάλυση του κόστους, συμπεριλαμβανομένου του κόστους τραπεζικής χρηματοδότησης, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης, καθώς και των αναμενόμενων εσόδων από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος η διαδικασία αξιολόγησης περιλαμβάνει επίσης την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και αφορά την ανάλυση των πιθανών επιπτώσεων του έργου στην ποιότητα του αέρα και κατά επέκταση στην κλιματική αλλαγή.

1.3 Δομή

Στο 2^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η έννοια της κλιματικής αλλαγής μαζί με τις επιπτώσεις και τις αιτίες που την προκαλούν. Στην συνέχεια παρουσιάζεται το ενεργειακό προφίλ της Ευρώπης και της Ελλάδας και οι στόχοι που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το μέλλον

Στο 3^ο κεφάλαιο αναφέρονται τα είδη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, η γεωθερμική και η ενέργεια βιομάζας.

Στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στην ηλιακή ενέργεια και συγκεκριμένα στα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Στο 5^ο κεφάλαιο προτείνεται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την αξιολόγηση των φωτοβολταϊκών πάρκων. Πιο συγκεκριμένα αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο επιλέγεται ο μηχανολογικός εξοπλισμός, η χωροθέτηση του πάρκου και διάφορες μέθοδοι ανάλυσης των χρηματοροών.

Στο 6^ο κεφάλαιο εφαρμόζουμε την προτεινόμενη μεθοδολογία σε ένα αγροτεμάχιο στον Δήμο Δίου Ολύμπου.

Στο 7^ο κεφάλαιο παραθέτουμε τα συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική εξέταση.

Κεφάλαιο 2: Ανάλυση γενικών εννοιών

2.1 Κλιματική αλλαγή

2.1.1 Τι είναι η κλιματική αλλαγή

Σύμφωνα με τους (United Nations , 2022) (Mathews, 2018) οι μακροπρόθεσμες αλλαγές στις θερμοκρασίες και τα καιρικά μοτίβα αναφέρονται ως κλιματική αλλαγή. Αυτές οι αλλαγές μπορεί να προκληθούν από φυσικές διεργασίες, όπως ο ηλιακός κύκλος. Από τον δέκατο ένατο αιώνα, ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες ήταν η κύρια αιτία της κλιματικής αλλαγής, κυρίως λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων λειτουργούν ως κάλυμμα που παγιδεύει τη θερμότητα του ήλιου και αυξάνει τις παγκόσμιες θερμοκρασίες. Το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο είναι παραδείγματα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή. Αυτά προκύπτουν, για παράδειγμα, από τη χρήση βενζίνης για την τροφοδοσία ενός οχήματος ή άνθρακα για τη θέρμανση μιας κατοικίας. Η αποψίλωση των δασών και ο καθαρισμός της γης μπορούν επίσης να απελευθερώσουν διοξείδιο του άνθρακα. Οι χωματερές αποτελούν σημαντική πηγή εκπομπών μεθανίου. Η ενέργεια, η βιομηχανία, οι μεταφορές, τα κτίρια, η γεωργία και οι χρήσεις γης είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου.

Καθώς οι εκπομπές αυξάνονται (Mathews, 2018), οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου έχουν φτάσει στα μέγιστα επίπεδα των τελευταίων δύο εκατομμυρίων ετών. Από τα τέλη του 1800, η Γη έχει θερμανθεί κατά περίπου 1,1°C, σύμφωνα με τα ευρήματα. Η τελευταία δεκαετία (2011–2020) ήταν η θερμότερη που έχει καταγραφεί.

Πολλά άτομα πιστεύουν (World Meteorological Organization, 2021) ότι η αύξηση της θερμοκρασίας είναι η κύρια συνέπεια της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, η εξήγησή της για την άνοδο της θερμοκρασίας είναι μοναδική. Καθώς η Γη είναι ένα σύστημα στο οποίο τα πάντα είναι αλληλένδετα, οι αλλαγές σε μια περιοχή μπορεί να επηρεάσουν τις αλλαγές σε όλες τις άλλες περιοχές.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνουν τώρα, μεταξύ άλλων, σοβαρές ξηρασίες, λειψυδρία, πυρκαγιές, άνοδο της στάθμης της θάλασσας, πλημμύρες, λιώσιμο παγετώνων, θανατηφόρες καταιγίδες και απώλεια βιοποικιλότητας.

Οι άνθρωποι έχουν διαφορετικές αντιδράσεις στην κλιματική αλλαγή. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει την υγεία μας, την ικανότητά μας να καλλιεργούμε τρόφιμα, τη στέγαση, την ασφάλειά μας και τις δουλειές μας. Όσοι από εμάς κατοικούμε σε μικροσκοπικά έθνη και άλλα αναδυόμενα έθνη είναι πιο ευαίσθητοι στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Οι μακροχρόνιες ξηρασίες θέτουν τους ανθρώπους σε κίνδυνο πείνας και καταστάσεις όπως η αύξηση της στάθμης της θάλασσας και η εισροή αλμυρού νερού έχουν φτάσει σε ένα στάδιο όπου ολόκληροι οικισμοί πρέπει να εκκενωθούν. Στο μέλλον θα αυξηθεί ο αριθμός των «κλιματικών προσφύγων». Κάθε βαθμός θέρμανσης είναι σημαντικός. Σε μια σειρά από δημοσιεύσεις του ΟΗΕ, χιλιάδες επιστήμονες και κυβερνητικοί κριτές συμφώνησαν ότι ο περιορισμός της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας σε όχι περισσότερο από 1,5°C θα μας βοηθούσε να αποφύγουμε τις πιο σοβαρές κλιματικές επιπτώσεις και να διατηρήσουμε ένα βιώσιμο περιβάλλον. Ωστόσο, οι παρούσες στρατηγικές υποδεικνύουν αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2,8°C μέχρι το τέλος του αιώνα. Οι εκπομπές που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή προέρχονται από όλο τον κόσμο και βλέπουν όλους, αλλά ορισμένα έθνη δημιουργούν πολύ περισσότερα από άλλα. Οι 100 χώρες με τις χαμηλότερες εκπομπές είναι υπεύθυνες για το 3% του

παγκόσμιου συνόλου. Οι δέκα κορυφαίες χώρες με εκπομπές αντιπροσωπεύουν το 68% του συνόλου. Όλοι πρέπει να αναλάβουν δράση για την κλιματική αλλαγή, αλλά αυτοί που συμβάλλουν περισσότερο στο πρόβλημα έχουν μεγαλύτερη ανάγκη να δράσουν πρώτα.

Βρισκόμαστε αντιμέτωποι με ένα τρομερό εμπόδιο, ωστόσο έχουμε ήδη πολλές απαντήσεις στην κλιματική αλλαγή που μπορεί να βελτιώσουν τη ζωή μας, επιφέροντας θετικές αλλαγές. Επιπλέον, παγκόσμια πλαίσια και συμφωνίες όπως οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης, η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή και η Συμφωνία του Παρισιού κατευθύνουν την πρόοδο. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι δράσης: μείωση των εκπομπών, προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και πραγματοποίηση των απαραίτητων οικονομικών προσαρμογών.

Η αλλαγή των ενεργειακών συστημάτων (Mathews, 2018) (World Meteorological Organization, 2021) από ορυκτά καύσιμα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια θα ελαχιστοποιήσει τις εκπομπές που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Πρέπει όμως να ξεκινήσουμε άμεσα. Ενώ ένας αυξανόμενος συνασπισμός εθνών έχει δεσμευτεί να επιτύχει καθαρές μηδενικές εκπομπές έως το 2050, περίπου οι μισές από τις απαραίτητες μειώσεις εκπομπών πρέπει να εφαρμοστούν έως το 2030 για να περιοριστεί η θέρμανση στους 1,5°C. Μεταξύ 2020 και 2030, η παραγωγή ορυκτών καυσίμων πρέπει να μειωθεί κατά περίπου 6 τοις εκατό ετησίως.

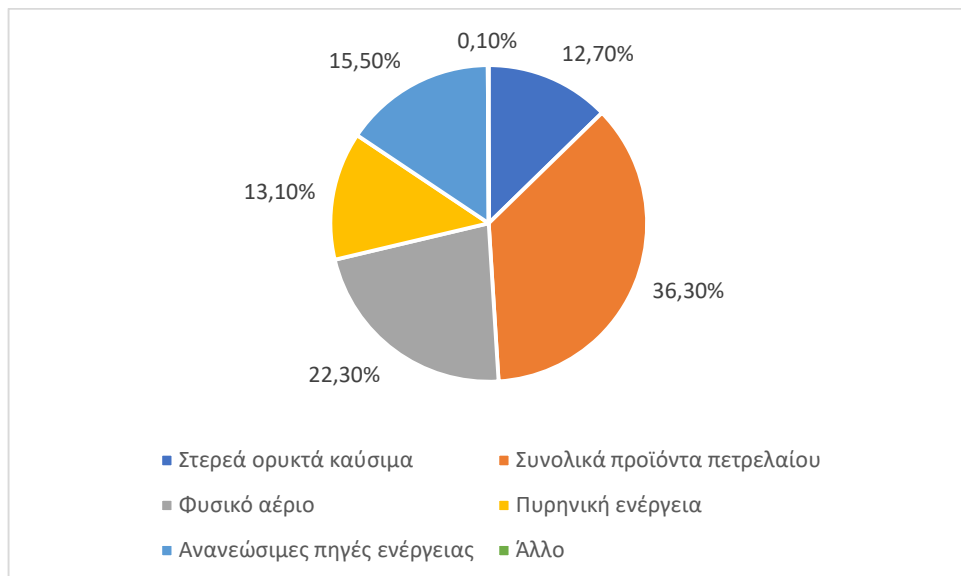
(World Meteorological Organization, 2021) Η προσαρμογή στις κλιματικές επιπτώσεις προστατεύει τους ανθρώπους, τα σπίτια, τις εταιρείες, τα μέσα διαβίωσης, τις υποδομές και τα φυσικά οικοσυστήματα. Αντιμετωπίζει τόσο τις τρέχουσες όσο και τις αναμενόμενες μελλοντικές επιπτώσεις. Η προσαρμογή θα είναι απαραίτητη παγκοσμίως, αλλά πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στους πιο ευάλωτους πληθυσμούς με τους λιγότερους πόρους για την αντιμετώπιση των κλιματικών κινδύνων. Το ποσοστό επιστροφής μπορεί να είναι σημαντικό. Τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης για φυσικές καταστροφές, για παράδειγμα, μπορούν να σώσουν ζωές και περιουσίες και να παρέχουν αποδόσεις έως και 10 φορές την αρχική επένδυση. Μπορεί είτε να πληρώσουμε το χρέος τώρα είτε να πληρώσουμε ακριβά μετά. Οι κυβερνήσεις και οι εταιρείες πρέπει να κάνουν σημαντικές οικονομικές επενδύσεις για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Αλλά η αδράνεια για την κλιματική αλλαγή είναι ακόμη πιο ακριβή. Ένα κρίσιμο βήμα είναι τα βιομηχανικά έθνη να εκπληρώσουν τη δέσμευσή τους να πληρώνουν 100 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, ώστε να μπορούν να προσαρμοστούν και να μεταβούν σε πιο πράσινες οικονομίες.

2.2 Προέλευση και παραγωγή ενέργειας

2.2.1 Προέλευση ενέργειας

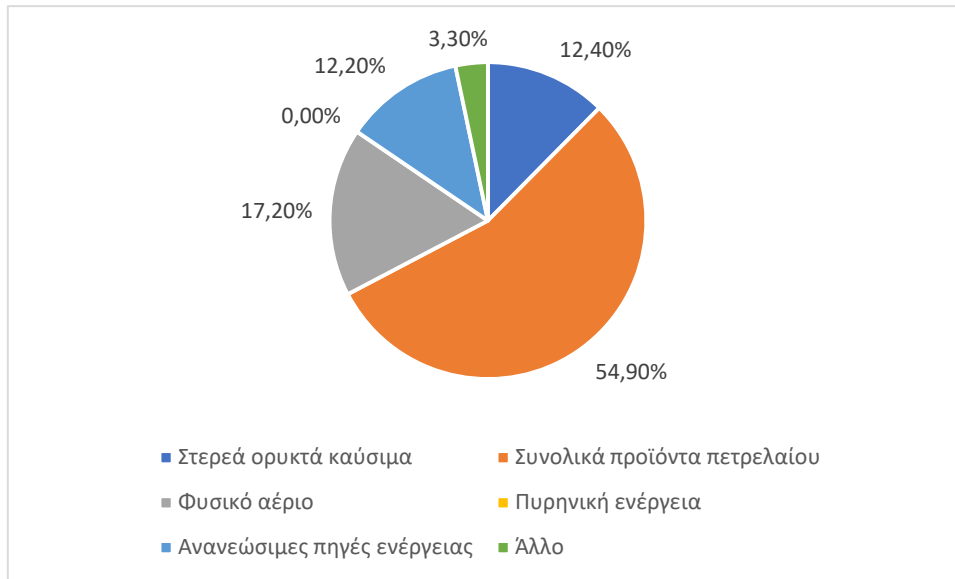
Σύμφωνα με την (Eurostat, 2022) η διαθέσιμη ενέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση προέρχεται από ενέργεια που παράγεται στην ΕΕ και από ενέργεια που εισάγεται από τρίτες χώρες. Το 2019, η ΕΕ παράγαγε περίπου το 39 % της δικής της ενέργειας, ενώ το 61 % εισήχθη. Οι εισαγωγές και η παραγωγή αποτελούν μαζί τις πηγές ενέργειας που διατίθενται στην ΕΕ Προκειμένου να έχουμε μια καλή επισκόπηση της συνολικής διαθέσιμης ενέργειας στην ΕΕ, η παραγωγή ενέργειας θα πρέπει πάντα να εντάσσεται στο πλαίσιο των εισαγωγών. Το 2019, το ενεργειακό μείγμα στην ΕΕ, δηλαδή το φάσμα των διαθέσιμων πηγών ενέργειας, αποτελείται κυρίως από πέντε διαφορετικές πηγές:

προϊόντα πετρελαίου (συμπεριλαμβανομένου του αργού πετρελαίου) (36 %), φυσικό αέριο (22 %), ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (15 %), πυρηνική ενέργεια και στερεά ορυκτά καύσιμα (και τα δύο 13 %). Τα μερίδια των διαφόρων πηγών ενέργειας στη συνολική διαθέσιμη ενέργεια ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των κρατών μελών. Τα προϊόντα πετρελαίου (συμπεριλαμβανομένου του αργού πετρελαίου) αντιπροσωπεύουν σημαντικό μερίδιο της συνολικής διαθέσιμης ενέργειας στην Κύπρο (90 %), τη Μάλτα (87 %) και το Λουξεμβούργο (65 %), ενώ το φυσικό αέριο είναι λίγο πάνω από το ένα τρίτο στην Ιταλία (39 %) και την Ολλανδία (37 %). Πάνω από το ήμισυ της διαθέσιμης ενέργειας στην Εσθονία (60 %) και το 43 % στην Πολωνία προέρχεται από στερεά ορυκτά καύσιμα, ενώ η πυρηνική ενέργεια αντιπροσωπεύει το 41 % στη Γαλλία και το 31 % στη Σουηδία. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν το 41 % στη Σουηδία και το 37 % στη Λετονία.



Διάγραμμα 1 Προέλευση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Πηγή ec.europa.eu/eurostat



Διάγραμμα 2 Προέλευση ενέργειας στην Ελλάδα.

Πηγή ec.europa.eu/eurostat

2.2.1 Παραγωγή ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Σύμφωνα με την (Eurostat, 2022) η παραγωγή ενέργειας στην ΕΕ κατανέμεται σε μια σειρά από διαφορετικές πηγές ενέργειας: στερεά ορυκτά καύσιμα, φυσικό αέριο, αργό πετρέλαιο, πυρηνική ενέργεια και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως η υδροηλεκτρική, η αιολική και η ηλιακή ενέργεια). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (37 % της συνολικής παραγωγής ενέργειας της ΕΕ) ήταν η μεγαλύτερη πηγή που συνέβαλε στην παραγωγή ενέργειας στην ΕΕ το 2019. Η πυρηνική ενέργεια (32 %) ήταν η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή, ακολουθούμενη από τα στερεά καύσιμα (19 %), το φυσικό αέριο (8 %) και αργού πετρελαίου (4 %). Ωστόσο, η παραγωγή ενέργειας είναι πολύ διαφορετική από το ένα κράτος μέλος στο άλλο. Η σημασία της πυρηνικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα υψηλή στη Γαλλία (78 % της συνολικής εθνικής παραγωγής ενέργειας), στο Βέλγιο (71 %) και στη Σλοβακία (58 %). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η κύρια πηγή ενέργειας που παράγεται σε ορισμένα κράτη μέλη, με πάνω από το 90 % (της ενέργειας που παράγεται στη χώρα) στη Μάλτα, τη Λετονία, την Πορτογαλία και την Κύπρο. Τα στερεά καύσιμα έχουν τη μεγαλύτερη σημασία στην Πολωνία (77 %), την Εσθονία (62 %), την Τσεχία (52 %) και την Ελλάδα (49 %), ενώ το φυσικό αέριο είναι η κύρια πηγή ενέργειας που παράγεται στην Ολλανδία (72 %). Το αργό πετρέλαιο είναι η κύρια πηγή ενέργειας που παράγεται στη Δανία (41 %). (Eurostat, 2022)



Διάγραμμα 3 Η παραγωγή ενέργειας στην Ε.Ε

Πηγή ec.europa.eu/eurostat

2.2.3 Εισαγωγή ενέργειας

Τι εισάγουμε;

Για δική της κατανάλωση (Eurostat, 2022), η ΕΕ χρειάζεται επίσης ενέργεια που εισάγεται από τρίτες χώρες. Το 2019, το κύριο εισαγόμενο ενεργειακό προϊόν ήταν τα προϊόντα πετρελαίου (συμπεριλαμβανομένου του αργού πετρελαίου, που είναι το κύριο συστατικό), που αντιπροσωπεύουν σχεδόν τα δύο τρίτα των εισαγωγών ενέργειας στην ΕΕ, ακολουθούμενα από φυσικό αέριο (27 %) και στερεά ορυκτά καύσιμα (6 %).

Η Ρωσία είναι ο κύριος προμηθευτής αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου και στερεών ορυκτών καυσίμων στην ΕΕ. Η σταθερότητα του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ μπορεί να απειληθεί εάν ένα υψηλό ποσοστό εισαγωγών συγκεντρωθεί σε σχετικά λίγους εξωτερικούς εταίρους. Το 2019, σχεδόν τα δύο τρίτα των εισαγωγών αργού πετρελαίου εκτός ΕΕ προέρχονταν από τη Ρωσία (27 %), το Ιράκ (9 %), τη Νιγηρία και τη Σαουδική Αραβία (και οι δύο 8 %) και το Καζακστάν και τη Νορβηγία (και οι δύο 7 %). Μια παρόμοια ανάλυση δείχνει ότι σχεδόν τα τρία τέταρτα των εισαγωγών φυσικού αερίου της ΕΕ προέρχονταν από τη Ρωσία (41 %), τη Νορβηγία (16 %), την Αλγερία (8 %) και το Κατάρ (5 %), ενώ πάνω από τα τρία τέταρτα στερεών καυσίμων (κυρίως οι εισαγωγές άνθρακα) προέρχονταν από τη Ρωσία (47 %), τις Ηνωμένες Πολιτείες (18 %) και την Αυστραλία (14 %).

Διαφορετικά πρότυπα μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ

Πάνω από το 80 % των εισαγωγών ενέργειας είναι προϊόντα πετρελαίου στην Κύπρο, τη Μάλτα, την Ελλάδα και τη Σουηδία και περισσότερο από το ένα τρίτο είναι φυσικό αέριο στην Ουγγαρία, την Ιταλία, την Αυστρία και τη Σλοβακία. Περίπου το 20 % των εισαγωγών ενέργειας είναι στερεά καύσιμα στην Πολωνία και τη Σλοβακία (Eurostat,

2022).

Πόσο εξαρτημένοι είμαστε από την ενέργεια που παράγεται εκτός ΕΕ;

Το ποσοστό εξάρτησης (Eurostat, 2022) δείχνει το βαθμό στον οποίο μια οικονομία βασίζεται στις εισαγωγές για να καλύψει τις ενεργειακές της ανάγκες. Μετράται με το μερίδιο των καθαρών εισαγωγών (εισαγωγές - εξαγωγές) στην ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση ενέργειας (εννοείται το άθροισμα της παραγόμενης ενέργειας και των καθαρών εισαγωγών). Στην ΕΕ το 2019, το ποσοστό εξάρτησης ήταν ίσο με 61 %, πράγμα που σημαίνει ότι περισσότερες από τις μισές ενεργειακές ανάγκες της ΕΕ καλύφθηκαν από καθαρές εισαγωγές. Αυτό το ποσοστό κυμαίνεται από πάνω από 90 % στη Μάλτα, το Λουξεμβούργο και την Κύπρο έως 5 % στην Εσθονία. Το ποσοστό εξάρτησης από τις εισαγωγές ενέργειας έχει αυξηθεί από το 2000, όταν ήταν μόλις 56 %. Όπως αναφέρθηκε στο μέρος που αφορά τις εισαγωγές ενέργειας, η ΕΕ εξαρτάται κυρίως από τη Ρωσία για τις εισαγωγές αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου και στερεών καυσίμων, ακολουθούμενη από τη Νορβηγία για αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο.

2.3 Κλιματικοί και Ενεργειακοί στόχοι

2.3.1 Κλιματικοί Στόχοι

Οι στόχοι για την κλιματική αλλαγή (United Nations, 2022) (European Commission, 2022) είναι στόχοι που τίθενται από κυβερνήσεις, οργανισμούς και άτομα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Αυτοί οι στόχοι βασίζονται συχνά στην πιο πρόσφατη επιστημονική κατανόηση της κλιματικής αλλαγής και των πιθανών επιπτώσεων των διαφορετικών επιπέδων θέρμανσης.

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους για την κλιματική αλλαγή είναι ο στόχος της Συμφωνίας του Παρισιού (European Commission, 2022), ο οποίος είναι να περιοριστεί η υπερθέρμανση του πλανήτη σε πολύ κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και να συνεχιστούν οι προσπάθειες για περιορισμό της θέρμανσης στους 1,5 βαθμούς Κελσίου. Αυτός ο στόχος βασίζεται στην κατανόηση ότι ο περιορισμός της θέρμανσης σε αυτό το επίπεδο θα μειώσει σημαντικά τους κινδύνους και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι συχνότεροι και έντονοι καύσωνες και οι πιο έντονες καταιγίδες.

Ένας άλλος σημαντικός στόχος (United Nations, 2022) για την κλιματική αλλαγή είναι η επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως μια συγκεκριμένη ημερομηνία. Αυτό σημαίνει ότι η συνολική ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται πρέπει να εξισορροπηθεί με ισοδύναμη ποσότητα που απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα.

Πολλές χώρες, πολιτείες, πόλεις και οργανισμοί έχουν θέσει τους δικούς τους

στόχους για την επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών έως το 2050 ή νωρίτερα. Αυτός ο στόχος βασίζεται στην κατανόηση ότι η επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη εντός του εύρους στόχου της Συμφωνίας του Παρισιού.

Ένας άλλος σημαντικός στόχος για την κλιματική αλλαγή είναι η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Αυτός ο στόχος βασίζεται στην κατανόηση ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παράγουν ελάχιστες ή καθόλου εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

Ένας άλλος βασικός στόχος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, με τη μείωση της ποσότητας ενέργειας που απαιτείται για την τροφοδοσία κατοικιών, κτιρίων και βιομηχανιών. Αυτός ο στόχος βασίζεται στην κατανόηση ότι η ενεργειακή απόδοση μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και του ενεργειακού κόστους.

Εκτός από αυτούς τους στόχους, (United Nations Climate Change, 2022) πολλές χώρες, πολιτείες, πόλεις και οργανισμοί εφαρμόζουν επίσης πολιτικές και προγράμματα για να προσαρμοστούν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που είναι ήδη αισθητές. Αυτό περιλαμβάνει μέτρα για την προστασία των παράκτιων περιοχών από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τη βελτίωση της ανθεκτικότητας των υποδομών και των κτιρίων σε ακραία καιρικά φαινόμενα.

2.3.2 Net-Zero

Το Net-Zero (United Nations, 2022) (IEA, 2022) αναφέρεται στην έννοια της επίτευξης ισορροπίας μεταξύ της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα και της ποσότητας που αφαιρείται, με αποτέλεσμα τη μη καθαρή αύξηση των ατμοσφαιρικών αερίων θερμοκηπίου. Ο στόχος του Net-Zero είναι να μειωθεί το συνολικό επίπεδο των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα για να σταθεροποιηθεί το κλίμα και να αποφευχθούν επικίνδυνα επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Για να επιτευχθεί το Net-Zero (United Nations, 2022) (IEA, 2022), είναι απαραίτητο να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στη συνέχεια να αντισταθμιστούν τυχόν εναπομένουσες εκπομπές μέσω δραστηριοτήτων που απομακρύνουν το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Αυτές οι δραστηριότητες μπορεί να περιλαμβάνουν τη φύτευση δέντρων, την αποκατάσταση υγροτόπων και τη χρήση τεχνολογίας δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια και η μετάβαση σε ηλεκτρικά οχήματα.

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (United Nations, 2022) (IEA, 2022) όπως η ηλιακή και η αιολική θεωρείται ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές οι πηγές ενέργειας δεν παράγουν

εκπομπές ούτε βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα, μειώνοντας έτσι τη συνολική ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα.

Μια άλλη σημαντική στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών είναι η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μέτρα όπως η βελτίωση της μόνωσης του κτιρίου, η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και η εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικού φωτισμού.

Οι μεταφορές αποτελούν επίσης σημαντική πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η μετάβαση στα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών σε αυτόν τον τομέα. Τα ηλεκτρικά οχήματα δεν παράγουν εκπομπές και η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη φόρτισή τους μπορεί να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Εκτός από τη μείωση των εκπομπών (United Nations, 2022) (IEA, 2022), είναι επίσης απαραίτητο να αφαιρεθεί το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα για να επιτευχθεί το Net-Zero. Ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους για να γίνει αυτό είναι μέσω της αναδάσωσης και της αναδάσωσης, καθώς τα δέντρα απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα και το αποθηκεύουν ως βιομάζα. Άλλες δραστηριότητες αφαίρεσης άνθρακα περιλαμβάνουν τη δέσμευση άνθρακα του εδάφους, τη λίπανση των ωκεανών και τη βιοενέργεια με δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα (BECCS).

Ένα από τα πιο σημαντικά βήματα για την επίτευξη του Net-Zero είναι ο καθορισμός στόχων και η ανάπτυξη ενός σχεδίου για την επίτευξή τους. Οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις και τα άτομα μπορούν να θέσουν καθαρούς μηδενικούς στόχους για τον εαυτό τους και να εργαστούν για την επίτευξή τους μέσω διαφόρων δραστηριοτήτων μετριασμού και αφαίρεσης άνθρακα.

Το Net-Zero είναι ένας κρίσιμος στόχος (United Nations, 2022) (IEA, 2022) για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διασφάλιση ενός βιώσιμου μέλλοντος. Όσο πιο γρήγορα ο κόσμος μπορεί να επιτύχει το καθαρό μηδέν, τόσο λιγότερο σοβαρές θα είναι οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, η επίτευξη του καθαρού μηδενός θα απαιτήσει σημαντικές αλλαγές στα ενεργειακά συστήματα, τις μεταφορές, τα κτίρια και τη χρήση γης, καθώς και σημαντικές επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες.

Η επίτευξη του Net-Zero (United Nations, 2022) (IEA, 2022) είναι ένας κρίσιμος στόχος για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διασφάλιση ενός βιώσιμου μέλλοντος. Απαιτεί τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όσο το δυνατόν περισσότερο και την αντιστάθμιση τυχόν εναπομενόντων εκπομπών μέσω δραστηριοτήτων που απομακρύνουν το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω ενός συνδυασμού μέτρων όπως η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η αναδάσωση και αναδάσωση. Θα απαιτήσει σημαντικές αλλαγές στα ενεργειακά συστήματα, τις μεταφορές, τα κτίρια και τη χρήση γης, καθώς και σημαντικές επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες. Με τη δέσμευση από τις κυβερνήσεις, τις επιχειρήσεις και τα άτομα, ο κόσμος μπορεί να εργαστεί για την επίτευξη του καθαρού μηδενός και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. (United Nation Climate Action, 2022)

2.3.3 Ενεργειακή κρίση

Σύμφωνα με τους (IEA, 2022) (Popkostova, 2022) η σημερινή ενεργειακή κρίση είναι ένα σύνθετο ζήτημα που οφείλεται σε διάφορους παράγοντες. Ένας από τους κύριους μοχλούς είναι η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας από έναν αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό και έναν ταχέως βιομηχανοποιούμενο κόσμο. Αυτό έχει οδηγήσει σε καταπόνηση των παραδοσιακών πηγών ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία είναι πεπερασμένα και έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας της ενεργειακής κρίσης είναι η έλλειψη επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στην ενεργειακή απόδοση. Παρά το σημαντικό δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμία, πολλές χώρες συνεχίζουν να βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στα ορυκτά καύσιμα. Αυτό όχι μόνο συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή και την ατμοσφαιρική ρύπανση, αλλά καθιστά επίσης τις χώρες ευάλωτες στις διακυμάνσεις των τιμών στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου.

Η κλιματική αλλαγή είναι επίσης ένας σημαντικός μοχλός της ενεργειακής κρίσης, καθώς ακραία καιρικά φαινόμενα όπως ξηρασίες, πλημμύρες και καταιγίδες μπορούν να διαταράξουν τον ενεργειακό εφοδιασμό και να βλάψουν τις ενεργειακές υποδομές. Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή οδηγεί επίσης σε αύξηση της ζήτησης ενέργειας ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας και των αλλαγών στα καιρικά πρότυπα, επιβαρύνοντας επιπλέον τα ενεργειακά συστήματα.

Μια άλλη σημαντική πτυχή της τρέχουσας ενεργειακής κρίσης είναι η ενεργειακή φτώχεια. Υπάρχουν ακόμη πολλοί άνθρωποι σε όλο τον κόσμο που δεν έχουν πρόσβαση σε αξιόπιστη και οικονομικά προσιτή ενέργεια, γεγονός που περιορίζει την ικανότητά τους να έχουν πρόσβαση σε βασικές υπηρεσίες όπως η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση και οι οικονομικές ευκαιρίες. Αυτό επιδεινώνει τη φτώχεια και εμποδίζει τις προσπάθειες για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης.

2.3.4 Ενεργειακοί στόχοι Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) (European Commission, 2022) (European Commission, 2022) έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την ενέργεια και το κλίμα για το έτος 2030. Οι στόχοι αυτοί αποσκοπούν να βοηθήσουν την ΕΕ να επιτύχει ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα και να συμβάλουν στην παγκόσμια προσπάθεια για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Ο πρώτος στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 32% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Αυτός ο στόχος είναι σύμφωνος με τη δέσμευση της ΕΕ βάσει της Συμφωνίας του Παρισιού να περιορίσει την υπερθέρμανση του πλανήτη σε πολύ κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα και να συνεχίσει τις προσπάθειες για τον περιορισμό της θέρμανσης στους 1,5 βαθμούς Κελσίου.

Ο δεύτερος στόχος είναι ένα μερίδιο 32% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας της ΕΕ έως το 2030. Ο στόχος αυτός αποσκοπεί στην

αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική ενέργεια και η μείωση της εξάρτησης της ΕΕ από τα ορυκτά καύσιμα .

Ο τρίτος στόχος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 32,5% έως το 2030, σε σύγκριση με ένα σενάριο «business-as-usual». Ο στόχος αυτός αποσκοπεί στη μείωση της κατανάλωσης και του κόστους ενέργειας και στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας της ΕΕ.

Ο τέταρτος στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι όλα τα κράτη μέλη θα καλύπτουν τουλάχιστον το 32,5% της ηλεκτρικής τους κατανάλωσης από διασυνδέσεις. Αυτό γίνεται για να διασφαλιστεί ότι το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ είναι πιο ανθεκτικό και ασφαλές και για να διευκολυνθεί η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο.

Εκτός από αυτούς τους στόχους, η ΕΕ εργάζεται επίσης για την ανάπτυξη μιας πιο ολοκληρωμένης και συνδεδεμένης αγοράς ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει μέτρα για την αύξηση της χρήσης προηγμένης υποδομής μέτρησης και για τη βελτίωση της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο. Η ΕΕ σχεδιάζει επίσης να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και των μεταφορών και να αυξήσει τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων.

Η ΕΕ σχεδιάζει επίσης να υποστηρίξει την ανάπτυξη μιας οικονομίας υδρογόνου και να επιταχύνει την ανάπτυξη τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα, οι οποίες μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές στον κλάδο της βιομηχανίας και της ενέργειας.

Η ΕΕ έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την ενέργεια και το κλίμα για το έτος 2030. Οι στόχοι αυτοί αποσκοπούν να βοηθήσουν την ΕΕ να επιτύχει ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα και να συμβάλουν στην παγκόσμια προσπάθεια για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Οι στόχοι περιλαμβάνουν μείωση 32% στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, μερίδιο 32% της ανανεώσιμης ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας, βελτίωση 32,5% στην ενεργειακή απόδοση και διασυνδέσεις τουλάχιστον 32,5% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτοί οι στόχοι είναι φιλόδοξοι αλλά επιτεύξιμοι μέσω ενός συνδυασμού μέτρων όπως η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η ενεργειακή απόδοση και οι προηγμένες μετρητικές υποδομές και υποστηρίζουν την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και την ολοκλήρωση της οικονομίας του υδρογόνου.

2.3.5 Ενεργειακοί στόχοι Ελλάδας

Η Ελλάδα, όπως και η υπόλοιπη Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για το μέλλον της ενέργειας (European Commission, 2019) (IEA, 2022), προκειμένου να επιτύχει ένα πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα και να συμβάλει στην παγκόσμια προσπάθεια για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Αυτοί οι στόχοι περιλαμβάνουν την αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Ένας από τους κύριους στόχους για το μέλλον της ενέργειας στην Ελλάδα είναι η επίτευξη μεριδίου 35% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2030. Ο στόχος αυτός στοχεύει στην αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική, και υδροηλεκτρικής ενέργειας και να μειώσει την εξάρτηση της χώρας από τα ορυκτά καύσιμα. Η Ελλάδα έχει σημαντικές δυνατότητες για παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ιδιαίτερα στην ηλιακή και αιολική ενέργεια και έχει λάβει μέτρα για να ενθαρρύνει την ανάπτυξη αυτών των πηγών.

Ένας άλλος σημαντικός στόχος για το μέλλον της ενέργειας στην Ελλάδα είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά τουλάχιστον 30% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2005. Ο στόχος αυτός στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης και του κόστους ενέργειας και στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της οικονομίας της χώρας. Τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν βελτιώσεις στη μόνωση κτιρίων, τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και εξοπλισμού και την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης ενέργειας.

Η ελληνική κυβέρνηση στοχεύει επίσης να αυξήσει τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (EV) και να μειώσει τον αριθμό των συμβατικών οχημάτων στο δρόμο. Αυτό θα βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Η κυβέρνηση στοχεύει να έχει τουλάχιστον 50.000 ηλεκτρικά οχήματα στους δρόμους μέχρι το 2030 και να εγκαταστήσει τουλάχιστον 3.000 σημεία φόρτισης σε όλη τη χώρα.

Μια άλλη σημαντική πτυχή των μελλοντικών ενεργειακών στόχων στην Ελλάδα είναι η ενοποίηση των ενεργειακών συστημάτων της χώρας με αυτά της υπόλοιπης Ευρώπης. Αυτό θα συμβάλει στην αύξηση της ασφάλειας και της ποικιλομορφίας του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας και στη διευκόλυνση της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο.

Κεφάλαιο 3: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

3.1 Γενικά

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Solar Energy Canada Org, 2022) είναι ενέργεια που παράγεται από φυσικούς πόρους όπως ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό και η γεωθερμική θερμότητα. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία είναι πεπερασμένα και ρυπογόνα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι βιώσιμες και καθαρές. Μερικές από τις πιο κοινές μορφές ανανεώσιμης ενέργειας περιλαμβάνουν την ηλιακή, την αιολική, την υδροηλεκτρική και τη γεωθερμική ενέργεια. Αυτές οι πηγές ενέργειας δεν παράγουν αέρια θερμοκηπίου ή άλλους ρύπους και είναι ευρέως διαθέσιμες, καθιστώντας τις προσιτές σε ένα ευρύ φάσμα ανθρώπων και οργανισμών.

3.2 Ηλιακή ενέργεια

Οι τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας (ΚΑΠΕ, 2022) μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ενέργεια, είτε ως ηλεκτρική ενέργεια (φωτοβολταϊκά και συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια) είτε με τη μορφή θερμότητας, στην περίπτωση της ηλιακής θερμότητας.

Η ηλιακή ενέργεια (ΕΙΑ, 2022) είναι η πηγή ενέργειας που αναπτύσσεται με τον υψηλότερο ρυθμό στην ΕΕ. Το 2020, η αγορά ηλιακής ενέργειας της ΕΕ αυξήθηκε κατά 18 GW και το 5,2% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ προήλθε από ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια είναι φθηνή, καθαρή, αρθρωτή και εύελικτη. Το κόστος της ηλιακής ενέργειας μειώθηκε κατά 82% την τελευταία δεκαετία, καθιστώντας την την πιο ανταγωνιστική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλά μέρη της ΕΕ.

Η ΕΕ είναι από καιρό πρωτοπόρος (Unites Nations Climate Action, 2022) στη διάδοση της ηλιακής ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και το σχέδιο REPowerEU έχουν μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια σε δομικό στοιχείο της μετάβασης της ΕΕ προς την καθαρή ενέργεια (European Commission, 2022). Η ταχεία ανάπτυξη της ηλιακής ενέργειας συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης της ΕΕ από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια είναι η πιο προσιτή ανανεώσιμη ενέργεια για τα νοικοκυριά και συμβάλλει στην προστασία των καταναλωτών από τις ασταθείς τιμές της ενέργειας.

3.2.1 Στρατηγική της ΕΕ για την ηλιακή ενέργεια

Ως μέρος του σχεδίου (European Commission, 2022), η Επιτροπή ενέκρινε τον Μάιο του 2022 μια στρατηγική της ΕΕ για την ηλιακή ενέργεια, η οποία εντοπίζει εναπομένοντα εμπόδια και προκλήσεις στον τομέα της ηλιακής ενέργειας και σκιαγραφεί πρωτοβουλίες για την υπέρβασή τους και την επιτάχυνση της ανάπτυξης ηλιακών τεχνολογιών. Παράλληλα με το σχέδιο, η Επιτροπή παρουσίασε επίσης μια σύσταση για την ταχεία αδειοδότηση για έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μια νομοθετική πρόταση για την αδειοδότηση που θα συμβάλει στην επιτάχυνση της ανάπτυξης ηλιακής ενέργειας στην ΕΕ.

3.2.2 Η στρατηγική της ΕΕ για την ηλιακή ενέργεια προτείνει 3 πρωτοβουλίες (European Commission, 2022):

- Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία για ηλιακές στέγες

Το πρόγραμμα επιδιώκει να επιταχύνει τις τεράστιες, αναξιοποίητες δυνατότητες των στεγών για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Περιλαμβάνει πρόταση για σταδιακή εφαρμογή της απαίτησης εγκατάστασης ηλιακής ενέργειας σε διάφορους τύπους κτιρίων τα επόμενα χρόνια, ξεκινώντας από νέα δημόσια και εμπορικά κτίρια, αλλά και κτίρια κατοικιών.

- Ε.Ε. μεγάλης κλίμακας εταιρική σχέση δεξιοτήτων

Αυτή η συμμαχία θα αντιμετωπίσει το κενό δεξιοτήτων στην ΕΕ και θα ενθαρρύνει την ανάπτυξη ενός ικανού εργατικού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Στη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι τρέχουσες ελλείψεις εργατικού δυναμικού θα είναι μια ευκαιρία για τη δημιουργία νέων πράσινων θέσεων εργασίας..

- EU Solar PV Industry Alliance (Solar PV Industry Alliance, 2022)

Τον Οκτώβριο του 2022, η Επιτροπή ενέκρινε τη σύσταση μιας νέας Ευρωπαϊκής Συμμαχίας Βιομηχανίας Ηλιακών Φ/Β για να υποστηρίξει τους στόχους της Στρατηγικής της ΕΕ για την Ηλιακή Ενέργεια, η οποία επιδιώκει να φέρει περισσότερα από 320 GW ηλιακών φωτοβολταϊκών στο διαδίκτυο έως το 2025 και σχεδόν 600 GW έως το 2030. Η European Solar Photovoltaic Industry Alliance ιδρύθηκε στις 9 Δεκεμβρίου 2022 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, εταιρείες του κλάδου, ερευνητικά ιδρύματα, οργανισμούς και άλλους σχετικούς ενδιαφερόμενους φορείς.

Η συμμαχία είναι μια πλατφόρμα για τους μετόχους της βιομηχανίας που είναι αφοσιωμένοι στην εξασφάλιση επενδυτικών δυνατοτήτων για ευρωπαϊκά ηλιακά φωτοβολταϊκά (PV), τη διαφοροποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού, τη διατήρηση μεγαλύτερης αξίας στην Ευρώπη και την παροχή φωτοβολταϊκών προϊόντων που είναι αποδοτικά και βιώσιμα. Επιπλέον, θα παράσχει εισροές πολιτικής σχεδιασμένες να μειώσουν τον κίνδυνο εφοδιασμού της Ευρώπης και να βοηθήσουν την εγχώρια βιομηχανία.

Σε όλη την αλυσίδα αξίας, η συμμαχία έχει υποστηρίξει τον στόχο της επίτευξης 30 GW δεσμευμένης ευρωπαϊκής δυναμικότητας παραγωγής έως το 2025. Με την επίτευξη αυτού του στόχου, το ΑΕΠ της Ευρώπης θα αυξηθεί κατά 60 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως και θα δημιουργηθούν περισσότερες από 400.000 νέες θέσεις εργασίας.

3.2.3 Φωτοβολταϊκά

Τα φωτοβολταϊκά είναι μια μέθοδος (ΚΑΠΕ, 2022) παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας ηλιακά κύτταρα για τη μετατροπή της ενέργειας από τον ήλιο με φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Αυτά τα ηλιακά κύτταρα συναρμολογούνται σε ηλιακά πάνελ και στη συνέχεια εγκαθίστανται στο έδαφος και στις στέγες ή επιπλέον σε φράγματα ή

λίμνες. Η ΕΕ χρηματοδοτεί πολλά έργα ηλιακών κυψελών, όπως το έργο PERTPV, στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν υλικά με βάση τον περοβσκίτη για την κατασκευή ενός νέου τύπου ηλιακών κυψελών.

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών χρησιμοποιείται ευρύτερα παγκοσμίως. Κάθε χρόνο, τα φωτοβολταϊκά αποτελούν μεγαλύτερο μέρος του ενεργειακού μείγματος της ΕΕ. Το 2021, η παραγωγή φωτοβολταϊκού ηλεκτρισμού στην ΕΕ αντιπροσώπευε το 5,5% της ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ.

Συνεχής ανάπτυξη στον τομέα της ηλιακής ενέργειας αναμένεται τις επόμενες δεκαετίες, κυρίως λόγω της αυξημένης ιδιοκατανάλωσης και της μεγαλύτερης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών σε στέγες. Αυτό θέτει την ΕΕ σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, συμβάλλοντας στην προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης και στη δημιουργία θέσεων εργασίας. Μέχρι το 2020, η βιομηχανία ηλιακών φωτοβολταϊκών δημιούργησε περίπου 357.000 θέσεις εργασίας και αναμένεται να δημιουργήσει 584.000 θέσεις εργασίας έως το 2025 και περίπου 1,1 εκατομμύρια θέσεις εργασίας έως το 2030, σύμφωνα με τον κλάδο.

3.2.4 Συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια

Οι μονάδες συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας (CSP) (Energy Efficiency Technologies office, 2022) χρησιμοποιούν καθρέφτες για τη συγκέντρωση του ηλιακού φωτός και την παραγωγή θερμότητας και ατμού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορούν να συνδυαστούν με τεχνολογίες αποθήκευσης θερμότητας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τόσο την ημέρα όσο και τη νύχτα. Περίπου 2,3 GW συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας έχουν εγκατασταθεί στην ΕΕ από το 2013, αλλά τα περισσότερα νέα έργα πραγματοποιούνται εκτός της ΕΕ.

3.2.5 Ηλιακές θερμικές τεχνολογίες

Οι ηλιακές θερμικές τεχνολογίες (ΚΑΠΕ, 2022) χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτίρια κατοικιών και βιομηχανία μέσω συλλεκτών θερμότητας. Οι τεχνολογίες συμπυκνωμένης ηλιακής θερμότητας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παροχή θερμότητας για βιομηχανικές εφαρμογές και τηλεθέρμανση. Το κύριο πλεονέκτημα του ηλιακού θερμικού είναι ότι είναι φθηνό, προβλέψιμο και δεν βασίζεται σε κανένα καύσιμο.

Οι ηλιακές θερμικές τεχνολογίες μπορούν να αναπτυχθούν στις περισσότερες ευρωπαϊκές περιοχές και αποτελούν μια ιδιαίτερα καλή επιλογή στις ανατολικές και νοτιοανατολικές χώρες της Ευρώπης, όπου η ηλιακή θερμική θερμότητα είναι συχνά η φθηνότερη επιλογή για την αντικατάσταση της θέρμανσης με ορυκτά καύσιμα.

Η ενσωμάτωση ηλιακών συλλεκτών σε ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις κατοικιών και κτιρίων μπορεί να συμβάλει στην επέκταση αυτών των τεχνολογιών. (Ρυθμιστική αρχή ενέργειας, 2022) (Lora Shinn-NRDC, 2022)

3.2 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια (ΚΑΠΕ, 2022) είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται με την αξιοποίηση της ισχύος του ανέμου μέσω της χρήσης ανεμογεννητριών. Αυτοί οι στρόβιλοι αποτελούνται από έναν ρότορα με πτερύγια που προωθούνται από τον άνεμο, ο οποίος με τη σειρά του οδηγεί μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η χρήση της αιολικής ενέργειας (Lora Shinn-NRDC, 2022) έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια λόγω μιας σειράς πλεονεκτημάτων που προσφέρει. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα είναι ότι είναι μια καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία παράγουν αέρια θερμοκηπίου και άλλους ρύπους, η αιολική ενέργεια δεν παράγει εκπομπές. Αυτό το καθιστά ελκυστική επιλογή για όσους θέλουν να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακα και να προστατεύσουν το περιβάλλον.

Ένα άλλο πλεονέκτημα (EIA, 2022) της αιολικής ενέργειας είναι η αφθονία και η επεκτασιμότητα της. Ο άνεμος είναι ένας ευρέως διαθέσιμος πόρος και μπορεί να αξιοποιηθεί σε πολλά διαφορετικά μέρη του κόσμου. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να εγκατασταθούν στην ξηρά ή στην ανοικτή θάλασσα και μπορεί να ποικίλουν σε μέγεθος από ανεμογεννήτριες μικρής κλίμακας για οικιακή χρήση έως ανεμογεννήτριες μεγάλης κλίμακας για εμπορική και βιομηχανική χρήση. Αυτή η επεκτασιμότητα επιτρέπει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και την καθιστά βιώσιμη επιλογή τόσο για τις ανεπτυγμένες όσο και για τις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η αιολική ενέργεια μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε ποικίλες εφαρμογές. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την άντληση νερού, ακόμη και για την τροφοδοσία πλοίων. Οι ανεμογεννήτριες που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο μπορούν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε σπίτια και κτίρια, μειώνοντας την εξάρτησή τους από παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Οι αιολικές αντλίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άντληση νερού για άρδευση και άλλες χρήσεις σε αγροτικές περιοχές. Οι υπεράκτιες ανεμογεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδοσία πλοίων και εξέδρων πετρελαίου.

Εκτός από τα περιβαλλοντικά της οφέλη, η αιολική ενέργεια μπορεί να έχει και οικονομικά οφέλη (Unites Nations Climate Action, 2022). Η βιομηχανία αιολικής ενέργειας έχει αναπτυχθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, δημιουργώντας νέες ευκαιρίες για επενδύσεις και δημιουργία θέσεων εργασίας. Το κόστος της αιολικής ενέργειας έχει επίσης μειωθεί τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας την πιο ανταγωνιστική σε σχέση με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας.

Η χρήση της αιολικής ενέργειας αναμένεται επίσης να συνεχίσει να αυξάνεται στο μέλλον καθώς η πρόοδος στην τεχνολογία την καθιστά ακόμη πιο αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική. Για παράδειγμα, αυτή τη στιγμή διεξάγεται έρευνα για την ανάπτυξη μεγαλύτερων και πιο αποδοτικών ανεμογεννητριών, καθώς και για τη χρήση συστημάτων αποθήκευσης αιολικής ενέργειας. Επιπλέον, η χρήση πλωτών ανεμογεννητριών, που μπορούν να τοποθετηθούν σε βαθύτερα νερά, ανοίγει νέες δυνατότητες για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας.

Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας, υπάρχουν επίσης ορισμένες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι η διαλείπουσα αιολική ενέργεια, καθώς μπορεί να παραχθεί μόνο όταν φυσάει άνεμος. Αυτό σημαίνει ότι τα συστήματα αιολικής ενέργειας πρέπει να είναι σχεδιασμένα ώστε να αποθηκεύουν ενέργεια για χρήση σε περιόδους που δεν φυσάει άνεμος. Επιπλέον, η εγκατάσταση και η συντήρηση των ανεμογεννητριών μπορεί να είναι δαπανηρή.

Μια άλλη πρόκληση είναι ο πιθανός αντίκτυπος στην άγρια ζωή, ιδιαίτερα στα πουλιά και τις νυχτερίδες, που μπορεί να σκοτωθούν από τα πτερύγια των στροβίλων. Γίνονται προσπάθειες για να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα μέσω έρευνας και ανάπτυξης νέων σχεδίων στροβίλων και τοποθέτησης στροβίλων σε περιοχές με χαμηλότερους πληθυσμούς άγριας πανίδας.

Παρά τις προκλήσεις αυτές, η χρήση της αιολικής ενέργειας αυξάνεται ραγδαία και αναμένεται να συνεχίσει να το κάνει και στο μέλλον. Κυβερνήσεις, οργανισμοί και ιδιώτες σε όλο τον κόσμο αναγνωρίζουν τα οφέλη της αιολικής ενέργειας και επενδύουν σε αυτήν ως τρόπο μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα και προώθησης της βιωσιμότητας. Με τη συνεχή έρευνα και ανάπτυξη, είναι πιθανό η αιολική ενέργεια να γίνει μια ακόμη πιο βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική επιλογή τα επόμενα χρόνια.

Η αιολική ενέργεια (ΚΑΠΕ, 2022) είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που προσφέρει πολυάριθμα οφέλη σε σχέση με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Είναι καθαρό, βιώσιμο, ευρέως διαθέσιμο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ποικίλες εφαρμογές. Ενώ εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως η διαλείπουσα περίοδος και ο αντίκτυπος στην άγρια ζωή, τα οφέλη της αιολικής ενέργειας υπερβαίνουν κατά πολύ το κόστος. Η αιολική ενέργεια έχει λαμπρό μέλλον ως μία από τις κύριες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας. (Ρυθμιστική αρχή ενέργειας, 2022)

3.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια (ΚΑΠΕ, 2022) είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται με την αξιοποίηση της ισχύος του κινούμενου νερού μέσω της χρήσης φραγμάτων ή στροβίλων. Είναι μία από τις παλαιότερες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας, με τον πρώτο υδροηλεκτρικό σταθμό να κατασκευάζεται το 1882. Η υδροηλεκτρική ενέργεια εξακολουθεί να είναι μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας σήμερα, με περίπου 16% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας να παράγεται από υδροηλεκτρική ενέργεια .

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας (Lora Shinn-NRDC, 2022) είναι ότι είναι μια καθαρή και βιώσιμη πηγή ενέργειας. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία παράγουν αέρια θερμοκηπίου και άλλους ρύπους, η υδροηλεκτρική ενέργεια δεν παράγει εκπομπές. Επιπλέον, το νερό είναι ένας ευρέως διαθέσιμος και άφθονος πόρος, καθιστώντας το προσβάσιμο σε πολλές διαφορετικές περιοχές σε όλο τον κόσμο.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η ευελιξία της. Μπορεί

να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και για την άντληση νερού για άρδευση και άλλες χρήσεις. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορεί να ποικίλλουν σε μέγεθος, από μονάδες μικρής κλίμακας για τις τοπικές κοινότητες έως εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας για εμπορική και βιομηχανική χρήση. Αυτή η επεκτασιμότητα επιτρέπει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και την καθιστά βιώσιμη επιλογή τόσο για τις ανεπτυγμένες όσο και για τις αναπτυσσόμενες χώρες.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδροηλεκτρικών σταθμών (EIA, 2022), με τους πιο συνηθισμένους να είναι η δέσμευση και η ροή του ποταμού. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί κατακράτησης δημιουργούνται με την κατασκευή ενός φράγματος σε ένα ποτάμι για τη δημιουργία μιας δεξαμενής, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη πλευρά, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί ροής του ποταμού δεν απαιτούν τη δημιουργία ταμιευτήρα και αντίθετα χρησιμοποιούν τη φυσική ροή του ποταμού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε ποικίλες εφαρμογές. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την άντληση νερού, ακόμη και την τροφοδοσία οχημάτων. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για σπίτια και κτίρια, μειώνοντας την εξάρτησή τους από παραδοσιακές πηγές ενέργειας. Οι αντλίες νερού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άντληση νερού για άρδευση και άλλες χρήσεις σε αγροτικές περιοχές.

Εκτός από τα περιβαλλοντικά της οφέλη, η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να έχει και οικονομικά οφέλη. Η βιομηχανία υδροηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει εδώ και πολύ καιρό και έχει δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για επενδύσεις και δημιουργία θέσεων εργασίας. Το κόστος της υδροηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται ένα από τα πιο οικονομικά ανταγωνιστικά μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη για τις κοινότητες που φιλοξενούν υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

Η χρήση της υδροηλεκτρικής ενέργειας (EIA, 2022) (Unites Nations Climate Action, 2022) αναμένεται επίσης να συνεχίσει να αυξάνεται στο μέλλον καθώς η πρόοδος της τεχνολογίας την καθιστά ακόμη πιο αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική. Για παράδειγμα, επί του παρόντος διεξάγεται έρευνα για την ανάπτυξη νέων τύπων υδροηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας, όπως τα συστήματα αποθήκευσης ροής του ποταμού και αντλίας. Αυτά τα συστήματα είναι σε θέση να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας μικρότερης κλίμακας υδροηλεκτρικούς σταθμούς και μπορούν να εγκατασταθούν σε ευρύτερο φάσμα τοποθεσιών, καθιστώντας το πιο προσιτό σε περισσότερες κοινότητες.

Επιπλέον, η χρήση μικρών υδροηλεκτρικών συστημάτων, όπως τα μικρο-υδροηλεκτρικά και τα mini-hydro, γίνονται όλο και πιο δημοφιλή σε απομακρυσμένες και εκτός δικτύου περιοχές. Αυτά τα συστήματα μικρής κλίμακας μπορούν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε κοινότητες που δεν είναι συνδεδεμένες με το κύριο δίκτυο, βελτιώνοντας την πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και μειώνοντας την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα.

Ωστόσο, παρά τις δυνατότητές της, η ανάπτυξη της υδροηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι ο αντίκτυπος των έργων υδροηλεκτρικής ενέργειας στο περιβάλλον, ιδιαίτερα στα ποτάμια οικοσυστήματα και στις τοπικές κοινωνίες. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μεγάλης κλίμακας μπορούν να διαταράξουν τη ροή των ποταμών και να αλλάξουν το φυσικό περιβάλλον για τα ψάρια και άλλα υδρόβια είδη. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στις τοπικές κοινωνίες που βασίζονται στον ποταμό για τα προς το ζην.

3.4 Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια (ΚΑΠΕ, 2022) (Lora Shinn-NRDC, 2022) είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που αξιοποιεί τη θερμότητα από τη Γη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Θεωρείται βιώσιμη πηγή ενέργειας επειδή δεν παράγει εκπομπές ούτε βασίζεται σε ορυκτά καύσιμα.

Το εσωτερικό της Γης είναι εξαιρετικά ζεστό, με θερμοκρασίες που φτάνουν έως και 7.000 βαθμούς Φαρενάιτ στον πυρήνα. Αυτή η θερμότητα παράγεται από τη διάσπαση των ραδιενεργών στοιχείων στο φλοιό της Γης, καθώς και από την υπολειμματική θερμότητα από το σχηματισμό της Γης. Αυτή η θερμότητα μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται αγωγιμότητα, η οποία είναι η μεταφορά θερμότητας μέσω ενός στερεού υλικού (ΕΙΑ, 2022).

Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι αξιοποίησης αυτής της θερμότητας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας: μέσω υδροθερμικών συστημάτων και μέσω ενισχυμένων γεωθερμικών συστημάτων

Τα υδροθερμικά συστήματα (ΕΙΑ, 2022) εκμεταλλεύονται τις φυσικές δεξαμενές ζεστού νερού και ατμού που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της Γης. Αυτές οι δεξαμενές βρίσκονται σε περιοχές όπου ο φλοιός της Γης είναι λεπτός, όπως κοντά σε όρια τεκτονικών πλακών ή ηφαιστειακές περιοχές. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το νερό αντλείται από τη δεξαμενή στην επιφάνεια, όπου χρησιμοποιείται για την περιστροφή τουρμπίνων και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Από την άλλη πλευρά, περιλαμβάνουν τη δημιουργία τεχνητών δεξαμενών με διάτρηση στον φλοιό της Γης και έγχυση νερού σε ζεστό, ξηρό βράχο. Το νερό θερμαίνεται από το βράχο και στη συνέχεια φέρεται στην επιφάνεια για να γυρίσει τους στρόβιλους και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η μέθοδος έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει έναν πολύ μεγαλύτερο πόρο από τα υδροθερμικά συστήματα, αλλά βρίσκεται ακόμη σε στάδιο ανάπτυξης.

Υπάρχουν επίσης γεωθερμικά συστήματα (Unites Nations Climate Action, 2022) άμεσης χρήσης, τα οποία χρησιμοποιούν απευθείας τη θερμότητα από τη Γη, αντί να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση κτιρίων, θερμοκηπίων, ακόμη και πισινών. Εκτός από την παροχή ζεστασιάς, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας μπορούν επίσης να παρέχουν ψύξη με την αντίστροφη λειτουργία του συστήματος.

Η γεωθερμική ενέργεια έχει πολλά πλεονεκτήματα (ΕΙΑ, 2022) σε σχέση με άλλες

μορφές ανανεώσιμης ενέργειας. Είναι μια σταθερή και αξιόπιστη πηγή ενέργειας, καθώς η θερμότητα από τη Γη είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Έχει επίσης σχετικά χαμηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, καθώς δεν παράγει εκπομπές ή απαιτεί μεγάλες εκτάσεις γης.

Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένοι περιορισμοί στη γεωθερμική ενέργεια. Ο πόρος δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένος σε όλο τον κόσμο και βρίσκεται κυρίως σε συγκεκριμένες περιοχές όπως η Ισλανδία, η Νέα Ζηλανδία και οι δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες. Επιπλέον, το αρχικό κόστος της γεώτρησης και της κατασκευής γεωθερμικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να είναι υψηλό.

Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η γεωθερμική ενέργεια έχει τη δυνατότητα να συμβάλει σημαντικά στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (IRENA), η γεωθερμική ενέργεια θα μπορούσε να παρέχει έως και το 7% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2050.

3.5 Ενέργεια βιομάζας

Η ενέργεια από βιομάζα (ΚΑΠΕ, 2022) (Lora Shinn-NRDC, 2022) είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που προέρχεται από οργανικά υλικά όπως φυτά, ζώα και τα απόβλητά τους. Αυτά τα υλικά θεωρούνται μια βιώσιμη πηγή ενέργειας επειδή μπορούν να αναπληρωθούν σχετικά γρήγορα μέσω φυσικών διεργασιών όπως η φωτοσύνθεση. Η ενέργεια από βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και καυσίμου μέσω μιας ποικιλίας τεχνολογιών όπως η καύση, η αεριοποίηση και η ζύμωση.

Ένας από τους πιο συνηθισμένους τρόπους χρήσης της ενέργειας από βιομάζα (United Nations Climate Action, 2022) είναι μέσω της καύσης, η οποία περιλαμβάνει την καύση των οργανικών υλικών για την παραγωγή θερμότητας. Αυτή η θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού, ο οποίος μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ενός στροβίλου. Αυτή η διαδικασία είναι παρόμοια με το πώς οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, αλλά με το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι αποτελούν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η βιομάζα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αεριοποίησης, η οποία περιλαμβάνει τη θέρμανση των οργανικών υλικών απουσία οξυγόνου για την παραγωγή ενός μείγματος αερίων, συμπεριλαμβανομένου του μονοξειδίου του άνθρακα, του υδρογόνου και του μεθανίου. Αυτά τα αέρια μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ενός στροβίλου ή μιας κυψέλης καυσίμου.

Ένας άλλος τρόπος χρήσης της ενέργειας της βιομάζας είναι μέσω της ζύμωσης, η οποία περιλαμβάνει τη διάσπαση των οργανικών υλικών μέσω της δράσης μικροοργανισμών. Αυτή η διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοκαυσίμων όπως η αιθανόλη και το βιοντίζελ, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο της βενζίνης και του ντίζελ. Αυτά τα βιοκαύσιμα μπορούν να

χρησιμοποιηθούν σε οχήματα και άλλο εξοπλισμό που έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα, καθιστώντας τα μια κατάλληλη εναλλακτική λύση.

Η ενέργεια από βιομάζα (EIA, 2022) χρησιμοποιείται επίσης για τη θέρμανση κτιρίων, όπως κατοικιών και επιχειρήσεων, μέσω της χρήσης λεβήτων βιομάζας. Αυτοί οι λέβητες χρησιμοποιούν ροκανίδια ξύλου, πέλλετ ή άλλες μορφές βιομάζας ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας, η οποία μπορεί στη συνέχεια να διανεμηθεί μέσω του συστήματος θέρμανσης ενός κτιρίου. Αυτό μπορεί να προσφέρει έναν οικονομικά αποδοτικό και βιώσιμο τρόπο θέρμανσης ενός κτιρίου.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της ενέργειας από βιομάζα είναι ότι είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, πράγμα που σημαίνει ότι δεν εξαντλείται όταν χρησιμοποιείται. Επιπλέον, θεωρείται πηγή ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα, καθώς το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας από βιομάζα θεωρείται μέρος του φυσικού κύκλου του άνθρακα, σε αντίθεση με το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Αυτό το καθιστά βιώσιμη επιλογή για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα (Unites Nations Climate Action, 2022) στη χρήση ενέργειας από βιομάζα. Μία από τις μεγαλύτερες ανησυχίες είναι το ενδεχόμενο αλλαγής της χρήσης γης, καθώς μεγάλες εκτάσεις γης μπορεί να χρειαστεί να καθαριστούν για να αναπτυχθούν καλλιέργειες ή να εκτραφούν ζώα για χρήση ως πηγή βιομάζας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αποψίλωση των δασών και απώλεια της βιοποικιλότητας, η οποία μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επιπλέον, η παραγωγή βιοκαυσίμων μπορεί επίσης να ανταγωνιστεί την παραγωγή τροφίμων, αυξάνοντας τις τιμές των τροφίμων και συμβάλλοντας στην επισιτιστική ανασφάλεια.

Κεφάλαιο 4: Φωτοβολταϊκά συστήματα

Η τεχνολογία ηλιακών φωτοβολταϊκών (PV) (Φραγκιαδάκης, 2019) είναι μια μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέποντας την ενέργεια από τον ήλιο σε ηλεκτρική. Αυτό γίνεται με τη χρήση ημιαγωγών υλικών, όπως το πυρίτιο, για τη δημιουργία ηλιακών στοιχείων που μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της τροφοδοσίας κατοικιών, επιχειρήσεων, ακόμη και ολόκληρων κοινοτήτων.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα (Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022) μπορούν να σχεδιαστούν για να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών αναγκών, από την τροφοδοσία ενός μεμονωμένου σπιτιού έως την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρες κοινότητες. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων που διατίθενται, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων στέγης, επίγειων συστημάτων και συστημάτων κοινής ωφέλειας μεγάλης κλίμακας. Τα συστήματα ταράτσας είναι ο πιο κοινός τύπος ηλιακού φωτοβολταϊκού συστήματος και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ένα μόνο σπίτι ή κτίριο. Τα συστήματα που είναι τοποθετημένα στο έδαφος, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για μεγαλύτερες εμπορικές ή βιομηχανικές εφαρμογές. Τα συστήματα κοινής ωφέλειας μεγάλης κλίμακας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ολόκληρες κοινότητες και μπορούν να συνδεθούν με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας για να παρέχουν σταθερή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μία από τις κύριες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η τεχνολογία των ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι η διαλείπουσα χρήση της ηλιακής ενέργειας. Επειδή η ηλιακή ενέργεια είναι διαθέσιμη μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με άλλες μορφές αποθήκευσης ενέργειας, όπως οι μπαταρίες, για να παρέχουν σταθερή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν σημαντική έκταση γης, η οποία μπορεί να αποτελέσει πρόκληση σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Η τεχνολογία ηλιακών φωτοβολταϊκών (PV) (Office Energy Efficiency & Renewable Energy, 2022) είναι μια καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Το κόστος της τεχνολογίας ηλιακών φωτοβολταϊκών έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας πιο προσιτό για ιδιώτες, επιχειρήσεις και κυβερνήσεις να επενδύσουν σε ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα. Ενώ υπάρχουν προκλήσεις που αντιμετωπίζει η τεχνολογία, όπως η διακοπή και η ανάγκη για γη, η πρόοδος στην αποθήκευση ενέργειας και η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όπως οι πλωτές ηλιακές συστοιχίες, συμβάλλουν στην υπέρβαση αυτών των προκλήσεων και καθιστούν τα ηλιακά φωτοβολταϊκά μια ολοένα πιο βιώσιμη επιλογή για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

4.1 Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Η χρήση ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια λόγω των πολυάριθμων πλεονεκτημάτων τους, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών οφελών.

Ένα πλεονέκτημα των ηλιακών φωτοβολταϊκών (Jager- Waldau, 2017) είναι τα οικονομικά του οφέλη. Το κόστος της τεχνολογίας ηλιακών φωτοβολταϊκών έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας πιο προσιτό για ιδιώτες, επιχειρήσεις και κυβερνήσεις να επενδύσουν σε ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα. Αυτό οδήγησε σε αύξηση του αριθμού των ηλιακών φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και δημιούργησε θέσεις εργασίας στον κλάδο της ηλιακής ενέργειας. Επιπλέον, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να παρέχουν μια μακροπρόθεσμη αντιστάθμιση έναντι των αυξανόμενων τιμών της ενέργειας, καθώς το κόστος της ηλιακής ενέργειας δεν κυμαίνεται όπως το κόστος των ορυκτών καυσίμων.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν επίσης να προσφέρουν κοινωνικά οφέλη, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες (Jager- Waldau, 2017). Η πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια είναι θεμελιώδης ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη και τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να παρέχουν μια αξιόπιστη και οικονομικά προσιτή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές ή περιοχές εκτός δικτύου. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, την εκπαίδευση και τις οικονομικές ευκαιρίες και μπορεί να συμβάλει στη μείωση της φτώχειας.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν επίσης να προσφέρουν οφέλη ενεργειακής ασφάλειας, ιδιαίτερα για χώρες που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα (Jones-Albertus, 2021). Με την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να μειώσουν την ανάγκη για εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα και να μειώσουν την εξάρτηση μιας χώρας από ξένες πηγές ενέργειας.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι επίσης πολύ ευέλικτα, καθώς μπορούν να σχεδιαστούν για να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών αναγκών, από την τροφοδοσία ενός μόνο σπιτιού έως την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρες κοινότητες (Jones-Albertus, 2021). Μπορούν να εγκατασταθούν σε στέγες, στο έδαφος ή ακόμη και να επιπλέουν σε υδάτινα σώματα. Αυτή η ευελιξία επιτρέπει την ενσωμάτωση των ηλιακών φωτοβολταϊκών στην υπάρχουσα υποδομή και διευκολύνει την εύρεση κατάλληλων θέσεων για εγκατάσταση.

Επιπλέον, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης και μεγάλη διάρκεια ζωής, γεγονός που τα καθιστά μια οικονομικά αποδοτική επιλογή μακροπρόθεσμα (IEA, 2019). Δεν απαιτούν νερό για ψύξη, σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, που τους καθιστά κατάλληλους για ερημικές περιοχές και περιοχές με λειψυδρία.

Η τεχνολογία ηλιακών φωτοβολταϊκών (PV) προσφέρει ένα ευρύ φάσμα πλεονεκτημάτων, συμπεριλαμβανομένων των πλεονεκτημάτων περιβαλλοντικής, οικονομικής, κοινωνικής και ενεργειακής ασφάλειας. Το κόστος της ηλιακής

φωτοβολταϊκής τεχνολογίας έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας την πιο προσιτή και προσβάσιμη σε περισσότερους ανθρώπους. Η ευελιξία και οι χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων τα καθιστούν βιώσιμη επιλογή για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η χρήση ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια, την εκπαίδευση και τις οικονομικές ευκαιρίες. Μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα, παρέχοντας έτσι ενεργειακή ασφάλεια. Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα καθιστούν τα ηλιακά φωτοβολταϊκά ένα σημαντικό εργαλείο για τη μετάβαση σε ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα.

4.2 Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Ενώ τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως η καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, υπάρχουν επίσης αρκετά μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το υψηλό αρχικό τους κόστος (Jones-Albertus, 2021). Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης ενός ηλιακού φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να είναι αρκετά υψηλό και μπορεί να χρειαστούν αρκετά χρόνια για να εξοφληθεί το σύστημα μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτό μπορεί να είναι ένα σημαντικό εμπόδιο για πολλά άτομα και επιχειρήσεις που μπορεί να ενδιαφέρονται να στραφούν στην ηλιακή ενέργεια.

Ένα άλλο μειονέκτημα των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η εξάρτησή τους από τις καιρικές συνθήκες (IEA, 2019) (Φραγκιαδάκης, 2019). Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα βασίζονται στο ηλιακό φως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επομένως τις συννεφιασμένες ή συννεφιασμένες ημέρες, η απόδοση του συστήματος θα μειωθεί. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε διακοπές ρεύματος σε περιόδους χαμηλού ηλιακού φωτός, κάτι που μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα για περιοχές που έχουν συχνά συννεφιασμένο ή συννεφιασμένο καιρό.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν επίσης σημαντική συντήρηση. Τα πάνελ και άλλα εξαρτήματα του συστήματος πρέπει να καθαρίζονται και να επιθεωρούνται τακτικά για να διασφαλίζεται ότι λειτουργούν σωστά (IEA, 2019). Αυτό μπορεί να είναι μια χρονοβόρα και δαπανηρή εργασία, ειδικά για μεγάλα εμπορικά ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν επίσης σημαντικό χώρο (Jones-Albertus, 2021). Τα πάνελ πρέπει να εγκατασταθούν σε χώρο που δέχεται άφθονο ηλιακό φως και μπορούν να καταλάβουν πολύ χώρο. Αυτό μπορεί να είναι πρόβλημα για άτομα ή επιχειρήσεις που έχουν περιορισμένο διαθέσιμο χώρο για εγκατάσταση.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί επίσης να είναι ευάλωτα σε ζημιές από φυσικές καταστροφές όπως καταιγίδες, πλημμύρες και πυρκαγιές (IEA, 2019). Αυτά τα συμβάντα μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή ζημιά στο σύστημα και μπορεί να είναι

δαπανηρή η επισκευή ή η αντικατάσταση των κατεστραμμένων εξαρτημάτων.

Τέλος, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να είναι οπτικά μη ελκυστικά για μερικούς ανθρώπους. Τα μεγάλα πάνελ και άλλα εξαρτήματα του συστήματος μπορεί να καταλαμβάνουν πολύ χώρο και μπορεί να μην είναι αισθητικά ευχάριστα σε ορισμένα άτομα.

4.3 Κόστος φωτοβολταϊκών συστημάτων

Το κόστος των ηλιακών φωτοβολταϊκών (PV) συστημάτων ήταν ένα σημαντικό μειονέκτημα για την τεχνολογία στο παρελθόν. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, το κόστος των ηλιακών φωτοβολταϊκών έχει μειωθεί σημαντικά, καθιστώντας το πιο προσιτό και προσβάσιμο για ιδιώτες, επιχειρήσεις και κυβερνήσεις.

Ένας από τους κύριους παράγοντες (Foley, 2018) που συνέβαλε στη μείωση του κόστους των ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι η μείωση του κόστους των ηλιακών συλλεκτών. Το κόστος των ηλιακών συλλεκτών έχει μειωθεί κατά περισσότερο από 80% την τελευταία δεκαετία, λόγω της προόδου της τεχνολογίας και του αυξημένου ανταγωνισμού στον κλάδο της ηλιακής ενέργειας. Αυτό έχει κάνει τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα πιο ανταγωνιστικά από πλευράς κόστους με τις παραδοσιακές μορφές ενέργειας.

Ένας άλλος παράγοντας (Ranabhat, 2016) που συνέβαλε στη μείωση του κόστους των ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι η μείωση του κόστους των μετατροπών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας συνεχούς ρεύματος (DC) που παράγεται από τα ηλιακά πάνελ σε ηλεκτρική ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σπίτια και επιχειρήσεις. Το κόστος των μετατροπών έχει επίσης μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα πιο προσιτά.

Το κόστος εγκατάστασης και άλλα «ήπια κόστη» όπως η αδειοδότηση, η διασύνδεση και οι επιθεωρήσεις, παραμένουν σχετικά υψηλά και μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους ενός ηλιακού φωτοβολταϊκού συστήματος. Ωστόσο, αυτά τα κόστη έχουν επίσης μειωθεί τα τελευταία χρόνια, καθώς ο κλάδος έχει γίνει πιο εξορθολογισμένος και αποτελεσματικός.

Επιπλέον, το κόστος των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την τοποθεσία και το μέγεθος του συστήματος (Joel, et al., 2015). Τα συστήματα που εγκαθίστανται σε περιοχές με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, όπως οι νοτιοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες, θα έχουν χαμηλότερο κόστος ανά watt ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε περιοχές με χαμηλότερη ηλιακή ακτινοβολία.

Εκτός από το μειούμενο κόστος των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων, υπάρχει επίσης μια ποικιλία από οικονομικά κίνητρα που είναι διαθέσιμα για να συμβάλουν στην αντιστάθμιση του κόστους των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων. Αυτές περιλαμβάνουν εκπτώσεις φόρου, εκπτώσεις και επιχορηγήσεις που προσφέρονται σε ομοσπονδιακό, κρατικό και τοπικό επίπεδο

4.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της τεχνολογίας ηλιακών φωτοβολταϊκών (ΦΒ) είναι σε μεγάλο βαθμό θετικές, καθώς είναι μια καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν παράγει εκπομπές ή ρύπους. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης ορισμένες πιθανές αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τα ηλιακά φωτοβολταϊκά που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Ένα από τα κύρια περιβαλλοντικά οφέλη (Tawalbeh, et al., 2020) των ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι ότι δεν παράγει εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ή άλλους ρύπους κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μορφές ενέργειας, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, που παράγουν σημαντικές ποσότητες αερίων θερμοκηπίου όταν καίγονται. Μειώνοντας την ανάγκη για ορυκτά καύσιμα, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά μπορούν να συμβάλουν στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Ένα άλλο περιβαλλοντικό όφελος (Capital, 2014) των ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι ότι μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της κατανάλωσης νερού, καθώς τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα δεν απαιτούν νερό για ψύξη, σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Αυτό καθιστά τα ηλιακά φωτοβολταϊκά μια ελκυστική επιλογή σε περιοχές όπου το νερό είναι σπάνιο.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν επίσης σχετικά χαμηλό αντίκτυπο στη χρήση της γης, καθώς απαιτούν λιγότερη γη ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τους παραδοσιακούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα ταράτσας, τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν σε υπάρχοντα κτίρια, ελαχιστοποιώντας τις επιπτώσεις στη χρήση γης.

Ωστόσο, υπάρχουν επίσης ορισμένες πιθανές αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τα ηλιακά φωτοβολταϊκά (Office Energy Efficiency & Renewable Energy, 2022). Μία από τις κύριες ανησυχίες είναι η χρήση σπάνιων και τοξικών υλικών στην κατασκευή ηλιακών κυψελών, όπως το τελλουρίδιο του καδμίου, το οποίο μπορεί να είναι επιβλαβές για το περιβάλλον εάν δεν χρησιμοποιηθεί σωστά. Επιπλέον, η απόρριψη των ηλιακών φωτοβολταϊκών πλαισίων στο τέλος της διάρκειας ζωής τους μπορεί επίσης να είναι ανησυχητική, καθώς περιέχουν τοξικά υλικά που πρέπει να απορριφθούν με ασφάλεια.

Μια άλλη πιθανή περιβαλλοντική επίπτωση (Energy Education, 2022) των ηλιακών φωτοβολταϊκών είναι η διαταραχή της άγριας ζωής και των οικοτόπων, ιδιαίτερα όταν εγκαθίστανται μεγάλης κλίμακας ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα σε φυσικές περιοχές. Αυτό μπορεί να μετριαστεί με την προσεκτική χωροθέτηση και σχεδιασμό των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων και με τη χρήση νέων τεχνολογιών

όπως οι πλωτές ηλιακές συστοιχίες, οι οποίες μπορούν να εγκατασταθούν σε υδάτινα σώματα και να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις στη χρήση γης.

4.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα

Η τεχνολογία ηλιακών φωτοβολταϊκών (PV) κερδίζει δημοτικότητα στην Ελλάδα ως καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (Green Peace, 2018). Η Ελλάδα έχει σημαντική ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, γεγονός που την καθιστά ιδανική τοποθεσία για ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα.

Η ελληνική κυβέρνηση έχει εφαρμόσει διάφορες πολιτικές και κίνητρα για να ενθαρρύνει την ανάπτυξη ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων στη χώρα. Αυτά περιλαμβάνουν τα τιμολόγια τροφοδοσίας, τα οποία παρέχουν εγγυημένη τιμή για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα, και το net metering, που επιτρέπει σε ιδιώτες και επιχειρήσεις να πωλούν την πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα τους πίσω στο δίκτυο (Green Peace, 2018).

Ως αποτέλεσμα, τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική αύξηση στον αριθμό των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων που έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα. Σύμφωνα με τον Σύνδεσμο Εταιρειών Φωτοβολταϊκών Ελλάδος, η εγκατεστημένη ισχύς των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα έφτασε τα 1,8 GW έως το τέλος του 2020 (Eurostat, 2022).

Η χρήση ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων είχε επίσης θετικό αντίκτυπο στην ελληνική οικονομία, καθώς δημιούργησε θέσεις εργασίας στον κλάδο της ηλιακής ενέργειας και συνέβαλε στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν συμβάλει στη βελτίωση της πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια σε απομακρυσμένες ή εκτός δικτύου περιοχές και έχουν προσφέρει μια αξιόπιστη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια διακοπών ρεύματος. (ICLG, 2023)

Επιπλέον, τα ελληνικά νησιά έχουν μεγάλες δυνατότητες ηλιακής ενέργειας, καθώς δεν είναι συνδεδεμένα με το ηπειρωτικό δίκτυο και χρησιμοποιούν πολλά ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων στα νησιά θα μπορούσε να μειώσει το κόστος της ενέργειας και να συμβάλει στη βελτίωση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και ασφάλειας των νησιών (ICLG, 2023).

Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένες προκλήσεις για την ανάπτυξη των ηλιακών φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι η έλλειψη κατάλληλης γης για μεγάλης κλίμακας ηλιακά φωτοβολταϊκά έργα. Επιπλέον, η πολυπλοκότητα της διαδικασίας αδειοδότησης και η έλλειψη σαφούς και σταθερού ρυθμιστικού πλαισίου μπορούν επίσης να αποτελέσουν εμπόδιο στην ανάπτυξη ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (ICLG, 2023).

4.6 Φωτοβολταϊκά πάρκα

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά (PV) πάρκα (Φραγκιαδάκης, 2019), γνωστά και ως ηλιακά πάρκα ή ηλιακοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας, είναι εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούν ηλιακούς συλλέκτες για να μετατρέψουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα πάρκα μπορούν να κατασκευαστούν σε διάφορους τύπους γης, όπως έρημοι, γεωργικές εκτάσεις, ακόμη και πάνω από χωματερές ή υδάτινα σώματα. Συνήθως συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο και μπορούν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε σπίτια και επιχειρήσεις.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα (Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022) των ηλιακών φωτοβολταϊκών πάρκων είναι ότι αποτελούν καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία παράγουν επιβλαβείς εκπομπές και συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή, η ηλιακή ενέργεια δεν παράγει ρύπανση ή αέρια θερμοκηπίου. Αυτό το καθιστά ελκυστική επιλογή για χώρες και οργανισμούς που επιθυμούν να μειώσουν το αποτύπωμά τους άνθρακα και να προωθήσουν τη βιώσιμη παραγωγή ενέργειας.

Ένα άλλο πλεονέκτημα των ηλιακών φωτοβολταϊκών πάρκων είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν και να λειτουργήσουν σχετικά γρήγορα (Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022). Σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, οι οποίοι μπορεί να χρειαστούν χρόνια για να κατασκευαστούν και να τεθούν στο διαδίκτυο, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά πάρκα μπορούν να κατασκευαστούν μέσα σε λίγους μήνες. Αυτό τα καθιστά βιώσιμη επιλογή για την κάλυψη βραχυπρόθεσμων ενεργειακών αναγκών και για την παροχή γρήγορης ανταπόκρισης στις αλλαγές στη ζήτηση ενέργειας.

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά πάρκα είναι επίσης ευέλικτα και μπορούν να προσαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλόντων και καταστάσεων (Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022). Μπορούν να κατασκευαστούν σε μεγάλα οικόπεδα σε απομακρυσμένες περιοχές, όπως έρημοι ή βουνά, ή σε πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές, όπως σε στέγες ή σε αστικές περιοχές. Μπορούν επίσης να κατασκευαστούν σε μικρότερη κλίμακα, όπως για παράδειγμα σε ένα μόνο σπίτι ή επιχείρηση.

Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τύποι ηλιακών φωτοβολταϊκών πάρκων, το καθένα με το δικό του μοναδικό σύνολο πλεονεκτημάτων και περιορισμών.

Ένας τύπος είναι το παραδοσιακό πάρκο ηλιακών φωτοβολταϊκών, το οποίο χρησιμοποιεί σειρές ηλιακών συλλεκτών τοποθετημένων σε κατασκευές, όπως πόλους ή συστήματα που ακολουθούν την πορεία του ηλιου, για να συλλάβει το ηλιακό φως και

να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα πάρκα μπορούν να κατασκευαστούν σε μεγάλη κλίμακα, με δεκάδες ή και εκατοντάδες στρέμματα γης αφιερωμένα στην εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022) (Δαμιανίδης, et al., 2011).

Ένας άλλος τύπος είναι το πλωτό ηλιακό φωτοβολταϊκό πάρκο, το οποίο χρησιμοποιεί ηλιακούς συλλέκτες που επιπλέουν σε υδάτινα σώματα, όπως δεξαμενές ή ανθρωπογενείς λίμνες. Αυτά τα πάρκα είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για περιοχές με περιορισμένους πόρους γης, καθώς μπορούν να κάνουν χρήση κατά τα άλλα μη παραγωγικών υδάτινων μαζών. Έχουν επίσης το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι παρέχουν σκίαση στο νερό, μειώνουν την εξάτμιση και διατηρούν το νερό δροσερό.

Ένας τρίτος τύπος είναι το ηλιακό φωτοβολταϊκό πάρκο στον τελευταίο όροφο, το οποίο χρησιμοποιεί ηλιακά πάνελ τοποθετημένα στις στέγες των κτιρίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά τα πάρκα είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για αστικές περιοχές, όπου οι πόροι γης είναι περιορισμένοι και ο χώρος στις ταράτσες είναι άφθονο. Έχουν επίσης το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι παρέχουν σκίαση για το κτίριο και μειώνουν το κόστος ψύξης (Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022) (Δαμιανίδης, et al., 2011).

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά πάρκα έχουν επίσης ορισμένους περιορισμούς. Ένας σημαντικός περιορισμός είναι ότι εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός. Τις ημέρες με συννεφιά ή συννεφιά, η απόδοση ενός ηλιακού φωτοβολταϊκού πάρκου μπορεί να μειωθεί σημαντικά, γεγονός που μπορεί να το καταστήσει λιγότερο αξιόπιστο ως πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένας άλλος περιορισμός είναι ότι τα ηλιακά φωτοβολταϊκά πάρκα απαιτούν μεγάλη έκταση γης (Δαμιανίδης, et al., 2011). Αυτό μπορεί να είναι πρόβλημα σε περιοχές όπου η γη είναι σπάνια ή ακριβή, όπως σε αστικές περιοχές ή σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Επιπλέον, το κόστος των ηλιακών φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να είναι υψηλό, ιδιαίτερα σε σύγκριση με παραδοσιακούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Το κόστος των ηλιακών συλλεκτών και άλλων εξαρτημάτων μειώνεται τα τελευταία χρόνια, αλλά τα ηλιακά φωτοβολταϊκά πάρκα εξακολουθούν να είναι γενικά πιο ακριβά από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα (Δαμιανίδης, et al., 2011).

Παρά τους περιορισμούς αυτούς, τα ηλιακά φωτοβολταϊκά πάρκα γίνονται όλο και πιο δημοφιλής επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Πολλές χώρες και οργανισμοί επενδύουν σε ηλιακά φωτοβολταϊκά πάρκα ως τρόπο να μειώσουν την εξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα και να προωθήσουν τη βιώσιμη παραγωγή ενέργειας.

4.7 Net-Metering

Το Net metering (Φραγκιαδάκης, 2019) είναι μια πολιτική που επιτρέπει στους ιδιοκτήτες κατοικιών και στις επιχειρήσεις που παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, όπως ηλιακά πάνελ ή ανεμογεννήτριες, να τροφοδοτούν την υπερβολική ενέργεια πίσω στο δίκτυο και να λαμβάνουν πιστώσεις στον λογαριασμό

κοινής ωφέλειας. Αυτή η πολιτική έχει σχεδιαστεί για να προωθήσει τη χρήση καθαρής ενέργειας και να συμβάλει στη μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα.

Υπάρχουν πολλά βασικά στοιχεία της net metering. Πρώτον, ένας ιδιοκτήτης σπιτιού ή ιδιοκτήτης επιχείρησης θα εγκαταστήσει εξοπλισμό παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακούς συλλέκτες ή ανεμογεννήτρια, στην ιδιοκτησία του. Αυτός ο εξοπλισμός θα συνδεθεί στο δίκτυο μέσω ενός ειδικού μετρητή, γνωστό ως net meter, ο οποίος μετρά τη ροή του ηλεκτρισμού και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Όταν ο εξοπλισμός παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από ό,τι χρησιμοποιεί ο ιδιοκτήτης σπιτιού ή επιχείρησης, η πλεονάζουσα ισχύς θα ρέει πίσω στο δίκτυο, περιστρέφοντας τον μετρητή δικτύου προς τα πίσω. Αυτή η πλεονάζουσα ισχύς μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί από άλλους πελάτες στο δίκτυο, μειώνοντας τη συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς παραγωγής ενέργειας ορυκτών καυσίμων.

Σε αντάλλαγμα για την αποστολή της πλεονάζουσας ενέργειας πίσω στο δίκτυο, ο ιδιοκτήτης σπιτιού ή επιχείρησης θα λάβει πιστώσεις στον λογαριασμό κοινής ωφέλειας. Αυτές οι πιστώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιστάθμιση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας όταν ο εξοπλισμός παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν παράγει αρκετή ενέργεια για να καλύψει τις ανάγκες του ιδιοκτήτη σπιτιού ή της επιχείρησης.

Οι πολιτικές καθαρής μέτρησης διαφέρουν από πολιτεία σε πολιτεία και ακόμη και μεταξύ εταιρειών κοινής ωφέλειας στην ίδια πολιτεία (Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022). Ορισμένες πολιτείες έχουν υποχρεωτικές πολιτικές net metering, οι οποίες απαιτούν από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να προσφέρουν net metering στους πελάτες. Άλλες πολιτείες έχουν εθελοντικές πολιτικές net metering, οι οποίες επιτρέπουν στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να επιλέξουν ή να εξαιρεθούν από την προσφορά net metering.

Οι λεπτομέρειες των πολιτικών net metering ποικίλλουν επίσης. Για παράδειγμα, ορισμένα κράτη έχουν όρια στην ποσότητα του εξοπλισμού παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο, ενώ άλλα όχι. Ορισμένες πολιτείες έχουν ανώτατα όρια στο ποσό των πιστώσεων που μπορούν να συσσωρευτούν, ενώ άλλες όχι.

Μία από τις πιο σημαντικές πτυχές της καθαρής μέτρησης είναι το ποσοστό αντιστάθμισης για την υπερβολική ενέργεια που τροφοδοτείται στο δίκτυο. Ο ρυθμός με τον οποίο ένας ιδιοκτήτης σπιτιού ή επιχείρησης αποζημιώνεται για την υπερβολική ενέργεια που στέλνει πίσω στο δίκτυο είναι γνωστός ως "καθαρό ποσοστό μέτρησης". Αυτό το επιτόκιο μπορεί να είναι σταθερό, επιτόκιο χρόνου χρήσης ή επιτόκιο που βασίζεται στην αγοραία τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το Net metering είναι μια σημαντική πολιτική (Energy Education, 2022) για την προώθηση της χρήσης καθαρής ενέργειας και τη μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα. Επιτρέπει σε ιδιοκτήτες σπιτιού και επιχειρήσεις να παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές και να στέλνουν την πλεονάζουσα ενέργεια πίσω στο δίκτυο, ενώ λαμβάνουν επίσης πιστώσεις στον λογαριασμό κοινής ωφέλειας.

Ωστόσο, οι ιδιαιτερότητες των πολιτικών net metering μπορεί να διαφέρουν πολύ από πολιτεία σε πολιτεία και χρησιμότητα σε υπηρεσία κοινής ωφέλειας.

Το Net metering έχει επίσης κάποιες επικρίσεις και προκλήσεις. Μία από τις κύριες επικρίσεις είναι ότι η καθαρή μέτρηση μετατοπίζει το κόστος συντήρησης του δικτύου από πελάτες net metering σε πελάτες μη net metering. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι πελάτες που δεν μετρούν το δίκτυο εξακολουθούν να πληρώνουν για τη συντήρηση του δικτύου, ακόμη και αν δεν λαμβάνουν τα οφέλη της net metering.

Μια άλλη κριτική είναι ότι η καθαρή μέτρηση μπορεί να είναι άδικη για τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος, καθώς ενδέχεται να μην έχουν την οικονομική δυνατότητα να εγκαταστήσουν τον εξοπλισμό παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που απαιτείται για να επωφεληθούν από την καθαρή μέτρηση.

Παρά αυτές τις προκλήσεις, (Office Energy Efficiency & Renewable Energy, 2022) πολλά κράτη έχουν εφαρμόσει πολιτικές net metering και έχουν δει σημαντική αύξηση στον αριθμό των ιδιοκτητών σπιτιού και των επιχειρήσεων που παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να βελτιώνεται και το κόστος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνεχίζει να μειώνεται, είναι πιθανό η net metering να διαδραματίσει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στη μετάβαση σε ένα καθαρότερο, πιο βιώσιμο ενεργειακό σύστημα.

4.8 Θεσμικό Πλαίσιο Ελλάδας για την χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων

- Ν.4964/2022, ΦΕΚ 150Α/30.7.2022. Διατάξεις για την απλοποίηση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, θέσπιση πλαισίου για την ανάπτυξη των Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων, την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης, την προστασία του περιβάλλοντος και λοιπές διατάξεις
01/08/2022/
- Ν.4951/2022, ΦΕΚ 129Α/4.7.2022. Εκσυγχρονισμός της αδειοδοτικής διαδικασίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας – Β' φάση, Αδειοδότηση παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, πλαίσιο ανάπτυξης Πιλοτικών Θαλάσσιων Πλωτών Φωτοβολταϊκών Σταθμών και ειδικότερες διατάξεις για την ενέργεια και την προστασία του περιβάλλοντος
05/07/2022/
- Ν.4936/2022, ΦΕΚ 105Α/27.5.2022. Εθνικός Κλιματικός Νόμος
05/07/2022/
- Ν.4843/2021, ΦΕΚ 193Α/20.10.2021, Ρυθμίσεις για Ενεργειακές Κοινότητες και εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό, αναπροσαρμογή τιμών αποζημίωσης φωτοβολταϊκών σταθμών στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και περιθωρίων σε κορεσμένα δίκτυα
08/11/2021/
- Ν.4821/2021, ΦΕΚ 134Α/31.7.2021, Ρυθμίσεις για νέα έργα εκτός διαγωνισμών, Αναπροσαρμογή τιμών αποζημίωσης φωτοβολταϊκών σταθμών στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
13/10/2021/

- Ν.4819/2021, ΦΕΚ 129Α, Ρυθμίσεις για εγγυητικές επιστολές, νέα έργα σε Πελοπόννησο, Κρήτη, Κυκλάδες, Εύβοια
27/07/2021/
- Ν. 4759/2020, ΦΕΚ 245Α/09.12.2020. Πολεοδομικές – Ενεργειακές ρυθμίσεις για φωτοβολταϊκά – Έκτακτη εισφορά – Ενεργειακές Κοινότητες – Αύξηση ορίου net-metering
13/12/2020/
- Ν. 4736/2020, ΦΕΚ 200Α/20.10.2020. Δήλωση Ετοιμότητας για τη σύνδεση σταθμού ΑΠΕ
02/12/2020/
- Ν.4685/2020 – Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, κατάργηση άδειας παραγωγής – ΦΕΚ 92Α/7.5.2020
08/05/2020/
- Παράταση προθεσμιών λόγω COVID-19. ΦΕΚ 75Α/30.3.2020
31/03/2020/
- Ν.4643/2019 – Απελευθέρωση αγοράς ενέργειας, εκσυγχρονισμός της ΔΕΗ, ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠΑ και στήριξη των Α.Π.Ε. και λοιπές διατάξεις.– ΦΕΚ 193Α/3.12.2019
19/12/2019/
- Ν.4602/2019 – Τροποlogίες για φωτοβολταϊκά (τιμολόγηση συστημάτων εκτός διαγωνισμών) – ΦΕΚ 45Α/9.3.2019
25/03/2019/
- Ν.4546/2018 – Τροποlogίες για φωτοβολταϊκά – ΦΕΚ 101Α/12/6/2018
13/06/2018/
- Ν.4513/2018 – Ενεργειακές Κοινότητες – ΦΕΚ 9Α/23/1/2018
26/01/2018/
- Ν.4414/2016 – Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ – ΦΕΚ 149Α/9/8/2016
11/08/2016/
- Ν.4254/2014 – New Deal, άρση αναστολής αδειοδότησης, ΦΕΚ 85Α/7/4/2014
10/04/2014/
- Ν.4223/2013 – Αναστολή αδειοδότησης (Ενιαίος φόρος ιδιοκτησίας ακινήτων και άλλες διατάξεις), ΦΕΚ287Α/31/12/2013
10/01/2014/
- Ν.4203/2013 – Ρυθμίσεις θεμάτων ΑΠΕ και άλλες διατάξεις, ΦΕΚ 235Α/1/11/2013
04/11/2013/
- Ν.4152/2013 Ρυθμίσεις Θεμάτων ΑΠΕ – Έκτακτη εισφορά – Αναστολή αδειοδότησης, ΦΕΚ 107Α/9/5/2013
- Ν.4093/2012 Έκτακτη εισφορά για ΑΠΕ – Κατάργηση 18μηνου, ΦΕΚ 222Α/12/11/2012
12/11/2012/
- Ν.4062/2012 «Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ΑΠΕ – Τροποlogίες ΑΠΕ», ΦΕΚ 70Α/30-3-2012
30/03/2012/
- Ν.4001/2011 «Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις», ΦΕΚ 179Α/22-8-2011
22/08/2011/

- Ενοποίηση των διατάξεων του Ν.3468/2006 όπως τροποποιήθηκαν από τους Ν.3734/2009, Ν.3851/2010, Ν.3889/2010 και λοιπών διατάξεων νόμων
05/06/2010/
- Ν.3851/2010, “Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής”, ΦΕΚ 85Α/4-6-2010
04/06/2010/
- Ν.3734/2009, “Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις”, ΦΕΚ 8Α/28-1-2009
28/01/2009/
- Ν.3468/2006, “Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις”, ΦΕΚ 129Α/29-6-2006
(Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022)

Κεφάλαιο 5: Η αξιολόγηση των Φ/Β πάρκων - Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο

5.1 Εισαγωγή

Η αξιολόγηση είναι μια κρίσιμη πτυχή της διαχείρισης έργου και διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη διασφάλιση της επιτυχίας ενός έργου. Η διαδικασία αξιολόγησης περιλαμβάνει την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και των επιπτώσεων ενός έργου για τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητάς του και τον εντοπισμό περιοχών προς βελτίωση. Αυτή η εργασία θα εξετάσει τη σημασία της αξιολόγησης και τη χρησιμότητά της στη διαχείριση έργου.

Η αξιολόγηση είναι μια συστηματική διαδικασία που βοηθά στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ενός έργου και στον προσδιορισμό του εάν έχει επιτύχει τους στόχους του και έχει αποδώσει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Αυτή η διαδικασία δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές έργων να εντοπίσουν τομείς προς βελτίωση, να λάβουν αποφάσεις που βασίζονται σε στοιχεία και να κατανεύουν αποτελεσματικά τους πόρους. Σύμφωνα με το Project Management Institute (PMI), η αξιολόγηση είναι μία από τις πέντε ομάδες διαδικασιών στη διαχείριση έργων και αποτελεί ουσιαστικό μέρος του κύκλου ζωής του έργου.

Ένα από τα βασικά οφέλη της αξιολόγησης είναι ότι συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης του έργου. Η αξιολόγηση παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με την αποτελεσματικότητα ενός έργου και προσδιορίζει τομείς προς βελτίωση, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε πιο αποτελεσματική και αποτελεσματική διαχείριση του έργου. Για παράδειγμα, μια αξιολόγηση ενός έργου που εκτελείται με καθυστέρηση μπορεί να αποκαλύψει ότι η ομάδα έργου επιβαρύνεται υπερβολικά με πάρα πολλές εργασίες ή ότι το σχέδιο έργου δεν ήταν ρεαλιστικό. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση αλλαγών στο σχέδιο του έργου και την αποτελεσματικότερη κατανομή των πόρων, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της απόδοσης του έργου.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα της αξιολόγησης είναι ότι βοηθά στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και των επιπτώσεων ενός έργου. Η αξιολόγηση βοηθά να προσδιοριστεί εάν ένα έργο έχει επιτύχει τους στόχους του και εάν είχε θετικό αντίκτυπο στους προβλεπόμενους δικαιούχους ή ενδιαφερόμενους φορείς. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της συνολικής επιτυχίας ενός έργου και για τον εντοπισμό περιοχών προς βελτίωση. Για παράδειγμα, μια αξιολόγηση ενός έργου που στοχεύει στη μείωση της φτώχειας σε μια συγκεκριμένη κοινότητα μπορεί να αποκαλύψει ότι το έργο δεν είχε τον επιδιωκόμενο αντίκτυπο. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση αλλαγών στον σχεδιασμό ή την προσέγγιση του έργου για να διασφαλιστεί ότι το έργο αποδίδει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Η αξιολόγηση παίζει επίσης κρίσιμο ρόλο στη δικαιολόγηση της κατανομής των πόρων και στην εξασφάλιση χρηματοδότησης για μελλοντικά έργα. Η αξιολόγηση παρέχει δεδομένα και στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποδειχθεί η αξία ενός έργου στους ενδιαφερόμενους, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δικαιολογήσουν την κατανομή πόρων και να εξασφαλίσουν χρηματοδότηση για μελλοντικά έργα. Για παράδειγμα, μια αξιολόγηση ενός έργου που στοχεύει στη βελτίωση της πρόσβασης στην υγειονομική περίθαλψη σε μια αγροτική κοινότητα μπορεί να αποκαλύψει ότι το έργο είχε σημαντικό αντίκτυπο στην υγεία της κοινότητας. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξασφάλιση χρηματοδότησης για παρόμοια έργα σε άλλες κοινότητες.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα της αξιολόγησης είναι ότι βοηθά στη βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των ομάδων του έργου, των ενδιαφερόμενων μερών και των εταίρων. Η αξιολόγηση παρέχει μια σαφή κατανόηση της προόδου, των επιτυχιών και των προκλήσεων του έργου, που μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ των ομάδων του έργου, των ενδιαφερόμενων μερών και των εταίρων. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό περιοχών προς βελτίωση και για την ανάπτυξη στρατηγικών για την αντιμετώπιση των προκλήσεων και την επίτευξη των στόχων του έργου.

Υποστηρίζει επίσης τη λήψη αποφάσεων βάσει στοιχείων. Η αξιολόγηση παρέχει δεδομένα και αποδεικτικά στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη αποφάσεων, επιτρέποντας στους διαχειριστές του έργου και στα ενδιαφερόμενα μέρη να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις με βάση ισχυρά στοιχεία. Για παράδειγμα, μια αξιολόγηση ενός έργου που στοχεύει στη βελτίωση της πρόσβασης στην εκπαίδευση σε μια αγροτική κοινότητα μπορεί να αποκαλύψει ότι το έργο είχε σημαντικό αντίκτυπο στην εγγραφή των παιδιών στο σχολείο. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με την κατανομή πόρων για εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες σε άλλες κοινότητες.

Τέλος, η αξιολόγηση παρέχει ευκαιρίες ανταλλαγής γνώσεων και διδαγμάτων από ένα έργο, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των μελλοντικών έργων. Η διαδικασία αξιολόγησης παρέχει την ευκαιρία να εντοπιστούν οι βέλτιστες πρακτικές, οι παράγοντες επιτυχίας και οι προκλήσεις, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση του σχεδιασμού και της υλοποίησης του έργου. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της διαχείρισης έργων και των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και για την ενίσχυση του αντίκτυπου των μελλοντικών έργων.

5.2 Βήματα αξιολόγησης ενός φωτοβολταϊκών πάρκου

Η διαδικασία αξιολόγησης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος (Kutrz, et al., 2013) (Migan-Dubois, et al., 2019) περιλαμβάνει την αξιολόγηση διαφόρων πτυχών της απόδοσης και της καταλληλότητας του συστήματος για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Ακολουθούν τα βασικά βήματα που εμπλέκονται στην αξιολόγηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος:

Αξιολόγηση τοποθεσίας: Το πρώτο βήμα είναι η διεξαγωγή αξιολόγησης τοποθεσίας για τον προσδιορισμό του δυναμικού ηλιακού πόρου της τοποθεσίας. Αυτό περιλαμβάνει την ανάλυση της τοποθεσίας, του προσανατολισμού, της σκίασης και άλλων παραγόντων που επηρεάζουν την ποσότητα του ηλιακού φωτός που θα λάβει το Φ/Β σύστημα.

Εκτίμηση Φορτίου: Το επόμενο βήμα είναι η διεξαγωγή αξιολόγησης φορτίου για τον προσδιορισμό των ενεργειακών απαιτήσεων του συστήματος. Αυτό περιλαμβάνει την ανάλυση των ηλεκτρικών φορτίων που θα χρειαστεί να τροφοδοτήσει το ΦΒ σύστημα και την εκτίμηση της ποσότητας ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη αυτών των φορτίων.

Σχεδιασμός συστήματος: Με βάση τις εκτιμήσεις τοποθεσίας και φορτίου, αναπτύσσεται ένας σχεδιασμός συστήματος που καθορίζει τον αριθμό και τον τύπο των φωτοβολταϊκών μονάδων, μετατροπέων, μπαταριών (εάν υπάρχουν) και άλλων εξαρτημάτων που απαιτούνται για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του συστήματος.

Ανάλυση απόδοσης: Μόλις σχεδιαστεί και εγκατασταθεί το σύστημα, η απόδοσή του παρακολουθείται και αναλύεται για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά και η

απόδοση του. Αυτό περιλαμβάνει τη μέτρηση της παραγωγής ενέργειας του συστήματος, την παρακολούθηση των παραμέτρων λειτουργίας του (όπως τάση και ρεύμα) και τον εντοπισμό τυχόν ζητημάτων που μπορεί να επηρεάσουν την απόδοσή του.

Οικονομική Ανάλυση: Τέλος, πραγματοποιείται οικονομική ανάλυση για τον προσδιορισμό της οικονομικής βιωσιμότητας του συστήματος. Αυτό περιλαμβάνει τον υπολογισμό του κόστους του συστήματος, τη σύγκριση του με το κόστος των συμβατικών πηγών ενέργειας και την ανάλυση της περιόδου απόσβεσης του συστήματος, της απόδοσης της επένδυσης και άλλων οικονομικών μετρήσεων.

Συνολικά, η αξιολόγηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος περιλαμβάνει μια ολοκληρωμένη ανάλυση διαφόρων τεχνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών παραγόντων για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας και της απόδοσής του.

5.3 Μέθοδοι προεξοφλημένων χρηματοροών

Οι μέθοδοι προεξοφλημένων χρηματοροών είναι ένα σύνολο τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου προεξοφλώντας τις μελλοντικές ταμειακές ροές του έργου στην παρούσα αξία τους. Η ιδέα πίσω από τις μεθόδους προεξοφλημένων ταμειακών ροών είναι ότι τα χρήματα που λαμβάνονται στο μέλλον αξίζουν λιγότερο από το ίδιο χρηματικό ποσό που λαμβάνεται σήμερα λόγω της διαχρονικής αξίας του χρήματος. Επομένως, οι μελλοντικές ταμειακές ροές πρέπει να προεξοφληθούν στην παρούσα αξία τους για να συγκριθούν με ακρίβεια με την αρχική επένδυση.

Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι προεξόφλησης ταμειακών ροών είναι:

- Καθαρά παρούσα αξία (ΚΠΑ)
- Εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης (IRR)
- Δείκτης κερδοφορίας η Δείκτης ωφέλειας κόστους
- Επανείσπραξη των αρχικών επενδυτικών εκροών
- Ανάλυση ευαισθησίας
- Ανάλυση του κίνδυνου με χρήση σεναρίων

Όλες αυτές οι μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρέως στην πράξη και βασίζονται στην ίδια αρχή της προεξόφλησης των μελλοντικών ταμειακών ροών στην παρούσα αξία τους για να ληφθεί υπόψη η διαχρονική αξία του χρήματος. Ωστόσο, κάθε μέθοδος έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της και είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός μεθόδων για να παρέχει μια πιο ισχυρή αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου.

Ακόμα μία μέθοδος που όμως δεν χρησιμοποιεί την χρονική αξία του χρήματος και δεν εξετάζουμε όλη τη χρονική διάρκεια της λειτουργίας ζωής επένδυσης είναι η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης των αρχικών επενδυτικών εκροών. (Πολύζος, 2011)

5.4 Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)

Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου με τον υπολογισμό της παρούσας αξίας των αναμενόμενων ταμειακών ροών από το έργο κατά τη διάρκεια ζωής του. Η ΚΠΑ

υπολογίζεται λαμβάνοντας το άθροισμα της παρούσας αξίας όλων των αναμενόμενων ταμειακών ροών, μείον την αρχική επένδυση (Πολύζος, 2011).

Ο τύπος για το ΚΠΑ είναι:

$$ΚΠΑ = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} - C_0$$

Όπου:

- C_0 το αρχικό κεφάλαιο (€)
- $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ η ετήσιες χρηματοροές
- Και r το επιτόκιο απόδοσης
- n η διάρκεια ζωής σε έτη / αριθμός χρηματοροών

Μια θετική ΚΠΑ υποδηλώνει ότι το έργο αναμένεται να δημιουργήσει περισσότερες ταμειακές ροές από την αρχική επένδυση και επομένως είναι οικονομικά βιώσιμο. Μία αρνητική ΚΠΑ υποδηλώνει ότι το έργο αναμένεται να δημιουργήσει λιγότερες ταμειακές ροές από την αρχική επένδυση και δεν είναι οικονομικά βιώσιμο.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μέθοδος ΚΠΑ λαμβάνει υπόψη όλα τα κόστη και τα έσοδα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου και λαμβάνει επίσης υπόψη τη χρονική αξία του χρήματος, πράγμα που σημαίνει ότι ένα ευρώ που λαμβάνεται σήμερα αξίζει περισσότερο από ένα ευρώ που λαμβάνεται σε το μέλλον. Αυτό καθιστά τη μέθοδο ΚΠΑ ένα ισχυρό εργαλείο για την αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης οικονομικής βιωσιμότητας ενός έργου. (Πολύζος, 2011)

5.5 Εσωτερικό επιτόκιο απόδοσης (IRR)

Η μέθοδος Εσωτερικού Επιτοκίου Απόδοσης (IRR) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου με τον προσδιορισμό του ποσοστού με τον οποίο η καθαρά παρούσα αξία (ΚΠΑ) των ταμειακών ροών ενός έργου είναι ίση με μηδέν. Το IRR αντιπροσωπεύει το ποσοστό απόδοσης μιας επένδυσης για μια καθορισμένη χρονική περίοδο και χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της κερδοφορίας διαφορετικών έργων.

Ο τύπος για το IRR είναι:

$$ΚΠΑ = 0 = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} - C_0$$

Όπου:

- C_0 το αρχικό κεφάλαιο (€)
- $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ η ετήσιες χρηματοροές
- Και r το επιτόκιο απόδοσης
- n η διάρκεια ζωής σε έτη / αριθμός χρηματοροών

Το IRR είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο που καθιστά το NPV των ταμειακών ροών του έργου ίσο με μηδέν. Εάν το IRR είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο ποσοστό απόδοσης ή από το ποσοστό εμποδίων, το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο.

Η μέθοδος IRR είναι μια δημοφιλής μέθοδος για την αξιολόγηση της οικονομικής

σκοπιμότητας ενός έργου, επειδή υπολογίζει τη χρονική αξία του χρήματος και είναι εύκολο να κατανοηθεί. Συχνά χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους, όπως η καθαρή παρούσα αξία (NPV) και η περίοδος απόσβεσης, για να παρέχει μια πιο ισχυρή αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου. (Πολύζος, 2011)

5.6 Δείκτης κερδοφορίας η Δείκτης ωφέλειας κόστους

Η μέθοδος αναλογίας οφέλους-κόστους (BCR) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου συγκρίνοντας την παρούσα αξία των οφελών ενός έργου με την παρούσα αξία του κόστους. Το BCR εκφράζει τον λόγο της παρούσας αξίας των οφελών προς την παρούσα αξία του κόστους. Εάν το BCR είναι μεγαλύτερο από 1, το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο.

Ο τύπος για το BCR είναι:

$$\frac{b}{c} = \frac{ΠΑ}{C}$$

Όπου:

- ΠΑ η παρούσα αξία των εισροών
- C το αρχικό κεφάλαιο

(Πολύζος, 2011)

5.7 Μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης των αρχικών επενδυτικών εκροών

Η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης των αρχικών επενδυτικών εκροών είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου με τον υπολογισμό του χρόνου που θα χρειαστεί για το έργο να δημιουργήσει αρκετά έσοδα για την ανάκτηση της αρχικής επένδυσης.

Αυτή η μέθοδος είναι απλή και κατανοητή. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσετε γρήγορα αν αξίζει να επενδύσετε σε ένα έργο ή όχι. Ωστόσο, έχει κάποιους περιορισμούς. Για παράδειγμα, η μέθοδος της περιόδου απόσβεσης δεν λαμβάνει υπόψη τη χρονική αξία του χρήματος, πράγμα που σημαίνει ότι ένα δολάριο παροχών που λαμβάνονται σήμερα αξίζει το ίδιο με ένα δολάριο παροχών που λαμβάνονται στο μέλλον. Επιπλέον, δεν λαμβάνει υπόψη την αναμενόμενη διάρκεια ζωής του έργου, επομένως μπορεί να μην είναι καλή ένδειξη της συνολικής κερδοφορίας ενός έργου. (Πολύζος, 2011).

5.8 Ανάλυση ευαισθησίας

Η ανάλυση ευαισθησίας (Πολύζος, 2011) είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται στη μοντελοποίηση και στη λήψη αποφάσεων για τη μελέτη της επίδρασης των αλλαγών στις παραμέτρους εισόδου ενός συστήματος στα αποτελέσματα εξόδου. Ο σκοπός της ανάλυσης ευαισθησίας είναι να προσδιορίσει ποιες παράμετροι έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στην έξοδο και να κατανοήσει πώς οι αλλαγές σε αυτές τις παραμέτρους θα επηρεάσουν την έξοδο.

Η ανάλυση ευαισθησίας χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών, της οικονομίας, της μηχανικής και της περιβαλλοντικής επιστήμης. Είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, καθώς βοηθά στον εντοπισμό των βασικών οδηγών ενός συστήματος και στην αξιολόγηση του κινδύνου που σχετίζεται με τις αλλαγές σε αυτούς τους οδηγούς.

5.9 Ανάλυση του κινδύνου με χρήση σεναρίων

Η ανάλυση κινδύνου με χρήση σεναρίων είναι μια μέθοδος αξιολόγησης πιθανών κινδύνων με τη υπόθεση διαφορετικών σεναρίων που θα μπορούσαν να προκύψουν και την ανάλυση της πιθανότητας και του αντίκτυπου κάθε σεναρίου. Περιλαμβάνει την εξέταση της πιθανότητας να συμβεί κάθε σενάριο, τις πιθανές συνέπειες εάν συμβεί και τα βήματα που μπορούν να ληφθούν για τον μετριασμό ή τη διαχείριση του κινδύνου.

Η πιθανότητα να κάθε σενάριο υπολογίζεται από το (Πολύζος, 2011):

$\Phi(t)$ (τιμή από τον πίνακα αθροιστικής πιθανότητας τιμών τυποποιημένης κανονικής κατανομής)

Όπου:

- $t = \frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma_x}$
- x_1 , η ζητούμενη περιοχή εξέτασης
- $\bar{x} = \sum_{j=1}^n p_j(x)$ η μέση αναμενομένη τιμή του x με n ο αριθμός των σεναρίων και p οι πιθανότητά να συμβεί κάθε σενάριο.
- $\sigma_x = \sqrt{\sum_{j=1}^n p_j(x_j - \bar{x})^2}$, η τυπική απόκλιση με n ο αριθμός των σεναρίων και p οι πιθανότητά να συμβεί κάθε σενάριο.

5.10 Οικονομικά στοιχεία Φωτοβολταϊκών πάρκων

Ανάλυση χρηματοροών φωτοβολταϊκού πάρκου

Όπως σε κάθε αξιολόγηση ενός έργου, έτσι και στην εγκατάσταση και λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων υπάρχουν οι n καθαρές ετήσιες χρηματοροές. Αυτές οι χρηματοροές προκύπτουν από τον τύπο:

$$\text{Χρηματοροές} = \text{Κέρδη προ φόρων} - \text{Δόση δανείου(εφόσον υπάρχει)} - \text{Φόροι}$$

Όπου:

Κέρδη προ φόρων είναι “έσοδα του φωτοβολταϊκού πάρκου που προκύπτουν από την πώληση της ετήσιας παραγωγής ρεύματος στο δίκτυο επί την τιμή πώλησης της

κιλοβατώρας” μείων τα “ετήσια πάγια έξοδα” (Πολύζος, 2011). Ως ετήσια πάγια έξοδα θεωρούνται τα

- Συντήρηση ΦΒ σταθμού
 - Ασφάλιση Εξοπλισμού
 - Φύλαξη πάρκου
 - Έξοδα Λογιστή
 - Ασφαλιστικό Ταμείο
 - Μίσθωση Αγροτεμαχίου
- (Δαμιανίδης, et al., 2011)

Η δότηση δανείου ορίζεται από την μέθοδο της τοκοχρεωλυτικής απόσβεσης και από το τύπο:

$$D = C_0 \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}}$$

Όπου:

- D το τοκοχρεωλύσιο ή δότηση δανείου
 - C₀ το ποσό δανείου
 - r το επιτόκιο δανείου
 - και n τα χρόνια εξόφλησης του δανείου
- (Πολύζος, 2011)

Οι φόροι προκύπτουν από το γινόμενο του φορολογητέου εισοδήματος επί το εκάστοτε βάσει νομοθεσίας Φ.Π.Α.. (Πολύζος, 2011)

Το φορολογητέο εισόδημα υπολογίζεται από το τύπο

$$\text{ΦΕ} = \text{Κέρδη προ φόρων} - \text{Δόση δανείου (εφόσον υπάρχει)} \\ - \text{αποσβέσεις μηχαν/κού εξοπλ.} - \text{τόκοι}$$

(Πολύζος, 2011)

Οι αποσβέσεις μηχανικού εξοπλισμού υπολογίζονται με την μέθοδο της σταθερής απόσβεσης και από τον τύπο

$$d = \frac{K_0 - K_s}{n}$$

Όπου:

- K₀ το αρχικό κόστος του εξοπλισμού
 - K_s η αξία του εξοπλισμού στο τέλος του έργου
 - n ο οικονομικός χρόνος ζωής
- (Πολύζος, 2011)

Παρ’ όλα αυτά βάσει του Ν. 4172/2013 η απόσβεση θα υπολογιστεί με συντελεστή 10% οπότε θα προκύψουν δέκα ισόποσα ποσά για τα δέκα πρώτα έτη του έργου.

Οι τόκοι υπολογίζονται με την μέθοδο της τοκοχρεωλυτικής απόσβεσης και είναι από αναπόσβεστο ποσό δανείου επί το επιτόκιο δανεισμού. (Πολύζος, 2011)

Κόστος υλοποίησης έργου

Με βάση τον (Δαμιανίδης, et al., 2011) τα κόστη υλοποίησης του έργου είναι:

- Ίδρυση Εταιρείας
- Τοπογραφικό διάγραμμα
- Έλεγχος τίτλων
- Μισθωτήριο Συμβόλαιο
- Φάκελος Αδειοδότησης
- Αίτηση ΔΕΗ
- Έγκριση Εργασιών Μ. Κλίμακας
- Κόστος Έργων ΔΕΗ
- Συμβόλαιο ΔΕΣΜΗΕ
- Κόστος Κατασκευής

Ενώ τα περισσότερα κόστη υλοποίησης ενός φωτοβολταϊκών πάρκου είναι σταθερά το κόστος έργων ΔΕΗ μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση του αγροτεμαχίου από το δίκτυο μέσης τάσης και το κόστος κατασκευής εξαρτάται από τις τιμές αγοράς και εγκατάστασης του εξοπλισμού. Για όλες τα ποσά θα συμβουλευτούμε είτε σχετικές ιστοσελίδες είτε τοπικούς μηχανικούς/εμπόρους.

5.11 Χωροθέτηση πάρκου

Η χωροθέτηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος παίζει μεγάλο ρόλο στην απόδοσή του στην παραγωγή ενέργειας αλλά και στο κόστος εγκατάστασης. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι βασικός παράγοντας για την απόδοση του. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνει ένα φωτοβολταϊκού συστήματος επηρεάζει άμεσα την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να παράγει το σύστημα. Τα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν επίσης να ληφθούν μέσω δορυφορικών εικόνων ή μέσω χαρτών ηλιακής ακτινοβολίας, οι οποίοι παρέχουν πληροφορίες για τη μέση ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία για μια χρονική περίοδο.

Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται ένα φωτοβολταϊκό πάρκο σύστημα εξαρτάται επίσης από τη θέση του συστήματος, καθώς και από τον προσανατολισμό και την κλίση των ηλιακών συλλεκτών. Γενικά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα που βρίσκονται πιο κοντά στον ισημερινό ή σε χαμηλότερο γεωγραφικό πλάτος, θα δέχονται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία από τα συστήματα που βρίσκονται μακρύτερα από τον ισημερινό ή σε μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα πρέπει να είναι προσανατολισμένα προς το νότο στο βόρειο ημισφαίριο και προς το βορρά στο νότιο ημισφαίριο, αυτό συμβαίνει επειδή ο ήλιος βρίσκεται στο νότιο ουρανό για το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας στο βόρειο ημισφαίριο και στον βόρειο ουρανό για το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας στο νότιο ημισφαίριο. Αυτό μεγιστοποιεί την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνουν τα ηλιακά πάνελ κατά τη διάρκεια της ημέρας. (Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών , 2021)

Η κλίση των ηλιακών συλλεκτών είναι η γωνία με την οποία τα πάνελ έχουν κλίση σε σχέση με την οριζόντια. Η ιδανική γωνία κλίσης για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα βασίζεται στο γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας. Η γωνία κλίσης πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας συν 15 μοίρες το καλοκαίρι και μείον 15 μοίρες

το χειμώνα. Αυτό επιτρέπει στους ηλιακούς συλλέκτες να λαμβάνουν τη μέγιστη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. (Landau, 2018)

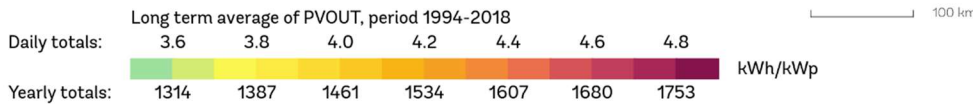
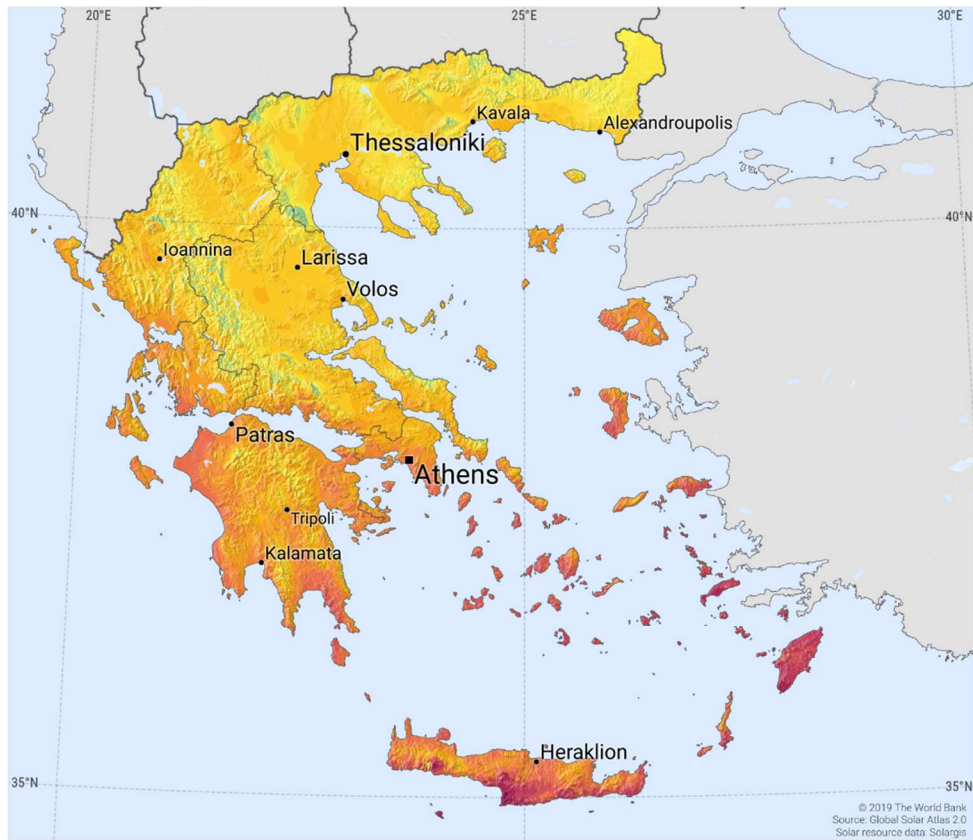
Για τον υπολογισμό ενός κατάλληλο σημείου που να πληροί όλες τις παραπάνω προδιαγραφές υπάρχουν διαδικτυακές βάσεις δεδομένων που ανάλογα με την περιοχή μελέτης σου δίνουν την παραγωγή ενέργειας ενός φωτοβολταϊκού πάρκου και τις κλήσεις με τις οποίες πρέπει να στηθεί το σύστημα.

Μερικές από αυτές τις βάσεις είναι

GLOBAL SOLAR ATLAS: Το Global Solar Atlas είναι ένα διαδικτυακό εργαλείο που αναπτύχθηκε από την Παγκόσμια Τράπεζα και παρέχει πληροφορίες για τους πόρους ηλιακής ακτινοβολίας σε όλο τον κόσμο. Επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να οπτικοποιούν δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας για οποιαδήποτε τοποθεσία στον πλανήτη, καθώς και πληροφορίες σχετικά με το δυναμικό ηλιακής ενέργειας, τη συνδεσιμότητα στο δίκτυο και τα πολιτικά και ρυθμιστικά πλαίσια για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο Άτλας περιλαμβάνει δεδομένα από πολλαπλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων δορυφορικών εικόνων, επίγειων μετρήσεων και αριθμητικών μοντέλων πρόβλεψης καιρού, και επιτρέπει στους χρήστες να προβάλλουν δεδομένα σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες, όπως μηνιαίοι ή ετήσιοι μέσοι όροι. Οι χρήστες μπορούν επίσης να συγκρίνουν δεδομένα μεταξύ διαφορετικών τοποθεσιών και να προβάλλουν χάρτες και γραφήματα των πόρων της ηλιακής ακτινοβολίας. Είναι ένας πολύτιμος πόρος για οποιονδήποτε εμπλέκεται στον σχεδιασμό, το σχεδιασμό και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό των καλύτερων τοποθεσιών για φωτοβολταϊκά έργα, στην αξιολόγηση της πιθανής απόδοσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων και στην κατανόηση των κανονιστικών πλαισίων και πολιτικών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε διάφορες χώρες. (World Bank, 2023)

SOLAR RESOURCE MAP

**PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL
GREECE**



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit: <http://globalsolaratlas.info>

Χάρτης 1 Πληροφοριακός χάρτης που αποδίδει kWh/kWp ανά περιοχή στην Ελλάδα.

Πηγή GLOBAL SOLAR ATLAS

PVGIS: Το PVGIS (Φωτοβολταϊκό Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών) είναι ένα διαδικτυακό εργαλείο που αναπτύχθηκε από το Κοινό Κέντρο Ερευνών (JRC) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το οποίο παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους πόρους ηλιακής ακτινοβολίας και τις πιθανές επιδόσεις των Φ/Β (φωτοβολταϊκών) συστημάτων για οποιαδήποτε τοποθεσία στον κόσμο. Επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να οπτικοποιούν δεδομένα σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία, τη θερμοκρασία, τον άνεμο και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, καθώς και πληροφορίες για το κόστος και τα οφέλη των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι χρήστες μπορούν επίσης να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με τη θερμοκρασία, την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου, καθώς και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. παρέχει επίσης εκτιμήσεις απόδοσης για διαφορετικούς τύπους φωτοβολταϊκών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων σταθερών συστημάτων και συστημάτων ιχνηλατήσις του ηλίου, καθώς και για διαφορετικούς

τύπους φωτοβολταϊκών μονάδων και μετατροπέων. Μπορεί να εκτιμήσει την ετήσια παραγωγή ενέργειας, την απόδοση του συστήματος, την ενεργειακή απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο και τη συνολική οικονομική απόδοση του συστήματος.

Ένας ακόμα ένας παράγοντας που παίζει καθοριστικό ρόλο στη χωροθέτηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι η σύνδεση στο δίκτυο. Εάν ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο, θα πρέπει να βρίσκεται κοντά σε υποσταθμό προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το κόστος της διασύνδεσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όσο πιο μακριά βρίσκεται το φωτοβολταϊκό σύστημα από τον υποσταθμό, τόσο πιο δαπανηρή είναι η λειτουργία των γραμμών ηλεκτροδότησης και η πραγματοποίηση των απαραίτητων ηλεκτρικών συνδέσεων.

Η απόσταση μεταξύ του φωτοβολταϊκού συστήματος και του υποσταθμού, καθώς και το επίπεδο τάσης του υποσταθμού, καθορίζει επίσης το μέγεθος και το κόστος του ηλεκτρικού εξοπλισμού που απαιτείται για τη διασύνδεση. Για παράδειγμα, εάν ο υποσταθμός βρίσκεται σε επίπεδο υψηλής τάσης και το φωτοβολταϊκό σύστημα βρίσκεται κοντά του, το κόστος του ηλεκτρικού εξοπλισμού θα είναι χαμηλότερο από ό,τι εάν ο υποσταθμός βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο τάσης και το φωτοβολταϊκό σύστημα βρίσκεται μακριά από αυτόν. (PVGIS, 2023)

Επιπλέον χαρακτηρίστηκα-απαιτήσεις για την επιλογή του αγροτεμαχίου:

- Το αγροτεμάχιο να είναι ασκίαστο καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.
- Ο προσανατολισμός του χωραφιού.
- Η κλίση του χωραφιού να μην είναι ιδιαίτερα μεγάλη.
- Θα πρέπει να επιλέγονται τοποθεσίες με υψηλή ηλιοφάνεια, διότι έτσι αυξάνεται η παραγωγικότητα της Φωτοβολταϊκής μονάδας σε κιλοβατώρες (kWh) και μεγιστοποιείται η οικονομική του αποδοτικότητα.
- Να υπάρχει εύκολη πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτροδότησης της ΔΕΗ.
- Να αποφεύγεται η επιλογή αγροτεμαχίων σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας.
- Να αποφεύγονται περιοχές του εθνικού καταλόγου που έχουν προταθεί για ένταξη στο ευρωπαϊκό οικολογικό δίκτυο NATURA 2000 και σε περιοχές RAMSAR, γνωστή και ως «Συμφωνία επί των Διεθνούς ενδιαφέροντος Υγροτόπων».
- Να αποφεύγεται επιλογή οικοπέδων σε Εθνικούς δρυμούς, παραδοσιακούς οικισμούς και περιοχές αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.
- Το χωράφι στο οποίο θα εγκατασταθεί ο φωτοβολταϊκός σταθμός θα πρέπει, στην περίπτωση που δεν είναι ιδιόκτητο, να είναι διαθέσιμο για όλη τη διάρκεια της οικονομικής ζωής του έργου (τουλάχιστον είκοσι χρόνια).

5.12 Εξοπλισμός φωτοβολταϊκού πάρκου

Ηλιακά πάνελ

Τα ηλιακά πάνελ είναι το κύριο συστατικό ενός φωτοβολταϊκού συστήματος και είναι υπεύθυνα για τη μετατροπή του ηλιακού σε ηλεκτρισμό συνεχούς ρεύματος (DC). Τα ηλιακά πάνελ αποτελούνται συνήθως από ένα ή περισσότερα στρώματα υλικών ημιαγωγών, όπως το πυρίτιο, που απορροφούν φωτόνια του φωτός και απελευθερώνουν ηλεκτρόνια, δημιουργώντας ένα ηλεκτρικό ρεύμα. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον πίνακα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία κατοικιών, επιχειρήσεων ή άλλων ηλεκτρικών φορτίων και οποιαδήποτε περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να τροφοδοτηθεί πίσω στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ηλιακών συλλεκτών: μονοκρυσταλλικοί και πολυκρυσταλλικοί. Οι μονοκρυσταλλικοί ηλιακοί συλλέκτες κατασκευάζονται από ένα μόνο κρύσταλλο πυριτίου, ενώ οι πολυκρυσταλλικοί ηλιακοί συλλέκτες είναι κατασκευασμένοι από πολλαπλούς κρυστάλλους πυριτίου. Τα μονοκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ τείνουν να είναι πιο αποδοτικά και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, αλλά είναι επίσης πιο ακριβά.

Τα ηλιακά πάνελ βαθμολογούνται με βάση την ισχύ εξόδου τους σε watt (W). Η ισχύς εξόδου ενός ηλιακού πάνελ καθορίζεται από το μέγεθος του πάνελ και την απόδοση των κυψελών. Ένα τυπικό ηλιακό πάνελ έχει ισχύ εξόδου περίπου 150-400 Watt. Η μέση απόδοση των εμπορικών ηλιακών συλλεκτών είναι περίπου 15-20%, αλλά ορισμένα ηλιακά πάνελ υψηλής απόδοσης μπορούν να φτάσουν έως και 25%. Το κόστος επίσης μεταβάλλεται ανάλογα με την ισχύ.

Μερικά βασικά χαρακτηριστικά ως προς την επιλογή τους έχουν να κάνουν με την ομαδοποίηση τους για τη σύνδεση με τους αντιστροφείς. Και το σχεδιασμό των καλωδίων. Αυτά τα χαρακτηριστικά, είναι:

- Ονομαστική ισχύς
- Τάση ανοιχτού κυκλώματος
- Ένταση ρεύματος βραχυκύκλωσης
- Τάση λειτουργίας
- Ένταση ρεύματος λειτουργίας

(Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών, 2013) (Aurora, n.d.) (Φραγκιαδάκης, 2019)
(Δαμιανίδης, et al., 2011)

Αντιστροφείς (Inverter)

Ένας αντιστροφέας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος (DC) που παράγεται από τα ηλιακά πάνελ σε ηλεκτρική ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), η οποία είναι συμβατή με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι αντιστροφέων: οι αντιστροφείς στοιχειοσειρών και οι μικρομετατροπείς. Οι αντιστροφείς στοιχειοσειρών χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεγαλύτερα φωτοβολταϊκά συστήματα και μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος από πολλαπλούς ηλιακούς συλλέκτες σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι μικρομετατροπείς, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούνται σε μικρότερα φωτοβολταϊκά συστήματα και εγκαθίστανται απευθείας σε κάθε ηλιακό πάνελ, μετατρέποντας την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος από κάθε πίνακα σε εναλλασσόμενο ρεύμα.

Όταν επιλέγουμε έναν μετατροπέα για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:

Απόδοση: Η απόδοση ενός αναστροφέας αναφέρεται στο πόσο καλά μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι πιο αποδοτικοί μετατροπείς θα παράγουν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια ανά watt ισχύος συνεχούς ρεύματος.

Ισχύς εξόδου: Η ισχύς εξόδου ενός μετατροπέα μετράται σε watt (W) και θα πρέπει να αντιστοιχεί στη μέγιστη ισχύ εξόδου των ηλιακών συλλεκτών στο φωτοβολταϊκό σύστημα.

Τύπος: Ο τύπος του μετατροπέα πρέπει να επιλέγεται με βάση τον τύπο του φωτοβολταϊκού συστήματος και τις ειδικές ανάγκες της εφαρμογής.

Σε κάθε περίπτωση οι αντιστροφείς που θα επιλεγούν θα έχουν συγκεκριμένη δυνατότητα σύνδεσης αριθμού πάνελ με βάση την τάση εισόδου V και μέγιστη ένταση A , όπως θα ορίζονται από τον κατασκευαστή. Όταν ο αναστροφέας θα δέχεται παραπάνω από μια ομαδοποίηση πάνελ τότε πρέπει στα άκρα κάθε ομαδοποίησης. Να υπάρχει η ίδια τάση και το σύνολο να μην υπερβαίνει τα επιτρεπόμενα μέγιστα όρια. (Δαμιανίδης, et al., 2011) (Γκόλφης, 2020) (Σύνδεσμος Εταιρών Φωτοβολταϊκών, 2013)

Βάσεις

Όσον αφορά τις βάσεις, υπάρχουν 2 τύποι αυτοί που είναι σταθεροί. Και αυτή. Με το σύστημα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου. Τα σταθερά συστήματα είναι απλούστερα και λιγότερο ακριβά από τα συστήματα παρακολούθησης, αλλά παράγουν επίσης λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια.

Ένα σύστημα σταθερής κλίσης είναι συνήθως τοποθετημένο σε μια οροφή ή στο έδαφος με σταθερή γωνία και τα ηλιακά πάνελ δεν μπορούν να κινηθούν για να ακολουθήσουν την κίνηση του ήλιου. Η βέλτιστη γωνία κλίσης για ένα σύστημα σταθερής κλίσης εξαρτάται από την τοποθεσία και μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας.

Πλεονεκτήματα των συστημάτων σταθερής κλίσης:

- Χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
- Δεν χρειάζεται σύστημα παρακολούθησης και κινητήρες
- Πιο ανθεκτικό και αξιόπιστο

Μειονεκτήματα των συστημάτων σταθερής κλίσης:

- Παράγουν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα συστήματα παρακολούθησης
- Η γωνία των πάνελ δεν είναι η βέλτιστη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους

Όταν επιλέγουμε ένα σύστημα σταθερής κλίσης, είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:

- Η γωνία κλίσης πρέπει να υπολογίζεται με βάση το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας.
- Το υλικό τοποθέτησης θα πρέπει να είναι συμβατό με τους ηλιακούς συλλέκτες και τους μετατροπείς που χρησιμοποιούνται στο σύστημα.

- Το υλικό στερέωσης πρέπει να είναι εύκολο στην εγκατάσταση και τη συντήρηση.
- Το κόστος του υλικού τοποθέτησης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε σχέση με το συνολικό κόστος του συστήματος.

Τα συστήματα ιχνηλάτησης είναι πιο περίπλοκα και ακριβότερα από τα συστήματα σταθερής κλίσης, αλλά παράγουν επίσης περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια.

Ένα σύστημα ιχνηλάτησης χρησιμοποιεί μια ποικιλία επιλογών υλικού τοποθέτησης, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων παρακολούθησης μονού άξονα και διπλού άξονα, που επιτρέπουν στα πάνελ να παρακολουθούν την κίνηση του ήλιου. Αυτό αυξάνει την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από το σύστημα, καθώς τα πάνελ βρίσκονται πάντα στη βέλτιστη γωνία για να συλλάβουν την ενέργεια του ήλιου. Σε τάξη μεγέθους, ένα σύστημα μονού άξονα μπορεί να αυξήσει την παραγωγή κατά 20-25% σε σχέση με τα συστήματα σταθερών βάσεων, ενώ ένα σύστημα διπλού άξονα έως και 25-40%.

Τα συστήματα παρακολούθησης ενός άξονα μετακινούν τα πάνελ προς μία κατεύθυνση, συνήθως από την ανατολή προς τη δύση, για να ακολουθήσουν την κίνηση του ήλιου. Τα συστήματα παρακολούθησης διπλού άξονα μετακινούν τα πάνελ προς δύο κατευθύνσεις, συνήθως τόσο από ανατολικά προς τα δυτικά όσο και με κλίση προς τα πάνω και προς τα κάτω, για να παρακολουθούν πιο προσεκτικά την κίνηση του ήλιου.

Πλεονεκτήματα των συστημάτων παρακολούθησης:

- Παράγουν περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα συστήματα σταθερής κλίσης
- Η γωνία των πάνελ είναι πάντα η βέλτιστη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους

Μειονεκτήματα των συστημάτων παρακολούθησης:

- Υψηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
- Πιο περίπλοκα και λιγότερο αξιόπιστα από τα συστήματα σταθερής κλίσης.

Όταν επιλέγουμε ένα σύστημα παρακολούθησης, είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:

- Ο τύπος του συστήματος παρακολούθησης, μονοαξονικού ή διπλού άξονα, θα πρέπει να επιλέγεται με βάση τη συγκεκριμένη τοποθεσία και εφαρμογή
- Το υλικό τοποθέτησης θα πρέπει να είναι συμβατό με τους ηλιακούς συλλέκτες και τους μετατροπείς που χρησιμοποιούνται στο σύστημα.
- Το υλικό στερέωσης πρέπει να είναι εύκολο στην εγκατάσταση και τη συντήρηση.

(Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών, 2013) (Μπουζούκης, 2021) (Γκόλφης, 2020)
(Δαμιανίδης, et al., 2011)

Καλωδίωση

Οι καλωδιώσεις συνδέουν όλα τα εξαρτήματα του συστήματος μαζί, συμπεριλαμβανομένων των ηλιακών συλλεκτών, του μετατροπέα και του ηλεκτρικού

δικτύου. Περιλαμβάνει συνήθως δύο κύρια εξαρτήματα: την καλωδίωση συνεχούς ρεύματος και την καλωδίωση AC (εναλλασσόμενο ρεύμα).

Καλωδίωση DC: Συνδέει τους ηλιακούς συλλέκτες στον μετατροπέα. Οι ηλιακοί συλλέκτες παράγουν ηλεκτρισμό συνεχούς ρεύματος, ο οποίος στη συνέχεια αποστέλλεται στον μετατροπέα για να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Πρέπει να έχει το σωστό μέγεθος για να χειρίζεται τη μέγιστη απόδοση των ηλιακών συλλεκτών, να ελαχιστοποιεί την πτώση τάσης και να διασφαλίζει ότι οι ηλιακοί συλλέκτες λειτουργούν στη μέγιστη απόδοσή τους. Είναι συνήθως κατασκευασμένη από χαλκό και είναι σημαντικό να χρησιμοποιούμε καλώδια και συνδέσμους υψηλής ποιότητας για να διασφαλίσετε ότι το σύστημα είναι ασφαλές και αξιόπιστο.

Καλωδίωση AC: Συνδέει τον μετατροπέα στο ηλεκτρικό δίκτυο. Πρέπει να σχεδιάζεται σωστά για να χειρίζεται τη μέγιστη ισχύ του μετατροπέα, να ελαχιστοποιεί την πτώση τάσης και να διασφαλίζει ότι ο μετατροπέας λειτουργεί στη μέγιστη απόδοσή του. Η καλωδίωση εναλλασσόμενου ρεύματος είναι συνήθως κατασκευασμένη από αλουμίνιο ή χαλκό και είναι σημαντικό να χρησιμοποιείτε σύρμα και συνδέσμους υψηλής ποιότητας για να διασφαλίσετε ότι το σύστημα είναι ασφαλές και αξιόπιστο.

Κατά το σχεδιασμό της καλωδίωσης για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, είναι σημαντικό να λάβετε υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:

- Το μέγεθος του καλωδίου πρέπει να υπολογίζεται με βάση τη μέγιστη απόδοση του συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη την εγκατεστημένη ισχύ και τη συνολική πτώση τάσεως.
- Θα πρέπει να είναι βαθμολογημένο για τη θερμοκρασία λειτουργίας και τις καιρικές συνθήκες στην περιοχή.
- Και πρέπει να είναι γειωμένο και συνδεδεμένο σωστά για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα είναι ασφαλές και αξιόπιστο.

(Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών, 2013) (Μπουζούκης, 2021) (Γκόλφης, 2020)
(Δαμιανίδης, et al., 2011)

Διαστασιολόγηση και περίφραξη γηπέδου

Για τη διαστασιολόγηση και περίφραξη του γηπέδου κύριο ρόλο παίζουν ο αριθμός και το μέγεθος των πάνελ. Για τον υπολογισμό του αριθμού των πάνελ διαιρούμε την ονομαστική ισχύ του συνολικού συστήματος σε kW_p με την ονομαστική ισχύ του κάθε πάνελ σε W_p. Τα πάνελ έχουν ορθογώνιο σχήμα και μπορούν να τοποθετηθούν είτε οριζόντια κατά μήκος τις μεγαλύτερης διάστασης τους, είτε κάθετα κατά μήκος της μικρότερης για στάση τους. Επίσης ανάλογα την βάση που έχουμε επιλέξει να χρησιμοποιήσουμε μπορούν να τοποθετηθούν 2 οι παραπάνω σειρές πάνελ στην κατά μήκος της μία σειράς βάσης.

Για να αποφύγουμε τυχόν σκιάσεις που θα προκαλέσουν απώλεια στην απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει η κάθε σειρά βάσης να απέχει από την επόμενη συγκεκριμένη απόσταση. Το ίδιο ισχύει και για κάθε εμπόδιο στον περιβάλλοντα χώρο του συστήματος. Η επιτρεπόμενη απόσταση που πρέπει να έχει η βάση που φιλοξενεί τα πάνελ με το κάθε εμπόδιο είναι δυο φορές το ύψος του εμποδίου.

Το μέγιστο ύψος της βάσης μαζί με τα πάνελ ποικίλει ανάλογα με τις διαστάσεις των πάνελ και την προβλεπόμενη κλίση ανά περιοχή.

Ένα ακόμα εμπόδιο το που μπορούσε να προκαλέσει σκίαση στο σύστημα είναι η περίφραξη. Έχοντας καταλήξει, στην επιλογή και των αριθμό συγκριμένων πάνελ, αλλά και στον τρόπο τοποθέτησης τους, προκύπτει και ο αριθμός σειρών βάσεων. Οπότε σε μια υποτιθέμενη ορθογώνια διάταξη του συνόλου του συστήματος θα πρέπει να υπολογιστεί επιπλέον, δύο φορές το ύψος του φράχτη, κενός χώρος και στις 4 πλευρές του γηπέδου. (Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών, 2013) (Δαμιανίδης, et al., 2011) (Γκόλφης, 2020)

5.13 Ανάλυση της αγοράς

Το επίπεδο ζήτησης Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ ως επί το πλείστον προσδιορίζεται από την εκάστοτε εθνική ενεργειακή πολιτική, ενώ διαμορφώνεται βάσει της ικανότητας του Διαχειριστή του Συστήματος να διαχειρισθεί τα χαμηλά επίπεδα διαθεσιμότητας των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, σε ότι αφορά στην αποτελεσματική ενσωμάτωσή τους εντός του Συστήματος μεταφοράς. Μία ακόμα συνιστώσα, η οποία επηρεάζει τη ζήτηση της ηλεκτρικής από ΑΠΕ είναι και το κόστος της ηλεκτρικής από συμβατικές πηγές ενέργειας, καθώς αυτό επηρεάζεται άμεσα από κρατικές επιδοτήσεις, αλλά και από τη μη κοστολόγηση των εξωγενών επιπτώσεων που απορρέουν, όπως αυτές και διαμορφώνονται τόσο σε οικολογικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο ανθρώπινης υγείας και ασφάλειας. Η προσφορά της Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ προσδιορίζεται από την Εθνική Ενεργειακή Πολιτική η οποία καθορίζει τα επίπεδα ζήτησης, ενώ παράλληλα θέτει τις προϋποθέσεις και υποδομές για την υλοποίηση αυτών μέσω της δημιουργίας κατάλληλου επενδυτικού κλίματος, έτσι ώστε να έχουμε την υλοποίηση των ανάλογων επιπέδων προσφοράς. Η προσφορά ακόμα επηρεάζεται από τη διαδικασία αδειοδότησης έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, η οποία αποτέλεσε και συνεχίζει να αποτελεί σε ένα σημαντικό βαθμό ένα παράγοντα που επιδρά αρνητικά σε ότι αφορά στη διαμόρφωση του επιπέδου προσφοράς, λόγω της πολυπλοκότητας της διαδικασίας που προκύπτει από την εμπλοκή πλήθους δημόσιων. Τέλος, η προσφορά της Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ επηρεάζεται από τις δυνατότητες διασύνδεσης των μονάδων παραγωγής από ΑΠΕ με το Σύστημα Μεταφοράς, καθώς το γεωγραφικό σημείο εγκατάστασης έργων ΑΠΕ υποδεικνύεται από το δυναμικό του σημείου και την ποιότητα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από αυτό και όχι βάσει των ενεργειακών αναγκών και της διαθέσιμης υποδομής του Συστήματος Μεταφοράς, της γεωγραφικής περιοχής εντός της οποίας βρίσκεται το γεωγραφικό σημείο εγκατάστασης έργων ΑΠΕ (Δαμιανίδης, et al., 2011) (Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών, 2013).

5.14 Πρώτες ύλες και άλλα εφόδια

Η κατασκευή μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά στοιχεία δεν εξαρτάται από κάποια πρώτη ύλη και γι' αυτό τον λόγο δεν υπάρχουν έξοδα που να αφορούν Πρώτες Ύλες. Η μοναδική ανάγκη της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδο εφοδίων είναι το νερό. Το νερό είναι αναγκαίο για τον καθαρισμό των Φωτοβολταϊκών πάνελ σε τακτά χρονικά διαστήματα, καθώς η σκόνη και η βρωμιά, η οποία επικάθεται στην επιφάνεια των πάνελ, μειώνει την απόδοσή τους. Η τοποθεσία στην οποία θα κατασκευασθεί η παραγωγική μονάδα έχει παροχή νερού από το τοπικό δίκτυο, καθώς είναι σχετικά κοντά σε κατοικήσιμες περιοχές (Δαμιανίδης, et al., 2011).

5.15 Οργάνωση της μονάδας

Η οργάνωση της μονάδας παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά στοιχεία είναι ιδιαιτέρως απλή, καθώς το ανθρώπινο δυναμικό της επιχείρησης αποτελείται από 1 άτομο. Οι λειτουργικοί τομείς της επιχείρησης μπορούν να χωρισθούν σε δύο (2) τμήματα. Στη διεύθυνση Διοικητικών και Οικονομικών υπηρεσιών και στη διεύθυνση Παραγωγής. Παρά τους διακριτούς ρόλους των δύο παραπάνω διευθύνσεων, στην περίπτωση μιας μεσαίας επιχείρησης, όπως η υπό συζήτηση, οι δραστηριότητες της κάθε διεύθυνσης δεν τυποποιούνται και παράλληλα διεκπεραιώνονται από τα ίδια άτομα. Αυτά τα δεδομένα κάνουν το διαχωρισμό της εταιρείας σε διευθύνσεις μη χρηστικό. Οι Διοικητικές και Διαχειριστικές λειτουργίες της εταιρείας θα διεκπεραιώνονται από τους υποστηρικτές του επενδυτικού προγράμματος, οι οποίοι είναι και οι ιδιοκτήτες της επιχείρησης. Η Χρηματοοικονομική διαχείριση θα αναλαμβάνεται από τους ίδιους (τράπεζες, υπηρεσίες, διάφορα) και η λογιστική διαχείριση θα γίνεται από εξωτερικό συνεργάτη. Το τμήμα της παραγωγής λειτουργεί χωρίς την παρουσία εργατικού δυναμικού, εκτός ενός περιστασιακά εργαζομένου (Δαμιανίδης, et al., 2011).

5.16 Ανθρώπινοι πόροι

Για τις συγκεκριμένες μονάδες έχει αποφασισθεί η σύναψη συνεργασίας με εξωτερικούς συνεργάτες, των οποίων η περιγραφή των καθηκόντων είναι η εξής (Δαμιανίδης, et al., 2011):

Συντηρητής Μηχανολογικού Εξοπλισμού

Η παρακολούθηση των ενδείξεων λειτουργίας της μονάδας παραγωγής γίνεται μέσω του βοηθητικού εξοπλισμού. Μέσω του portal της εταιρείας που θα προμηθεύσει τους μετατροπείς ηλεκτρικής ενέργειας (inverters) και εταιρίας κινητής τηλεφωνίας, το οποίο αποτελεί κομμάτι του βοηθητικού εξοπλισμού που έχει επιλεγεί προς εγκατάσταση, οι ενδείξεις λειτουργίας της εγκατάστασης παρουσιάζονται σε αληθινό χρόνο σε συγκεκριμένη σελίδα του διαδικτύου. Έτσι, ο υπεύθυνος μπορεί να παρακολουθεί την εγκατάσταση μέσω κωδικού, ο οποίος επιτρέπει να έχει πρόσβαση στα συγκεκριμένα στοιχεία. Έτσι, στοιχεία μειωμένης απόδοσης ή τεχνικής δυσλειτουργίας μπορούν να ελεγχθούν από τον όποιο υπεύθυνο σε οποιοδήποτε σημείο της γης μέσω του διαδικτύου. Εφόσον διαπιστώσει οποιαδήποτε δυσλειτουργία, θα προβαίνει άμεσα στην επιδιόρθωση

της βλάβης.

Βοηθητικό προσωπικό.

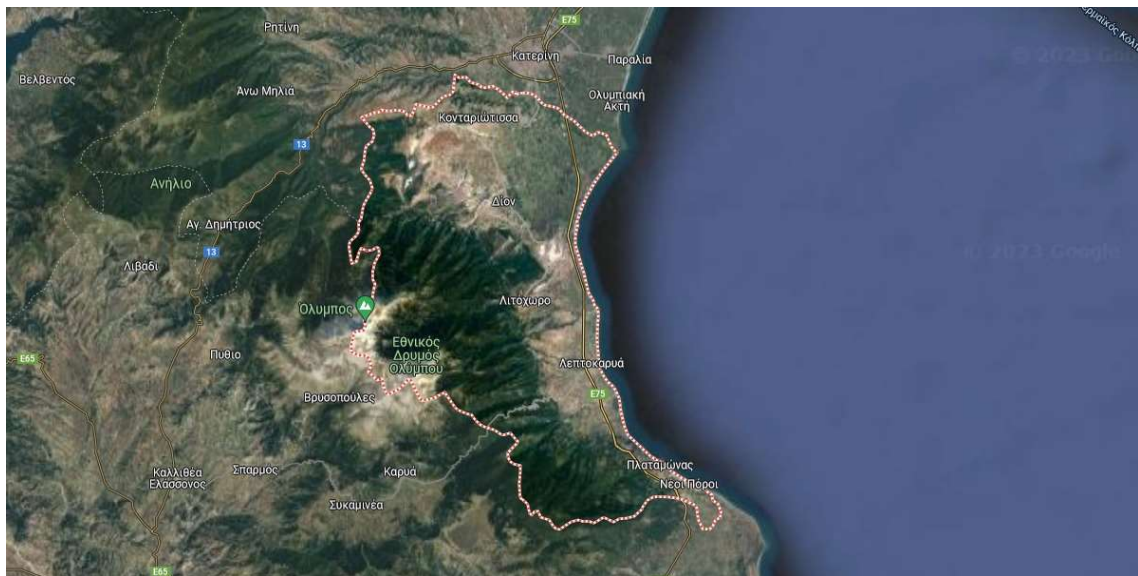
Θα είναι υποχρεωμένος να περνά από τις εγκαταστάσεις (όχι σε συγκεκριμένες ώρες) και να ελέγχει την ασφάλεια και την καθαριότητα της μονάδας. Σε περίπτωση προβλήματος ασφάλειας θα πρέπει να καλεί την αστυνομία και τον ιδιοκτήτη-υπεύθυνο με αυτή τη σειρά. Ο περιφραγμένος χώρος της εγκατάστασης θα καθαρίζεται από τυχόν χόρτα, θάμνους ή οτιδήποτε άλλο μπορεί να δημιουργήσει σκίαση.

Κεφάλαιο 6: Μελέτη φωτοβολταϊκού πάρκου

6.1 Γενικά

Η παρούσα μελέτη αφορά την επιχειρηματική ανάλυση και την χρηματοοικονομική αξιολόγηση για την κατασκευή ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ηλεκτροπαραγωγικής με ισχύ συνολικά 499,5 kWp. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα θα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, η οποία θα διοχετεύεται απευθείας στο Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας μετά από σύμβαση αγοροπωλησίας εικοσαετούς διάρκειας που συνάπτεται μεταξύ του φορέα και του Διαχειριστή ΑΠΕ & Εγγυήσεων Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ).

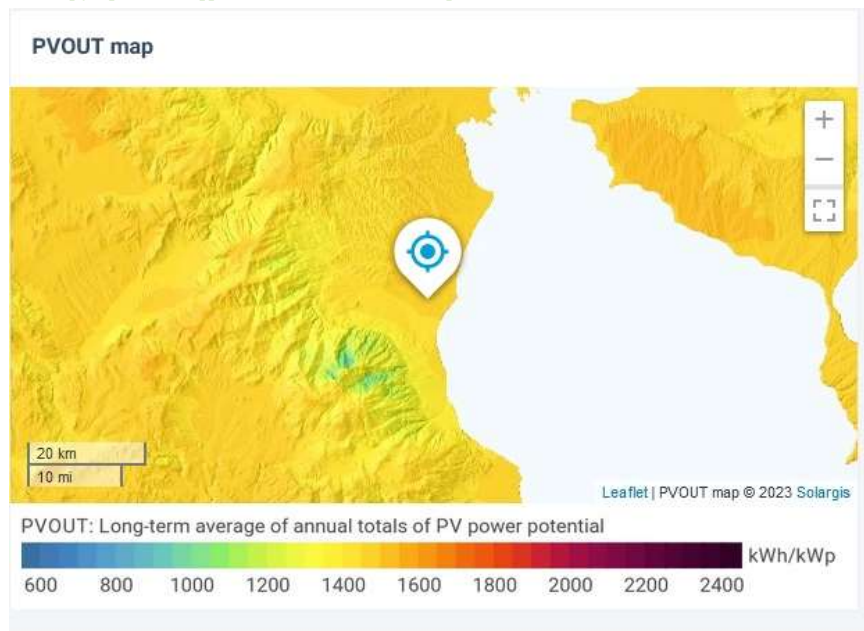
Το αγροτεμάχιο στο οποίο θα εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα βρίσκονται όλα στην κτηματική περιοχή της Δημοτικής Ενότητας Δίου του Δήμου Δίου-Ολύμπου στην ΠΕ Πιερίας.



Χάρτης 2 Δήμου Δίου Ολύμπου

Πηγή Google Maps

6.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του πάρκου

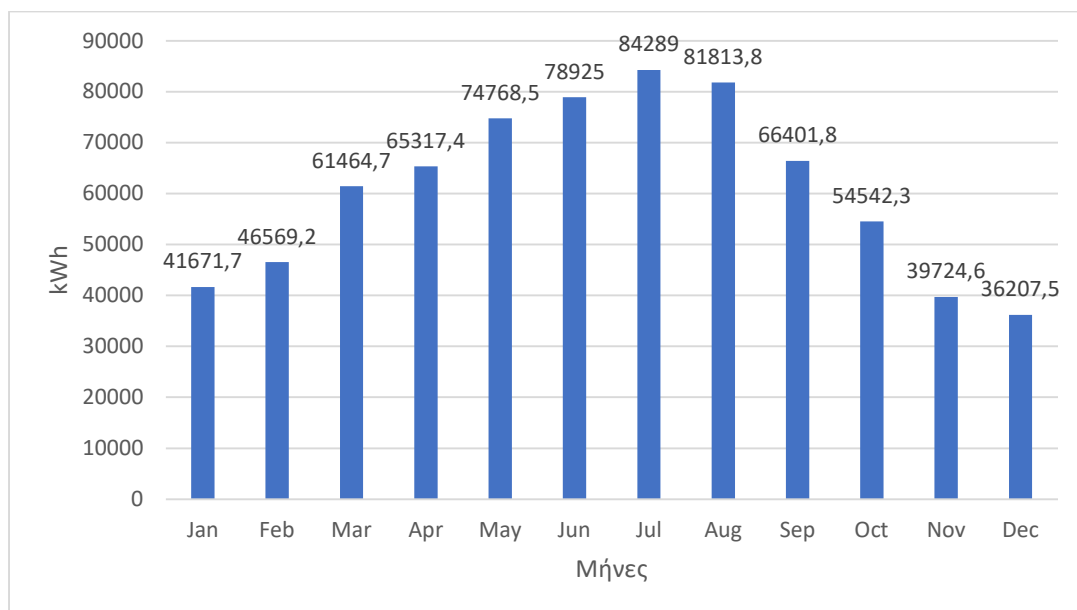


Χάρτης 3 Διακόμανση μέσης τιμής kWh/kWp αν περιοχή

Πηγή <https://globalsolaratlas.info>

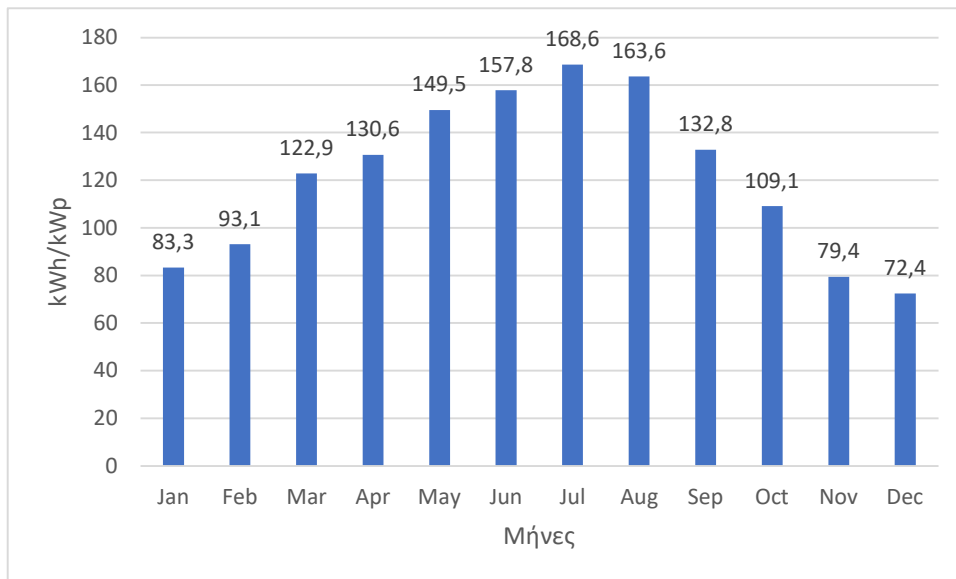
6.2.1 Υπολογισμός ετήσιας παραγωγής

Η σχεδιασμένη μονάδα είναι ισχύος 500 kWp και βασει το (<https://globalsolaratlas.info>) η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας για την περιοχή αναμένεται να είναι 1.463,4 kWh/kWp. Έτσι, η συνολική ετήσια παραγωγή κυμαίνεται στο επίπεδο των 731.700,00 kWh.



Διάγραμμα 4 Συνολική μηνιαία απόδοση πάρκου

πηγή: <https://globalsolaratlas.info>



Διάγραμμα 5 Μέση μηνιαία απόδοση kWh/kWp

πηγή: <https://globalsolaratlas.info>

Όσον αφορά στο πρόγραμμα παραγωγής, η εγκατάσταση θα παράγει Ηλεκτρική Ενέργεια όλες τις ημέρες του χρόνου και χωρίς να υπάρχει ανάγκη διαχωρισμού του εικοσιτετραώρου σε βάρδιες, καθώς δεν είναι απαραίτητη η παρουσία ανθρώπινου δυναμικού. Ο μηχανολογικός εξοπλισμός και η τεχνολογία θα επιλεγθούν ώστε να κυμαίνονται σε επίπεδο υψηλότερο του μέσου όρου σε ποιότητα, αποσκοπώντας στην όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοπιστία και στην όσο το δυνατόν μικρότερη ανάγκη για συντήρηση.

6.2.2 Επιλογή Πάνελ

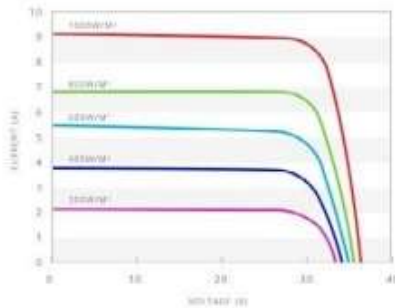
Τα πάνελ που επιλέχθηκαν μέσω της ιστοσελίδας <https://www.enfsolar.com/> είναι πολύ-κρυσταλλικά, το πρώτο με ονομαστική ισχύ λίγο μεγαλύτερη των 250Wp και με βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο του 15%. Η τιμή τους €0.138 / Wp

TN-270P|275P|280P

TN SOLAR

I-V curves

I-V Curves of PV module STL280W at different light power

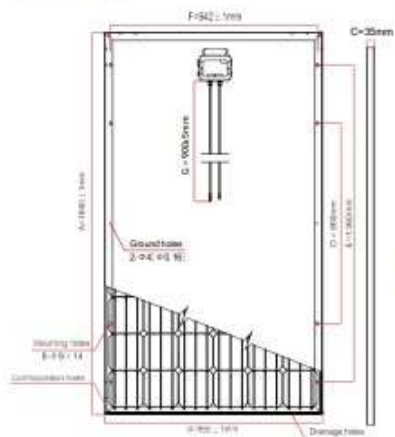


Electrical characteristics

Solar cells:	Poly-crystalline		
	588, 6 inch, 6x10 pcs		
Max Power	270W	275W	280W
Power Tolerance	0 to +8W		
Voltage at Pmax (Vmp)	31.2V	31.4V	31.6V
Current at Pmax (Imp)	8.65A	8.76A	8.86A
Open-Circuit Voltage (Voc)	37.2V	38.0V	38.5V
Short-Circuit Current (Isc)	9.06A	9.18A	9.29A
Module Efficiency	16.6%	16.9%	17.3%
Max-System Voltage (VDC)	1000V(IEC), 600V(UL)		
No. of Bypass Diodes (pcs.)	3		
Max Series Fuse (A)	15A		
Temperature Coefficient of Pmax	-0.41% / °C		
Temperature Coefficient of Voc	-0.33% / °C		
Temperature Coefficient of Isc	0.06% / °C		
Nominal Operating Cell °C	45 ± 2°C		

*STC Conditions (1000W/m2; 1.5 AM and 25°C Cell temperature)

Dimensions



Caution: read safety and installation instructions before using this product

Mechanical Characteristics

Cable type, Diameter and Length	Φ=4mm2, L=900±5mm
Type of Connector	Compatible type MC4
Dimension AxBxC	1640x992x35mm
Weight	18 kg
Front Glass	Tempered with AR coating
Junction Box (protection degree)	IP67 Rated
Frame	Clear anodized aluminum alloy

Qualification Test Parameters

Dielectric Insulation Voltage	6000VDC max
Operating Temperature	-40°C to +85°C
Max load	5400Pa
Hailstone impact	25mm at 23m/s
Fire safety class	Class C

Packaging Configuration

Container	20'GP	40'HQ
Pieces per pallet	30	30
Pallets per container	14	28
Pieces per container	420	840

Τεχνικό Φυλλάδιο 1 Φωτοβολταϊκό πάνελ TN Solar 270-280

Πηγή <https://www.ensolar.com/>

Ο υπολογισμός του επιφάνειας θα γίνει για πάνελ 270p. Ο αριθμός των πάνελ που θα χρειαστούμε για την εγκατάσταση είναι:

$$n = \frac{\text{Nominal Power of PV Plant}}{\text{Nominal Power of PV panel}} = \frac{500\text{kW}}{270\text{Wp}} \approx 1848$$

(με στρογγυλοποίηση που θα βοηθήσει στην ομαδοποίηση τους)

6.2.3 Υπολογισμός βάσης

Τα πάνελ θα τοποθετηθούν κατά μήκος της οριζόντιας διάταξη του. Σε κάθε καθετή σειρά

βάσεων θα υπάρχουν 4 πάνελ. Από αυτό προκύπτουν 462 κάθετες σειρές πάνελ. Θα τα χωρίσουμε σε 10 σειρές των 44 ζευγών και μια σειρά μια σειρά των 22 ζευγών.

Οι βάσεις που επιλέχθηκαν από την ιστοσελίδα ιστοσελίδα <https://www.enfsolar.com/> είναι ανθεκτικές με μεγάλη διάρκεια ζωής για τους επενδυτές και αποτελεσματική διαχείριση ως προς την διαδικασία εγκατάστασής τους. Είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο 6005 στο T5 temper και έχουν ικανότητα αντοχής σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Η ρυθμιζόμενη γωνία κλίσης του έχει εύρος από μηδέν έως 45°. Η τιμή τους 193€/18πάνελ



Τεχνικό Φυλλάδιο 2 Βάσεις GA2 Ground Solar Mounting System της εταιρίας Xiamen 9Sun Solar Technology Co., Ltd.

Πηγή <https://www.enfsolar.com/>



www.9sunsolar.com

>> Solar Ground Mounting System

>> Solar Ground Mounting System



Vertical Placement Image

Standard ground



Pre-assembly/ Easy installation



XIAMEN 9SUN SOLAR TECHNOLOGY Co., Ltd

>> Solar Ground Mounting System

• Different Types



• A Type Pre-assembly Set



• A Type

Competitive price, and suitable for cases below 700mm from the ground.



• N Type Pre-assembly Set



• N Type

Adjustable, and suitable for cases above 700mm from the ground.



• W Type Pre-assembly Set



• W Type

Stable, solid, suitable for most cases and mainly used in the strong wind and snowy areas.

PAGE: 17-18

Τεχνικό Φυλλάδιο 3 Βάσεις GA2 Ground Solar Mounting System της εταιρίας Xiamen 9Sun Solar Technology Co., Ltd.

Πηγή <https://www.9sunsolar.com/>



www.9sunsolar.com

>> Solar Ground Mounting System

>> Solar Ground Mounting System



Technical Image



All-direction Slopes

• Suitable for all kinds of slopes. No land verification is required at the installation site, so as to reduce construction period and cost.



Under different circumstances, angle can be adjusted in the range of 0-45 degrees with the help of Adjusters.



• NS-KAR-L



• NS-KAR-SP

XIAMEN 9SUN SOLAR TECHNOLOGY Co., Ltd

>> Solar Ground Mounting System



All-direction Slopes



• NS-92C-F



• NS-92C-F



• NS-GA-901



• NS-GA-L



• NS-GA-H-100



• NS-GA-H-70



• NS-T5000-L



• NS-GA00-B140-01

PAGE: 19-20

Τεχνικό Φυλλάδιο 4 Βάσεις GA2 Ground Solar Mounting System της εταιρίας Xiamen 9Sun Solar Technology Co., Ltd.

Πηγή <https://www.9sunsolar.com/>

6.2.4 Επιλογή Αντιστροφέων



Solis-3P(3-20)K-4G

Solis Three Phase Inverters





360 degree

Features:

- ▶ Max. efficiency 98.7%
- ▶ Wide voltage range and low startup voltage
- ▶ 2 MPPT design with precise MPPT algorithm
- ▶ THDi<1.5%, low harmonic distortion against grid
- ▶ Multiple protections levels
- ▶ Intergrated Export Power Manager (EPM)



Model:

Solis-3P3K-4G	Solis-3P4K-4G	Solis-3P5K-4G
Solis-3P6K-4G	Solis-3P8K-4G	Solis-3P9K-4G
Solis-3P10K-4G	Solis-3P12K-4G	Solis-3P15K-4G
Solis-3P17K-4G	Solis-3P20K-4G	

Τεχνικό Φυλλάδιο 5 Αντιστροφέας Solis-3P(3-20)K-4G.

Πηγή www.ensolar.com



Datasheet

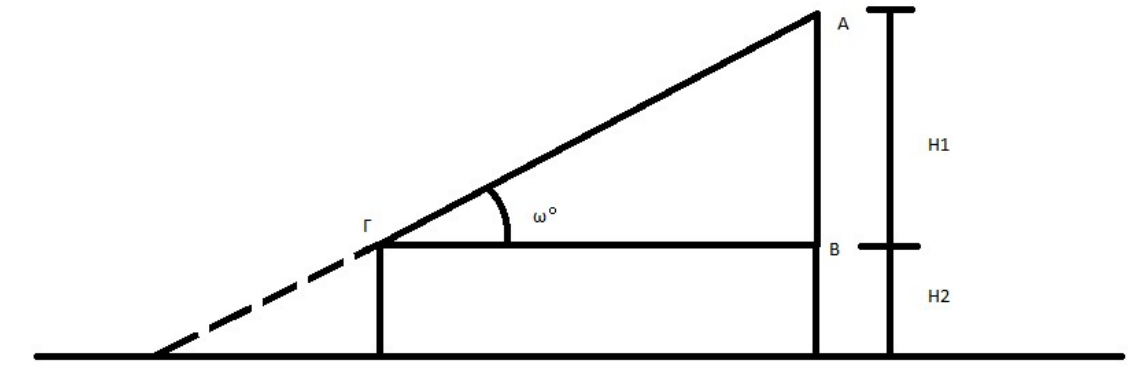
Model Name	Solis-3P3K-4G	Solis-3P4K-4G	Solis-3P5K-4G	Solis-3P6K-4G	Solis-3P8K-4G	Solis-3P9K-4G	Solis-3P10K-4G	Solis-3P12K-4G	Solis-3P15K-4G	Solis-3P17K-4G	Solis-3P20K-4G	
Input DC												
Recommended max. PV power	3.6kW	4.8kW	6kW	7.2kW	9.6kW	10.8kW	12kW	14.5kW	18kW	20.4kW	24kW	
Max. input voltage	1000V											
Rated voltage	600V											
Start-up voltage	180V											
MPPT voltage range	160-850V											
Max. input current	11A/11A							22A/22A				
Max. short circuit current	17.2A/17.2A							34.3A/34.3A				
MPPT number/Max. input strings number	2/2							2/4				
Output AC												
Rated output power	3kW	4kW	5kW	6kW	8kW	9kW	10kW	12kW	15kW	17kW	20kW	
Max. apparent output power	3.3kVA	4.4kVA	5.5kVA	6.6kVA	8.8kVA	9.9kVA	11kVA	13.2kVA	16.5kVA	18.7kVA	22kVA	
Max. output power	3.3kW	4.4kW	5.5kW	6.6kW	8.8kW	9.9kW	11kW	13.2kW	16.5kW	18.7kW	22kW	
Rated grid voltage	3/N/PE, 220/380V, 230/400V											
Rated grid frequency	50/60Hz											
Rated grid output current	4.6A/4.3A	6.1A/5.8A	7.6A/7.2A	9.1A/8.7A	12.2A/11.5A	13.7A/13.0A	15.2A/14.4A	18.2A/17.3A	22.8A/21.7A	25.8A/24.6A	30.4A/28.9A	
Max. output current	4.7A	6.4A	7.9A	9.5A	12.7A	14.3A	15.9A	19.1A	23.8A	27A	31.8A	
Power Factor	>0.99 (0.8 leading - 0.8 lagging)											
THDi	<1.5%											
Efficiency												
Max. efficiency	98.3%							98.7%				
EU efficiency	97.8%							98.1%				
Protection												
DC reverse-polarity protection	Yes											
Short circuit protection	Yes											
Output over current protection	Yes											
Surge protection	Yes											
Grid monitoring	Yes											
Anti-islanding protection	Yes											
Temperature protection	Yes											
Integrated AFCI (DC arc-fault circuit protection)	Yes											
Integrated DC switch	Optional											
General Data												
Dimensions (W*H*D)						310*563*219 mm						
Weight	17.3kg				18kg		18.9kg		19.8kg			
Topology	Transformerless											
Self consumption	<1W (night)											
Operating ambient temperature range	-25 ~ +60°C											
Relative humidity	0-100%											
Ingress protection	IP65											
Cooling concept	Natural convection							Intelligent redundant fan-cooling				
Max. operation altitude	4000m											
Grid connection standard	VDE-AR-N 4105, VDE V 0124, VDE V 0126-1-1, UTE C15-712-1, NRS 097-1-2, G98, G99, EN 50549-1/-2, RD 1699, UNE 206006, UNE 206007-1, IEC 61727											
Safety/EMC standard	IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 61000-6-1/-2/-3/-4											
Features												
DC connection	MC4 connector											
AC connection	Quick connection plug											
Display	LCD											
Communication	RS485, Optional: Wi-Fi, GPRS											

Τεχνικό Φυλλάδιο δΑντιστρεοφάας Solis-3P(3-20)K-4G.

Πηγή www.enfsolar.com

Επιλέχθηκαν οι αντιστοιχείς Solis-3P(8)K-4G με τιμή €0.0772 / Wp

6.2.5 Υπολογισμός διαστάσεων γηπέδου



Εικόνα 1 Διάσταση πάνελ-βάσεις

Για να υπολογίσουμε τις διαστάσεις των κενών αναμεσα από κάθε σειρά βάσης θα πρέπει να ξέρουμε το τελικό ύψος του μαζί με το πάνελ. Γνωρίζουμε ότι το ΑΓ είναι τέσσερις φορές το πλάτος του πάνελ δηλαδή $ΑΓ=4*0,992μ.= 3,968μ$ όπως και η ιδανική κλίση των πάνελ για μέγιστη απόδοση βάσει του Global Solar Atlas είναι 33° . Επίσης το ύψος Η2 δηλαδή τα πόδια της βάσης είναι 0,2μ. Οπότε:

$$\eta\mu\omega = \frac{AB}{AG} \Rightarrow AB = \eta\mu\omega * AG = 2,16μ. \quad \text{και}$$

$$\Upsilon\psi\omicron\varsigma = H1 + H2 = 4,17μ.$$

Ακόμα το πλάτος ΒΓ της βάσης είναι $ΒΓ = \sqrt{-AB^2 + AG^2}=3,35μ.$. Το μήκος του κάθε διαδρόμου των 44 ζευγών είναι $44*1,64μ.$ (το μήκος του πάνελ)= 72,16μ. και το του διαδρόμου των 22 ζευγών 36,08μ. Οι κενοί χώροι που προκύπτουν για αποφυγή κάθε σκιάσεις είναι δύο φορές το ύψος του εμποδίου. Εμπόδια στο αγροτεμάχιο θεωρούνται τα πάνελ με τις βάσεις και ο φράχτης. Το ύψος του φράχτη είναι 2,0μ Για λόγους ευκολίας στην συντήρηση της εγκατάστασης θα αφήσουμε και ένα διάδρομο 4μ. στο κέντρο του οικοπέδου.

Οπότε

$$1^{\eta} \text{ διάσταση γηπέδου} = 2*(2,0μ*2)+11*(3,5μ)+10*(4,17μ*2)=129,9μ,$$

$$2^{\eta} \text{ διάσταση γηπέδου} = 2*(2,0μ*2)+4μ+72,16μ=84,16$$

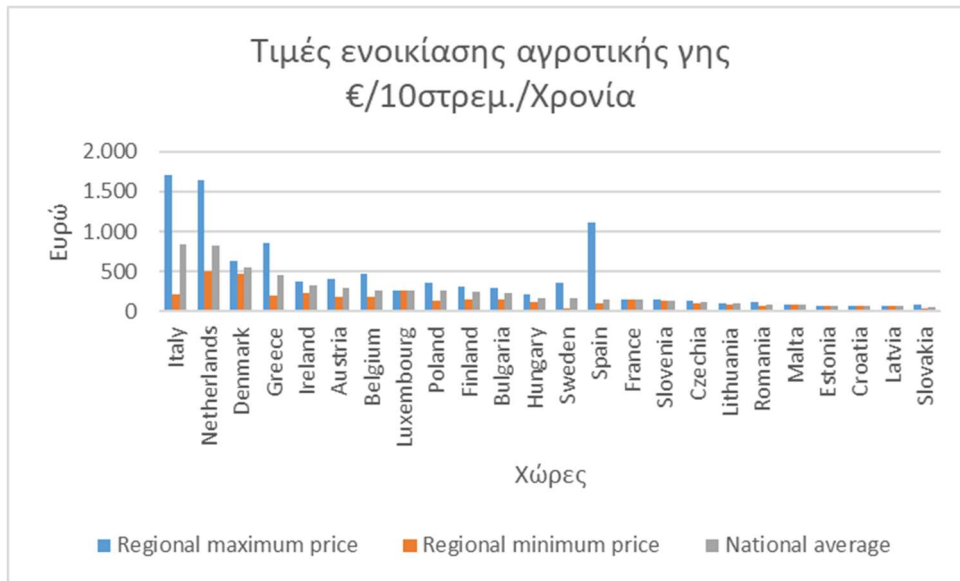
$$\text{Ολικό μέγεθος } M=131,9*86,16=10.932,38μ^2$$

Για την ενοικίαση της γη στην οποία θα εγκατασταθεί το σύστημα του φωτοβολταϊκού πάρκου αντλήσαμε δεδομένα από την ιστοσελίδα <https://ec.europa.eu/eurostat> που αφορούν τις ετήσιες τιμές ενοικίου ενός εκτάριου (=10 στρέμματα) ανά χώρα της ευρωπαϊκής ένωσης. Εμείς θεωρούμε την μέση τιμή ως κατάλληλη για την περίπτωση μας.

Πίνακας 1 Τιμές ενοικίων αγροτεμαχίων αν χώρα

Πηγή <https://ec.europa.eu/eurostat>

Agricultural land renting prices			
Euro/ha/year			
2020			
	Regional maximum price	Regional minimum price	National average
Italy	1.714	216	837
Netherlands	1.637	504	824
Denmark	629	468	557
Greece	854	205	448
Ireland	375	226	322
Austria	413	185	299
Belgium	471	176	270
Luxembourg	269	269	269
Poland	359	133	266
Finland	305	154	248
Bulgaria	298	147	233
Hungary	212	125	173
Sweden	359	34	161
Spain	1.119	100	157
France	147	147	147
Slovenia	159	135	142
Czechia	136	110	124
Lithuania	106	92	105
Romania	116	67	95
Malta	87	87	87
Estonia	76	76	76
Croatia	74	73	73
Latvia	71	71	71
Slovakia	90	35	57



Διάγραμμα 6 Ετήσια τιμή ενοικίου ενός εκτάριου (=10 στρέμματα) ανά χώρα της ευρωπαϊκής ένωσης.

Πηγή ec.europa.eu/eurostat

6.3 Χρηματοοικονομική ανάλυση

Στην ενότητα θα αναλύσουμε και θα συγκρίνουμε δυο σενάρια. Την οικονομική απόδοση του έργου με ρυθμό απόδοσης 12% εκτελώντας το με τραπεζικό δάνειο και χωρίς.

6.3.1 Συνολικό Κόστος Επένδυσης.

Το συνολικό κόστος της επένδυσης αποτελείται από κόστη που αφορούν το κόστος του παραγωγικού εξοπλισμού και το κόστος εγκατάστασης. Το συνολικό κόστος επένδυσης για την κατασκευή της μονάδας παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά στοιχεία παρουσιάζεται συνολικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2 Κόστος Επένδυσης

Πάνελ	$1.848 \text{πάνελ} * 270 \text{Wp} * 0,138 \text{€} = 68.856,48 \text{€}$
Αντιστοροφείς	$498.960,00 \text{Wp} * 0,0772 \text{€} = 38.519,71 \text{€}$
Σταθερές Βάσεις Στήριξης	$1.848 \text{πάνελ} * 193,00 / 18 \text{πάνελ} = 19.814,67 \text{€}$
Καλωδιώσεις – Υλικά υποπινάκων	19.800,00 € (βάση τοπικής αγοράς)
Υποσταθμός	32.000,00 € (βάση τοπικής αγοράς)
Περίφραξη	4.000,00 € (βάση τοπικής αγοράς)

Ηλ. Υλικό-Συναγερμοί-Λοιπές Εργασίες-Κόστος Εγκατάστασης	75.000,00€ (βάση τοπικής αγοράς)
Όροι Σύνδεσης	20.000,00€ (προσεγγιστικά βάση απόστασης αγροτεμάχου από το δίκτυο)
Ίδρυση Εταιρείας Τοπογραφικό διάγραμμα Έλεγχος τίτλων Μισθωτήριο Συμβόλαιο Φάκελος Αδειοδότησης Αίτηση ΔΕΗ Έγκριση Εργασιών Μ. Κλίμακας Συμβόλαιο ΔΕΣΜΗΕ	6.115,00€ (Δαμανίδης, et al., 2011)
ΣΥΝΟΛΟ:	289.807,11 €

Πίνακας 3 Ετήσια έξοδα

Ετήσια έξοδα	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΟΣΤΟΣ(€) ανά έτος
Συντήρηση	2.000,00 (€) ανά έτος
Ασφάλιση εξοπλισμού	1.200,00 (€) ανά έτος
Φύλαξη πάρκου	300,00 (€) ανά έτος
Έξοδα λογιστή	250,00 (€) ανά έτος
Ασφαλιστικό ταμείο	2500,00 (€) ανά έτος
Ενοίκια	225,00 (€) ανά έτος
ΣΥΝΟΛΟ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΞΟΔΩΝ:	6.475,00 (€) ανά έτος

6.3.2 Τοκοχρεολυτικές Υποχρεώσεις

Οι Τοκοχρεολυτικές Υποχρεώσεις αφορούν στο κομμάτι της χρηματοδότησης το οποίο θα καλυφθεί από Τραπεζικό Οργανισμό. Το ποσοστό του συνολικού κόστους επένδυσης το οποίο θα καλυφθεί από τραπεζικό δανεισμό είναι 80,00% και αντιστοιχεί στο ποσό των 231.845,69 €. Η χρηματοδότηση γίνεται στην αρχή της νέας επένδυσης και η αποπληρωμή των υποχρεώσεων διαρκεί συγκεκριμένο αριθμό ετών. Στη συγκεκριμένη

περίπτωση, τα στοιχεία της τραπεζικής χρηματοδότησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4 Πηγές Χρηματοδότησης

Πηγές Χρηματοδότησης		
Πηγές	Ποσοστό	Ποσό
Ίδιοι πόροι	20,00%	57.961,422 €
Εμπορικές Τράπεζες	80,00%	231.845,69 €

Ο τύπος υπολογισμού για το τοκοχρεολύσιο είναι:

$$D = C_0 \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}}$$

Όπου:

- C_0 το αρχικό κεφάλαιο
- r το επιτόκιο δανισμού
- και n τα έτη εξόφλησης του δανείου

Πίνακας 5 Στοιχεία δανείου

Επιτόκιο	4,2%
Έτη εξόφλησης	10
Τοκοχρεολύσιο	28.869,78 €

Πίνακας 6 Στοιχεία δανείου και Υπολογισμός τόκων

Περίοδος n	Ποσό προς εξόφληση	Τόκος $T_n = C_n r$	Χρεολύσιο $X_1 = C_0 - T_0$	Ανεξόφλητο δάνειο $R_n = C_0 - X_n$
0				
1	231846	9737,52	19132,26	212713
2	212713	8933,96	19935,81	192778
3	192778	8096,66	20773,12	172004
4	172004	7224,19	21645,59	150359
5	150359	6315,07	22554,70	127804
6	127804	5367,78	23502,00	104302
7	104302	4380,69	24489,09	79813

8	79813	3352,15	25517,63	54295
9	54295	2280,41	26589,37	27706
10	27706	1163,66	27706,12	0

6.3.3 Ανάλυση χρηματοροών

Για τα προβλεπόμενα έσοδα πωλήσεων παρουσιάζουμε το παρακάτω σενάριο:

Για όλη την εικοσαετία αναμένεται να είναι σταθερά, καθώς η τιμή αγοράς της kWh από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού είναι σταθερή και ίση με 0,06574 (€) / kWh για όλα τα πάγκα.

Η σταθερή τιμή πώλησης της Ηλεκτρικής Ενέργειας σε συνδυασμό με την σχεδόν παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας, η οποία υπολογίζεται στις 730.178,064 kWh ανά έτος, με τιμή πώλησης 0,06574 (€)/KWh μας δίνει το αποτέλεσμα των εσόδων πωλήσεων 48.001,91€ ανά έτος με μικρές αποκλίσεις. Κάθε επόμενο έτος η απόδοση των φωτοβολταϊκού συστήματος θα πέφτει κατά 1% σε σχέση με το προηγούμενο έτος και αυτό οφείλεται στην παλαίωση του εξοπλισμού.

Ο παρακάτω πίνακες 9 και 10 δίνουν την εξέλιξη των χρηματοροών του επενδυτικού προγράμματος για τα είκοσι χρόνια λειτουργίας της μονάδας.

1^η περίπτωση με δάνειο

Πίνακας 7 Υπολογισμός των Χρηματοροών 1ης περίπτωσης

Έτος	Κόστος	Ζήτηση Παραγωγή	Έσοδα	Κόστος παραγωγής	Κέρδη προ φόρων τόκων & ποσβέσεων	Δόση δανείου	Αποσβέσεις μηχ. Εξοπλισμού (10%)	Τόκοι J	Υπολ/κη αξία μηχ/τος	Φορολογητέο εισόδημα	Φόροι	Ετήσια πραγματική χρηματοροή	Αθροιστική ετήσια πραγματική χρηματοροή
0	-284.105,86		227.284,69						253.990,86			-56.821,17	-56.821,17
1		730.178,06	47.461,57	6.475,00	40.986,57	-28.723,97	-25.399,09	-10.227,81	228.591,77	-23.364,29	5.607,43	17.870,03	-38.951,14
2		722.876,28	46.986,96	6.475,00	40.511,96	-28.723,97	-25.399,09	-9.395,48	203.192,69	-23.006,58	5.521,58	17.309,57	-21.641,57
3		715.647,52	46.517,09	6.475,00	40.042,09	-28.723,97	-25.399,09	-8.525,70	177.793,60	-22.606,67	5.425,60	16.743,72	-4.897,85
4		708.491,05	46.051,92	6.475,00	39.576,92	-28.723,97	-25.399,09	-7.616,78	152.394,52	-22.162,92	5.319,10	16.172,05	11.274,19
5		701.406,13	45.591,40	6.475,00	39.116,40	-28.723,97	-25.399,09	-6.666,96	126.995,43	-21.673,61	5.201,67	15.594,10	26.868,29
6		694.392,07	45.135,48	6.475,00	38.660,48	-28.723,97	-25.399,09	-5.674,39	101.596,34	-21.136,96	5.072,87	15.009,38	41.877,67
7		687.448,15	44.684,13	6.475,00	38.209,13	-28.723,97	-25.399,09	-4.637,16	76.197,26	-20.551,09	4.932,26	14.417,42	56.295,09
8		680.573,67	44.237,29	6.475,00	37.762,29	-28.723,97	-25.399,09	-3.553,25	50.798,17	-19.914,02	4.779,37	13.817,68	70.112,78
9		673.767,93	43.794,92	6.475,00	37.319,92	-28.723,97	-25.399,09	-2.420,57	25.399,09	-19.223,71	4.613,69	13.209,64	83.322,41
10		667.030,26	43.356,97	6.475,00	36.881,97	-28.723,97	-25.399,09	-1.236,92	0,00	-18.478,01	4.434,72	12.592,72	95.915,13
11		660.359,95	42.923,40	6.475,00	36.448,40					36.448,40	-8.747,62	27.700,78	123.615,91
12		653.756,35	42.494,16	6.475,00	36.019,16					36.019,16	-8.644,60	27.374,56	150.990,48
13		647.218,79	42.069,22	6.475,00	35.594,22					35.594,22	-8.542,61	27.051,61	178.042,08
14		640.746,60	41.648,53	6.475,00	35.173,53					35.173,53	-8.441,65	26.731,88	204.773,97
15		634.339,14	41.232,04	6.475,00	34.757,04					34.757,04	-8.341,69	26.415,35	231.189,32
16		627.995,74	40.819,72	6.475,00	34.344,72					34.344,72	-8.242,73	26.101,99	257.291,31
17		621.715,79	40.411,53	6.475,00	33.936,53					33.936,53	-8.144,77	25.791,76	283.083,07
18		615.498,63	40.007,41	6.475,00	33.532,41					33.532,41	-8.047,78	25.484,63	308.567,70
19		609.343,64	39.607,34	6.475,00	33.132,34					33.132,34	-7.951,76	25.180,58	333.748,28
20		603.250,21	39.211,26	6.475,00	32.736,26					32.736,26	-7.856,70	24.879,56	358.627,84

2^η περίπτωση χωρίς δάνειο

Πίνακας 8 Υπολογισμός των Χρηματοροών 2ης περίπτωσης

Έτος	Κόστος	Ζήτηση Παραγωγή	Έσοδα	Κόστος παραγωγής	Κέρδη προ φόρων τόκων & ποσβέσεων	Αποσβέσεις μηχ. Εξοπλισμού (10%)	Υπολ/κη αξία μηχ/τος	Φορολογητέο εισόδημα	Φόροι	Ετήσια πραγματική χρηματοροή	Αθροιστική ετήσια πραγματική χρηματοροή
0	-284.105,86						253.990,86			-284.105,86	-284.105,86
1		730.178,06	47.461,57	6.475,00	40.986,57	-25.399,09	228.591,77	15.587,49	-3.741,00	37.245,58	-246.860,28
2		722.876,28	46.986,96	6.475,00	40.511,96	-25.399,09	203.192,69	15.112,87	-3.627,09	36.884,87	-209.975,41
3		715.647,52	46.517,09	6.475,00	40.042,09	-25.399,09	177.793,60	14.643,00	-3.514,32	36.527,77	-173.447,65
4		708.491,05	46.051,92	6.475,00	39.576,92	-25.399,09	152.394,52	14.177,83	-3.402,68	36.174,24	-137.273,41
5		701.406,13	45.591,40	6.475,00	39.116,40	-25.399,09	126.995,43	13.717,31	-3.292,16	35.824,24	-101.449,16
6		694.392,07	45.135,48	6.475,00	38.660,48	-25.399,09	101.596,34	13.261,40	-3.182,74	35.477,75	-65.971,41
7		687.448,15	44.684,13	6.475,00	38.209,13	-25.399,09	76.197,26	12.810,04	-3.074,41	35.134,72	-30.836,70
8		680.573,67	44.237,29	6.475,00	37.762,29	-25.399,09	50.798,17	12.363,20	-2.967,17	34.795,12	3.958,42
9		673.767,93	43.794,92	6.475,00	37.319,92	-25.399,09	25.399,09	11.920,83	-2.861,00	34.458,92	38.417,34
10		667.030,26	43.356,97	6.475,00	36.881,97	-25.399,09	0,00	11.482,88	-2.755,89	34.126,08	72.543,42
11		660.359,95	42.923,40	6.475,00	36.448,40			36.448,40	-8.747,62	27.700,78	100.244,20
12		653.756,35	42.494,16	6.475,00	36.019,16			36.019,16	-8.644,60	27.374,56	127.618,76
13		647.218,79	42.069,22	6.475,00	35.594,22			35.594,22	-8.542,61	27.051,61	154.670,37
14		640.746,60	41.648,53	6.475,00	35.173,53			35.173,53	-8.441,65	26.731,88	181.402,25
15		634.339,14	41.232,04	6.475,00	34.757,04			34.757,04	-8.341,69	26.415,35	207.817,61
16		627.995,74	40.819,72	6.475,00	34.344,72			34.344,72	-8.242,73	26.101,99	233.919,60
17		621.715,79	40.411,53	6.475,00	33.936,53			33.936,53	-8.144,77	25.791,76	259.711,36
18		615.498,63	40.007,41	6.475,00	33.532,41			33.532,41	-8.047,78	25.484,63	285.195,99
19		609.343,64	39.607,34	6.475,00	33.132,34			33.132,34	-7.951,76	25.180,58	310.376,56
20		603.250,21	39.211,26	6.475,00	32.736,26			32.736,26	-7.856,70	24.879,56	335.256,12

Επεξήγηση πίνακα

- Έτος: υπολογίζουμε τις χρηματοροές σε 20 έτη και για κάθε έτος ξεχωριστά ώστε στο τέλος της εικοσαετίας να έχουμε τα επιθυμητά δεδομένα με τα οποία θα προκύψει εάν συμφέρει οικονομικά η υλοποίηση του έργου. Ξεκινάμε από το έτος μηδέν που σηματοδοτεί το σήμερα και το σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση της απόδοσης του έργου. Κάθε επόμενο n έτος, χρονικά, τα δεδομένα αφορούν το τέλος του έτους αυτού.
- Κόστος: αφορά το αρχικό συνολικό κεφάλαιο ή κόστος της επένδυσης και μετριέται σε ευρώ.
- Ζήτηση/ Παραγωγή: είναι το παραγωγικό αποτέλεσμα του εγκατεστημένου φωτοβολταϊκού συστήματος σε kWh. Κάθε χρόνο η παραγωγή μειώνεται κατά 1%

- Έσοδα: για το έτη 1-20 είναι το χρηματικό ποσό που προκύπτει από την ετήσια παραγωγή επί την σταθερή τιμή πώλησης. Για το έτος μηδέν είναι το ποσό του δανείου.
- Κόστος Παραγωγής: είναι τα απαραίτητα ετήσια πάγια έξοδα της μονάδας ώστε να μπορεί να αποδώσει
- Κέρδη προ Φόρων, Τόκων και Αποσβέσεων: είναι τα ετήσια Έσοδα μείον το Κόστος Παραγωγής
- Δόση δανείου: είναι το υπολογισμένο τοκοχρεολύσιο και αφορά τα δέκα χρόνια εξόφλησης του δανείου.
- Αποσβέσεις Μηχανολογικού Εξοπλισμού: είναι το 10% του κόστους του μηχανολογικού εξοπλισμού και διαρκεί 10 έτη διότι στο τέλος της 10ετίας μηδενίζει η απόσβεσή του.
- Τόκοι: είναι οι ετήσιοι υπολογισμένοι τόκοι για την πρώτη δεκαετία του έργου, όσο δηλαδή και η διάρκεια εξόφλησης του δανείου.
- Υπολειμματική αξία Μηχανολογικού Εξοπλισμού: είναι η ετήσια υπολειπόμενη αναπόσβεστη αξία του μηχανολογικού εξοπλισμού.
- Φορολογητέο Εισόδημα: είναι το αποτέλεσμα της πράξης (Κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων) μείον (Δόση δανείου) μείον (Αποσβέσεις Μηχανολογικού Εξοπλισμού) μείον (Τόκοι).
- Φόροι: είναι το 24% του Φορολογητέου Εισοδήματος για κάθε έτος
- Ετήσια Πραγματική Χρηματοροή: είναι το αποτέλεσμα της πράξης (Κέρδη προ φόρων, τόκων και αποσβέσεων) μείον (Δόση δανείου) μείον (Φόροι).
- Αθροιστική Ετήσια Πραγματική Χρηματοροή: ξεκινώντας από το έτος μηδέν προσθαφαιρούμε τις χρηματοροές κάθε επόμενου έτους στο προηγούμενο.

Υπολογισμός ΚΠΑ

Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου με τον υπολογισμό της παρούσας αξίας των αναμενόμενων ταμειακών ροών από το έργο κατά τη διάρκεια ζωής του. Η ΚΠΑ υπολογίζεται λαμβάνοντας το άθροισμα της παρούσας αξίας όλων των αναμενόμενων ταμειακών ροών, μείον την αρχική επένδυση.

Ο τύπος για το ΚΠΑ είναι:

$$ΚΠΑ = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} - C_0$$

Όπου:

- C_0 το αρχικό κεφάλαιο (€)
- $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ η ετήσιες χρηματοροές
- Και r το επιτόκιο απόδοσης
- n η διάρκεια ζωής σε έτη / αριθμός χρηματοροών

Στην 1^η περίπτωση έχουμε ΚΠΑ= 80.818,11€>0

Στην 2^η περίπτωση έχουμε ΚΠΑ=-32.479,23€<0

Υπολογισμός απόδοσης κεφαλαίου (IRR)

1^η περίπτωση

Πίνακας 9 Υπολογισμός IRR 1ης περίπτωσης

IRR	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%
0	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17	-56.821,17
1	17.019,08	16.245,49	15.539,16	14.891,69	14.296,03	13.746,18	13.237,06	12.764,31	12.324,16	11.913,36	11.529,05
2	15.700,29	14.305,43	13.088,52	12.020,53	11.078,12	10.242,35	9.497,70	8.831,41	8.232,85	7.693,14	7.204,81
3	14.463,85	12.579,80	11.009,27	9.689,65	8.572,78	7.621,17	6.805,35	6.101,94	5.492,22	4.961,10	4.496,32
4	13.304,78	11.045,73	9.246,42	7.799,02	6.624,07	5.662,28	4.868,89	4.209,72	3.658,42	3.194,48	2.801,81
5	12.218,38	9.682,71	7.753,02	6.266,92	5.109,87	4.199,94	3.477,69	2.899,48	2.432,88	2.053,54	1.743,02
6	11.200,23	8.472,41	6.488,97	5.026,61	3.934,62	3.109,59	2.479,48	1.993,40	1.614,93	1.317,70	1.082,36
7	10.246,19	7.398,42	5.420,04	4.023,64	3.023,55	2.297,65	1.764,21	1.367,70	1.069,82	843,82	670,76
8	9.352,35	6.446,05	4.517,02	3.213,55	2.318,22	1.693,90	1.252,46	936,29	707,12	539,14	414,75
9	8.515,05	5.602,17	3.755,00	2.560,12	1.772,97	1.245,66	886,93	639,35	466,21	343,61	255,80
10	7.730,84	4.855,04	3.112,73	2.033,79	1.352,13	913,45	626,30	435,35	306,51	218,38	157,33
11	16.196,07	9.708,95	5.954,10	3.728,19	2.379,48	1.545,66	1.020,52	684,04	464,99	320,25	223,28
12	15.243,18	8.722,38	5.116,50	3.070,24	1.881,17	1.174,97	747,04	482,85	316,91	210,99	142,35
13	14.346,05	7.835,89	4.396,64	2.528,35	1.487,18	893,16	546,83	340,82	215,98	139,00	90,76
14	13.501,42	7.039,34	3.777,98	2.082,05	1.175,68	678,93	400,27	240,57	147,19	91,57	57,86
15	12.706,24	6.323,63	3.246,30	1.714,50	929,41	516,07	292,99	169,80	100,31	60,32	36,89
16	11.957,62	5.680,55	2.789,38	1.411,80	734,71	392,27	214,45	119,85	68,36	39,74	23,52
17	11.252,86	5.102,76	2.396,72	1.162,52	580,78	298,16	156,97	84,59	46,58	26,18	14,99
18	10.589,39	4.583,64	2.059,29	957,23	459,09	226,62	114,89	59,70	31,74	17,24	9,56
19	9.964,81	4.117,23	1.769,32	788,17	362,89	172,24	84,09	42,13	21,63	11,36	6,09
20	9.376,84	3.698,19	1.520,15	648,96	286,84	130,91	61,54	29,74	14,74	7,48	3,88
ΚΠΑ	188.064,36 €	102.624,61 €	56.135,37 €	28.796,37 €	11.538,42 €	-60,00 €	-8.285,51 €	-14.388,14 €	-19.087,64 €	-22.818,78 €	-25.855,99 €
IRR	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%

2η περίπτωση

Πίνακας 10 Υπολογισμός IRR 2ης περίπτωσης

IRR	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%
0	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86	-284.105,86
1	35.471,98	33.859,62	32.387,46	31.037,98	29.796,46	28.650,44	27.589,32	26.603,98	25.686,60	24.830,38	24.029,40
2	33.455,66	30.483,36	27.890,26	25.614,49	23.606,32	21.825,37	20.238,61	18.818,81	17.543,34	16.393,28	15.352,70
3	31.554,06	27.443,85	24.017,60	21.138,75	18.702,22	16.626,20	14.846,42	13.311,87	11.981,72	10.823,04	9.809,07
4	29.760,64	24.707,49	20.682,74	17.445,14	14.816,97	12.665,61	10.890,91	9.416,45	8.183,28	7.145,53	6.267,19
5	28.069,23	22.244,04	17.810,98	14.396,96	11.738,89	9.648,51	7.989,29	6.660,96	5.589,04	4.717,60	4.004,23
6	26.474,04	20.026,26	15.338,01	11.881,43	9.300,28	7.350,15	5.860,75	4.711,81	3.817,23	3.114,64	2.558,38
7	24.969,59	18.029,67	13.208,44	9.805,46	7.368,28	5.599,29	4.299,32	3.333,04	2.607,12	2.056,35	1.634,61
8	23.550,71	16.232,18	11.374,59	8.092,23	5.837,65	4.265,52	3.153,90	2.357,73	1.780,63	1.357,65	1.044,39
9	22.212,52	14.613,94	9.795,37	6.678,37	4.625,00	3.249,46	2.313,65	1.667,82	1.216,16	896,36	667,29
10	20.950,45	13.157,08	8.435,44	5.511,55	3.664,26	2.475,44	1.697,26	1.179,79	830,63	591,80	426,35
11	16.196,07	9.708,95	5.954,10	3.728,19	2.379,48	1.545,66	1.020,52	684,04	464,99	320,25	223,28
12	15.243,18	8.722,38	5.116,50	3.070,24	1.881,17	1.174,97	747,04	482,85	316,91	210,99	142,35
13	14.346,05	7.835,89	4.396,64	2.528,35	1.487,18	893,16	546,83	340,82	215,98	139,00	90,76
14	13.501,42	7.039,34	3.777,98	2.082,05	1.175,68	678,93	400,27	240,57	147,19	91,57	57,86
15	12.706,24	6.323,63	3.246,30	1.714,50	929,41	516,07	292,99	169,80	100,31	60,32	36,89
16	11.957,62	5.680,55	2.789,38	1.411,80	734,71	392,27	214,45	119,85	68,36	39,74	23,52
17	11.252,86	5.102,76	2.396,72	1.162,52	580,78	298,16	156,97	84,59	46,58	26,18	14,99
18	10.589,39	4.583,64	2.059,29	957,23	459,09	226,62	114,89	59,70	31,74	17,24	9,56
19	9.964,81	4.117,23	1.769,32	788,17	362,89	172,24	84,09	42,13	21,63	11,36	6,09
20	9.376,84	3.698,19	1.520,15	648,96	286,84	130,91	61,54	29,74	14,74	7,48	3,88
ΚΠΑ	117.497,50 €	-495,81 €	-70.138,58 €	-114.411,48 €	-144.372,32 €	-165.720,89 €	-181.586,83 €	-193.789,51 €	-203.441,69 €	-211.255,10 €	-217.703,05 €
IRR	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%

Για τον υπολογισμό της απόδοσης κεφαλαίου υπολογίσαμε την καθαρά παρούσα αξία για διάφορες τιμές του επιτοκίου απόδοσης. Ο τύπος υπολογισμού της καθαράς παρούσας αξίας προέρχεται από τον τύπο:

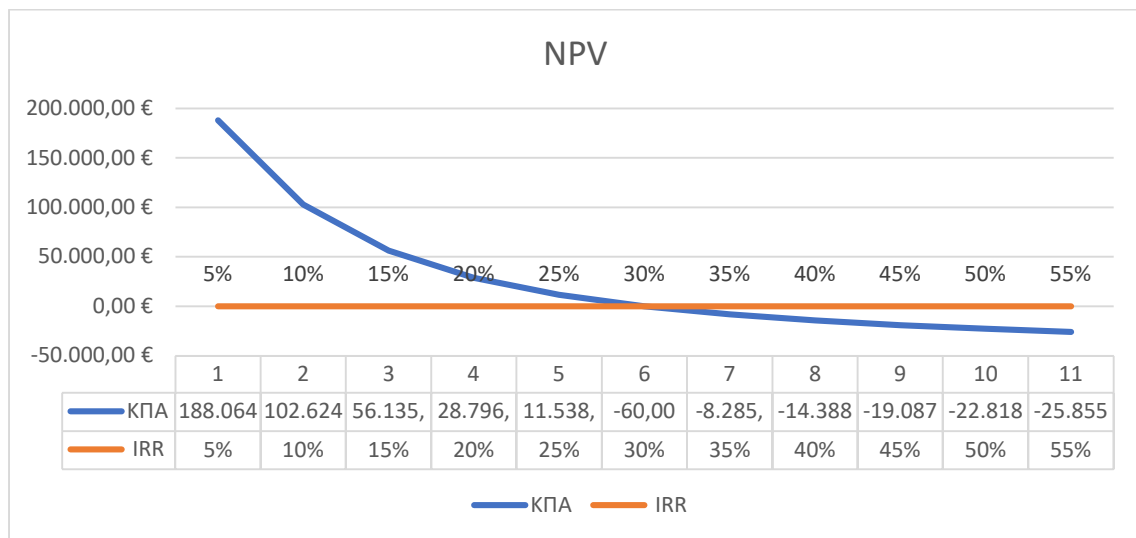
$$C_0 = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \frac{C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Οπου:

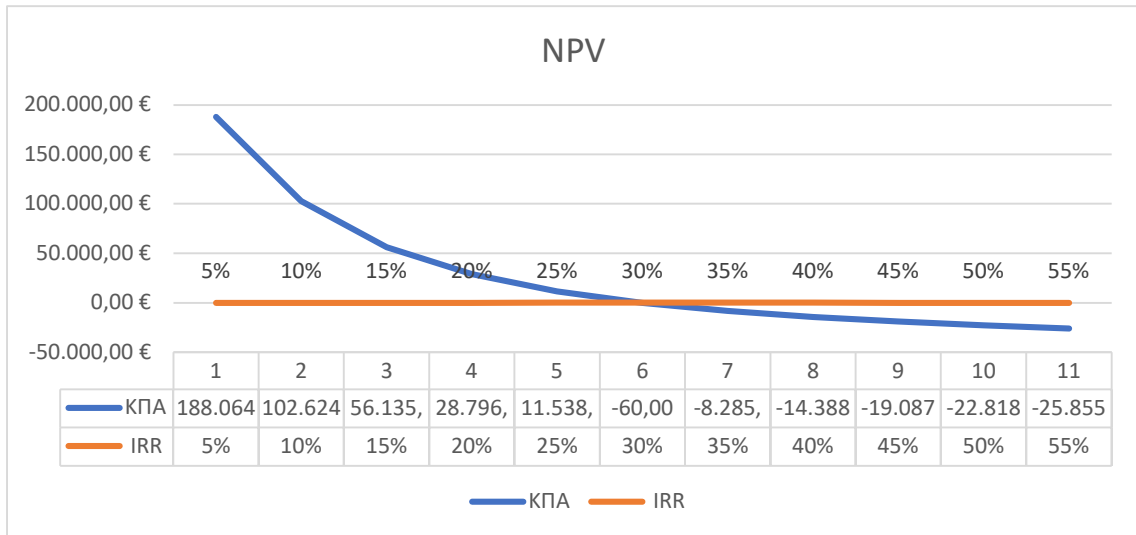
- C_0 το αρχικό κεφάλαιο (€)
- $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ η ετήσιες χρηματοροές
- Και r το επιτόκιο απόδοσης

Η Καθαρά Παρούσα Αξία είναι η παρούσα αξία των εισροών που θα προκύψουν στον χρόνο μηδέν μείον το αρχικό κεφάλαιο. Έτσι για την 1^η περίπτωση σύμφωνα με το πίνακα 11 η καθαρά παρούσα αξία μηδενίζει για $r \approx 27\%$. Στην συνέχεια με την αυτόματη εντολή υπολογισμού του εσωτερικού ρυθμού απόδοσης στο excel έχουμε $r=IRR=29,97\%$.

Για την 2^η περίπτωση σύμφωνα με το πίνακα 12 η καθαρά παρούσα αξία μηδενίζει για $r \approx 7,5\%$. Ενώ με την αυτόματη εντολή υπολογισμού του εσωτερικού ρυθμού απόδοσης στο excel έχουμε $r=IRR=9,97\%$.



Διάγραμμα 7 ΚΠΑ – IRR 1^η περίπτωσης



Διάγραμμα 8 ΚΠΑ - IRR 2η περίπτωσης

Υπολογισμός αναλογίας οφέλους-κόστους

Η μέθοδος αναλογίας οφέλους-κόστους (BCR) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου συγκρίνοντας την παρούσα αξία των οφελών ενός έργου με την παρούσα αξία του κόστους. Το BCR εκφράζει τον λόγο της παρούσας αξίας των οφελών προς την παρούσα αξία του κόστους. Εάν το BCR είναι μεγαλύτερο από 1, το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο.

Ο τύπος για το BCR είναι:

$$\frac{b}{c} = \frac{ΠΑ}{C}$$

Όπου:

- ΠΑ η παρούσα αξία των εισροών
- C το αρχικό κεφάλαιο

Για την 1η περίπτωση $\frac{b}{c} = 2,42 > 1$

Για την 2η περίπτωση $\frac{b}{c} = 0,89 < 1$

Υπολογισμός επανείσπραξης των αρχικών επενδυτικών εκροών

Η μέθοδος της περιόδου επανείσπραξης των αρχικών επενδυτικών εκροών είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της οικονομικής σκοπιμότητας ενός έργου με τον υπολογισμό του χρόνου που θα χρειαστεί για το έργο να δημιουργήσει αρκετά έσοδα για την ανάκτηση της αρχικής επένδυσης.

Για την πρώτη 1^η περίπτωση και σύμφωνα με τον πίνακα 9 η επανείσπραξη του αρχικού κεφαλαίου γίνεται στο 4^ο έτος ενώ για την 2^η περίπτωση σύμφωνα με τον πίνακα 10 η επανείσπραξη γίνεται στο 8^ο έτος

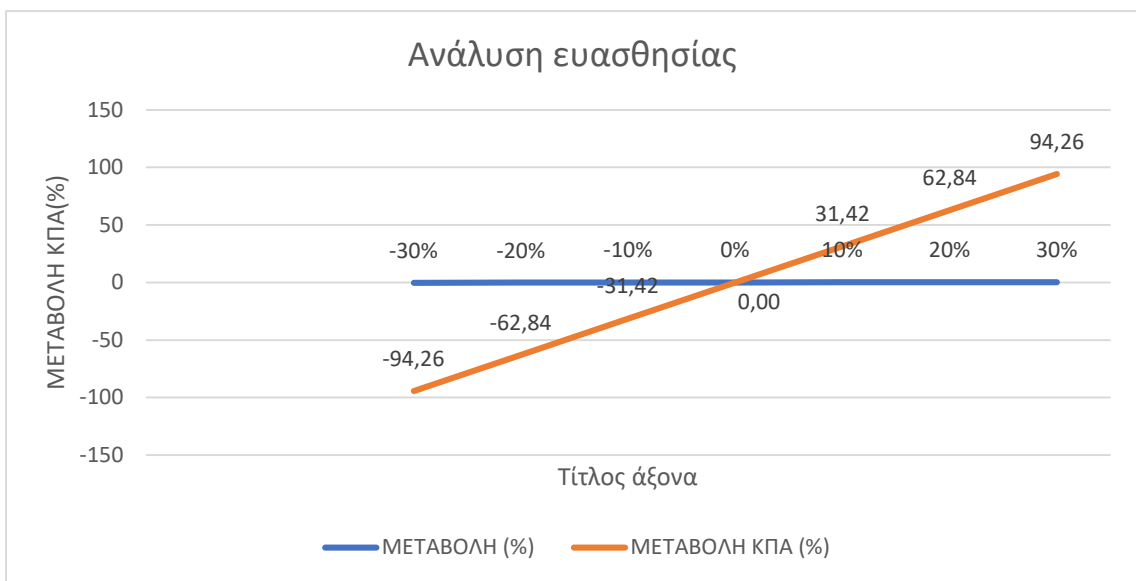
Για την πρώτη 1^η περίπτωση με δάνειο

Ανάλυση ευαισθησίας

Για την ανάλυση ευαισθησίας θα εξετάσουμε την μεταβολή της ΚΠΑ σε συνάρτηση με την διαφοροποίηση των τιμών kWh/kWp που δίνονται από τα πληροφοριακά συστήματα για την περιοχική εξέταση εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η διαφοροποιήσεις αυτές οφείλονται στο απρόβλεπτο κομμάτι των καιρικών συνθηκών. Θα χρησιμοποιήσουμε το εύρος -30% έως +30% επί της παραπάνω τιμής.

Πίνακας 11 Μεταβολή ΚΠΑ λόγω διαφοροποίησης των kWh/Wp

ΑΠΟΔΟΣΗ ΠΑΝΕΛ (kWh/kWp)	1024,38	1170,72	1317,06	1463,4	1609,74	1756,08	1902,42
ΜΕΤΑΒΟΛΗ (%)	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
ΚΠΑ (€)	4.635,74	30.029,86	55.423,99	80.818,11	106.212,24	131.606,36	157.000,48
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΠΑ (%)	-94,26	-62,84	-31,42	0,00	31,42	62,84	94,26



Διάγραμμα 9 Μεταβολή ΚΠΑ λόγω διαφοροποίησης των kWh/Wp

Ανάλυση κινδύνου με χρήση σεναρίων

Για την ανάλυση κινδύνου θα εξετάσουμε 4 σενάρια όπως προέκυψαν από την ανάλυση ευαισθησίας.

- 1^ο σενάριο – Αισιόδοξη εκτίμηση με πιθανότητα πραγματοποίησης 20%.
- 2^ο σενάριο – Πιο πιθανή εξέλιξη με πιθανότητα πραγματοποίησης 50%.
- 3^ο σενάριο – Συντηρητική εξέλιξη με πιθανότητα πραγματοποίησης 20%.

4^ο σενάριο – Απαισιόδοξη εκτίμηση με πιθανότητα πραγματοποίησης 10%.

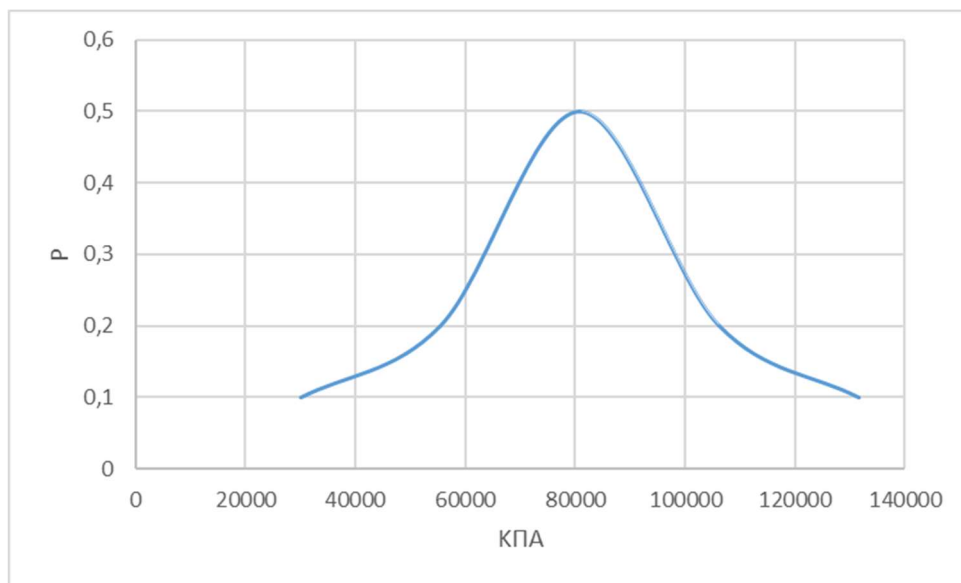
Πίνακας 12 Εξεταζόμενα σενάρια

Εναλλακτικά σενάρια εξέλιξης οικονομικών συνθηκών	Χαρακτηρισμός εκτιμήσεων	Πιθανότητα πραγματοποίησης P _j	Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) _j
1) Πολύ καλές	Αισιόδοξες	0,2	106.212,24 €
2) Κανονικές	Πιο πιθανές	0,5	80.818,11 €
3) Κακές	Συντηρητικές	0,2	55.423,99 €
4) Πολύ κακές	Απαισιόδοξες	0,1	30.029,86 €

Πίνακας 13 Υπολογισμοί μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης

Εναλλακτικά σενάρια εξέλιξης οικονομικών συνθηκών	Πιθανότητα πραγματοποίησης P _j	Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ) _j	P _j (ΚΠΑ)	P _j [(ΚΠΑ) _j - (ΚΠΑ [*])] ²
1) Πολύ καλές	0,2	106.212,24 €	21.242,45 €	185.720.172,91
2) Κανονικές	0,5	80.818,11 €	40.409,06 €	12.897.221,53
3) Κακές	0,2	55.423,99 €	11.084,80 €	82.542.258,44
4) Πολύ κακές	0,1	30.029,86 €	3.002,99 €	208.935.171,67
			ΚΠΑ [*] = 75.739,29 €	σ ² _{ΚΠΑ} = 490.094.824,55
				σ _{ΚΠΑ} = 22.138,09

Πίνακας 14 Κανονική κατανομή πιθανοτήτων των τιμών της ΚΠΑ



Για να είναι ΚΠΑ > 0 θα έχουμε:

$$t = \frac{ΚΠΑ - \overline{ΚΠΑ}}{\sigma_{ΚΠΑ}} = \frac{0 - 75.739,29}{22.138,09} = -3,42$$

Από τον πίνακα των τιμών της κανονικής κατανομής λαμβάνουμε την τιμή:

$$\Phi(t) = \Phi(-3,42) = 1 - \Phi(3,42) = 1 - 0,9997 = 0,03\%$$

Δηλαδή η πιθανότητα είναι η (ΚΠΑ) θετική είναι $100-0,03=99,97\%$.

Στην συνέχεια θα εξετάσουμε την πιθανότητα η ΚΠΑ να είναι μεταξύ 60.000 και 100.000 είναι:

$$t_1 = \frac{ΚΠΑ - \overline{ΚΠΑ}}{\sigma_{ΚΠΑ}} = \frac{60.000,00 - 75.739,29}{22.138,09} = -0,71$$

Για $t_1=-0,71$

$$\Phi(-0,71) = 1 - \Phi(0,71) = 1 - 0,7612 = 23,88\%$$

$$t_2 = \frac{ΚΠΑ - \overline{ΚΠΑ}}{\sigma_{ΚΠΑ}} = \frac{100.000,00 - 75.739,29}{22.138,09} = 1,1$$

Για $t_2=1,1$

$$\Phi(1,1) = 86,43\%$$

Αρά η πιθανότητα $60.000 < ΚΠΑ < 100.000$ είναι: $86,43-23,88=62,55\%$

Τέλος η πιθανότητα η ΚΠΑ να είναι μεγαλύτερη από 100.000 είναι $100-86,43=13,57\%$ και μεγαλύτερη από 60.000 $23,88+13,57=37,45\%$.

6.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων και συμπεράσματα

1^η περίπτωση

Πίνακας 15 Αποτελέσματα 1ης περίπτωσης

IRR	29,97%		Αποδεκτή επένδυση
ΚΠΑ	80.818,11	>0	Αποδεκτή επένδυση
ΔΚ	2,422323903	>1	Αποδεκτή επένδυση
Επανεισπρ.	4 έτη		

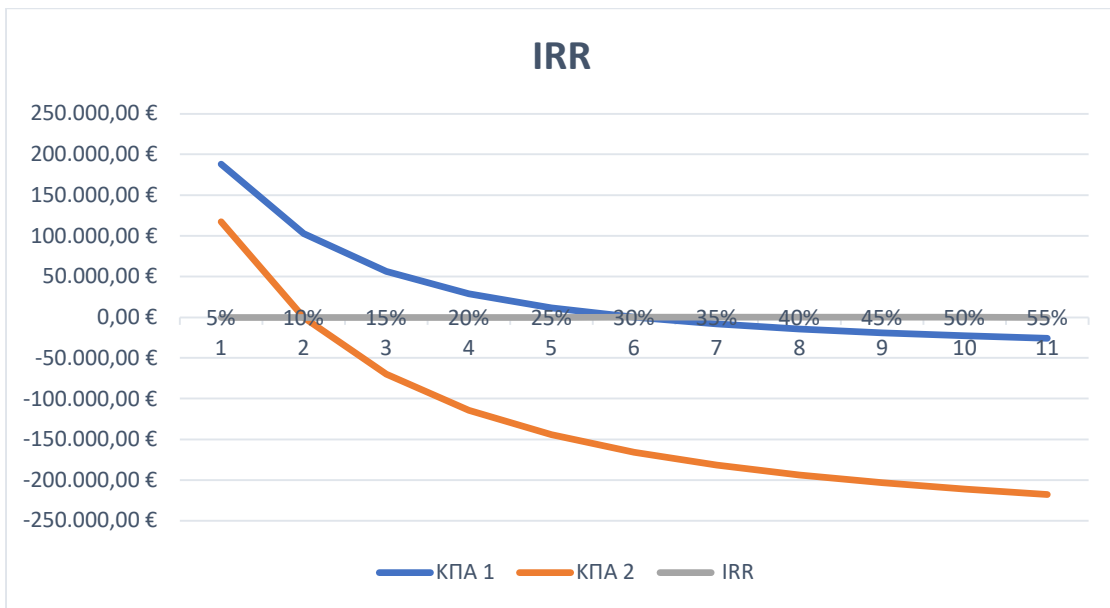
2^η περίπτωση

Πίνακας 16 Αποτελέσματα 2ης περίπτωσης

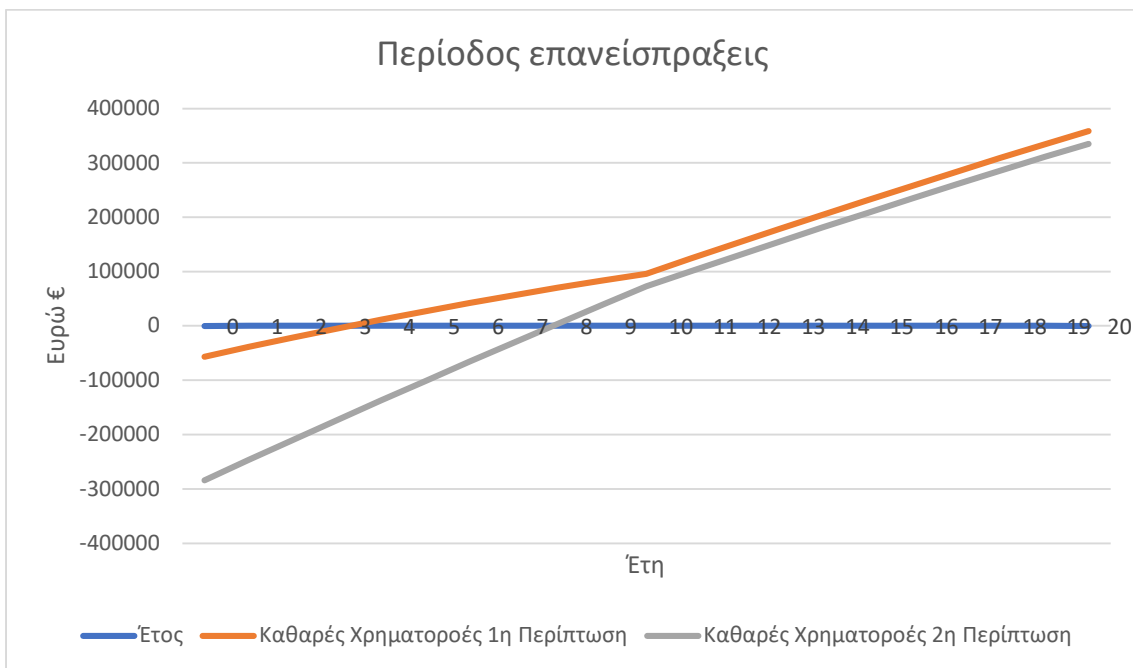
IRR	9,97%		Μη αποδεκτή επένδυση
ΚΠΑ	-32.479,23	<0	Μη αποδεκτή επένδυση
ΔΚ	0,88567914	<1	Μη αποδεκτή επένδυση
Επανεισπρ.	8 έτη		

Οι παραπάνω πίνακες μας δίνουν συγκεντρωμένα αποτελέσματα των μεθόδων που εφαρμόστηκαν εξετάζοντας 2 εναλλακτικές περιπτώσεις για την επένδυση μας. Και στις 2 περιπτώσεις ο ρυθμός απόδοσης ήταν 12%. Ωστόσο τα αποτελέσματα των 2 αυτών

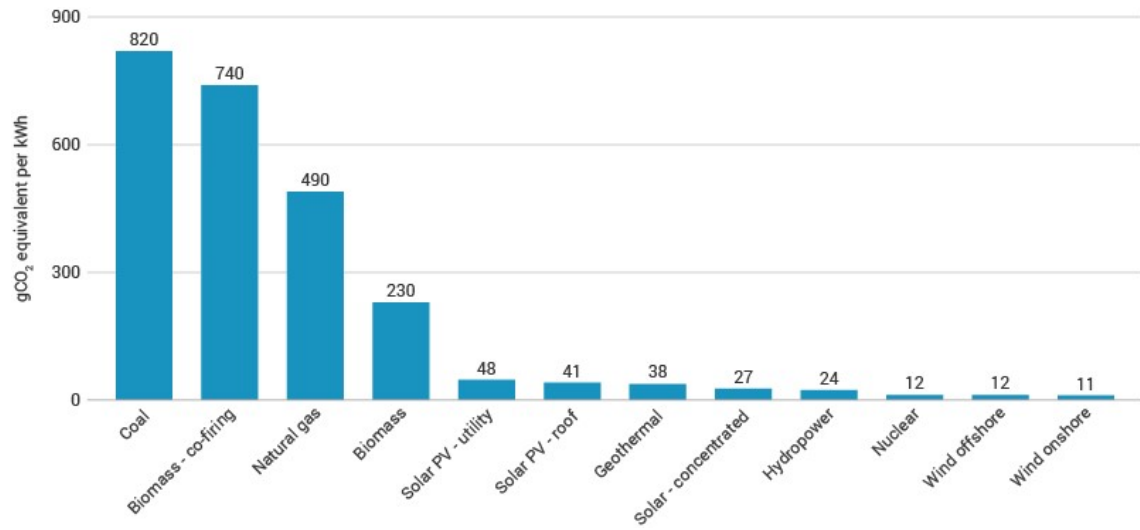
περιπτώσεων, διαφέρουν αρκετά. Με μια πρώτη ματιά καταλαβαίνουμε ότι η δεύτερη περίπτωση δεν γίνεται αποδεκτή και αυτό συμβαίνει γιατί η καθαρά παρούσα αξία με τον επιθυμητό ρυθμό απόδοσης είναι αρνητική, ενώ στην πρώτη περίπτωση είναι θετική. Επίσης λόγω του εσωτερικού ρυθμού απόδοσης η πρώτη επένδυση πέραν του ότι γίνεται αποδεκτή, έχει και μεγάλο περιθώριο αυξήσεις του αρχικού ρυθμού Απόδοσή της επένδυσης. Όσον αφορά την τρίτη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε η πρώτη περίπτωση έχει δείκτη κερδοφορίας πάνω από το ένα που για ακόμα μια φορά την καθιστά αποδεκτή. Ενώ αντιθέτως, στην δεύτερη περίπτωση ο δείκτης κερδοφορίας είναι κάτω του ενός. Τέλος και στις 2 περιπτώσεις το αρχικό κόστος αποσβένει με την πρώτη περίπτωση να συμβαίνει στο τέταρτο έτος ενώ στην δεύτερη στο όγδοο. Συμπερασματικά καταλήγουμε να επιλέξουμε την πρώτη περίπτωση.



Διάγραμμα 10 ΚΠΑ-IRR Περίπτωσης 1 και 2 μαζί



Διάγραμμα 11 Περίοδος επανείσπραξης περίπτωσης 1 και 2 μαζί

Περιβαλλοντικό αποτύπωμαΔιάγραμμα 12 Εκπομπές CO₂ ανά κατηγορία προέλευσης ενέργειας

Σύμφωνα με την Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC των Ηνωμένων Εθνών για κάθε παραγόμενη kWh από ορυκτά καύσιμα εκπέμπονται 820γρ. διοξειδίου του άνθρακα ενώ για το φωτοβολταϊκά πάρκα η τιμή είναι μόλις 48γρ. δηλαδή 772γρ. λιγότερα γραμμάρια.

Στην αρχική περίπτωση και στην 2^η παραδοχή παράχθηκαν 13.296.035,98 kW η οποίες άμα είχαν παραχθεί από με ορυκτών καύσιμα θα απελευθερωνόταν στην ατμόσφαιρα περίπου 10,26 δις γρ. CO₂.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα - Προτάσεις

7.1 Συμπεράσματα

Η αξιολόγηση του έργου είναι μια κρίσιμη πτυχή της ανάπτυξης και της εφαρμογής ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Η αξιολόγηση του έργου περιλαμβάνει την αξιολόγηση της σκοπιμότητας και της αποτελεσματικότητας του έργου, η οποία είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι το έργο είναι οικονομικά και τεχνικά εφικτό και ότι πληροί περιβαλλοντικές και κανονιστικές απαιτήσεις.

Η διεξαγωγή ανάλυσης των μεθόδων προεξοφλημένων χρηματοροών είναι ένα σημαντικό στοιχείο της αξιολόγησης του έργου, καθώς βοηθά στην εκτίμηση του κόστους και των οφελών του έργου κατά την αναμενόμενη διάρκεια ζωής του. Η ανάλυση των μεθόδων προεξοφλημένων χρηματοροών είναι περιλαμβάνει παράγοντες όπως το κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης, το κόστος συντήρησης, την παραγωγή ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι επίσης ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση παραγόντων όπως η μείωση των εκπομπών άνθρακα.

Η ανάλυση της τεχνικής σκοπιμότητας είναι ένα άλλο σημαντικό στοιχείο της αξιολόγησης του έργου. Η αξιολόγηση τεχνικής σκοπιμότητας περιλαμβάνει την αξιολόγηση της επιλογής τοποθεσίας, του σχεδιασμού του συστήματος και της επιλογής εξοπλισμού, για να διασφαλιστεί ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί για να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των επενδυτών.

Η αξιολόγηση των κανονιστικών απαιτήσεων και των απαιτήσεων πολιτικής είναι επίσης κρίσιμη, καθώς διασφαλίζει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα συμμορφώνεται με όλες τις ισχύουσες κανονιστικές και πολιτικές απαιτήσεις, όπως οι οικοδομικοί κώδικες και οι απαιτήσεις αδειοδότησης.

Συνολικά, η αξιολόγηση του έργου είναι απαραίτητη για την επιτυχή ανάπτυξη και εφαρμογή ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Αξιολογώντας τη σκοπιμότητα και την αποτελεσματικότητα του έργου, η ομάδα έργου μπορεί να διασφαλίσει ότι το σύστημα είναι οικονομικά και τεχνικά εφικτό, πληροί περιβαλλοντικές και κανονιστικές απαιτήσεις και ότι έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί για να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των ενδιαφερομένων.

7.2 Προτάσεις

Εκτός από τις πτυχές που συζητήθηκαν στο προηγούμενο συμπέρασμα, η αξιολόγηση έργου ενός φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί επίσης να περιλαμβάνει την ανάλυση δικτύου.

Η ανάλυση δικτύου περιλαμβάνει την αξιολόγηση του αντίκτυπου του φωτοβολταϊκού συστήματος στο ηλεκτρικό δίκτυο και την ανάλυση του τρόπου με τον οποίο το σύστημα μπορεί να ενσωματωθεί στην υπάρχουσα υποδομή του δικτύου. Αυτό περιλαμβάνει την αξιολόγηση της επίδρασης του φωτοβολταϊκού συστήματος στη σταθερότητα του δικτύου, την ποιότητα ισχύος και την αξιοπιστία του δικτύου.

Μια σημαντική πτυχή της ανάλυσης δικτύου είναι η αξιολόγηση της επίδρασης του φωτοβολταϊκού συστήματος στη σταθερότητα του δικτύου. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν μεταβλητή ισχύ εξόδου ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε διακυμάνσεις στην παροχή ρεύματος στο δίκτυο. Αυτό μπορεί να επηρεάσει τη σταθερότητα του δικτύου και να οδηγήσει σε διακυμάνσεις τάσης και

άλλες αστάθειες του δικτύου. Επομένως, η ανάλυση δικτύου θα πρέπει να περιλαμβάνει αξιολόγηση της ικανότητας του συστήματος να παρέχει υπηρεσίες υποστήριξης δικτύου, όπως έλεγχος άεργου ισχύος και ρύθμιση τάσης, για τη διατήρηση της σταθερότητας του δικτύου.

Μια άλλη σημαντική πτυχή της ανάλυσης δικτύου είναι η αξιολόγηση της επίδρασης του φωτοβολταϊκού συστήματος στην ποιότητα ισχύος. Η ποιότητα ισχύος αναφέρεται στην ικανότητα του δικτύου να παρέχει σταθερή και αξιόπιστη παροχή ρεύματος στους πελάτες. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να προκαλέσουν διακυμάνσεις τάσης και αρμονικές παραμορφώσεις στο δίκτυο, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα της παροχής ρεύματος στους πελάτες. Επομένως, η ανάλυση δικτύου θα πρέπει να περιλαμβάνει αξιολόγηση της ικανότητας του συστήματος να συμμορφώνεται με τα πρότυπα και τους κανονισμούς ποιότητας ισχύος.

Τέλος, η ανάλυση δικτύου θα πρέπει να αξιολογήσει τον αντίκτυπο του φωτοβολταϊκού συστήματος στην αξιοπιστία του δικτύου. Η αξιοπιστία δικτύου αναφέρεται στην ικανότητα του δικτύου να παρέχει συνεχή και αδιάλειπτη παροχή ρεύματος στους πελάτες. Η ενσωμάτωση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος στο δίκτυο μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία του δικτύου, καθώς εισάγει μεταβλητή ισχύ εξόδου και απαιτεί συντονισμό με άλλα στοιχεία του δικτύου. Ως εκ τούτου, η ανάλυση δικτύου θα πρέπει να περιλαμβάνει αξιολόγηση της ικανότητας του συστήματος να παρέχει αξιόπιστη παροχή ρεύματος στους πελάτες και να διατηρεί την αξιοπιστία του δικτύου.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Γκόλφης, Κ., 2020. *Συγκριτική αξιολόγηση σκοπιμότητας, φωτοβολταϊκών και αιολικών έργων, παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
2. Δαμιανίδης, Μ. και συν., 2011. *Οδηγός Μελέτης και Υλοποίησης Φωτοβολταϊκών Έργων*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/fwtovoltaika_ergwn.pdf
3. ΚΑΠΕ, 2022. *Center for Renewable Energy Sources and Savings- ΚΑΠΕ*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_eng.htm
[Πρόσβαση 15 12 2022].
4. Μπουζούκης, Ν. Δ., 2021. *Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος για net metering στο εργοστάσιο Ευάγγελος και Κωνσταντίνος Έξαρχος και ΣΙΑ ΟΕ*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
5. Πολύζος, Σ., 2011. *Διοίκηση και Διαχείριση Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές*. 2η επιμ. Αθήνα: Κριτική.
6. Ρυθμιστική αρχή ενέργειας, 2022. *ΡΑΕ - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.rae.gr/ape/>
[Πρόσβαση 15 12 2022].
7. Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών , 2021. *Ένας πρακτικός οδηγός για επενδύσεις στα φωτοβολταϊκά*. Άγιος Δημήτριος: Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών www.helapco.gr.
8. Σύνδεσμος Εταίρων Φωτοβολταϊκών, 2013. *Φωτοβολταϊκα - Ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός*. Άγιος Δημήτριος: <https://helapco.gr/>.
9. Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών, 2022. *Σύνδεσμος εταίρων φωτοβολταϊκών*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://helapco.gr/>
[Πρόσβαση 15 12 2022].
10. Φραγκιαδάκης, Ι. Ε., 2019. *Φωτοβολταϊκά Συστήματα*. 4η επιμ. Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Aurora, χ.χ. *Comprehensive Guide to Solar Panel Types*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://aurorasolar.com/blog/solar-panel-types-guide/>
2. Capital, E. G., 2014. *European Green Capital*. Copenhagen: s.n.
3. Chouliaras, Chatzivasileiou & Karamanis, 2018. *Photovoltaic systems in Greece: An overview of the policy and regulatory framework*. s.l.:s.n.
4. EIA, 2022. *What is renewable energy*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>
[Πρόσβαση 15 12 2022].
5. Energy Efficiency Technologies office, 2022. *Concentrating Solar-Thermal Power Basics*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.energy.gov/eere/solar/concentrating-solar-thermal-power-basics>
[Πρόσβαση 15 12 2022].
6. Energy Education, 2022. *Photovoltaic system*. [Online]
Available at: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Photovoltaic_system
[Accessed 15 12 2022].
7. European Commission, 2019. *Commission assessment of the draft National Energy and Climate Plan 2021-2030*, EU: European Commission.
8. European Commission, 2022. *Climate Action*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan_en
[Πρόσβαση 15 12 2022].
9. European Commission, 2022. *REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_3131
[Πρόσβαση 15 12 2022].
10. European Commission, 2022. *Solar energy*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en
[Πρόσβαση 15 12 2022].
11. European Commission, 2022. *2030 climate & energy framework*. [Online]
Available at: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en
[Accessed 15 12 2022].
12. European Commission, 2022. *Renewable energy targets*. [Online]
Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en
[Accessed 15 12 2022].

13. Eurostat, 2022. *Eurostat*. [Online]
Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_2021/bloc-2a.html?lang=en
[Accessed 15 12 2022].
14. Eurostat, 2022. *What do we produce in the EU?*. [Online]
Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_2021/bloc-2b.html?lang=en
[Accessed 15 12 2022].
15. Eurostat, 2022. *What is the source of the electricity we consume*. [Online]
Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_2021/bloc-3b.html?lang=en
[Accessed 15 12 2022].
16. Eurostat, 2022. *What kind of energy do we consume in the EU*. [Online]
Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_2021/bloc-3a.html?lang=en
[Accessed 12 15 2022].
17. Foley, A., 2018. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Belfast : Queen's University Belfast.
18. Global Goals, 2022. *13 Climate Action Take urgent action to combat climate change and its impacts.*. [Online]
Available at: <https://www.globalgoals.org/goals/13-climate-action/>
[Accessed 15 12 2022].
19. Green Peace, 2018. *Social Solar Policy in Greece*. s.l.:s.n.
20. ICLG, 2023. *Renewable energy laws and regulations*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://iclg.com/practice-areas/renewable-energy-laws-and-regulations/greece>
21. IEA, 2019. *Renewables 2019 Analysis and forecast to 2024*, s.l.: IEA.
22. IEA, 2021. *Net Zero by 2050*. [Online]
Available at: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
[Accessed 15 12 2022].
23. IEA, 2022. *Global Energy Crisis*. [Online]
Available at: <https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis>
[Accessed 15 12 2022].
24. IEA, 2022. *Greek National Energy and Climate Plan*. [Online]
Available at: <https://www.iea.org/policies/12750-greek-national-energy-and-climate-plan>
[Accessed 12 15 2022].
25. IEA, 2022. *Net Zero Emissions by 2050 Scenario*. [Ηλεκτρονικό].
26. IPCC, 2018. *IPCC*. [Online]

Available at: <https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakers-of-ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5c-approved-by-governments/>
[Accessed 15 12 2022].

27. Jager- Waldau, A., 2017. *PV Status Report 2017*, Italy: European Commission.
28. Joel, J. και συν., 2015. *Pathways for Solar Photovoltaics*. s.l.:s.n.
29. Jones-Albertus, B., 2021. *Solar Futures Study*, US: National Renewable Energy Laboratory.
30. Landau, C. R., 2018. *Optimum Tilt of Solar Panels*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.solarpaneltilt.com>
[Πρόσβαση 2023 1 27].
31. Lora Shinn-NRDC, 2022. *Renewable Energy: The Clean Facts*. [Online]
Available at: <https://www.nrdc.org/stories/renewable-energy-clean-facts>
[Accessed 15 12 2022].
32. Mathews, J. (., 2018. *Global Warming of 1.5°C*, Cambridge: IPCC.
33. Office Energy Efficiency & Renewable Energy, 2022. *Solar Photovoltaic Technology Basics*. [Online]
Available at: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-technology-basics>
[Accessed 15 12 2022].
34. Papapostolou & Vassilopoulos, 2015. *Solar photovoltaic systems in Greece: An overview*. *Energy Policy*. s.l.:s.n.
35. Petrakis, 2015. *The Solar Revolution in Greece*. *Journal of Energy Engineering*. s.l.:s.n.
36. Popkostova, Y., 2022. *Europe's energy crisis conundrum*. [Online]
Available at: <https://www.iss.europa.eu/content/europes-energy-crisis-conundrum>
[Accessed 15 12 2022].
37. PVGIS, 2023. *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP
[Πρόσβαση 27 1 2023].
38. Ranabhat, K., 2016. *TECHNOLOGY, AN INTRODUCTION TO SOLAR CELL*. Moscow: s.n.
39. Skouloudis & Kavadias, 2019. *Photovoltaic Systems in Greece: A Review of the Literature*. s.l.:s.n.
40. Solar Energy Canada Org, 2022. *Solar Energy Canada Org*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://solarenergycanada.org/what-are-the-7-types-of-renewable-energy/#Why_is_nuclear_energy_not_green

[Πρόσβαση 15 12 2022].

41. Solar PV Industry Alliance, 2022. *Solar PV Industry Alliance*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://solaralliance.eu/>
[Πρόσβαση 15 12 2022].
42. Tawalbeh, M. και συν., 2020. *Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook*. s.l.:s.n.
43. Unated Nations, 2022. *For a livable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action*. [Ηλεκτρονικό].
44. United Nation Climate Action, 2022. *Net Zero*. [Online]
Available at: <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>
[Accessed 15 12 2022].
45. United Nations , 2022. *Climate Changes*. [Online]
Available at: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>
[Accessed 12 15 2022].
46. United Nations Climate Change, 2022. *The Paris Agreement*. [Online]
Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
[Accessed 15 12 2022].
47. United Nations, 2022. *Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts*. [Online]
Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>
[Accessed 15 12 2022].
48. Unites Nations Climate Action, 2022. *What is renewable energy*. [Online]
Available at: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>
[Accessed 15 12 2022].
49. World Bank, 2020. *The Adaptation Principles: 6 Ways to Build Resilience to Climate Change*. [Online]
Available at: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2020/11/17/the-adaptation-principles-6-ways-to-build-resilience-to-climate-change>
[Accessed 15 12 2022].
50. World Bank, 2023. *Gobal Solar Atlas*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://globalsolaratlas.info/map?c=11.609193,8.4375,3>
[Πρόσβαση 27 1 2023].
51. World Meteorological Organization, 2021. *State of the Global climate*, Geneva: World Meteorological Organization.
52. World Meteorological Organization, 2022. *World Meteorological Organization*. [Online]
Available at: https://public.wmo.int/en/resources/united_in_science
[Accessed 15 12 2022].

53. Zerefos, Bais, karkatsoulis & Papaligouras, 2015. *Photovoltaic systems in Greece: Development, current status, and prospects..* s.l.:s.n.