



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ανάλυση σεναρίων χρηματοοικονομικής απόδοσης φωτοβολταϊκών πάρκων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΡΕΣΤΗΣ ΙΩΑΝΝΟΥ

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ανάλυση σεναρίων χρηματοοικονομικής απόδοσης φωτοβολταϊκών πάρκων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΡΕΣΤΗΣ ΙΩΑΝΝΟΥ

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 18^η Μαρτίου 2021.

.....
Χ. Δούκας
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ι. Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δ. Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2021

.....
ΟΡΕΣΤΗΣ ΙΩΑΝΝΟΥ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ορέστης Ιωάννου, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Τα φωτοβολταϊκά πάρκα αποτελούν τον τρόπο μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια μιας εκ των βασικότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της ηλιακής ακτινοβολίας. Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η εξέταση των διαφορών παραμέτρων επιχειρηματικού σχεδιασμού των φωτοβολταϊκών πάρκων. Πιο συγκεκριμένα, σε διεθνή κλίμακα εξετάζεται το καθεστώς χρέωσης των φωτοβολταϊκών πάρκων με τις διάφορες πηγές εσόδων τους. Επιπροσθέτως, αναλύονται τα βήματα ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών πάρκων και οι κίνδυνοι που τα συνοδεύουν κατά τη φάση κατασκευής και κατά τη φάση λειτουργία τους. Παράλληλα, διερευνώνται οι τρόποι χρηματοδότησης και οι τρόποι αποτίμησης της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πάρκων. Σε αυτήν την κατεύθυνση παρέχονται σχετικά παραδείγματα από φωτοβολταϊκά πάρκα συνήθους επαγγελματικής πρακτικής τα οποία σχεδιάζονται επιχειρηματικά ούτως ώστε να αναδειχθεί η απόδοσή τους καθώς και οι επιπτώσεις που έχουν πιθανοί κίνδυνοι στην απόδοσή τους.

Λέξεις κλειδιά: επιχειρηματικός σχεδιασμός φωτοβολταϊκού πάρκου, καθεστώς χρέωσης έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, βήματα ανάπτυξης φωτοβολταϊκού πάρκου, κίνδυνοι φωτοβολταϊκού πάρκου, τρόποι χρηματοδότησης φωτοβολταϊκού πάρκου, τρόποι αποτίμησης απόδοσης φωτοβολταϊκού πάρκου.

Abstract

Photovoltaic parks constitute the way that one of the most profound renewable energy sources, solar radiation, is converted into electric energy. The primary task of the diploma thesis is the examination of the various parameters which affect business planning of photovoltaic parks. More specifically, the renewable energy support schemes and the photovoltaic park revenues are analyzed in global scale. Furthermore, the development steps and the risks which accompany photovoltaic parks during their construction phase and their operation phase are thorough explored. Simultaneously the financing schemes which are generally used in photovoltaic parks are shown along with corresponding performance measures which are used to calculate future earnings. In this direction, standard practice photovoltaic park examples are presented in terms of business plan by additionally indicating the effect that possible risks have on their performance.

Key words: photovoltaic park business plan, renewable energy support schemes, photovoltaic park development steps, photovoltaic park risks, photovoltaic park financing, photovoltaic park performance measures.

Put your future in good hands... your own

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του Αν. Καθηγητή κ. Χάρη Δούκα στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Στον κ. Δούκα εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες για την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας η οποία συνδέεται άμεσα με τις επαγγελματικές μου προσδοκίες και, ως εκ τούτου, είναι ιδιαίτερη χρήσιμη για εμένα.

Παράλληλα, η διπλωματική εργασία προχώρησε υπό τη συνεπίβλεψη του Χρήστου Στεφανάτου, μηχανολόγου μηχανικού και ιδρυτή της Parity Platform, ο οποίος αποτέλεσε συνεχή αρωγό της προσπάθειάς μου για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας και τον ευχαριστώ θερμά για την ακάματη υποστήριξη που μου παρείχε.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου δίχως τους οποίους δε θα κατάφερνα να αντεπεξέλθω στις απαιτήσεις τόσο της διπλωματικής εργασίας όσο και του υπολοίπου κύκλου σπουδών. Η εργασία είναι αφιερωμένη στην κοπέλα μου η οποία και με βοήθησε ουσιαστικά σε όλη τη διάρκεια του κύκλου σπουδών μου.

Περιεχόμενα

1. Φωτοβολταϊκή τεχνολογία	21
1.1. Ηλιακή ακτινοβολία	21
1.2. Ηλιακά κελιά	21
1.3. Αντιστροφείς	22
1.4. Λοιπά στοιχεία εγκατάστασης	23
1.4.1. Καλωδιώσεις	23
1.4.2. Υποσταθμοί μέσης τάσης.....	24
1.5. Παράγοντες επηρεασμού απόδοσης.....	25
1.5.1. Επίδραση σκίασης.....	25
1.5.2. Ταξινόμηση πάνελ.....	26
1.5.3. Κανόνες χωροθέτησης πάνελ.....	26
1.5.4. Συντήρηση εγκατάστασης.....	28
1.5.5. Ηλιακό δυναμικό στην Ελλάδα	29
2. Βήματα ανάπτυξης φωτοβολταϊκού έργου	33
2.1. Αναζήτηση νομοθετικού πλαισίου.....	33
2.2. Εύρεση έκτασης ανάπτυξης έργου και αξιολόγηση ηλιακού δυναμικού	34
2.3. Αδειοδότηση ανάπτυξης έργου και ένταξη σε πρόγραμμα	35
2.4. Χρηματοδότηση έργου.....	35
2.5. Κατασκευή και έναρξη λειτουργίας έργου	36
3. Τρόποι χρηματοδότησης φωτοβολταϊκού έργου	39
3.1. Ίδια κεφάλαια.....	39
3.2. Δανεισμός.....	39
3.2.1. Χρηματοδότηση έργων	39
3.2.2. Εταιρική χρηματοδότηση	40
3.2.3. Χρηματοδότηση με περιορισμένη αναγωγή στους φορείς της επένδυσης ...	41
3.3. Συνανάπτυξη	42
3.4. Χρηματοδοτική μίσθωση	42
3.5. Συμμετοχική χρηματοδότηση	43
4. Τρόποι αποτίμησης απόδοσης φωτοβολταϊκού έργου.....	45
4.1. Καθεστώς χρέωσης.....	45
4.1.1. Συμβάσεις αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας.....	45
4.1.2. Σταθερές εγγυημένες τιμές.....	45

4.1.3.	Εγγυημένες διαφορικές τιμές	46
4.1.4.	Ενεργειακός συμψηφισμός	47
4.1.5.	Πιστοποιητικά ανανεώσιμων πηγών ενέργεια και φορολογικές ελαφρύνσεις 47	
4.2.	Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα	48
4.3.	Πρόβλεψη εξόδων.....	49
4.3.1.	Έξοδα κατά την έναρξη του έργου	49
4.3.2.	Έξοδα κατά τη λειτουργία του έργου.....	50
4.4.	Απόδοση	50
4.4.1.	Ανάλυση καθαρής παρούσας αξίας.....	50
4.4.2.	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης	51
4.4.3.	Απόδοση επένδυσης	51
4.4.4.	Ελεύθερες ταμειακές ροές	51
5.	Κίνδυνοι ανάπτυξης φωτοβολταϊκού έργου	53
5.1.	Τύποι κινδύνων	53
5.1.1.	Κίνδυνοι αγοράς.....	53
5.1.2.	Λειτουργικοί κίνδυνοι	54
5.1.3.	Επιχειρηματικοί κίνδυνοι	54
5.1.4.	Χρηματοδοτικοί κίνδυνοι.....	55
5.2.	Αντιστάθμιση κινδύνων	55
5.2.1.	Συμβάσεις ανταλλαγής σταθερής τιμής - όγκου	56
5.2.2.	Εταιρικές συμβάσεις αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας	56
5.2.3.	Συμβάσεις ανταλλαγής με επιχειρήσεις διαχείρισης κινδύνων	57
5.2.4.	Λοιπά είδη αντιστάθμισης κινδύνων	57
6.	Επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά έργα	59
6.1.	Χαρακτηριστικά επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά έργα	59
6.2.	Φωτοβολταϊκά έργα στην Ελλάδα	59
6.3.	Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκά έργα στην Ελλάδα.....	60
7.	Ανάλυση φωτοβολταϊκού έργων	65
7.1.	Ανάλυση φωτοβολταϊκού έργου 150 kWp	65
7.1.1.	Στοιχεία έργου	65
7.1.2.	Στοιχεία ακτινοβολίας.....	66
7.1.3.	Σχεδιασμός εγκατάστασης.....	67
7.1.4.	Πρόβλεψη παραγωγής.....	70

7.1.5.	Πρόβλεψη εσόδων	70
7.1.6.	Κόστος κατασκευής εγκατάστασης (CAPEX - Capital Expenditure)	71
7.1.7.	Κόστη στη λειτουργία της εγκατάστασης (OPEX - Operating Expenditure) ...	72
7.1.8.	Διάρθρωση κεφαλαίου	72
7.1.9.	Τυπικό σενάριο με 100 % ίδια κεφάλαια.....	73
7.1.10.	Τυπικό σενάριο με 30 % ίδια κεφάλαια.....	75
7.1.11.	Σενάριο μείωσης απόδοσης εξοπλισμού	77
7.1.12.	Σενάριο επιβολής επιπλέον τέλους	79
7.2.	Ανάλυση φωτοβολταϊκού έργου 410 kWp	81
7.2.1.	Στοιχεία έργου	81
7.2.2.	Στοιχεία ακτινοβολίας	82
7.2.3.	Σχεδιασμός εγκατάστασης	83
7.2.4.	Πρόβλεψη παραγωγής.....	86
7.2.5.	Πρόβλεψη εσόδων	86
7.2.6.	Κόστος κατασκευής εγκατάστασης (CAPEX - Capital Expenditure)	87
7.2.7.	Κόστη στη λειτουργία της εγκατάστασης (OPEX - Operating Expenditure) ...	88
7.2.8.	Διάρθρωση κεφαλαίου	88
7.2.9.	Τυπικό σενάριο με 100 % ίδια κεφάλαια.....	89
7.2.10.	Τυπικό σενάριο με 30 % ίδια κεφάλαια.....	91
7.2.11.	Σενάριο μείωσης απόδοσης εξοπλισμού	93
7.2.12.	Σενάριο επιβολής επιπλέον τέλους	95
7.3.	Σύγκριση έργων	97
8.	Βιβλιογραφία	99

Πίνακας εικόνων

Εικ. 1. Απόδοση φωτοβολταϊκών πάνελς σε σχέση με κλίση και προσανατολισμό	27
Εικ. 2. Μεταβολή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αποκλίσεων τοποθέτησης σε σχέση με βέλτιστες συνθήκες	28
Εικ. 3. Ετήσιοι κλιματολογικοί μέσοι όροι της λαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας GHI....	30
Εικ. 4. Ετήσιοι κλιματολογικοί μέσοι όροι της λαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας DNI....	30
Εικ. 5. Παραγωγή ενέργειας για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδα	31
Εικ. 6. Κίνδυνοι ανάλογα με την πηγή χρηματοδότησης.....	56
Εικ. 7. Χρονική εξέλιξη της ισχύος στην ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών έργων	59
Εικ. 8. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 8.05 MW στον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος», 2011.....	60
Εικ. 9. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 8.99 MW στους Σοφάδες Καρδίτσας.....	61
Εικ. 10. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 1.50 MW στο Βαθυχώρι Αττικής.....	61
Εικ. 11. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 1.05 MW στην Αιτωλοακαρνανία.....	62
Εικ. 12. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 10.30 MW στον Δομοκό.....	62
Εικ. 13. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 0.48 MW στον Αθερινόλακκο Κρήτης.....	63
Εικ. 14. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 3.00 MW στη Βοιωτία.....	63
Εικ. 15. Φωτογραφία αγροτεμαχίου πάρκου 150 kWp	65
Εικ. 16. Ηλιακή ακτινοβολία πάρκου 150 kWp.....	66
Εικ. 17. Αποστάσεις μεταξύ των πάνελς στο πάρκο των 150 kWp	67
Εικ. 18. Σκιάσεις στο πάρκο των 150 kWp	68
Εικ. 19. Ισχύς - Τάση των φωτοβολταϊκά πάνελς στο πάρκο των 150 kWp	69
Εικ. 20. Απόδοση των αντιστροφών στο πάρκο των 150 kWp	69
Εικ. 21. Πρόβλεψη παραγωγής στο πάρκο των 150 kWp.....	70
Εικ. 22. Πρόβλεψη εσόδων στο πάρκο των 150 kWp	71
Εικ. 23. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp .	73
Εικ. 24. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp	74
Εικ. 25. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp ...	75
Εικ. 26. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp	76
Εικ. 27. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp ...	77
Εικ. 28. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp	78
Εικ. 29. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp ...	79
Εικ. 30. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp	80
Εικ. 31. Φωτογραφία αγροτεμαχίου πάρκου 410 kWp	81
Εικ. 32. Ηλιακή ακτινοβολία πάρκου 410 kWp.....	82
Εικ. 33. Αποστάσεις μεταξύ των πάνελς στο πάρκο των 410 kWp	83

Εικ. 34. Σκιάσεις στο πάρκο των 410 kWp	84
Εικ. 35. Ισχύς - Τάση των φωτοβολταϊκά πάνελς στο πάρκο των 410 kWp	85
Εικ. 36. Απόδοση των αντιστροφών στο πάρκο των 410 kWp	85
Εικ. 37. Πρόβλεψη παραγωγής στο πάρκο των 410 kWp.....	86
Εικ. 38. Πρόβλεψη εσόδων στο πάρκο των 410 kWp.....	87
Εικ. 39. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp .	89
Εικ. 40. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp	90
Εικ. 41. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp ...	91
Εικ. 42. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp	92
Εικ. 43. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp ...	93
Εικ. 44. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp	94
Εικ. 45. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp ...	95
Εικ. 46. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp	96

Πίνακας πινάκων

Πιν. 1. Στοιχεία συντήρησης φωτοβολταϊκού πάρκου	29
Πιν. 2. Χαρακτηριστικά χρηματοδότησης έργων	40
Πιν. 3. Χαρακτηριστικά εταιρικής χρηματοδότησης	41
Πιν. 4. Χαρακτηριστικά χρηματοδότησης με περιορισμένη αναγωγή στους φορείς της επένδυσης	42
Πιν. 5. Σύγκριση μεταξύ των δύο φωτοβολταϊκών πάρκων	97

1. Φωτοβολταϊκή τεχνολογία

1.1. Ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία διαχωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες όσον αφορά στον τρόπο με τον οποίο τυπικά υπολογίζεται προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα στοιχεία σε σχέση με την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών έργων:

- Άμεση ηλιακή ακτινοβολία (DNI - Direct Normal Irradiance): Η ηλιακή ακτινοβολία που έρχεται απευθείας από τον ηλιακό δίσκο σε μια επίπεδη επιφάνεια κάθετη προς αυτή.
- Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία (DHI - Diffuse Horizontal Irradiance): Η ηλιακή ακτινοβολία (χωρίς να περιλαμβάνεται η DNI), οποία διασκορπίζεται από τα σύννεφα, τα αερολύματα και άλλα ατμοσφαιρικά συστατικά σε μια οριζόντια επιφάνεια.
- Ολική ηλιακή ακτινοβολία (GHI - Global Horizontal Irradiance): Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει από το όριο της ατμόσφαιρας σε μια οριζόντια επιφάνεια.

Αυτά τα μεγέθη συνδέονται μεταξύ τους μέσω της ακόλουθης σχέσης, όπου θ αναφέρεται στη ηλιακή ζενίθια γωνία.

$$GHI = DHI + DNI \cdot \cos\theta \quad (1)$$

1.2. Ηλιακά κελιά

Τα φωτοβολταϊκά πάνελς αποτελούνται από ηλιακά κελιά (solar cells) με δύο στρώματα ημιαγωγίμου υλικού κατασκευασμένου από κρυστάλλους πυριτίου. Τα δύο στρώματα είναι διαφορετικού φορτίου, το ένα έχει θετικό φορτίο (τύπου-p) και το άλλο έχει αρνητικό φορτίο (τύπου-n). Η μεταξύ τους διεπιφάνεια ονομάζεται p-n επαφή.

Η ενέργεια του ηλιακού φωτός ελευθερώνει ηλεκτρόνια σε αυτά τα δύο στρώματα. Τα ηλεκτρόνια στην προσπάθειά τους να μεταφερθούν από το στρώμα τύπου-n στο στρώμα τύπου-p εμποδίζονται από το ηλεκτρικό πεδίο που υπάρχει στην p-n επαφή. Η μεταφορά τους, λοιπόν, πραγματοποιείται μέσω εξωτερικού κυκλώματος, που συνδέει τα δύο στρώματα, στο οποίο δημιουργείται ρεύμα, το οποίο είναι και εκείνο που οδηγεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Γενικά τα ηλιακά κελιά έχουν μικρό μέγεθος και ισχύ αλλά ενώνονται μεταξύ τους εν σειρά ή παράλληλα, δημιουργώντας φωτοβολταϊκά πάνελς. Συνήθως επιλέγεται η εν σειρά σύνδεση που οδηγεί σε χαμηλότερο ρεύμα και αυξημένη τάση, οπότε σε μικρότερες διατομές και χαμηλότερες απώλειες. Ωστόσο, λόγω της εν σειρά σύνδεσης, η απόδοση των φωτοβολταϊκών πάνελς καθορίζεται από την απόδοση ενός κελιού, γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται σε κάθε περίπτωση η μερική σκίαση των πάνελς και τα πάνελς να είναι κατασκευασμένα από ίδια ηλιακά κελιά.

1.3. Αντιστροφείς

Για τη σύνδεση στο δίκτυο απαιτείται η μετατροπή της συνεχούς τάσης DC που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενη τάση AC. Τα στοιχεία που εφαρμόζουν αυτήν τη μετατροπή είναι οι αντιστροφείς (inverters). Δεδομένου ότι όλη η ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο γίνεται μέσα από τους αντιστροφείς, αυτοί πρέπει να χαρακτηρίζονται από υψηλή αξιοπιστία και απόδοση ενώ συχνά επιβάλλονται διάφορες προδιαγραφές όπως:

- Ρυθμίσεις προστασιών ορίων τάσης και συχνότητας
- Περιορισμός αρμονικών παραμορφώσεων, ιδανικά ο συντελεστής ισχύος με τον οποίο παρέχεται ενέργεια στο δίκτυο θα πρέπει να είναι ίσος με μονάδα ούτως ώστε να μην υπάρχει άεργος ισχύς
- Περιορισμός έγχυσης συνεχούς ρεύματος
- Προστασία έναντι νησιδοποίησης

Η ισχύς των πάνελς μεταβάλλεται ανάλογα με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη θερμοκρασία (μειώνεται με τη μείωση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και την αύξηση της θερμοκρασίας). Ωστόσο, οι αντιστροφείς εμφανίζουν μέγιστη απόδοση σε συγκεκριμένες ζώνες ισχύος και τάσης.

Συνεπώς, είναι απαραίτητο οι αντιστροφείς να διαθέτουν διατάξεις που παρακολουθούν την εφαρμοζόμενη ισχύ και τάση και να εφαρμόζουν κατάλληλες μεταβολές προκειμένου να επιτυγχάνεται ως σημείο λειτουργίας το σημείο μέγιστης ισχύος. Οι βασικοί τύποι αντιστροφέων είναι οι εξής:

- Κεντρικοί αντιστροφείς (central inverters), αντιστοιχίζονται σε όλο το φωτοβολταϊκό πάρκο. Είναι κυρίως για πάρκα μεγάλης ισχύος.

- Αντιστροφείς κλάδων (string inverters), αντιστοιχίζονται σε σειρές φωτοβολταϊκών πάνελς. Είναι κυρίως για πάρκα χαμηλής και μέση ισχύος.
- Αντιστροφείς πολλαπλών κλάδων (multi-string inverters), αντιστοιχίζονται σε συστοιχίες φωτοβολταϊκών πάνελς. Είναι κυρίως για περιπτώσεις χρήσης διαφορετικού τύπου πάνελς ή πάνελς με σημαντικά διαφορετική απόδοση λόγω κλίσης ή σκιάσεων.
- Αντιστροφείς με ενσωμάτωση σε φωτοβολταϊκά πάνελς (module integrated inverters). Είναι κυρίως για μικρές εγκαταστάσεις με εξατομίκευση στα χαρακτηριστικά του εκάστοτε πάνελ.

Επιπροσθέτως, η ύπαρξη ή όχι μετασχηματιστή απομόνωσης στους αντιστροφείς, μεταβάλλει σημαντικά την απόδοσή τους. Τυπικά, με χρήση μετασχηματιστή απομόνωσης χαμηλής συχνότητας η απόδοση είναι 92-94 %, με μετασχηματιστή απομόνωσης υψηλής συχνότητας η απόδοση είναι 94-96 % και χωρίς μετασχηματιστή απομόνωσης 96-98.5 %. Ο μετασχηματιστής απομόνωσης στοχεύει στην απομόνωση της DC πλευράς από την AC πλευρά που συνδέεται στο δίκτυο. Δίχως μετασχηματιστή απομόνωσης, υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις προστασίας ενώ μπορεί να υπάρχουν διαρροές και ασυμμετρίες.

1.4. Λοιπά στοιχεία εγκατάστασης

1.4.1. Καλωδιώσεις

Σε ένα φωτοβολταϊκό πάρκο χρησιμοποιούνται καλωδιώσεις τόσο AC όσο και DC. Οι DC καλωδιώσεις χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση μεταξύ των φωτοβολταϊκών πάνελς καθώς και για τη σύνδεση με τους αντιστροφείς ενώ οι AC καλωδιώσεις χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των αντιστροφέων με το δίκτυο. Λόγω ευρείας χρήσης σε φωτοβολταϊκά πάρκα έχουν ανακύψει ειδικές καλωδιώσεις (solar cables) με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Αντοχή σε αυξημένες θερμοκρασίες
- Αυξημένη μόνωση για αποφυγή σφαλμάτων μεταξύ των πόλων και σφάλματα γης
- Ανθεκτικότητα σε δυσχερείς καιρικές συνθήκες και υπεριώδη ακτινοβολία
- Προστασία από υπερτάσεις
- Προστασία έναντι τρωκτικών

Σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό των καλωδιώσεων φέρεται να παίζει το μήκος τους και η αντίστασή τους, με τρόπο τέτοιο ώστε να περιορίζονται οι απώλειές τους. Ειδικά σε μεγάλες εγκαταστάσεις ενδέχεται οι εισοδοί των αντιστροφών να είναι περιορισμένες, οπότε μπορεί να υπάρχει μια μεγαλύτερη διατομή στην οποία καταλήγουν τα καλώδια πολλών κλάδων μέσα από κατάλληλο κιτίο το οποίο συνήθως είναι εφοδιασμένο με διατάξεις επιτήρησης, απαγωγείς υπερτάσεων και DC διακόπτες φορτίων.

Επιπλέον, σε σχέση με τη συνδεσμολογία μεταξύ των πάνελς, αυτή μπορεί να είναι είτε σειριακή είτε παράλληλη. Η παράλληλη σύνδεση είναι κυρίως για μικρά συστήματα όπου διατηρείται ίδια η τάση και αυξάνεται το ρεύμα, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο το κόστος των καλωδιώσεων καθώς και τις απαιτήσεις σε επιπλέον εξοπλισμό, όπως ειδικά κιτία σύνδεσης. Η σειριακή σύνδεση διατηρεί ίδιο το ρεύμα αλλά αυξάνει την τάση η οποία όμως είναι διαχειρίσιμη από τα συστήματα MPPT, οπότε οι σειριακές συνδέσεις έχουν καλύτερη συμπεριφορά σε μεγάλες αποστάσεις (μικρότερα καλώδια) ενώ το κύριο πρόβλημα που εμφανίζουν είναι η περίπτωση των τοπικών σκιάσεων των πάνελς, όπου δημιουργείται κώλυμα και στην ουσία το ένα πάνελ επηρεάζει το άλλο.

Γενικά, οι καλωδιώσεις οδηγούν σε απώλειες της τάξης 0.1-2.0 %.

1.4.2. Υποσταθμοί μέσης τάσης

Οι υποσταθμοί μέσης τάσης είναι απαραίτητοι για υψηλές ισχύες και περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στοιχεία (ιδανικά σε ανεξάρτητο χώρο το καθένα):

- Τμήμα του ηλεκτρικού πίνακα μέσης τάσης
- Μετασχηματιστές ισχύος
- Γενικό πίνακα χαμηλής τάσης

Τα στοιχεία αυτά θα πρέπει να διαστασιολογηθούν ως προς το μέγεθος και το πλήθος των μετασχηματιστών ισχύος, το μέγεθος και το είδος των καλωδίων μέσης τάσης, το μέγεθος και το είδος των ζυγών στη μέση και χαμηλή τάση καθώς και το μέγεθος και το είδος των μέσων προστασίας στη μέση και χαμηλή τάση.

Ως μέσα προστασίας νοούνται οι συσκευές που είναι σε θέση να διακόψουν εγκαίρως μια μη επιθυμητή κατάσταση λειτουργίας, όπως βραχυκύκλωμα, υπερφόρτιση, υπέρταση ή έλλειψη τάσης. Αυτά συνήθως είναι ασφάλειες

(προστασία έναντι βραχυκυκλωμάτων) και αυτόματοι διακόπτες ισχύος (προστασία από υπερφόρτιση, δηλαδή ρεύμα έστω λίγο πάνω από το ονομαστικό ρεύμα).

Επιπλέον, απαραίτητως τοποθετείται γείωση η οποία διακρίνεται σε γείωση λειτουργίας και γείωση προστασίας, όπου γείωση λειτουργίας είναι η γείωση του ουδέτερου κόμβου των μετασχηματιστών και γείωση προστασίας η γείωση των μεταλλικών περιβλημάτων των διαφόρων στοιχείων, όπως των πινάκων και των καλωδίων.

1.5. Παράγοντες επηρεασμού απόδοσης

Η τρέχουσα απόδοση των φωτοβολταϊκών πάνελς βρίσκεται περίπου στο 20%. Πέρα από αυτόν τον συντελεστή απόδοσης υπάρχουν επιπλέον παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν επιπροσθέτως την απόδοση.

1.5.1. Επίδραση σκίασης

Βασικοί παράγοντες που επιδρούν στην τελική ηλιακή ακτινοβολία είναι η σκιά από τα σύννεφα και τα διάφορα αερολύματα (ποσά υδρατμών, όζον και άλλα στοιχεία που επηρεάζουν τη φασματική κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο έδαφος) μειώνοντας το DNI και αυξάνοντας το DHI.

Επομένως, η ηλιακή ακτινοβολία διαχωρίζεται στις εξής διακριτές περιπτώσεις:

- Την ακτινοβολία καθαρού ουρανού (ολική και άμεση ακτινοβολία)
- Την εξασθένηση της τιμής της ακτινοβολίας λόγω νέφωσης

Η ακτινοβολία καθαρού ουρανού είναι συνάρτηση:

- Της ακτινοβολίας στο όριο της ατμόσφαιρας
- Της θέσης του ήλιου στον ουρανό
- Το υψόμετρο πάνω από τη στάθμη της θάλασσας
- Τη σύνθεση της ατμόσφαιρας (κυρίως υδρατμοί και όζον)
- Την περιεκτικότητα σε ατμοσφαιρικά αερολύματα

Σημειώνεται ότι η αναγραφόμενη ισχύς κάθε πάνελ (Peak Power - W_p) αναφέρεται σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου και όχι στις πραγματικές οι οποίες μπορεί να διαφέρουν σημαντικά.

1.5.2. Ταξινόμηση πάνελ

Προκειμένου να επιτευχθεί ταξινόμηση των πάνελς απαιτείται η σύγκρισή τους βάσει πρότυπων συνθηκών. Αυτές συνήθως είναι οι πρότυπες συνθήκες ελέγχου (standard test conditions):

- Θερμοκρασία ηλιακών κελιών 25 °C
- Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας (solar irradiance) 1000 W/m²
- Μάζα αέρα (air mass) 1.5, εκφράζει το μήκος οπτικής διαδρομής μέσω της γήινης ατμόσφαιρας συγκρινόμενο με το κατακόρυφο μήκος διαδρομής και εκφράζει το ηλιακό φάσμα αφού έχει διέλθει μέσα από την ατμόσφαιρα

Επιπροσθέτως στις πρότυπες συνθήκες ελέγχου, υπάρχουν και πιο ρεαλιστικές συνθήκες ελέγχου που προσιδιάζουν περισσότερο στις πραγματικές (normal operating cell temperature) οι οποίες είναι:

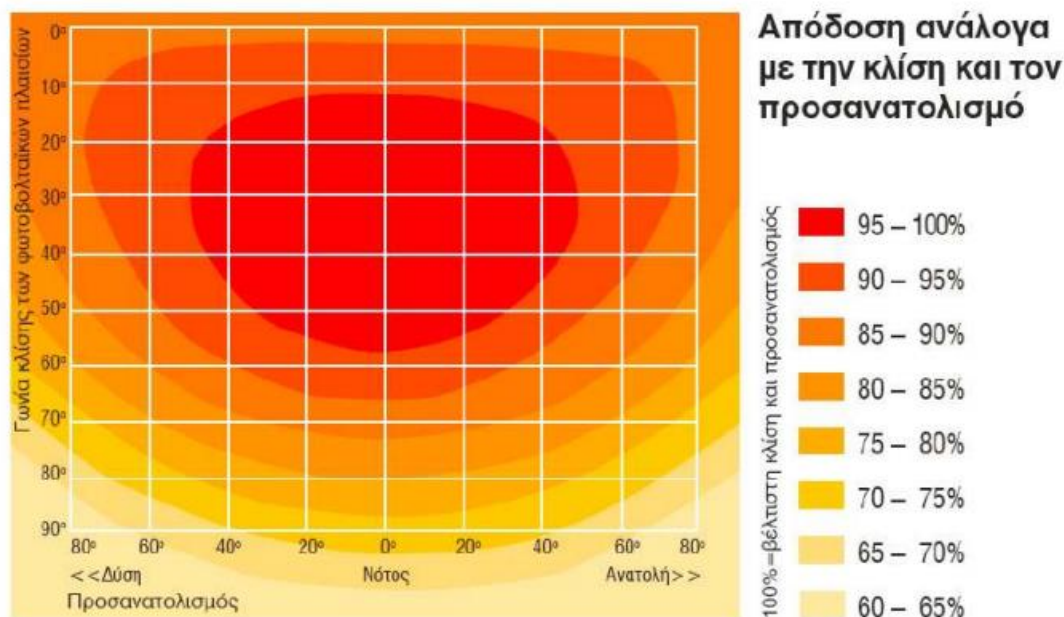
- Θερμοκρασία ηλιακών κελιών 45-48 °C, θερμοκρασία περιβάλλοντος 25-30 °C
- Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας (solar irradiance) 800 W/m²
- Μάζα αέρα (air mass) 1.5
- Ταχύτητα ανέμου 1 m/s

Επιπλέον, τα φωτοβολταϊκά πάνελς εμφανίζουν απώλειες με την πάροδο του χρόνου οι οποίες είναι γενικώς της τάξης του 1% ετησίως. Στην ουσία οι κατασκευαστές εγγυώνται διατήρηση της απόδοσης τους στο 80% μετά από 20 έτη.

1.5.3. Κανόνες χωροθέτησης πάνελ

Η απόδοση των φωτοβολταϊκών πάνελς επηρεάζεται σημαντικά από την κλίση και τον προσανατολισμό τους. Η βέλτιστη τοποθέτησή τους σε σχέση με αυτές τις δύο παραμέτρους παρουσιάζεται στην Εικ. 1. Τυχόν αποκλίσεις από τη βέλτιστη κλίση και προσανατολισμό οδηγεί σε μείωση της παραγωγής η οποία μπορεί να είναι εξαιρετικά σημαντική όπως παρουσιάζεται στην Εικ. 2 για τα ελληνικά δεδομένα. Όπως φαίνεται, ο νότιος προσανατολισμός και γωνία 30° αποτελούν τις βασικές τιμές παραμέτρων για την Ελλάδα. Επιπλέον, τα φωτοβολταϊκά πάνελς θα μπορούσαν να μην έχουν σταθερές βάσεις αλλά να μεταβάλλεται η γωνία τους ως προς έναν ή δύο άξονες με συστήματα ιχνηλάτησης της πορείας του ήλιου (trackers) για μεγαλύτερες ενεργειακές απολαβές. Για τα ελληνικά δεδομένα, τέτοια κατασκευές οδηγούν γενικά

σε αύξηση των απολαβών κατά 25-30 % ακολουθώντας την πορεία του ήλιου από την ανατολή ως τη δύση.



Εικ. 1. Απόδοση φωτοβολταϊκών πάνελς σε σχέση με κλίση και προσανατολισμό

Τα πάνελς θα πρέπει να τοποθετούνται με τρόπο ώστε να μην υπάρχουν σκιάσεις και να βρίσκονται σε ανοιχτό χώρο δίχως εμπόδια. Επιπροσθέτως, γενικά τα πάνελς έχουν ορθογωνική όψη (τυπικά 1.6 x 1.0 m). Οπότε, δύνανται να τοποθετηθούν κατακόρυφως (portrait), δηλαδή με τη μεγάλη διάσταση κατακόρυφα, ή οριζοντίως (landscape), δηλαδή με τη μεγάλη διάσταση οριζόντια ενώ μπορούν να τοποθετηθούν και πολλές σειρές πάνελς μαζί, ώστε να είναι τελικά διπλή ή τριπλή ή τετραπλή η σειρά.

Μια σημαντική παράμετρος που, επιπλέον, λαμβάνει χώρα είναι η αποστάσεις μεταξύ των πάνελς. Αυτές πρέπει να είναι αρκούντως μεγάλες ούτως ώστε να μη δημιουργούνται σκιάσεις μεταξύ των στοιχείων και αρκούντως μικρές ούτως ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν όσο περισσότερο πάνελς είναι δυνατό. Οπότε, είναι αναγκαία η βελτιστοποίηση της απόστασης για να υπάρχει η μεγαλύτερη τελική απόδοση στο φωτοβολταϊκό πάρκο.

Επιπλέον, συνήθως πρέπει μεταξύ των βάσεων στήριξης των πάνελς να υπάρχει επαρκής απόσταση όχι μόνο για να μη δημιουργούνται σκιάσεις αλλά και για να μπορεί να διέλθει όχημα για λόγους συντήρησης και κατασκευής.

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
Ανατολικός - Δυτικός	90	85	50
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90	95	60
Νότιος	90	100	60
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90	67	30
Βόρειος	90	60	20

Εικ. 2. Μεταβολή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αποκλίσεων τοποθέτησης σε σχέση με βέλτιστες συνθήκες

Σε σχέση με τα συστήματα ιχνηλάτησης, τα πάνελς πρέπει να εγκαθίστανται πάνω σε συστήματα όπου γίνεται κίνηση σε μονό ή διπλό άξονα. Επειδή τα πάνελς που χρειάζονται κίνηση είναι σημαντικά σε αριθμό, αυτά τοποθετούνται σε ενιαία βάση. Οπότε, σε κάθε σύστημα κίνησης αντιστοιχούν πολλά φωτοβολταϊκά πάνελς τα οποία βρίσκονται σε μια ενιαία επιφάνεια με δυνατότητες στροφής. Ως εκ τούτου, τα συστήματα αυτά είναι γενικά ογκώδη και έχουν μεγάλο ύψος (οδηγώντας και σε μεγαλύτερα κόστη). Αυτό οδηγεί σε σημαντικότερα προβλήματα χώρου σε σχέση με τα πάνελς σταθερών βάσεων, αφού πρέπει πάλι να τηρούνται οι κανόνες περί σκίασης. Επιπλέον, λόγω της ηλεκτρομηχανολογικής φύσης τους, τα συστήματα αυτά έχουν αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης οι οποίες είναι ακόμη δυσχερέστερες λόγω του ύψους.

1.5.4. Συντήρηση εγκατάστασης

Προκειμένου να διατηρηθεί η απόδοση της εγκατάστασης στα επιθυμητά επίπεδα είναι απαραίτητο να γίνεται τακτικά συντήρηση του εξοπλισμού ούτως ώστε να

συνεχίσει η απρόσκοπτη λειτουργία ή και να αντικατασταθεί σε περίπτωση που υπάρχει βλάβη. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις συντήρησης παρουσιάζονται στον Πιν. 1.

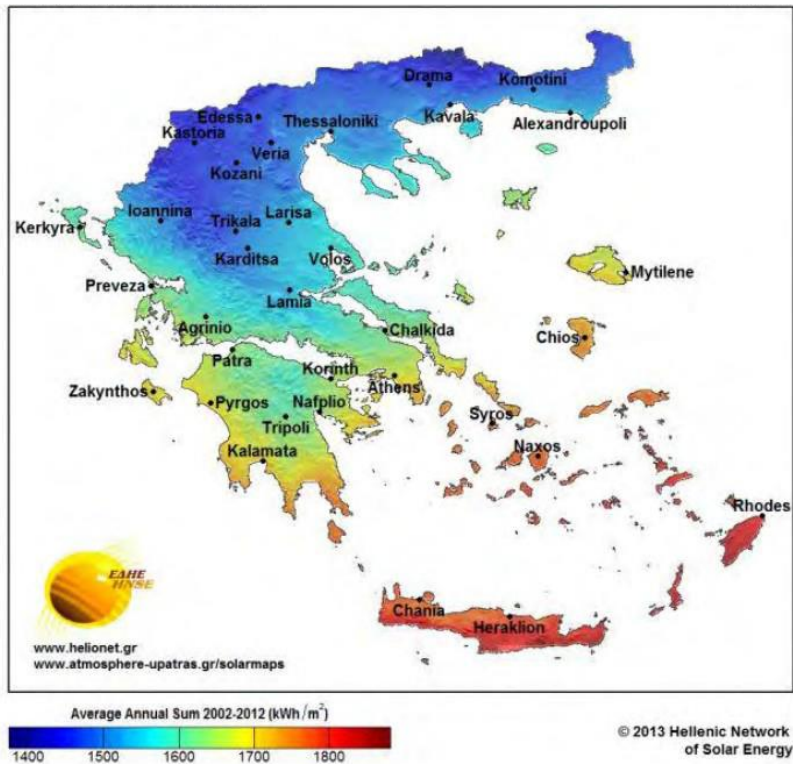
Συνολικό κόστος συντήρησης	10.00 - 45.00 €/kW-year)
Γενική συντήρηση	0.20 - 3.00 €/kW-year)
Έλεγχος καλωδιώσεων	1.40 - 5.00 €/kW-year)
Πλύσιμο πάνελς	0.80 - 1.30 €/kW-year)
Καθαρισμός βλάστησης	0.50 - 1.80 €/kW-year)
Συντήρηση αντιστροφών	3.00 - 7.50 €/kW-year)
Αντικατάσταση αντιστροφών	6.00 - 10.00 €/kW)
Διάφορα ανταλλακτικά	2.00 - 20.00 €/kW-year)

Πιν. 1. Στοιχεία συντήρησης φωτοβολταϊκού πάρκου

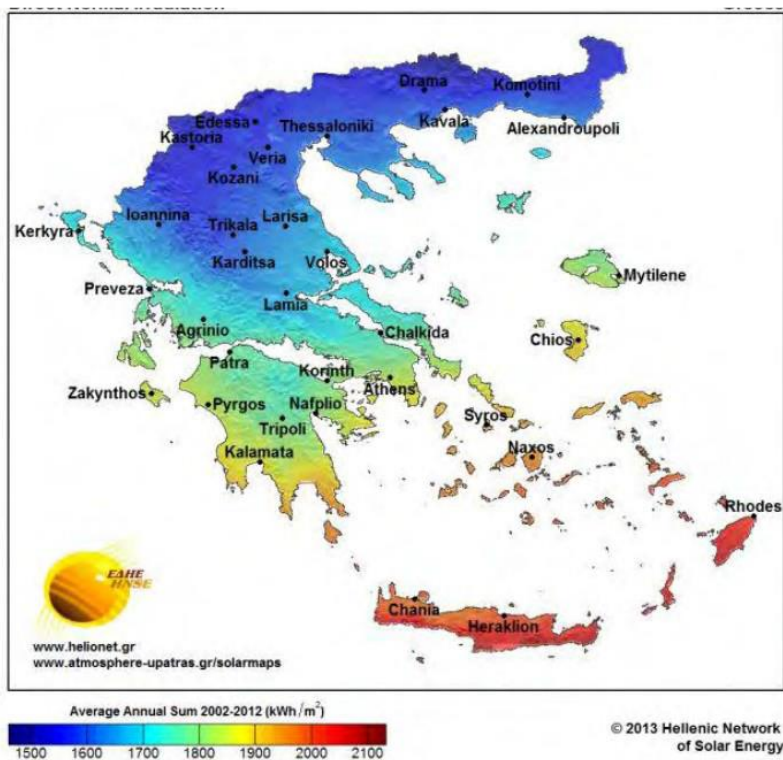
1.5.5. Ηλιακό δυναμικό στην Ελλάδα

Το ηλιακό δυναμικό στην Ελλάδα είναι σημαντικά αυξημένο, ιδίως σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Αναφορικά με τους προηγούμενους δείκτες GHI και DNI, αυτοί παρουσιάζονται σε εθνικό επίπεδο στις Εικ. 3 και Εικ. 4.

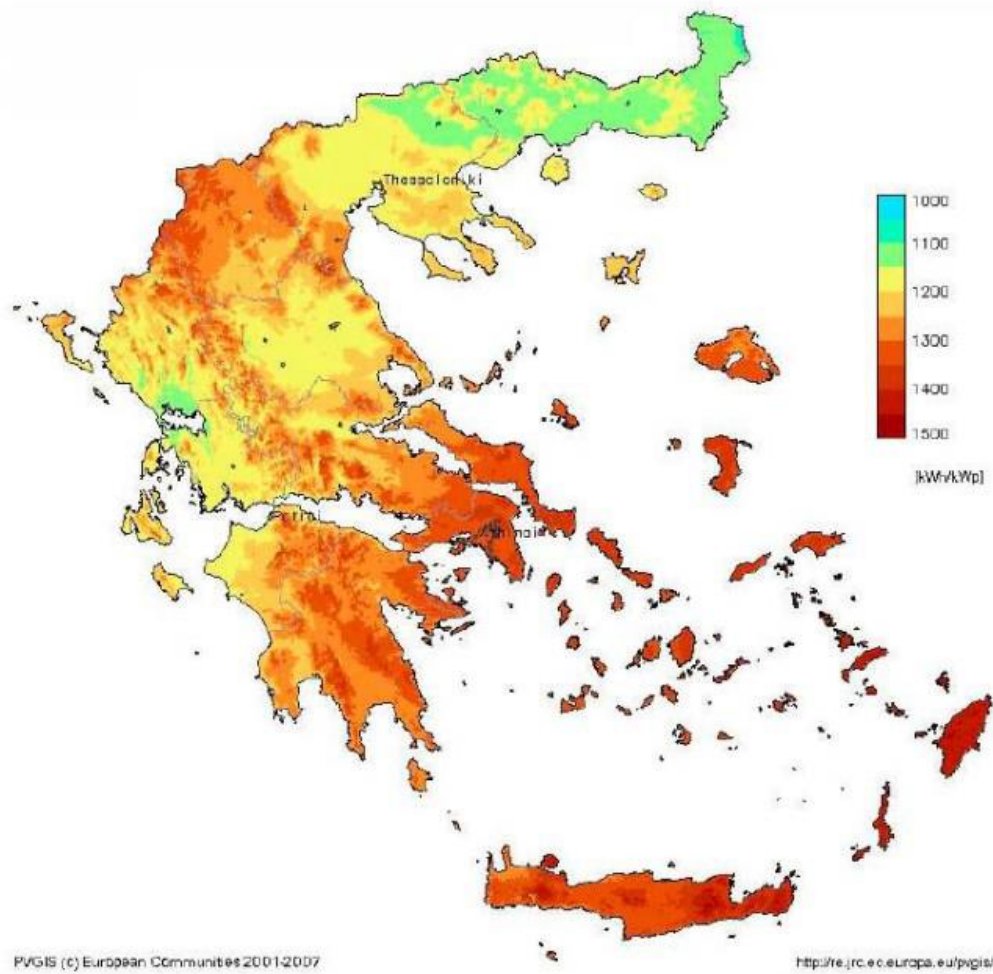
Όπως παρατηρείται, η ετήσια ηλιακή ενέργεια GHI προσεγγίζει κατά μέσο όρο τα 1450 kWh/m² στη Βόρεια Ελλάδα και τα 1850 kWh/m² στη Νότια Ελλάδα. Η διαφορά μεταξύ των δύο περιοχών είναι ιδιαίτερα σημαντική. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια DNI είναι αυξημένη σε σχέση με την GHI και ακολουθεί κοινό γεωγραφικό μοτίβο σε σχέση με τη GHI. Η αύξηση της GHI σε σχέση με την DNI είναι μεγαλύτερη στη Νότια Ελλάδα σε σύγκριση με αυτήν της Βόρειας.



Εικ. 3. Ετήσιοι κλιματολογικοί μέσοι όροι της λαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας GHI



Εικ. 4. Ετήσιοι κλιματολογικοί μέσοι όροι της λαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας DNI



Εικ. 5. Παραγωγή ενέργειας για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδα

2. Βήματα ανάπτυξης φωτοβολταϊκού έργου

Γενικά τα βήματα ανάπτυξης ενός φωτοβολταϊκού έργου συνοψίζονται στα κάτωθι:

1. Αναζήτηση νομοθετικού πλαισίου.
2. Εύρεση έκτασης ανάπτυξης έργου και αξιολόγηση ηλιακού δυναμικού.
3. Αδειοδότηση ανάπτυξης έργου και ένταξη σε πρόγραμμα.
4. Χρηματοδότηση έργου.
5. Κατασκευή και έναρξη λειτουργίας έργου.

2.1. Αναζήτηση νομοθετικού πλαισίου

Ως πρώτο βήμα με καθοριστική σημασία για το ξεκίνημα της διαδικασίας ανάπτυξης ενός φωτοβολταϊκού έργου ορίζεται η αναζήτηση του τρέχοντος ή του επικείμενου νομοθετικού πλαισίου σχετικά με τα αντίστοιχα έργα. Το νομοθετικό πλαίσιο περιλαμβάνει όλα τα εργαλεία κρατικής πολιτικής γύρω από τα φωτοβολταϊκά έργα, δηλαδή:

- Τους νόμους, υπουργικές αποφάσεις και εγκυκλίους που ορίζουν τον τρόπο αδειοδότησης του έργου, το καθεστώς χρέωσης και σύνδεσης στο δίκτυο, τις συνακόλουθες διαδικασίες και τις αιτιολογικές εκθέσεις (οι οποίες συνδέονται με τους εθνικούς στόχους).
- Τα τρέχοντα ή μελλοντικά προγράμματα ενίσχυσης της ανάπτυξης φωτοβολταϊκών έργων ως έργων πράσινης ενέργειας. Για αυτόν τον σκοπό ορίζονται κατάλληλα οι αναπτυξιακοί νόμοι και τα διάφορα πακέτα χρηματοδότησης. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι προκειμένου ένα έργο πράσινης ενέργειας να αναπτυχθεί, δεν αρκεί να υπάρχει θετικό περιβαλλοντικό πρόσημο, αλλά απαιτείται να συνδεθεί με την ανάπτυξη της οικονομικής διάστασης του ούτως ώστε να είναι και βιώσιμο.

Πιο συγκεκριμένα, τα φωτοβολταϊκά έργα παρά τις σημαντικές βελτιώσεις απόδοσης που έχουν εφαρμοστεί με την πάροδο του χρόνου, εξακολουθούν να μη μπορούν να ανταγωνιστούν ευθέως τα ορυκτά καύσιμα. Ως εκ τούτου, η νομοθεσία δίνει κίνητρα για την ανάπτυξη τέτοιων έργων. Τα κίνητρα αυτά συνδέονται άμεσα με τους εθνικούς στόχους και με τον τρόπο με τον οποίο αυτοί προβλέπεται να επιτευχθούν.

Τα φωτοβολταϊκά έργα, λοιπόν, χρειάζονται επιδότηση της τιμής χρέωσης της ηλεκτρικής ενέργειας ή κάποιου είδους βελτίωση του καθεστώτος χρέωσης ή

μεταβολή του τρόπου λειτουργίας των έργων που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, ούτως ώστε να αναπτυχθούν. Παράλληλα, όμως, είναι απαραίτητο η πράσινη ενέργεια να μην προέρχεται μόνο από φωτοβολταϊκά έργα αλλά και από άλλες πηγές (όπως είναι η αιολική ενέργεια) ούτως ώστε να υπάρχει παραγωγή όλο το εικοσιτετράωρο, αφού τα φωτοβολταϊκά έργα μπορούν να παράγουν ενέργεια μόνο υπό την παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας ενώ η αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες εξακολουθεί να χρειάζεται βελτιώσεις.

Με αυτόν τον τρόπο το νομοθετικό πλαίσιο δεν ορίζει μόνο τον τρόπο ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών έργων και τις αντίστοιχες ενισχύσεις σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα αλλά και σε σύγκριση με τις υπόλοιπες πηγές πράσινης ενέργειας. Οπότε, ο πιθανός επενδυτής θα πρέπει να εξετάσει όλα αυτά τα ζητήματα προκειμένου σε αρχικό στάδιο να αξιολογήσει αν υπάρχει προοπτική ανάπτυξης ενός φωτοβολταϊκού έργου με οικονομική απόδοση και μέσα στον απαραίτητο χρονικό ορίζοντα λαμβάνοντας υπόψη τις διαδικασίες ανάπτυξης.

2.2. Εύρεση έκτασης ανάπτυξης έργου και αξιολόγηση ηλιακού δυναμικού

Μετά την αξιολόγηση του νομοθετικού πλαισίου εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα όχι μόνο σχετικά με την οικονομική διάσταση των φωτοβολταϊκών έργων αλλά και με τη γεωγραφική τους κατανομή. Επί του προκειμένου, συχνά δίνονται αυξημένα κίνητρα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών έργων σε:

- Περιοχές με χαμηλή ανάπτυξη και οικονομική δραστηριότητα.
- Περιοχές με δυσκολία σύνδεσης στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (όπως σε νησιά).
- Εκτάσεις με χαμηλούς δείκτες αγροτικής αξιοποίησης.
- Εκτάσεις απομακρυσμένες από κατοικημένες ζώνες, βιότοπους ή δασικές ζώνες.

Οπότε, είναι απαραίτητο να γίνει συσχετισμός των κινήτρων ανάπτυξης φωτοβολταϊκών έργων σε τέτοιου είδους περιοχές με τις πιθανές δυσκολίες ανάπτυξης τους (όπως αυξημένο κόστος και χρόνος για σύνδεση με το δίκτυο ή δυσχέρεια κατασκευής) και το αντίστοιχο ηλιακό δυναμικό των περιοχών αυτών.

Μετά από αυτήν την αξιολόγηση θα πρέπει να ακολουθήσει διαδικασία ανεύρεσης των αντίστοιχων εκτάσεων στις οποίες να λαμβάνονται υπόψη οι εκάστοτε

παράμετροι επιλογής (όπως η κλίση και ο προσανατολισμός). Η ανεύρεση αυτή θα πρέπει να συνοδεύεται από μια οικονομοτεχνική μελέτη η οποία θα ορίζει το ποσό που μπορεί να διατεθεί για την απόκτηση της εκάστοτε έκτασης με ή χωρίς απαλλοτρίωση, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τόσο το χρονοδιάγραμμα όσο και το αρχικό κόστος επένδυσης.

Η εύρεση της έκτασης συχνά δε συνοδεύεται με την απόκτησή της, αφού αυτή θα οδηγούσε σε σημαντικό ρίσκο στον επενδυτή πριν τη αδειοδότηση του έργου. Με αυτόν τον τρόπο, σε αυτό το στάδιο αρκεί η εύρεση της έκτασης, η ενδεχόμενη σύναψη διαφόρων συμφωνητικών και η χρησιμοποίηση της στους διαφόρους κύκλους αδειοδοτήσεων, χρηματοδοτήσεων και προγραμμάτων, προκειμένου να γίνει έναρξη της διαδικασίας ανάπτυξης έχοντας πλέον συγκεκριμένο χώρο ως ορόσημο.

2.3. Αδειοδότηση ανάπτυξης έργου και ένταξη σε πρόγραμμα

Μετά την εύρεση της έκτασης ανάπτυξης του φωτοβολταϊκού έργου, ακολουθεί η διαδικασία αδειοδότησής του και η πιθανή ένταξή του σε κάποιο πρόγραμμα. Η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι χρονοβόρα και προβληματική, αφού συνδέεται με τους περιβαλλοντικούς όρους της περιοχής καθώς και την κρατική πολιτική η οποία μεταβάλλεται συχνά.

Ως εκ τούτου αποτελεί μια διαδικασία με υψηλό δείκτη δυσκολίας αφού απαιτεί αυξημένη προσοχή και σχολαστικότητα. Πρέπει να δοθεί η ανάλογη έμφαση στον τρόπο με τον οποίο θα επηρεαστεί το περιβάλλον στην εκάστοτε έκταση κατά την κατασκευή και λειτουργία του έργου και να συνταχθεί η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων με μέριμνα για την προστασία του περιβάλλοντος και την εφαρμογή των μέτρων και κανόνων που απαιτούνται για τον ελεγχόμενο επηρεασμό του.

Γι' αυτόν τον λόγο, η διαδικασία αυτή πολλές φορές προηγείται της διαδικασίας εύρεσης χρηματοδότησης του έργου, όπου οι πιθανοί επενδυτές επιδιώκουν όσο χαμηλότερο ρίσκο γίνεται και εμφανίζουν αρνητική στάση στο ενδεχόμενο να δεσμεύσουν κεφάλαια σε επενδυτικά πλάνα τα οποία μπορεί να απορριφθούν ή να υποστούν χρονική ταλαιπωρία.

2.4. Χρηματοδότηση έργου

Η χρηματοδότηση ενός φωτοβολταϊκού έργου μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους, όπως αναπτύσσεται σε επόμενο κεφάλαιο. Στοιχεία που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τον τρόπο και την ευκολία χρηματοδότησης συνοψίζονται ως:

- Η ύπαρξη ή όχι αδειοδότησης για την ανάπτυξη του έργου.
- Η προβλεπόμενη απόδοση του έργου.
- Η αξιοπιστία των μερών ανάπτυξης του έργου.
- Η εθνική στρατηγική πάνω στα έργα πράσινης ενέργειας.
- Η πρόβλεψη της εξέλιξης του έργου και το ενδεχόμενο αλλαγής του νομικού πλαισίου, της αλλαγής του καθεστώτος χρέωσης, της μειωμένης απόδοσης του εξοπλισμού και βελτίωσης της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.
- Το πολιτικό, οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον.

Η αναζήτηση χρηματοδότησης συχνά συνοδεύεται από τρόπους αντιμετώπισης των πιθανών ρίσκων που συσχετίζονται με το έργο, όπως αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο. Η αντιμετώπιση των ρίσκων και η χρηματοοικονομική τους διάσταση δύναται να επηρεάσει και την ίδια τη χρηματοδότηση, αφού συνδέεται άμεσα με την αξιοπιστία του εγχειρήματος.

2.5. Κατασκευή και έναρξη λειτουργίας έργου

Ως τελευταίο στάδιο ανάπτυξης του φωτοβολταϊκού έργου θεωρείται η κατασκευή και η έναρξη λειτουργίας του. Πρόκειται για ένα στάδιο που επηρεάζει καθοριστικά την εξέλιξη του έργου, αφού η ποιότητα με την οποία θα διαμορφωθεί αρχικά, θα οδηγήσει και στην ανάλογη παραγωγή ενέργειας, στις φάσεις συντήρησης και στην έκταση και στο κόστος συντήρησης.

Μέριμνα πρέπει να δοθεί στην προμήθεια εξοπλισμού παραγωγής και σύνδεσης στο δίκτυο ο οποίος θα πρέπει να έχει υψηλά επίπεδα απόδοσης σε σχέση με το κόστος απόκτησης, διατηρώντας μελλοντικά την επίτευξη θετικών χρηματοοικονομικών ροών. Τυχόν λάθη ή παραλείψεις δύνανται να οδηγήσουν στην ενεργοποίηση μηχανισμών αντιμετώπισης ρίσκου, μείωση αξιοπιστίας και δημιουργία προβλημάτων λειτουργίας στο έργο.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις είναι οι ακόλουθες:

- Μη χρήση κανόνων ορθής πρακτικής, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σκιάσεων στα φωτοβολταϊκά πάνελς ή κακής συνδεσμολογίας.

- Μικρορηγματώσεις στα ηλιακά κελιά τα οποία διογκώνονται με την πάροδο του χρόνου και μειώνουν την απόδοση.
- Κακός χειρισμός και χαμηλής ποιότητας κατασκευή με αποτέλεσμα τη διάβρωση του εξοπλισμού και τον περιορισμό της διάρκειας ζωής του.
- Στατικές αστοχίες στο έργο οι οποίες μπορεί να δημιουργηθούν από περιβαλλοντικές επιδράσεις (όπως αυξημένη ανεμοπίεση και πρόκληση ζημιών στον εξοπλισμό) αν δεν έχουν διαστασιολογηθεί κατάλληλα.

Χρονοδιαγραμματικά οι κατασκευαστικές εργασίες που γενικώς πραγματοποιούνται είναι οι κάτωθι:

1. Χωματουργικές εργασίες
2. Κατασκευή περίφραξης
3. Κατασκευή βάσεων σκυροδέματος (αν προβλέπονται)
4. Κατασκευή οικίσκου
5. Κατασκευή οδεύσεων καλωδίων
6. Τοποθέτηση καλωδίων και γειώσεων
7. Τοποθέτηση αλεξικέρανου
8. Συναρμολόγηση βάσεων φωτοβολταϊκών πάνελς
9. Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων
10. Τοποθέτηση αντιστροφών
11. Τοποθέτηση πινάκων
12. Έλεγχος συνδέσεων
13. Κατασκευή συστήματος τηλεπαρακολούθησης
14. Κατασκευή περιμετρικού φωτισμού
15. Κατασκευή συναγερμού
16. Κατασκευή δικτύου καμερών
17. Γενικός έλεγχος εγκατάστασης
18. Σύνδεση με το δίκτυο
19. Διάφορες ρυθμίσεις
20. Παράδοση έργου

3. Τρόποι χρηματοδότησης φωτοβολταϊκού έργου

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται οι επικρατέστεροι τρόποι χρηματοδότησης φωτοβολταϊκών έργων και τα πεδία εφαρμογής τους. Γενικώς, η χρηματοδότηση τέτοιων έργων έχει σημαντική αξία δεδομένου ότι αυτά τα έργα απαιτούν σημαντικά κεφάλαια και, άρα, η κατάλληλη διαχείρισή τους έχει σοβαρή συμβολή τόσο στην κατασκευή των έργων όσο και στη φάση λειτουργία τους. Μπορεί να επιλέγεται μία μορφή χρηματοδότησης ή και συνδυασμός διαφόρων μορφών.

3.1. Ίδια κεφάλαια

Τα ίδια κεφάλαια αφορούν τόσο ιδιώτες επιχειρηματίες όσο και εταιρικά σχήματα. Εκ των πραγμάτων πρόκειται για κεφάλαια περιορισμένου μεγέθους καθώς στην περίπτωση ιδιωτών αποτελούν την αποταμίευσή τους και στην περίπτωση των εταιρειών αποτελούν χρηματικά διαθέσιμα τα οποία λόγω της τακτικής επανεπένδυσης σε νέα πλάνα ή της ανάγκης διανομής κερδών δε συσσωρεύονται σε υψηλά ποσά. Ως εκ τούτου, αυτός ο τρόπος χρηματοδότησης συσχετίζεται περισσότερο με την ανάπτυξη μικρού μεγέθους φωτοβολταϊκών έργων.

3.2. Δανεισμός

Ο δανεισμός αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τρόπους χρηματοδότησης. Συνήθως πραγματοποιείται με την παροχή εγγυήσεων σε μορφή άλλων στοιχείων της εταιρείας ή προσωπικών περιουσιακών στοιχείων. Οι βασικές υποκατηγορίες συνοψίζονται στις εξής:

- Χρηματοδότηση έργων (project financing).
- Εταιρική χρηματοδότηση (corporate financing).
- Χρηματοδότηση με περιορισμένη αναγωγή στους φορείς της επένδυσης (limited recourse project financing).

3.2.1. Χρηματοδότηση έργων

Η χρηματοδότηση έργων (project financing) αποτελεί έναν μηχανισμό χρηματοδότησης κατά τον οποίο εξετάζονται τα έσοδα και τα περιουσιακά στοιχεία του έργου ούτως ώστε να αποφασιστεί η σύναψη δανείου και ο τρόπος

αποπληρωμής του. Πρόκειται για δομημένο δανεισμό ο οποίος συσχετίζεται άμεσα με το έργο ούτως ώστε να εξασφαλιστεί η αποπληρωμή.

Στην ουσία ο δανειστής εξασφαλίζει το δάνειο που παρέχει μόνο από τις χρηματοροές και τα περιουσιακά στοιχεία του έργου. Δημιουργείται, δηλαδή, μια εταιρεία ειδικού σκοπού για την κατασκευή και λειτουργία του έργου και ο δανειστής εξετάζει την πιστοληπτική ικανότητα αυτής της εταιρείας διακριτά από τις επιχειρήσεις που συμμετέχουν σε αυτήν την εταιρεία. Με αυτόν τον τρόπο ο κατασκευαστής δεν επιβαρύνει τον ισολογισμό του αναφορικά με το έργο. Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού του τρόπου χρηματοδότησης συγκεντρώνονται στον Πιν. 2.

Διαδικασίες σύναψης σύμβασης	Οι αρχικές διαδικασίες σύναψης της σύμβασης καθώς και τα συνακόλουθα κόστη είναι αυξημένα δεδομένου ότι υπάρχει απαίτηση συσχετισμού τους με συγκεκριμένο έργο.
Δομή δανεισμού	Ο τρόπος εξυπηρέτησης του δανεισμού είναι δομημένος και λαμβάνει υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά του έργου και τις αντίστοιχες περιόδους ανάπτυξής του με τις σχετικές χρηματοροές.
Παράγοντες ρίσκου	Τα ρίσκα που αφορούν το έργο πρέπει να αντιμετωπιστούν εντός του έργου με τα περιουσιακά του στοιχεία και τα μελλοντικά του έσοδα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συσχέτισή τους με το ίδιο το έργο και όχι με τις επιχειρήσεις που συνδέονται με αυτό. Άρα υπάρχει ανάγκη αυξημένης πιστοληπτικής ικανότητας στο έργο.

Πιν. 2. Χαρακτηριστικά χρηματοδότησης έργων

3.2.2. Εταιρική χρηματοδότηση

Η εταιρική χρηματοδότηση (corporate financing) αφορά στη συγκέντρωση κεφαλαίων από τις επιχειρήσεις μέσω έκδοσης ομολόγων ή άλλου είδους χρεογράφων, απευθείας τραπεζικού δανεισμού ή αύξησης μετοχικού κεφαλαίου. Ο δανεισμός δεν εξειδικεύεται στην ανάπτυξη συγκεκριμένου έργου αλλά επεκτείνεται σε όλο το πλαίσιο της επιχείρησης με παροχή ως εγγύησης διαφόρων περιουσιακών στοιχείων (ανεξάρτητων του έργου).

Η εταιρική χρηματοδότηση συνήθως πραγματοποιείται από εταιρείες υψηλού τζίρου με σημαντικά περιουσιακά στοιχεία ή και μικρών επιχειρήσεων όπου, όμως, λόγω περιορισμένου μεγέθους εγγυήσεων μπορεί να επιτευχθεί μόνο ανάπτυξη μικρών φωτοβολταϊκών έργων. Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού του είδους χρηματοδότησης συνοψίζονται στον Πιν. 3.

<p>Διαδικασίες σύναψης σύμβασης</p>	<p>Οι αρχικές διαδικασίες σύναψης της σύμβασης είναι σύνθετες αφού εμπλέκουν τόσο τις δυνατότητες του έργου και τα προβλεπόμενα έσοδα όσο και την πιστοληπτική ικανότητα και τον ισολογισμό των μετόχων.</p>
<p>Δομή δανεισμού</p>	<p>Ο τρόπος εξυπηρέτησης του δανεισμού είναι ευέλικτος και, επειδή δε συσχετίζεται με τα έσοδα του έργου, είναι λιγότερο κρίσιμος για τον δανειστή.</p>
<p>Παράγοντες ρίσκου</p>	<p>Τα ρίσκα που αφορούν το έργο μπορούν να αντιμετωπιστούν εντός της επιχείρησης και να γίνει μεταφορά τους. Κατά συνέπεια, ο δανειστής είναι διατεθειμένος να αποδεχθεί τα ρίσκα του έργου με περισσότερη ευκολία. Ωστόσο, με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται το κόστος χρήσης κεφαλαίων από την πλευρά της επιχείρησης, επιβαρύνεται ο ισολογισμός και η επιχείρηση δεσμεύεται για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.</p>

Πιν. 3. Χαρακτηριστικά εταιρικής χρηματοδότησης

3.2.3. Χρηματοδότηση με περιορισμένη αναγωγή στους φορείς της επένδυσης

Η χρηματοδότηση με περιορισμένη αναγωγή στους φορείς της επένδυσης (limited recourse project financing) πραγματοποιείται με τη συγκέντρωση κεφαλαίων κατά την οποία γίνεται παροχή ως κύριων εγγυήσεων των μελλοντικών εσόδων του έργου και δευτερευόντως περιουσιακών στοιχείων του δανειζόμενου. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια στον δανειστή αφού εκείνος δε βασίζεται αποκλειστικά στον ισολογισμό του δανειζόμενου αλλά κυρίως στα έσοδα του έργου τα οποία φροντίζουν την ασφαλή καταβολή των τόκων. Βασικά χαρακτηριστικά αυτής της μορφής χρηματοδότησης παρουσιάζονται στον Πιν. 4.

Διαδικασίες σύναψης σύμβασης	Οι αρχικές διαδικασίες σύναψης της σύμβασης καθώς και τα συνακόλουθα κόστη έχουν περιορισμένο μέγεθος. Γενικότερα επικρατεί η απλότητα, η ταχύτητα και το χαμηλό κόστος σε νομικούς ελέγχους και λοιπές ενέργειες.
Δομή δανεισμού	Ο τρόπος εξυπηρέτησης του δανεισμού λαμβάνει υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά του έργου και τις αντίστοιχες περιόδους ανάπτυξής του και τα μελλοντικά του έσοδα.
Παράγοντες ρίσκου	Τα ρίσκα που αφορούν το έργο αντιμετωπίζονται εντός του έργου με τα περιουσιακά του στοιχεία και τα μελλοντικά έσοδα όσο και με περιουσιακά στοιχεία των μετόχων. Άρα επικρατεί μια βέλτιστη κατάσταση κατανομής του ρίσκου.

Πιν. 4. Χαρακτηριστικά χρηματοδότησης με περιορισμένη αναγωγή στους φορείς της επένδυσης

3.3. Συνανάπτυξη

Συχνά πραγματοποιείται σύμπραξη δύο και περισσότερων οντοτήτων για την ανάπτυξη ενός έργου όπου κάποιο μέρος λόγω μεγαλύτερης ευρωστίας έχει τη δυνατότητα να χρηματοδοτήσει το έργο ενώ κάποιο άλλο μέρος χάρη στην εξειδίκευσή του δύναται να παράσχει τεχνογνωσία πάνω στην κατασκευή και λειτουργία του έργου.

3.4. Χρηματοδοτική μίσθωση

Η χρηματοδοτική μίσθωση αποτελεί μια μέθοδο απόκτησης παγίων στοιχείων (κυρίως εξοπλισμός) μέσω της μίσθωσής τους από κάποια εταιρεία χρηματοδοτικής μίσθωσης. Το μίσθωμα είναι υπολογισμένο με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να καλύπτονται τα έξοδα αγοράς και το κέρδος της εταιρείας χρηματοδοτικής μίσθωσης η οποία είναι ο ιδιοκτήτης των παγίων. Στο τέλος της μίσθωσης μπορεί να προβλέπεται αγορά των παγίων έναντι τιμήματος.

Ωστόσο, στην περίπτωση της ανάπτυξης φωτοβολταϊκών έργων δε συνηθίζεται να είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος, αφού ο όγκος των έργων δεν είναι

τόσο μεγάλος ούτως ώστε να μπορεί να καλύψει το κόστος της δημιουργίας του σχήματος χρηματοδοτικής μίσθωσης.

3.5. Συμμετοχική χρηματοδότηση

Η συμμετοχική χρηματοδότηση (crowdfunding) διαχωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Συμμετοχική δανειοδότηση από ιδιώτες (peer to peer lending)
Το κοινό που συμμετέχει στη χρηματοδότηση, στην ουσία συνάπτει συμφωνία βάσει της οποίας δανείζει χρήματα και του επιστρέφονται εντόκως.
- Συμμετοχική χρηματοδότηση με έκδοση μετοχών (equity crowdfunding)
Το κοινό που συμμετέχει στη χρηματοδότηση αποκτά μερίδιο της επιχείρησης με τη μορφή μετοχών. Η διαδικασία προσιδιάζει με αυτήν της αγοράς ή πώλησης μετοχών στο χρηματιστήριο.
- Συμμετοχική χρηματοδότηση βάσει ανταμοιβής (rewards based crowdfunding)
Το κοινό που συμμετέχει στη χρηματοδότηση προσβλέπει στην αποκόμιση αμοιβής εν είδει προϊόντος ή υπηρεσίας σε μεταγενέστερο στάδιο ως αντάλλαγμα για τη χρηματοδότηση.
- Συμμετοχική χρηματοδότηση βάσει δωρεάς (donation based crowdfunding)
Το κοινό που συμμετέχει στη χρηματοδότηση πραγματοποιεί δωρεές και έχει φιλανθρωπικό χαρακτήρα δίχως να αναμένει κάποιου είδους ανταμοιβή.
- Συμμετοχή στα κέρδη ή έσοδα (profit or revenue sharing)
Το κοινό που συμμετέχει στη χρηματοδότηση προσβλέπει στη συμμετοχή στα μελλοντικά έσοδα ή κέρδη της επιχείρησης.
- Συμμετοχική χρηματοδότηση με έκδοση τίτλων (debt securities crowdfunding)
Το κοινό που συμμετέχει στη χρηματοδότηση στην ουσία επενδύει σε τίτλο που εκδίδεται, όπως σε ένα ομόλογο.

Γενικά η συμμετοχική χρηματοδότηση προσφέρει και άλλα οφέλη πέρα από την ίδια τη χρηματοδότηση:

- Επιβεβαιώνει την ποιότητα της πρότασης αξίας που προσφέρει η επιχείρηση
- Ξεκλειδώνει επιπλέον πηγές χρηματοδότησης αφού αυξάνει την εμπιστοσύνη προς την επιχείρηση
- Δημιουργεί έναν μεγάλο κύκλο δημοσίων σχέσεων ο οποίος δύναται να αποδειχθεί χρήσιμος τόσο από άποψη γνώσεων όσο και από άποψη πολυσυλλεκτικής επικοινωνιακής κριτικής
- Λόγω ευρείας κάλυψης συμβάλλει στην προώθηση του τελικού προϊόντος στο κοινό.

4. Τρόποι αποτίμησης απόδοσης φωτοβολταϊκού έργου

4.1. Καθεστώς χρέωσης

4.1.1. Συμβάσεις αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας

Οι συμβάσεις αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας (power purchase agreements - PPA) αποτελούν νομικές συμβάσεις μεταξύ ενός πωλητή ηλεκτρικής ενέργειας και ενός αγοραστή ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως έχουν μεγάλη χρονική διάρκεια, της τάξης των δύο δεκαετιών. Εκτός από τις ποσότητες, τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας και τη διάρκεια, οι συμβάσεις περιλαμβάνουν στοιχεία σχετικά τις διαδικασίες ανάθεσης, με τις συνδέσεις στο δίκτυο, με τον τρόπο λήξης της σύμβασης και άλλα.

Η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας δύναται να καθοριστεί ως σταθερή ή και να είναι συνδεδεμένη με την τρέχουσα τιμή της τοπικής αγοράς. Επιπλέον, έχει σημαντική αξία ο τρόπος αποζημίωσης σε περίπτωση υπολειτουργίας του παραγωγού και, άρα, μειωμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τέτοιου είδους περιπτώσεις υπάρχουν σε περιπτώσεις συντήρησης, περιορισμένης ζήτησης στο δίκτυο ή δυσκολίας μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ενώ, προβλέπονται και διατάξεις με ρήτρες που έρχονται να καλύψουν το ενδεχόμενο σοβαρών αποκλίσεων από την αναμενόμενη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, ο παραγωγός είναι υποχρεωμένος να παρέχει ημερήσιες ή και ωριαίες προβλέψεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σε περίπτωση που οι προβλέψεις του δεν είναι ακριβείς, ελλοχεύει ο κίνδυνος ποινών από την πλευρά του αγοραστή. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε φωτοβολταϊκά έργα καθώς η ηλιακή ακτινοβολία έχει μεγάλη χρονική μεταβλητότητα.

4.1.2. Σταθερές εγγυημένες τιμές

Το σύστημα των σταθερών εγγυημένων τιμών (feed-in-tariff - FIT) συνίσταται στη σύναψη συμφωνιών βάσει των οποίων παρέχεται σταθερή αποζημίωση ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας. Η διάρκεια των συμφωνιών είναι μακρά, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο σιγουριά στον επενδυτή για τις μελλοντικές χρηματοοικονομικές ροές.

Ο καθορισμός του ύψους της τιμής μπορεί να είναι αποτέλεσμα διαγωνιστικής διαδικασίας ή να παραμετροποιείται ανάλογα με το κόστος παραγωγής, την κρατική

πολιτική γύρω από τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την προστιθέμενη αξία της εκάστοτε μορφής ενέργειας, την περιοχή και το μέγεθος εγκατάστασης κ.α.

Ακόμη και στην περίπτωση των σταθερών εγγυημένων τιμών μπορεί να υπάρχει διαφοροποίηση των τιμών κατά τη διάρκεια λειτουργίας βάσει:

- Διαφόρων δεικτών, όπως του πληθωρισμού, του κόστους συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής.
- Προσυμφωνημένης μείωσης ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα του έργου.
- Των περιόδων έγχυσης της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως αυξημένη τιμή τις ώρες αιχμής.

Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού του συστήματος είναι τα ακόλουθα:

- Αφαιρεί το ρίσκο διακύμανσης της τιμής ηλεκτρικής ενέργειας και, άρα, αποτελεί μια ασφαλέστερη επενδυτική επιλογή.
- Έχει σημαντική αξία για τεχνολογίες που δεν έχουν καταφέρει ήδη να εισέλθουν στην αγορά.
- Μπορεί να συσχετιστεί με υψηλά κόστη για τους καταναλωτές και να δημιουργήσει στρεβλώσεις στην αγορά.

4.1.3. Εγγυημένες διαφορικές τιμές

Στο σύστημα των εγγυημένων διαφορικών τιμών (feed-in-premium - FIP) προσφέρεται μια προμοδότηση της τιμής άμεσης παράδοσης (spot price) της αγοράς ηλεκτρισμού. Με αυτόν τον τρόπο το συγκεκριμένο σύστημα διαφοροποιείται από το σύστημα σταθερών εγγυημένων τιμών, αφού είναι άμεσα συνδεδεμένο με την τρέχουσα τιμή ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά. Μάλιστα, η ίδια η προμοδότηση μπορεί να είναι σταθερή (fixed FIP) ή να μεταβάλλεται και εκείνη (floating FIP).

Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού του συστήματος είναι τα ακόλουθα:

- Ακολουθεί την αγορά και την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Δίνει έμφαση στην παροχή ενέργειας τις ώρες αιχμής όπου είναι ανεβασμένο το κόστος.
- Δε δημιουργεί στρεβλώσεις στην αγορά.
- Αποτρέπει υπερβολικά κέρδη στους παραγωγούς.

- Μειώνει το κοινωνικό ρίσκο εφαρμογής πολιτικών αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ηλεκτρικής ενέργειας.

4.1.4. Ενεργειακός συμψηφισμός

Ο ενεργειακός συμψηφισμός (net metering) αποτελεί τον συμψηφισμό της εγχεόμενης στο δίκτυο ενέργειας από φωτοβολταϊκό σταθμό με την απορροφώμενη ενέργεια στην εγκατάσταση του αυτοπαραγωγού. Βασικός σκοπός του είναι η κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών μιας κατανάλωσης χαμηλής τάσης ή μέσης τάσης, δίχως να είναι απαραίτητος ο ταυτοχρονισμός παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας.

Μέσω του ενεργειακού συμψηφισμού προκύπτει πρόσθετο όφελος στον αυτοπαραγωγό σε περίπτωση αύξησης της τιμής της ενέργειας ενώ του δίνεται η δυνατότητα να επιτύχει ρυθμιζόμενες μειωμένες χρεώσεις με κατάλληλη διαχείριση των φορτίων του.

Επιπλέον, από τη σκοπιά του διαχειριστή δικτύου προκύπτει σημαντική μείωση των απωλειών δικτύου τόσο στη χαμηλή όσο και στη μέση τάση ενώ υπάρχει και η προοπτική μείωσης των επεκτάσεων του δικτύου. Παρ' όλα αυτά λόγω των μειωμένων χρεώσεων του δικτύου διανομής στους αυτοπαραγωγούς, αυξάνεται το κόστος στους υπόλοιπους καταναλωτές ενώ, επιπροσθέτως, υπάρχει το ενδεχόμενο ο αυτοπαραγωγός να λειτουργεί χωρίς φορτίο συσσωρεύοντας ενέργεια στο δίκτυο το οποίο υπάρχει η πιθανότητα να λειτουργεί υπό μέγιστη ισχύ και ελάχιστο φορτίο.

4.1.5. Πιστοποιητικά ανανεώσιμων πηγών ενέργεια και φορολογικές ελαφρύνσεις

Τα πιστοποιητικά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (renewable energy certificates - REC) και οι μονάδες άνθρακα (carbon credits) αποτελούν είδη πιστοποιητικών που είναι προς πώληση. Διαφόρων ειδών επιχειρήσεις, όπως βιομηχανίες, υπόκεινται σε ανώτατα όρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και προκειμένου να έχουν τη δυνατότητα να ξεπεράσουν αυτά τα όρια είναι υποχρεωμένες να αγοράσουν κάποιο από τα προαναφερθέντα πιστοποιητικά. Έτσι αντισταθμίζονται εν τέλει οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και, ταυτόχρονα, τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά έργα, αποκτούν μια επιπλέον πηγή εσόδων από την πώληση των πιστοποιητικών. Επιπλέον, γενικά παρέχονται φορολογικές ελαφρύνσεις για δραστηριότητα ανάπτυξης έργων πράσινης ενέργειας (investment subsidy).

4.2. Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Το νομοθετικό πλαίσιο ανάπτυξης έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε στα τέλη του περασμένου αιώνα και είχε την ακόλουθη εξέλιξη:

- Νόμος 2244/1994: Παρέχεται άδεια σε ανεξάρτητους από τη ΔΕΗ ηλεκτροπαραγωγούς να παράγουν ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές και να την πωλούν στη ΔΕΗ σε σταθερή τιμή.
- Νόμος 2941/2001: Γίνεται απλοποίηση των διαδικασιών ίδρυσης εταιρείας παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και κατασκευής των αντίστοιχων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.
- Νόμος 3017/2002: Η Ελλάδα κυρώνει το Πρωτόκολλο του Κιότο στην Σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με την αλλαγή του κλίματος και δεσμεύεται να αντιμετωπίσει την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Νόμος 3468/2006: Πραγματοποιείται διευθέτηση θεμάτων ταυτόχρονης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας σε υψηλή απόδοση από ανανεώσιμες πηγές και, επιπλέον, δίνονται κίνητρα σε επενδυτές φωτοβολταϊκών σταθμών. Γίνεται εκκίνηση του συστήματος εγγυημένων τιμών.
- Νόμος 3851/2010: Επιταχύνονται οι διαδικασίες ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ούτως ώστε να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή και ορίζεται ο σχετικός στόχος κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Ελλάδα.
- Νόμος 4062/2012: Παρουσιάζεται το πρόγραμμα Ήλιος το οποίο αποσκοπεί στην ανάπτυξη, παραγωγή και εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από το ηλιακό δυναμικό της χώρας.
- Νόμος 4146/2013: Μειώνονται οι επιδοτήσεις που σχετίζονται με έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με άμεση συνέπεια να μειθούν και οι επενδυτές.
- Νόμος 4254/2014: Μειώνονται σημαντικά οι εγγυημένες τιμές στις εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και, μάλιστα, με αναδρομική ισχύ.
- Νόμος 4414/2016: Επιχειρείται ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και η βελτίωση της αποδοτικότητάς τους. Επιπλέον, εισάγεται η διαδικασία του μειοδοτικού

διαγωνισμού και δημιουργείται ο μηχανισμός διαφορικής προσαύξησης της τιμής.

- Νόμος 4513/2018: Καθορίζεται το πλαίσιο λειτουργίας των ενεργειακών κοινοτήτων.
- Νόμος 4643/2019: Διευκολύνεται η διαδικασία αδειοδότησης εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Νόμος 4685/2020: Πραγματοποιείται ριζική μείωση του χρόνου αδειοδότησης των έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Νόμος 4736/2020: Καθορίζονται θέματα κατοχύρωσης της τιμής σε σχέση με την ετοιμότητα της εγκατάστασης.

4.3. Πρόβλεψη εξόδων

4.3.1. Έξοδα κατά την έναρξη του έργου

Γενικά, τα έξοδα για την έναρξη λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού πάρκου αφορούν έξοδα έκδοσης αδειας, έξοδα μελέτης, έξοδα κατασκευής, έξοδα διαχείρισης, νομικά έξοδα και λοιπά έξοδα. Ανάλογα με το μέγεθος της ισχύος διαφοροποιείται και το κόστος, δεδομένου ότι σε αυξημένες ισχύες υπάρχει ένταση εργασίας και οικονομία κλίμακας, οπότε μειώνεται το κόστος.

Τα έξοδα κατασκευής περιλαμβάνουν τα ακόλουθα συστήματα με τις αντίστοιχες εργασίες:

- Φωτοβολταϊκά πάνελς
- Σκελετοί
 - Σκελετός στήριξης φωτοβολταϊκών πάνελς και θεμελίωση
 - Περίφραξη
 - Βάση υποπινάκων
 - Οικίσκος και βάση οικίσκου
 - Βάση μετρητή
 - Ικρίώματα καμερών και φωτισμού
- Αντιστροφείς (inverters)
- Μετρητικός εξοπλισμός
- Καλωδιώσεις
 - Κύρια καλώδια από τα φωτοβολταϊκά ως τους αντιστροφείς
 - Κύρια καλώδια από τους αντιστροφείς ως τον γενικό πίνακα

- Κύρια καλώδια από τον γενικό πίνακα ως τον μετρητή
- Καλωδίωση φωτισμού
- Καλωδίωση συστήματος καμερών και τηλεπαρακολούθησης
- Καλωδίωση συστήματος συναγερμού
- Καλωδίωση μετεωρολογικού σταθμού
- Αντικεραυνική προστασία και βάση αλεξικέραυνου
- Σύνδεση με το δίκτυο

4.3.2. Έξοδα κατά τη λειτουργία του έργου

Τα βασικά έξοδα κατά τη λειτουργία του έργου είναι τα κάτωθι:

- Μισθοδοσία προσωπικού
- Ασφαλιστικά έξοδα
- Έξοδα ακινήτου
- Συντήρηση εξοπλισμού
- Έξοδα διοίκησης
- Λειτουργικά κόστη
- Αποσβέσεις εξοπλισμού

4.4. Απόδοση

4.4.1. Ανάλυση καθαρής παρούσας αξίας

Προκειμένου να διαπιστωθεί το πραγματικό όφελος από κάποιο φωτοβολταϊκό έργο, ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται συχνά στις επενδύσεις είναι αυτό της καθαρής παρούσας αξίας (ΚΠΑ) (net present value - NPV). Σύμφωνα με αυτό, η αξία ενός έργου λογίζεται στο παρόν θεωρώντας τη διαφορά της παρούσας αξίας των μελλοντικών καθαρών ταμειακών ροών ΚΤΡ, λαμβάνοντας υπόψη το προβλεπόμενο επιτόκιο r και την τελική αξία της επένδυσης (A_T) με το αρχικό κεφάλαιο επένδυσης C . Στις μελλοντικές καθαρές ταμειακές ροές αφαιρούνται τα μελλοντικά λειτουργικά έξοδα (ΟΜ) και λοιπά έξοδα (ΟC) από τα έσοδα (S). Η συνολική έκφραση παρουσιάζεται ακολούθως:

$$NPV = \sum_{i=1}^T \frac{S_i - OM_i - OC_i}{(1 + r_i)^i} + \frac{A_T}{(1 + r_T)^T} - C \quad (2)$$

- Όταν η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική, τότε η επένδυση γίνεται αποδεκτή. Όσο πιο υψηλή τιμή έχει, τόσο καλύτερα για τον επενδυτή.
- Όταν η καθαρή παρούσα αξία είναι μηδενική, τότε η επένδυση είναι αδιάφορη από άποψη επενδυτικής αξίας.
- Όταν η καθαρή παρούσα αξία είναι αρνητική, τότε η επένδυση δε γίνεται αποδεκτή, καθώς οδηγεί σε ζημιά.

4.4.2. Εσωτερικός βαθμός απόδοσης

Με τον όρο του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (EBA) (internal rate of return - IRR) ουσιαστικά υπολογίζεται το εσωτερικό επιτόκιο επένδυσης και λογίζεται βάσει μιας σειράς καθαρών ταμειακών ροών. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζεται μέσω των μελλοντικών ταμειακών ροών και του κόστους επένδυσης (C) βάσει της σχέσης (3).

$$NPV = \sum_{i=0}^T \frac{C_i}{(1 + IRR)^i} \quad (3)$$

Σύμφωνα με τα τρέχοντα δεδομένα οι εσωτερικοί βαθμοί απόδοσης στην ελληνική αγορά είναι περί τα 6-7 %.

4.4.3. Απόδοση επένδυσης

Η απόδοση επένδυσης ή επιστροφή επί της επένδυσης (return on investment - ROI) αποτελεί έναν δείκτη για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης. Πρόκειται για τον λόγο του οφέλους μιας επένδυσης, δηλαδή του κέρδους της επένδυσης (net profit - NP) σε παρούσα αξία αφαιρώντας το αρχικό κόστος επένδυσης C, προς το αρχικό κόστος επένδυσης C όπως παρουσιάζεται από τη σχέση (4).

$$ROI = \frac{NP}{C} \quad (4)$$

4.4.4. Ελεύθερες ταμειακές ροές

Μέσα από την κατάσταση ταμειακών ροών (ΚΤΡ) (cash flow statement - CFS) μπορούν να υπολογίζονται οι ελεύθερες ταμειακές ροές (ETP) (free cash flows - FCF) οι οποίες ορίζονται ως οι ταμειακές ροές από λειτουργικές δραστηριότητες αφαιρουμένων των καθαρών ταμειακών εκροών για προγραμματισμένες επενδύσεις και εξυπηρέτηση

χρεών. Γενικά, οι ελεύθερες ταμειακές ροές θα μπορούσαν να υπολογιστούν από τον τύπο (5) λαμβάνοντας υπόψη το μικό κέρδος (EBITDA - earnings before interest, tax, depreciation and amortization), τους φόρους (taxes), το κόστος κεφαλαίου (capital expenditures - CAPEX) και το κεφάλαιο κίνησης (working capital - WC) στο εκάστοτε οικονομικό έτος i .

$$FCF_i = EBITDA_i - Taxes_i - \Delta(WC)_i - CAPEX_i \quad (5)$$

5. Κίνδυνοι ανάπτυξης φωτοβολταϊκού έργου

5.1. Τύποι κινδύνων

Οι κίνδυνοι που συνοδεύουν την ανάπτυξη ενός φωτοβολταϊκού έργου σχετίζονται με:

- Την εθνική πολιτική στην αγορά ενέργειας
- Την αδειοδότηση του φωτοβολταϊκού έργου
- Την κατασκευή του φωτοβολταϊκού έργου
- Τη λειτουργία του φωτοβολταϊκού έργου
- Την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας
- Τη ρευστότητα του φωτοβολταϊκού έργου

5.1.1. Κίνδυνοι αγοράς

Ο τύπος κινδύνων που αφορά στην αγορά (κίνδυνοι αγοράς - market risk) συνδέεται με την πιθανότητα οι οικονομικές εξελίξεις της αγοράς να επηρεάσουν τα τελικά έσοδα από την προσφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια με αποτέλεσμα εκείνα να είναι χαμηλότερα από το αναμενόμενο. Αυτό το ενδεχόμενο μπορεί να οδηγήσει την επιχείρηση σε έλλειψη δυνατότητας τήρησης των υποχρεώσεων της απέναντι στις πηγές χρηματοδότησης της. Πιο συγκεκριμένα τα μειωμένα έσοδα μπορεί να σχετίζονται με:

- Το κανονιστικό πλαίσιο που αφορά στα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το οποίο ενδέχεται να μεταβληθεί ακόμη και να επηρεάσει αναδρομικά τις υφιστάμενες συμβάσεις προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (regulatory risk).
- Το μοντέλο καθορισμού της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τις εξελίξεις στην αγορά. Ο συγκεκριμένος κίνδυνος απαντάται ως κίνδυνος μεταβολών στην τιμή (price risk).
- Το ενδεχόμενο ο αντισυμβαλλόμενος αγοραστής της ηλεκτρικής ενέργειας να μη τηρεί τις οικονομικές του υποχρεώσεις και, κατά συνέπεια, η επιχείρηση να έχει μειωμένα έσοδα (counterparty risk).

5.1.2. Λειτουργικοί κίνδυνοι

Ο τύπος κινδύνων που αφορά στη λειτουργία (operational risk) σχετίζονται με το ενδεχόμενο μειωμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω κατασκευαστικών αστοχιών ή έλλειψης συντήρησης. Ακόμη, είναι πιθανό περιβαλλοντικοί κίνδυνοι να επηρεάσουν δυσμενώς την ομαλή λειτουργία των μονάδων παραγωγής ενέργειας, αφού μπορεί να υπάρξουν καταστροφές λόγω αυξημένης ανεμοπίεσης, λόγω πλημμύρας και ούτως καθεξής. Τέλος, εργατικά ατυχήματα ή αντιδράσεις από τις τοπικές κοινωνίες ενδέχεται επίσης να έχουν δραστικές επιδράσεις στη λειτουργία των μονάδων.

5.1.3. Επιχειρηματικοί κίνδυνοι

Ο τύπος κινδύνων που αφορά στη επιχειρηματική κατάσταση της επιχείρησης (business risk) σχετίζεται με το ενδεχόμενο να υπάρξουν τεχνολογικές εξελίξεις ή λανθασμένες επιχειρηματικές αποφάσεις που μπορεί να μειώσουν τα έσοδα που έχουν προβλεφθεί. Πιο συγκεκριμένα αυτοί οι κίνδυνοι μπορεί να έχουν τις ακόλουθες εκφάνσεις:

- Οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι πιθανό να καταστήσουν παρωχημένο τον εξοπλισμό ή τη μέθοδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αποτέλεσμα αυτός να μην είναι πλέον ανταγωνιστικός (obsolescence risk).
- Μπορεί να λάβουν χώρα αποφάσεις οι οποίες βασίζονται σε λανθασμένες προβλέψεις για τον όγκο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που προβλέπεται να υπάρχει ή η τελική απαίτηση σε ενέργεια να είναι χαμηλότερη από την αναμενόμενη. Ο συγκεκριμένος κίνδυνος απαντάται ως κίνδυνος μεταβολών στην ποσότητα (volume risk).
- Είναι πιθανό να υπάρξει αναντιστοιχία μεταξύ της ώρας παραγωγής ενέργειας και της ώρας απαίτησης της ενέργειας με αποτέλεσμα να μην συνολικά να παράγεται η απαιτούμενη ενέργεια αλλά να μην παράγεται σε ώρες αιχμής και, άρα, να έχει χαμηλότερη χρονοχρέωση (profile risk).
- Υπάρχει κίνδυνος που σχετίζεται με την πιθανότητα μη αποπεράτωσης του έργου εντός του αντίστοιχου χρονοδιαγράμματος (on time completion risk). Αυτός ο κίνδυνος έχει άμεση διασύνδεση με τις επιχειρηματικές αποφάσεις που αφορούν στην επιλογή των αναδόχων του έργου και στα πρόσωπα που ασχολούνται με τη διαχείριση του έργου.

5.1.4. Χρηματοδοτικοί κίνδυνοι

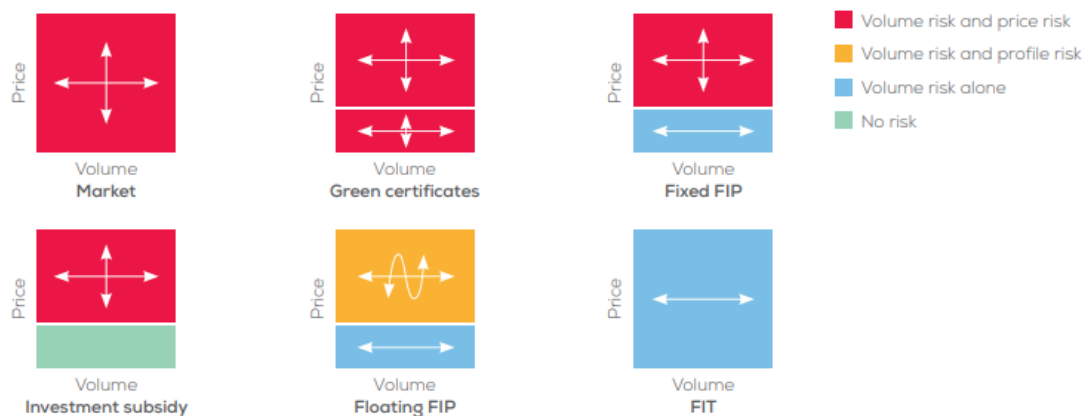
Ο τύπος κινδύνων που αφορά στη χρηματοδότηση (financing risk) σχετίζεται με την πιθανότητα να:

- Υπάρξει αδυναμία αναχρηματοδότησης του έργου (refinancing risk) σε περίπτωση που ο δανεισμός ή το εκάστοτε ομόλογο λήξει προτού ολοκληρωθεί η φάση λειτουργίας του έργου. Αυτό μπορεί να οδηγήσει το έργο σε μελλοντική αδυναμία κάλυψης πιθανών δανειακών υποχρεώσεων.
- Αυξηθεί το επιτόκιο δανεισμού σε περίπτωση που αυτό είναι κυμαινόμενο (interest rate risk). Σε αυτήν την περίπτωση οι τόκοι μπορεί να αυξηθούν σημαντικά και να οδηγήσουν σε προβληματικές χρηματοοικονομικές ροές και σε έλλειψη ρευστότητας.
- Αποφασίσει ο κύριος του έργου να εξοφλήσει τις δανειακές του υποχρεώσεις νωρίτερα από το αναμενόμενο (prepayment risk). Αυτός ο κίνδυνος ελλοχεύει για τον δανειστή σε περίπτωση που το έργο έχει ολοκληρωθεί, υπάρχει καλή λειτουργία και τα επιτόκια της αγοράς βρίσκονται κάτω από το επιτόκιο του χρεωστικού τίτλου. Οπότε, ο κύριος του έργου έχει συμφέρον να προπληρώσει, αφαιρώντας με αυτόν τον τρόπο το κέρδος του δανειστή από τα μελλοντικά επιτόκια.

5.2. Αντιστάθμιση κινδύνων

Η διαχείριση του ρίσκου πραγματοποιείται μέσω διαφόρων χρηματοοικονομικών εργαλείων που αναλύονται στην παρούσα παράγραφο. Η ύπαρξη χαρακτηριστικών κινδύνων ανάλογα με την πηγή χρηματοδότησης αναλύεται στην Εικ. 6. Το κάθε τετράγωνο αντιπροσωπεύει τα έσοδα ως το γινόμενο του όγκου παραγωγής με την τιμή πώλησης ανά πηγή χρηματοδότησης. Όταν σε κάποια πηγή χρηματοδότησης υπάρχει επιμέρους διαχωρισμός πηγών, τότε τα τετράγωνα διαιρούνται σε ορθογώνια (λ.χ. για fixed IP υπάρχει έσοδο από την αγορά και έσοδο από premium). Τα βέλη αντιπροσωπεύουν τις ζώνες στις οποίες υπάρχει κίνδυνος.

Γενικά, υπάρχουν ποικίλοι τρόποι που αξιοποιούνται προκειμένου να επιτευχθεί αντιστάθμιση των προαναφερθέντων κινδύνων (risk hedging instruments). Αυτοί οι τρόποι εφαρμόζονται συνήθως με τη βοήθεια ενός φορέα που παρέχει αντιστάθμιση κινδύνου (hedge provider), όπως μια τράπεζα, ενός κέντρου εμπορίας (market hub), κάποιας επιχείρησης διαχείρισης κινδύνων, όπως μια ασφαλιστική εταιρεία ή κάποιου μεγάλου καταναλωτή ενέργειας.



Εικ. 6. Κίνδυνοι ανάλογα με την πηγή χρηματοδότησης
[Πηγή: Swiss RE Corporate Solutions]

5.2.1. Συμβάσεις ανταλλαγής σταθερής τιμής - όγκου

Οι συμβάσεις ανταλλαγής σταθερής τιμής - όγκου (fixed volume price swaps) εφαρμόζονται με την ακόλουθη διαδικασία. Για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους η επιχείρηση αγοράζει έναν συγκεκριμένο όγκο ενέργειας στην τρέχουσα τιμή από το κέντρο εμπορίας. Αυτήν την ενέργεια την πουλά στον φορέα που παρέχει αντιστάθμιση κινδύνου σε προσυμφωνημένη τιμή (η οποία μπορεί να είναι είτε χαμηλότερη είτε υψηλότερη από την τρέχουσα τιμή, εξού και η αντιστάθμιση κινδύνου). Μετέπειτα η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στην αγορά με την εκάστοτε τιμή αγοράς στο σημείο σύνδεσης.

5.2.2. Εταιρικές συμβάσεις αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας

Οι εταιρικές συμβάσεις αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας (corporate power purchase agreements) αποτελούν συμβάσεις οι οποίες προσιδιάζουν με τις συμβατικές συμβάσεις αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με αυτές η επιχείρηση πουλά ενέργεια ακολουθώντας την τρέχουσα τιμή της αγοράς. Βάσει αυτής πληρώνει τον καταναλωτή ενέργειας ο οποίος με τη σειρά του την πληρώνει σε σταθερή τιμή. Με αυτόν τον τρόπο επωφελούνται και οι δύο αφού η επιχείρηση καταφέρνει να εξασφαλίζει σταθερές χρηματοοικονομικές ροές και ο καταναλωτής ενέργειας καταφέρνει να έχει σταθερό κόστος για την ενέργεια που χρησιμοποιεί.

5.2.3. Συμβάσεις ανταλλαγής με επιχειρήσεις διαχείρισης κινδύνων

Στις συμβάσεις ανταλλαγής με επιχειρήσεις διαχείρισης κινδύνων (proxy revenue swaps) προσυμφωνείτε μια, συνήθως ετήσια, πληρωμή για συγκεκριμένο όγκο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με κάποια επιχείρηση διαχείρισης κινδύνων. Στην ουσία τις διακυμάνσεις του όγκου και της τιμής της ενέργειας τις απορροφά η επιχείρηση διαχείρισης κινδύνων. Ο όγκος γενικά υπολογίζεται βάσει της ενέργειας που θα παραγόταν υπό τις πραγματικές συνθήκες, λ.χ. ηλιακής ακτινοβολίας, σε συγκεκριμένη όμως απόδοση του εξοπλισμού.

5.2.4. Λοιπά είδη αντιστάθμισης κινδύνων

Για την αντιμετώπιση του κινδύνου αποπεράτωσης του έργου εκτός χρονοδιαγράμματος (on time completion risk) καθώς και για την αντιμετώπιση των κινδύνων λειτουργίας του έργου (operational risk) γενικά πραγματοποιούνται τα κάτωθι:

- Προσεκτική επιλογή αξιόπιστων συνεργατών σε όλα τα στάδια κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Θέσπιση ρητρών μέσα από συμβάσεις για την αποφυγή πιθανών καθυστερήσεων και πλημμελών εργασιών.
- Κοινωνική προβολή του έργου ούτως ώστε να αποφευχθούν πιθανές αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία.
- Ασφαλιστική κάλυψη έργου έναντι περιβαλλοντικών δράσεων, πιθανών τραυματισμών προσωπικού και λοιπών κινδύνων.

Για την αντιμετώπιση του κινδύνου αύξησης του επιτοκίου σε περίπτωση που είναι κυμαινόμενο (interest rate risk) είναι δυνατό να συναφθεί σύμβαση ανταλλαγής (swap) με κάποια άλλη επιχείρηση η οποία θα μπορούσε να απορροφήσει το κυμαινόμενο επιτόκιο με την ταυτόχρονη παροχή σταθερών πληρωμών. Με αυτόν τον τρόπο ο κίνδυνος αλλά και το πιθανό κέρδος μεταφέρεται στην επιχείρηση με την οποία συνάπτεται η σύμβαση ανταλλαγής.

Για την αντιμετώπιση του ενδεχόμενου κινδύνου αδυναμίας αναχρηματοδότησης του έργου προβλέπεται η τοκοχρεολύσια μέθοδος (amortization) σύμφωνα με την οποία πραγματοποιούνται ισόποσες και περιοδικές καταβολές για την αποπληρωμή του δανείου. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ο κίνδυνος έλλειψης ρευστότητας και κατ' επέκταση και ο κίνδυνος αδυναμίας αναχρηματοδότησης (refinancing risk).

6. Επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά έργα

6.1. Χαρακτηριστικά επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά έργα

Τα βασικά χαρακτηριστικά επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά έργα είναι τα ακόλουθα:

- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Μακρές περίοδοι αδειοδότησης
- Χαμηλή ευαισθησία σε οικονομικούς κύκλους
- Εύκολη προσαρμογή στον πληθωρισμό μέσω της τιμής ηλεκτρικής ενέργειας που επηρεάζεται από εκείνον
- Σημαντική συμβολή των δανείων
- Ανάγκη για υψηλά αρχικά κεφάλαια
- Συνεργάτες - Φορείς με κύρος
- Επενδύσεις με σημαντικό περιβαλλοντικό, κοινωνικό και πολιτικό πρόσημο
- Χαμηλό ρίσκο

6.2. Φωτοβολταϊκά έργα στην Ελλάδα

Κατά την τελευταία δεκαετία, χάρη στην κρατική της πολιτική και στους εθνικούς στόχους που έχει θέσει, η Ελλάδα έχει καταφέρει να αυξήσει σημαντικά τη συμβολή των φωτοβολταϊκών έργων στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η πορεία των φωτοβολταϊκών έργων σε όρους ισχύος παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.



Εικ. 7. Χρονική εξέλιξη της ισχύος στην ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών έργων

Αναφορικά με την κρατική πολιτική, αυτή συμβάλλει καθοριστικά στην ανάπτυξη αυτού του είδους των έργων τροποποιώντας κατάλληλα το καθεστώς χρέωσης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν, δημιουργώντας κίνητρα για την ανάπτυξή τους, παρέχοντας επιδοτήσεις, χρηματοδοτώντας προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης τέτοιων έργων, απλοποιώντας τις διαδικασίες αδειοδότησης και άλλα. Αυτές οι παροχές δίνονται με την προοπτική επίτευξης του εθνικού στόχου (στα πλαίσια του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα) των 7.7 GWp ως το 2030.

6.3. Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκά έργα στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που δέχεται υψηλή ηλιακή ακτινοβολία. Ως εκ τούτου, στην Ελλάδα έχουν κατασκευαστεί ή πρόκειται να κατασκευαστούν κάποια από τα μεγαλύτερα φωτοβολταϊκά πάρκα διεθνώς. Ορισμένα εξ αυτών παρουσιάζονται στις κάτωθι εικόνες.



Εικ. 8. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 8.05 MW στον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος», 2011



Εικ. 9. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 8.99 MW στους Σοφάδες Καρδίτσας



Εικ. 10. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 1.50 MW στο Βαθυχώρι Αττικής



Εικ. 11. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 1.05 MW στην Αιτωλοακαρνανία



Εικ. 12. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 10.30 MW στον Δομοκό



Εικ. 13. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 0.48 MW στον Αθερινόλακκο Κρήτης



Εικ. 14. Φωτοβολταϊκό πάρκο συνολικής ισχύος 3.00 MW στη Βοιωτία

7. Ανάλυση φωτοβολταϊκού έργων

7.1. Ανάλυση φωτοβολταϊκού έργου 150 kWp

7.1.1. Στοιχεία έργου

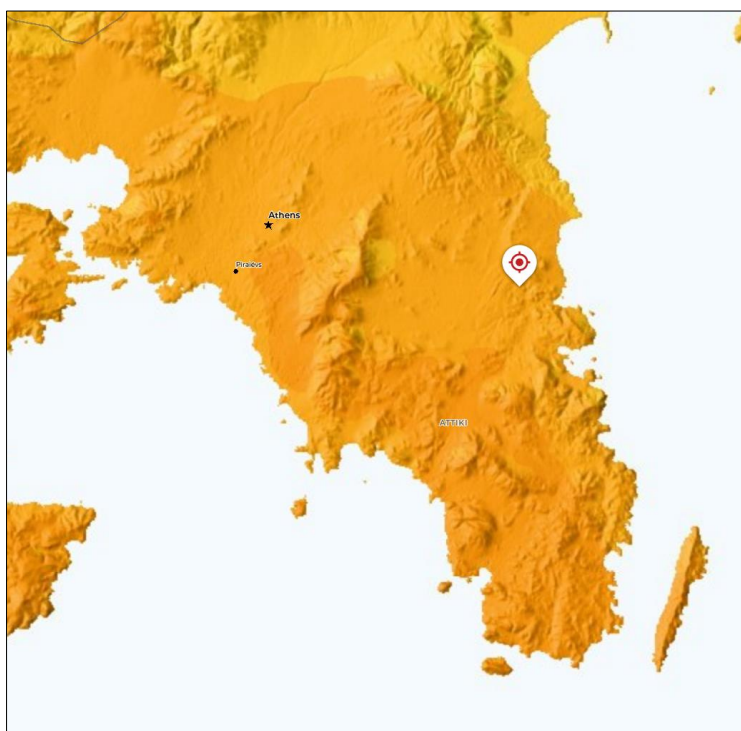
Το αγροτεμάχιο στο οποίο πρόκειται να κατασκευαστεί το φωτοβολταϊκό πάρκο βρίσκεται στο Κορωπί Αττικής, όπως παρουσιάζεται στην Εικ. 15. Το εμβαδόν του είναι περί τα 2055 m² και η κλίση του εδάφους 1.50°. Η γεωγραφική του τοποθεσία είναι ικανοποιητική διότι βρίσκεται πλησίον του αεροδρομίου, κατοικιών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων που έχουν σημαντικές ανάγκες κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, υπάρχει τοπικό δίκτυο στο οποίο δύναται να γίνει διασύνδεση χωρίς υψηλά κόστη. Επιπροσθέτως, η Αττική αποτελεί μια περιοχή με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία και, άρα, προβλέπονται υψηλά έσοδα κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου από τις αντίστοιχες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγονται.



Εικ. 15. Φωτογραφία αγροτεμαχίου πάρκου 150 kWp

7.1.2. Στοιχεία ακτινοβολίας

Σύμφωνα με τα στοιχεία του GlobalSolarAtlas, τα οποία παρουσιάζονται στην Εικ. 16, η ηλιακή ακτινοβολία βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Το αντίστοιχο GHI, όπως προκύπτει από άλλες πηγές, όπως το meteonorm, προκύπτει 1687 kWh/m². Οπότε, επιλέγεται αυτό ως δυσμενέστερο.



Map data

Per year ▾

<input checked="" type="checkbox"/>	Specific photovoltaic power output	PVOUT specific	1586 kWh/kWp ▾
	Direct normal irradiation	DNI	1792 kWh/m ² ▾
	Global horizontal irradiation	GHI	1751 kWh/m ² ▾
	Diffuse horizontal irradiation	DIF	643 kWh/m ² ▾
	Global tilted irradiation at optimum angle	GTI _{opta}	1978 kWh/m ² ▾
	Optimum tilt of PV modules	OPTA	31 / 180 °
	Air temperature	TEMP	18.5 °C ▾
	Terrain elevation	ELE	63 m ▾

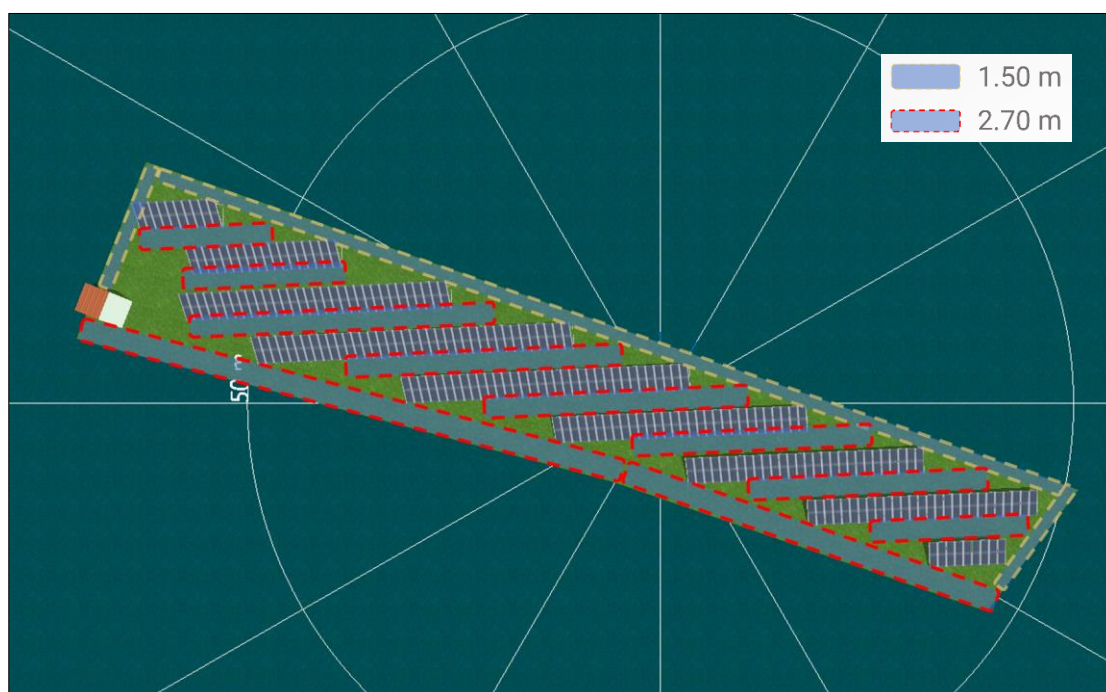
Εικ. 16. Ηλιακή ακτινοβολία πάρκου 150 kWp

7.1.3. Σχεδιασμός εγκατάστασης

Η εγκατάσταση προσομοιώθηκε σε κατάλληλο λογισμικό προκειμένου να υπολογιστούν με ακρίβεια οι ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας που πρόκειται να παραχθούν.

Για την προσομοίωση χρησιμοποιήθηκαν περιμετρικές αποστάσεις της τάξεως του 1.50 m περιμετρικά με εξαίρεση τη νότια πλευρά όπου χρησιμοποιήθηκε 2.70 m προκειμένου να μπορεί να διέλθει όχημα τόσο κατά τη φάση λειτουργίας όσο και κατά τη φάση κατασκευής.

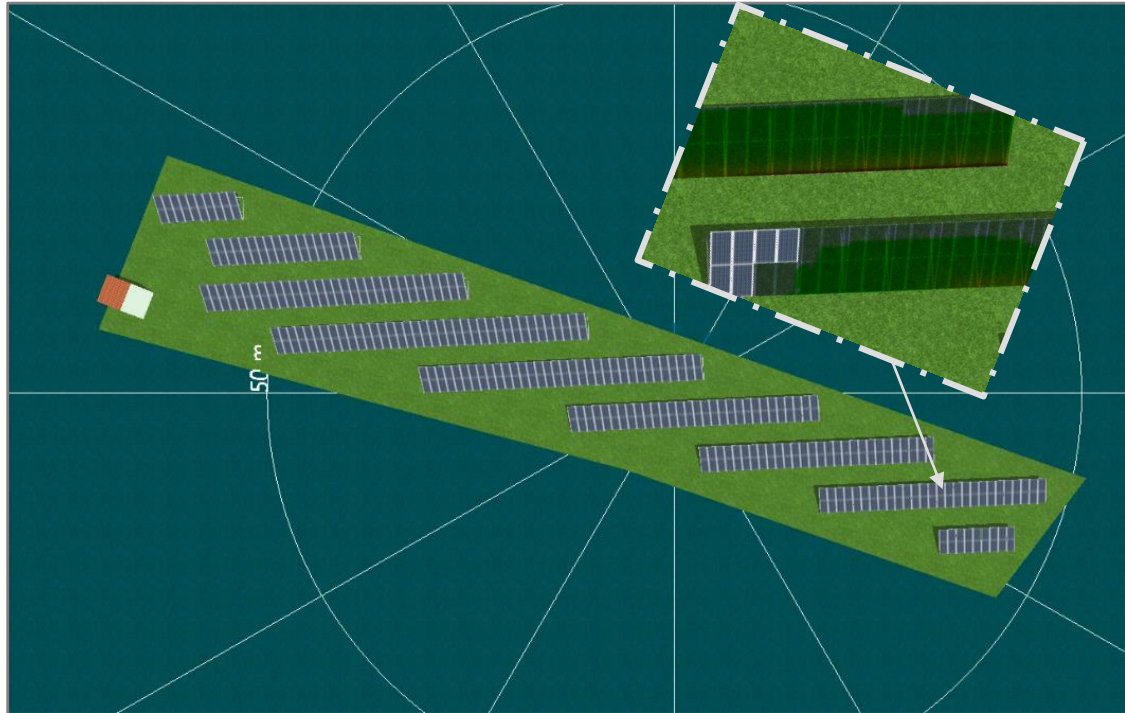
Η απόσταση των 2.70 m χρησιμοποιήθηκε και ως απόσταση μεταξύ των πάνελς για τη διέλευση οχήματος, όπως φαίνεται στην Εικ. 17. Παράλληλα, για να επιτευχθεί αυτή η απόσταση θεωρήθηκε σκόπιμο να τοποθετηθούν τα πάνελς κατακορύφως και, μάλιστα, σε δύο σειρές ούτως ώστε οι σκιάσεις στις παρακείμενες σειρές των φωτοβολταϊκών πάνελς και στα αντίστοιχα πλαίσια να είναι περιορισμένες. Οι δύο σειρές είναι πιθανό να οδηγούν και στατικά στην ευκολία της χρήσης μονών στύλων για τη στήριξη των πλαισίων και, άρα, σε λιγότερο υλικό κατασκευής και, κυρίως, σε λιγότερο κοστογόνες θεμελιώσεις σε σχέση με την περίπτωση των δύο στύλων που αντιστοιχούν σε παραπάνω σειρές πάνελς.



Εικ. 17. Αποστάσεις μεταξύ των πάνελς στο πάρκο των 150 kWp

Ως βέλτιστη γωνία χωροθέτησης των πάνελς υπολογίστηκε η γωνία των 30° ενώ ως βέλτιστος προσανατολισμός επιλέχθηκε ο νότιος.

Χάρη στην προαναφερθείσα χωροθέτηση, οι σκιάσεις που προέκυψαν ήταν ελάχιστες, όπως φαίνεται στην Εικ. 18.



Εικ. 18. Σκιάσεις στο πάρκο των 150 kWp

Τα ηλεκτρολογικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν από ηλεκτρονικούς καταλόγους ως εξής:

- Φωτοβολταϊκά πάνελς (Εικ. 19)

Sharp NU-JC330

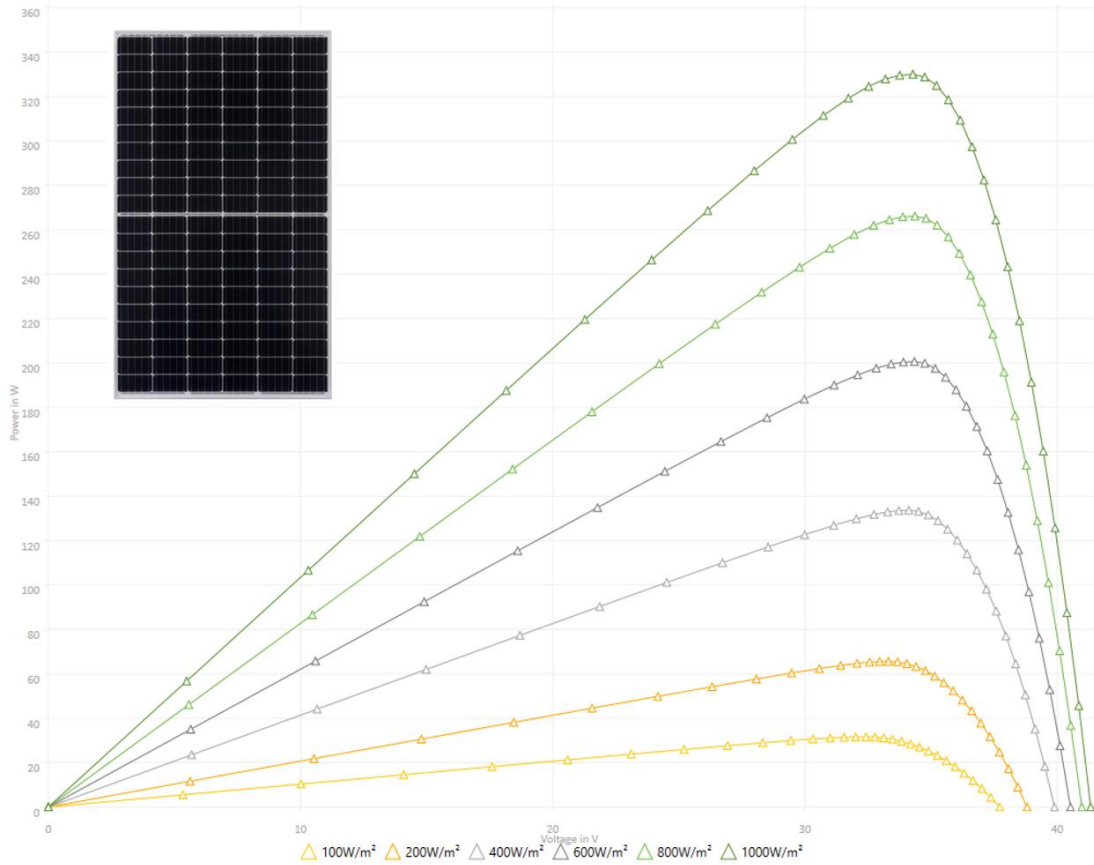
Απόδοση 19.56 %

Ονομαστική ισχύ 330 W

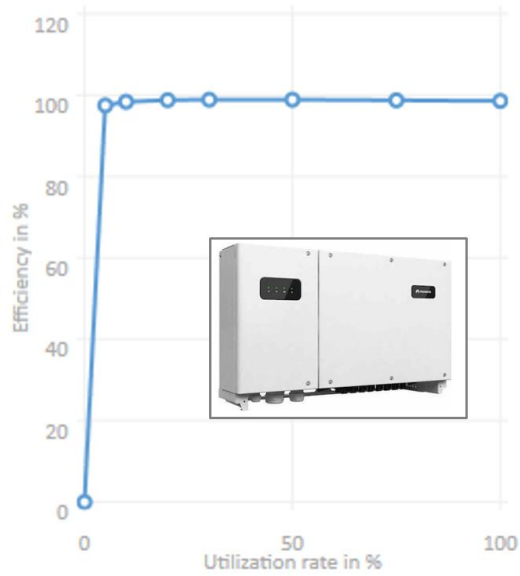
- Αντιστροφείς (Εικ. 20)

Huawei

SUN2000-60KTL-M0



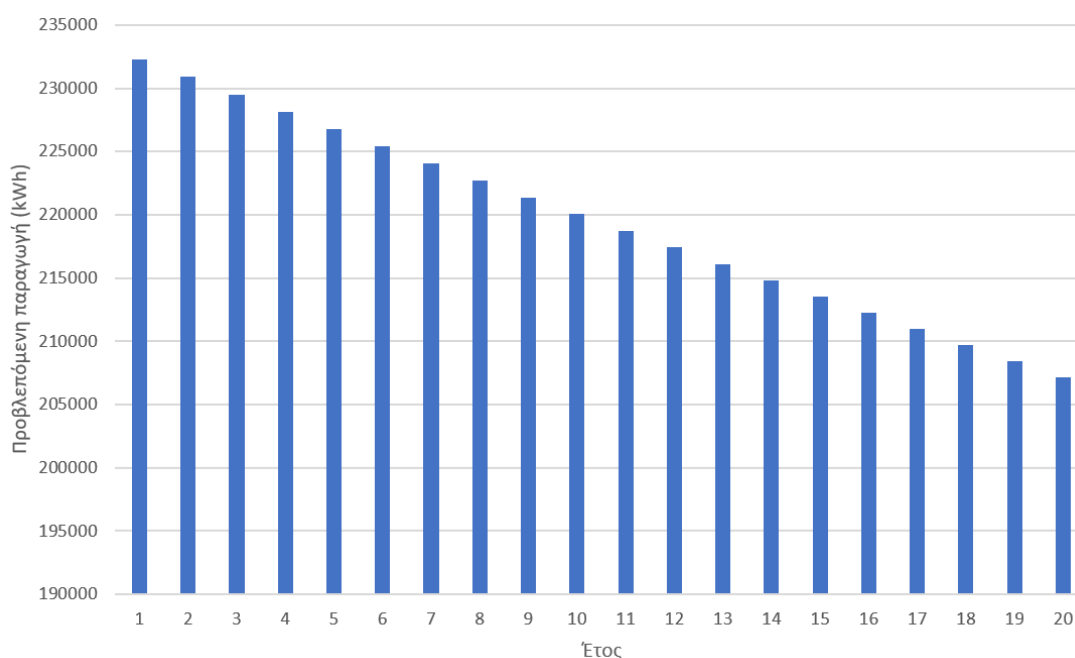
Εικ. 19. Ισχύς - Τάση των φωτοβολταϊκά πάνελς στο πάρκο των 150 kWp



Εικ. 20. Απόδοση των αντιστροφέων στο πάρκο των 150 kWp

7.1.4. Πρόβλεψη παραγωγής

Όπως προέκυψε από την ανάλυση, η ετήσια παραγωγή ενέργειας εκτιμάται στα 1560 kWh/kWp. Επιπλέον, θεωρείται ετήσια πτώση παραγωγικότητας σύμφωνα με τον κατάλογο των προϊόντων ίση με 0.6 % και η διάρκεια ζωής του έργου ορίζεται στα 20 έτη. Η προβλεπόμενη παραγωγή παρουσιάζεται στην Εικ. 21.



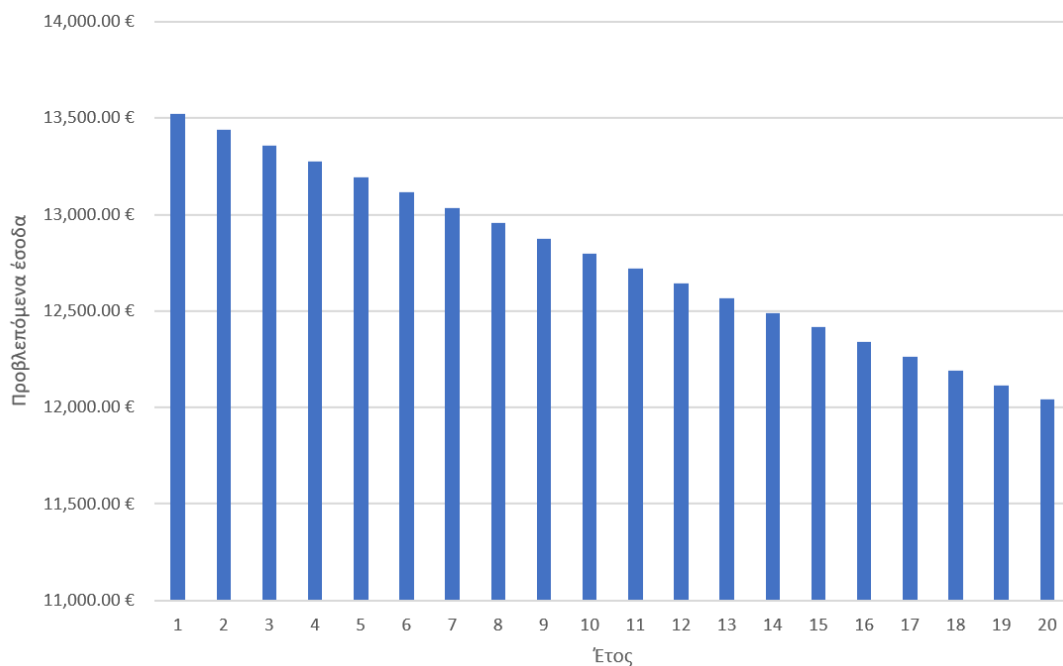
Εικ. 21. Πρόβλεψη παραγωγής στο πάρκο των 150 kWp

7.1.5. Πρόβλεψη εσόδων

Βάσει της τρέχουσας ελληνικής νομοθεσίας για επενδυτές σε έργα < 500 kWp που τίθενται σε λειτουργία από 01.01.2020, η τιμή μετά τη 01.05.2021 γίνεται ρυθμιζόμενη με τιμή που έχει καθοριστεί στα 63 €/MWh. Αυτή είναι και η τιμή που καθορίστηκε για τον υπολογισμό των εσόδων στην Εικ. 22.

Επιπροσθέτως από αυτήν την τιμή αφαιρούνται τα εξής τέλη:

- Τέλος υπέρ ΟΤΑ και πράσινου ταμείου 3.0 %
- Μεταβατικό τέλος ασφάλειας εφοδιασμού 3.6 %
- Τέλος διατήρησης δικαιώματος κατοχής άδειας παραγωγής 1 €/kW



Εικ. 22. Πρόβλεψη εσόδων στο πάρκο των 150 kWp

7.1.6. Κόστος κατασκευής εγκατάστασης (CAPEX - Capital Expenditure)

Σύμφωνα με τα τρέχοντα στοιχεία της αγοράς το συνολικό κόστος της εγκατάστασης εκτιμάται στα 600 €/kW. Οπότε το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 89,496 €.

Ο επιμερισμός αυτού του κόστους γίνεται ποσοστιαίως στα διάφορα στοιχεία ως εξής:

- Κόστος μελετών: 2.0 %
- Κόστος ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και στηρίξεων: 73.0 %
- Κόστος έργων υποδομής: 9.0 %
- Κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης: 7.0 %
- Κόστος έργων διασύνδεσης: 9.0 %

Οι αποσβέσεις αυτών των στοιχείων σύμφωνα με τις αντίστοιχες εγκυκλίους υπολογίζονται ως 4.00 % στα έργα υποδομής, στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, στα έργα διασύνδεσης και στις άυλες δαπάνες.

7.1.7. Κόστη στη λειτουργία της εγκατάστασης (OPEX - Operating Expenditure)

Σύμφωνα με τα τρέχοντα στοιχεία της αγοράς, τα κόστη εκτιμώνται στα:

- Έξοδα συντήρησης: 10 €/kW/έτος
- Έξοδα ασφάλισης ως ποσοστό του κόστους κατασκευής: 0.4 %/έτος
- Ετήσιο ενοίκιο αγροτεμαχίων: 0.3 €/m²/έτος
- Ετήσια αύξηση εξόδων: 0.5 %
- Έξοδα φύλαξης εγκατάστασης: 300 €/έτος
- Έξοδα διοίκησης: 200 €/έτος
- Λογιστικά έξοδα: 1000 €/έτος
- Τέλος επιτηδεύματος: 1000 €/έτος

7.1.8. Διάρθρωση κεφαλαίου

Υπολογίστηκαν δύο σενάρια, το ένα με 100 % χρήση ιδίων κεφαλαίων και το άλλο με 30 % χρήση ιδίων κεφαλαίων ως εξής:

- 100 % Ίδια κεφάλαια

Φορολογικός συντελεστής: 24 %

Επιτόκιο μακροχρόνιου δανεισμού: 0 %

Έτη μακροχρόνιου δανεισμού: 0

Ποσοστό ίδιας συμμετοχής: 100 %

- 30 % Ίδια κεφάλαια

Φορολογικός συντελεστής: 24 %

Επιτόκιο μακροχρόνιου δανεισμού: 4 %

Έτη μακροχρόνιου δανεισμού: 10

Ποσοστό ίδιας συμμετοχής: 30 %

7.1.9. Τυπικό σενάριο με 100 % ίδια κεφάλαια

Στην Εικ. 23 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταϊκού πάρκου με 100 % ίδια κεφάλαια.

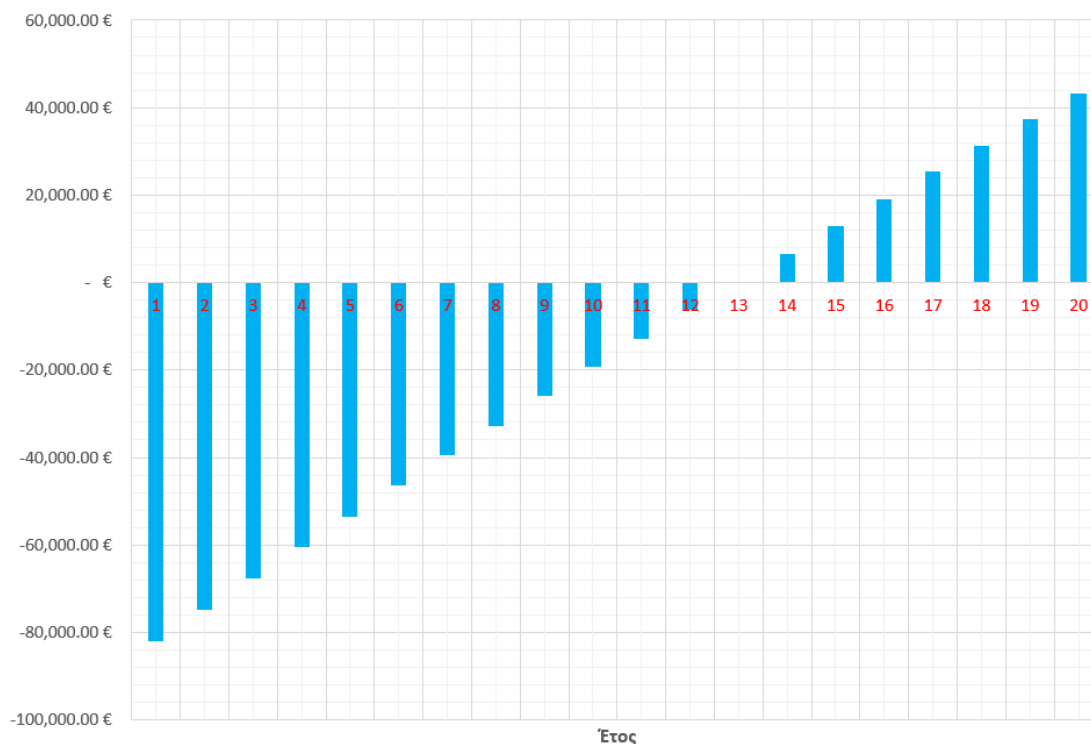
Ετος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Προβλεπόμενη παραγωγή (kWh)		232296	239922	229517	228140	226771	225410	224058	222713	221377	220049	218728	217416	216112	214815	213526	212245	210971	209706	208447	207197
Κόστος εργασιών		14,935 €	14,547 €	14,460 €	14,373 €	14,287 €	14,201 €	14,115 €	14,031 €	13,947 €	13,863 €	13,780 €	13,697 €	13,615 €	13,533 €	13,452 €	13,371 €	13,291 €	13,211 €	13,132 €	13,053 €
Μείον: Τόκο		13,920 €	13,488 €	13,346 €	13,273 €	13,194 €	13,114 €	13,035 €	12,956 €	12,877 €	12,798 €	12,721 €	12,644 €	12,568 €	12,493 €	12,418 €	12,344 €	12,270 €	12,196 €	12,123 €	12,050 €
Διαπίστευση αντιστάθμισης		1,492 €	1,499 €	1,507 €	1,514 €	1,521 €	1,529 €	1,537 €	1,545 €	1,552 €	1,560 €	1,568 €	1,576 €	1,584 €	1,592 €	1,599 €	1,607 €	1,615 €	1,624 €	1,632 €	1,640 €
Αποφάσεις παγίων		388 €	360 €	362 €	363 €	363 €	367 €	369 €	371 €	373 €	374 €	376 €	378 €	380 €	382 €	384 €	386 €	388 €	390 €	392 €	394 €
Απογραφή τόκων		1,000 €	1,005 €	1,010 €	1,015 €	1,020 €	1,025 €	1,030 €	1,036 €	1,041 €	1,046 €	1,051 €	1,056 €	1,062 €	1,067 €	1,072 €	1,078 €	1,083 €	1,088 €	1,094 €	1,099 €
Τόκος επενδύματος		1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €
Αμοιβές προεκταθείσας		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Φορολογική κεραιολογία		300 €	302 €	305 €	308 €	308 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	325 €	327 €	328 €	330 €
Ενοίκιο γηπέδου		617 €	620 €	623 €	626 €	629 €	632 €	635 €	638 €	642 €	645 €	648 €	651 €	655 €	658 €	661 €	664 €	668 €	671 €	674 €	678 €
Ετήσιο κόστος παραγωγής		4,766 €	4,785 €	4,804 €	4,823 €	4,842 €	4,861 €	4,880 €	4,900 €	4,919 €	4,939 €	4,959 €	4,978 €	4,998 €	5,018 €	5,038 €	5,059 €	5,079 €	5,099 €	5,120 €	5,140 €
Μικτό κέρδος εκμετάλλευσης		9,754 €	8,653 €	8,552 €	8,452 €	8,352 €	8,253 €	8,154 €	8,056 €	7,958 €	7,860 €	7,763 €	7,666 €	7,569 €	7,473 €	7,377 €	7,281 €	7,186 €	7,091 €	6,996 €	6,902 €
Μείον: Έξοδα έκδοσης		200 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	216 €	217 €	218 €	219 €
Αποσπλάγματα προ τόκων, αποβλήτων και φόρων		9,554 €	8,452 €	8,350 €	8,249 €	8,148 €	8,048 €	7,948 €	7,849 €	7,750 €	7,651 €	7,552 €	7,454 €	7,357 €	7,259 €	7,162 €	7,066 €	6,969 €	6,873 €	6,778 €	6,682 €
Μείον: Τόκο μακροπρόθεσμων δανείων επίδοσης																					
Αποσπλάγματα προ αποβλήτων και φόρων		9,554 €	8,452 €	8,350 €	8,249 €	8,148 €	8,048 €	7,948 €	7,849 €	7,750 €	7,651 €	7,552 €	7,454 €	7,357 €	7,259 €	7,162 €	7,066 €	6,969 €	6,873 €	6,778 €	6,682 €
Αποσβέσεις Έργα υποδομής		286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €
Αποσβέσεις Ήλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός		2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €
Αποσβέσεις Έργα διασύνδεσης		322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €
Αποσβέσεις Άλλες δομές		72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €
Αποσβέσεις		3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €	3,380 €
Αποσπλάγματα προ φόρων		4,974 €	4,872 €	4,770 €	4,669 €	4,569 €	4,468 €	4,368 €	4,269 €	4,170 €	4,071 €	3,973 €	3,874 €	3,775 €	3,679 €	3,582 €	3,486 €	3,389 €	3,293 €	3,198 €	3,103 €
Μείον: Φόρος εισοδήματος		1,194 €	1,169 €	1,145 €	1,121 €	1,096 €	1,072 €	1,048 €	1,025 €	1,001 €	977 €	953 €	930 €	906 €	883 €	860 €	837 €	813 €	790 €	767 €	745 €
Καθαρό αποτέλεσμα		3,780 €	3,703 €	3,625 €	3,549 €	3,472 €	3,396 €	3,320 €	3,244 €	3,169 €	3,094 €	3,019 €	2,944 €	2,870 €	2,796 €	2,723 €	2,649 €	2,575 €	2,501 €	2,428 €	2,355 €
Επιμερίσεις		1,194 €	1,169 €	1,145 €	1,121 €	1,096 €	1,072 €	1,048 €	1,025 €	1,001 €	977 €	953 €	930 €	906 €	883 €	860 €	837 €	813 €	790 €	767 €	745 €
Χρηματοί μακροπρόθεσμοι επενδυτικοί δανειστές																					
Φόρος εισοδήματος		1,194 €	1,169 €	1,145 €	1,121 €	1,096 €	1,072 €	1,048 €	1,025 €	1,001 €	977 €	953 €	930 €	906 €	883 €	860 €	837 €	813 €	790 €	767 €	745 €
Εισοδήματα τακτικής ροής		-89,496 €	7,980 €	7,282 €	7,299 €	7,129 €	7,052 €	6,976 €	6,900 €	6,824 €	6,749 €	6,674 €	6,599 €	6,524 €	6,449 €	6,374 €	6,300 €	6,225 €	6,150 €	6,075 €	5,999 €

Εικ. 23. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150

kWp

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 4.3 %, δηλαδή χαμηλός.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 24.



Εικ. 24. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 14^ο.

Στην ουσία αργεί σημαντικά να εμφανιστεί η απόδοση του έργου, γεγονός που υποστηρίζεται και από τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης ο οποίος είναι σημαντικά χαμηλός.

7.1.10. Τυπικό σενάριο με 30 % ίδια κεφάλαια

Στην Εικ. 25 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταϊκού πάρκου με 30 % ίδια κεφάλαια.

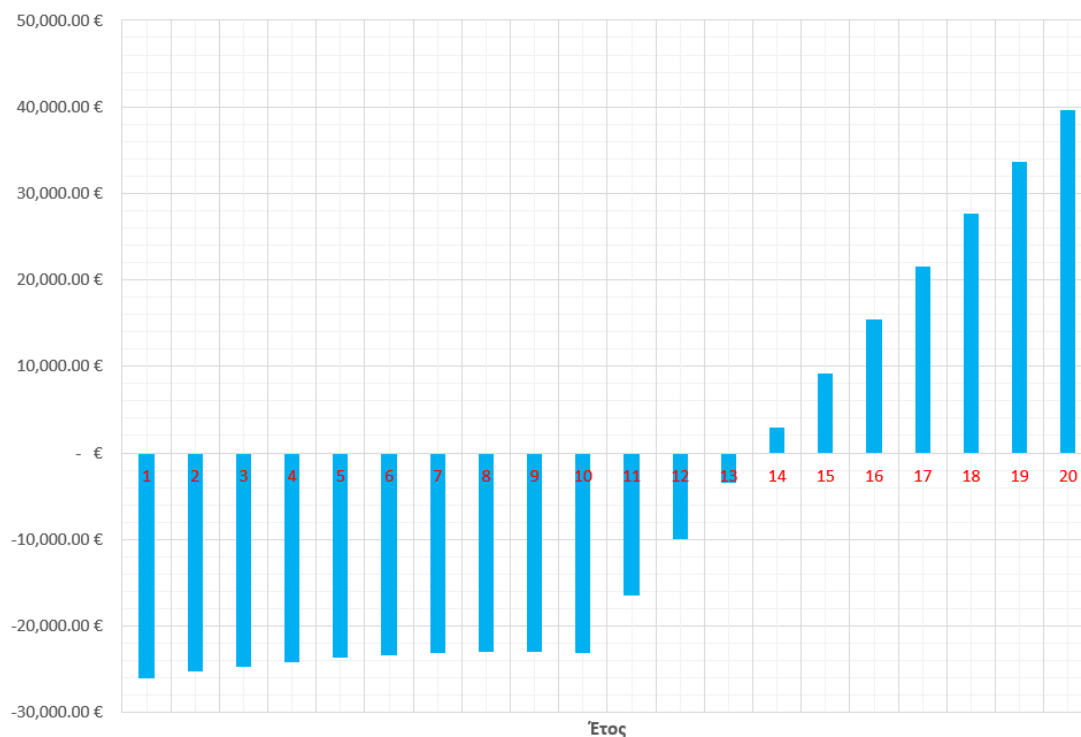
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Προβλεπόμενη παραγωγή (kWh)		232296	230902	229517	228140	226771	225410	224058	222713	221377	220049	218728	217416	216112	214815	213526	212245	210971	209706	208447	207197	
Κόστος εργασιών		14,635 €	14,547 €	14,460 €	14,373 €	14,287 €	14,201 €	14,116 €	14,031 €	13,947 €	13,863 €	13,780 €	13,697 €	13,615 €	13,533 €	13,452 €	13,371 €	13,291 €	13,211 €	13,132 €	13,053 €	
Μείων: Τύλη		19,320 €	19,488 €	19,336 €	19,275 €	19,194 €	19,114 €	19,035 €	18,956 €	18,877 €	18,798 €	18,721 €	18,644 €	18,567 €	18,491 €	18,415 €	18,340 €	18,265 €	18,190 €	18,116 €	18,043 €	
Διατάξεις συντήρησης		1,492 €	1,499 €	1,507 €	1,514 €	1,522 €	1,529 €	1,537 €	1,545 €	1,552 €	1,560 €	1,568 €	1,576 €	1,584 €	1,592 €	1,599 €	1,607 €	1,615 €	1,624 €	1,632 €	1,640 €	
Αυτοφάκτρα ταμίων		388 €	360 €	362 €	363 €	365 €	367 €	369 €	371 €	373 €	374 €	376 €	378 €	380 €	382 €	384 €	386 €	388 €	390 €	392 €	394 €	
Ανοικτα έδρα		1,000 €	1,005 €	1,010 €	1,015 €	1,020 €	1,025 €	1,030 €	1,035 €	1,041 €	1,046 €	1,051 €	1,056 €	1,062 €	1,067 €	1,072 €	1,078 €	1,083 €	1,088 €	1,094 €	1,099 €	
Τόκος επιτοκίου		1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	
Λοιπές προσαυξήσεις		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Φύλαξη εγκαταστάσεων		300 €	302 €	305 €	306 €	306 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	325 €	327 €	328 €	330 €	
Ένδοχο γράβειο		617 €	620 €	623 €	626 €	629 €	632 €	635 €	638 €	642 €	645 €	648 €	651 €	655 €	658 €	661 €	664 €	668 €	671 €	674 €	678 €	
Ετήσιο κόστος παραγωγής		4,766 €	4,785 €	4,804 €	4,823 €	4,842 €	4,861 €	4,880 €	4,900 €	4,919 €	4,939 €	4,959 €	4,979 €	4,998 €	5,018 €	5,038 €	5,059 €	5,079 €	5,099 €	5,120 €	5,140 €	
Μείων: Έσοδα δικαστηρίων		200 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	216 €	217 €	218 €	219 €	220 €
Αποδόματα προ τόκων, αποβλήτων και φόρων		9,534 €	9,482 €	9,390 €	9,349 €	9,248 €	9,148 €	9,048 €	8,949 €	8,850 €	8,750 €	8,651 €	8,552 €	8,453 €	8,354 €	8,255 €	8,156 €	8,057 €	7,958 €	7,859 €	7,760 €	
Μείων: Τόκος μεταρρυθμισμένων δανείων επιδόσεως		7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	
Αποδόματα προ αποβλήτων και φόρων		880 €	728 €	628 €	525 €	423 €	324 €	224 €	123 €	26 €	73 €	752 €	745 €	737 €	729 €	712 €	696 €	680 €	664 €	649 €	634 €	
Αποβλήτες / Έργα υποδομής		286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	
Αποβλήτες / Ηλεκτρογεννητριές έρσιμης		2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	
Αποβλήτες / Έργα δικτύωσης		322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	
Αποβλήτες / Ψυλές δικτύωσης		72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	
Αποβλήτες		3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	
Αποδόματα προ φόρων		2,790 €	2,832 €	2,933 €	3,035 €	3,135 €	3,235 €	3,335 €	3,435 €	3,534 €	3,633 €	3,733 €	3,833 €	3,933 €	4,033 €	4,133 €	4,233 €	4,333 €	4,433 €	4,533 €	4,633 €	
Μείων: Φόρος εισοδήματος		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Καθαρά αποδόματα		2,790 €	2,832 €	2,933 €	3,035 €	3,135 €	3,235 €	3,335 €	3,435 €	3,534 €	3,633 €	3,733 €	3,833 €	3,933 €	4,033 €	4,133 €	4,233 €	4,333 €	4,433 €	4,533 €	4,633 €	
Επιτηδεύσεις		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Χρονοκόμηση μεταρρυθμισμένου επιδοτικού δανείου		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Φόρος εισοδήματος		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Επιδοτές απαιτήσεις ποσ.		-53,849	880 €	728 €	628 €	525 €	423 €	324 €	224 €	123 €	26 €	73 €	752 €	745 €	737 €	729 €	712 €	696 €	680 €	664 €	649 €	634 €

Εικ. 25. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150

kWp

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 6.6 %, δηλαδή μέτριος.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 26.



Εικ. 26. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 14^ο.

Στην ουσία αργεί σημαντικά να εμφανιστεί η απόδοση του έργου, ωστόσο σε σύγκριση με την περίπτωση όπου χρησιμοποιούνται 100 % ίδια κεφάλαια, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι αρκετά υψηλότερος. Αυτό σημαίνει ότι παρότι αργεί να φανεί η απόδοση, τουλάχιστον το αρχικά επενδυμένο κεφάλαιο είναι περιορισμένο, γεγονός που επιτρέπει υψηλότερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης. Κατά συνέπεια, το σενάριο με 30 % χρήση ιδίων κεφαλαίων είναι επικρατέστερο.

7.1.11. Σενάριο μείωσης απόδοσης εξοπλισμού

Στην Εικ. 27 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταϊκού πάρκου με 30 % ίδια κεφάλαια και μείωση απόδοσης εξοπλισμού συνολικό στο 1.5 % ετησίως.

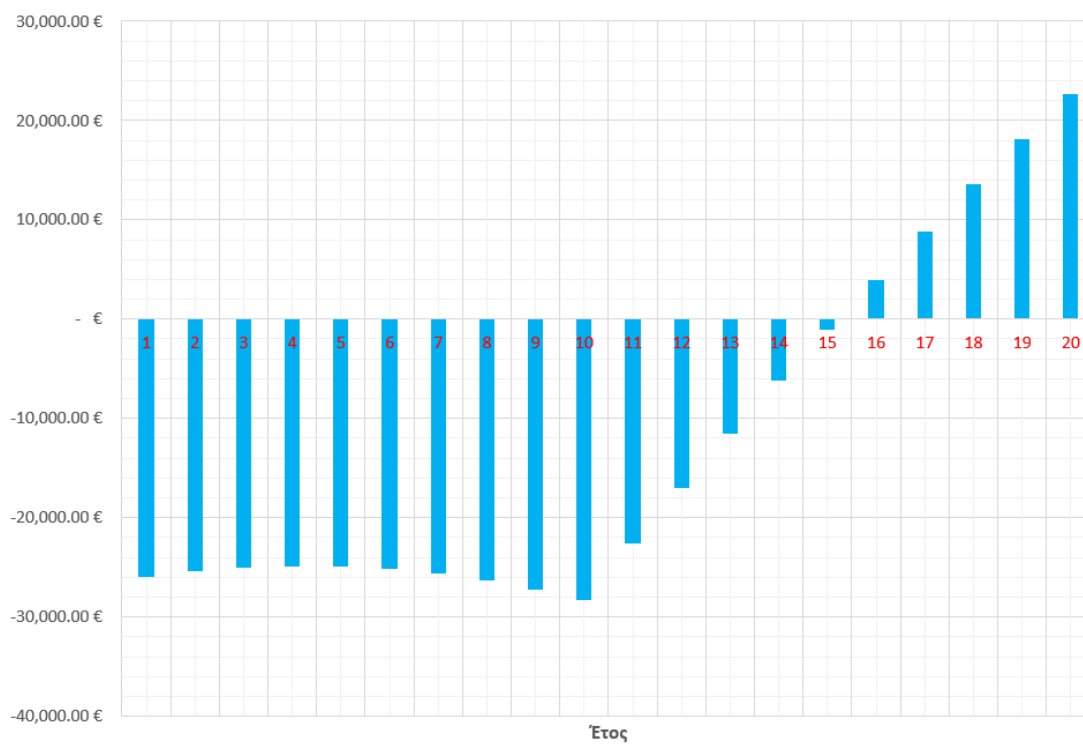
Είδη	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Προβλεπόμενη παραγωγή (kWh)	232256	228811	225379	221999	218669	215389	212158	208975	205841	202753	199712	196716	193765	190859	187996	185176	182398	179662	176968	174313	
Μόλυβοι εργασιών		14,635 €	14,415 €	14,195 €	13,976 €	13,756 €	13,536 €	13,316 €	13,096 €	12,876 €	12,656 €	12,436 €	12,216 €	11,996 €	11,776 €	11,556 €	11,336 €	11,116 €	10,896 €	10,676 €	10,456 €
Μίσθνο ΤΕΔ		18,320 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €	18,313 €
Διατάξεις αντιπληθής		1,492 €	1,499 €	1,507 €	1,514 €	1,522 €	1,529 €	1,537 €	1,545 €	1,553 €	1,560 €	1,568 €	1,576 €	1,584 €	1,592 €	1,600 €	1,607 €	1,615 €	1,624 €	1,632 €	1,640 €
Αυτοφάσμα πηγών		358 €	360 €	362 €	365 €	367 €	369 €	371 €	373 €	374 €	376 €	378 €	379 €	380 €	382 €	384 €	386 €	388 €	390 €	392 €	394 €
Ανοικτα έσοδα		1,000 €	1,005 €	1,010 €	1,015 €	1,020 €	1,025 €	1,030 €	1,036 €	1,041 €	1,046 €	1,051 €	1,056 €	1,062 €	1,067 €	1,072 €	1,078 €	1,083 €	1,088 €	1,094 €	1,099 €
Έτος αποπληρωμής		1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €
Αμοιβές προσωπικού		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Φιλική εγκατάσταση		300 €	302 €	303 €	305 €	306 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	325 €	327 €	328 €	330 €
Ένοικο γηπέδου		617 €	620 €	623 €	626 €	629 €	632 €	635 €	638 €	642 €	645 €	648 €	651 €	655 €	658 €	661 €	664 €	668 €	671 €	674 €	678 €
Ετήσιο κόστος παραγωγής		4,765 €	4,785 €	4,804 €	4,823 €	4,842 €	4,861 €	4,880 €	4,900 €	4,919 €	4,939 €	4,959 €	4,978 €	4,998 €	5,018 €	5,038 €	5,058 €	5,079 €	5,099 €	5,120 €	5,140 €
Μικτό κέρδος εγκατάστασης		8,794 €	8,930 €	8,909 €	8,991 €	9,076 €	9,164 €	9,254 €	9,346 €	9,441 €	9,538 €	9,638 €	9,741 €	9,846 €	9,953 €	10,062 €	10,174 €	10,288 €	10,404 €	10,522 €	10,642 €
Μίσθνο Έσοδα διαδρομής		200 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	216 €	217 €	218 €	219 €
Αποπληρωματά προ ιδίων, αποσβέσεων και φόρων		8,594 €	8,929 €	8,107 €	7,888 €	7,672 €	7,458 €	7,246 €	7,040 €	6,839 €	6,633 €	6,433 €	6,236 €	6,042 €	5,850 €	5,660 €	5,473 €	5,288 €	5,106 €	4,927 €	4,747 €
Μίσθνο Έσοδα μεταφορέων δανείων επίδοσης		7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €
Αποπληρωματά προ αποσβέσεων και φόρων		899 €	605 €	393 €	164 €	32 €	282 €	- 476 €	- 683 €	- 888 €	- 1,091 €	- 1,294 €	- 1,497 €	- 1,700 €	- 1,903 €	- 2,106 €	- 2,309 €	- 2,512 €	- 2,715 €	- 2,918 €	- 3,121 €
Αποσβέσεις / Έργα υποδομής		286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €
Αποσβέσεις / Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός		2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €
Αποσβέσεις / Έργα διασύνδεσης		322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €
Αποσβέσεις / Άλλες διατάξεις		72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €
Αποσβέσεις		3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €	3,980 €
Αποπληρωματά προ φόρων		- 2,790 €	- 2,975 €	- 3,197 €	- 3,416 €	- 3,632 €	- 3,846 €	- 4,058 €	- 4,269 €	- 4,468 €	- 4,671 €	- 4,854 €	- 5,036 €	- 5,217 €	- 5,397 €	- 5,576 €	- 5,754 €	- 5,931 €	- 6,107 €	- 6,282 €	- 6,457 €
Μίσθνο Φόρος αποπληρωμής		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Καθαρά αποπληρωματά		- 2,790 €	- 2,975 €	- 3,197 €	- 3,416 €	- 3,632 €	- 3,846 €	- 4,058 €	- 4,269 €	- 4,468 €	- 4,671 €	- 4,854 €	- 5,036 €	- 5,217 €	- 5,397 €	- 5,576 €	- 5,754 €	- 5,931 €	- 6,107 €	- 6,282 €	- 6,457 €
Επιτακτικές		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Χρηματούχοι μεταφορέων επενδυτικού δανείου		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Φόροι εισοδήματος		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελεύθερες ταμειακές ροές		899 €	605 €	393 €	164 €	32 €	282 €	- 476 €	- 683 €	- 888 €	- 1,091 €	- 1,294 €	- 1,497 €	- 1,700 €	- 1,903 €	- 2,106 €	- 2,309 €	- 2,512 €	- 2,715 €	- 2,918 €	- 3,121 €
Συνολικά		-25,848																			

Εικ. 27. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150

kWp

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 4.2 %, δηλαδή μέτριος.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 28.



Εικ. 28. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 16^ο.

Στην ουσία η αυξημένη μείωση της απόδοσης του εξοπλισμού οδηγεί σε σημαντική επιβάρυνση τόσο του εσωτερικού βαθμού απόδοσης όσο και του έτους στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό πρόσημο στις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές.

7.1.12. Σενάριο επιβολής επιπλέον τέλους

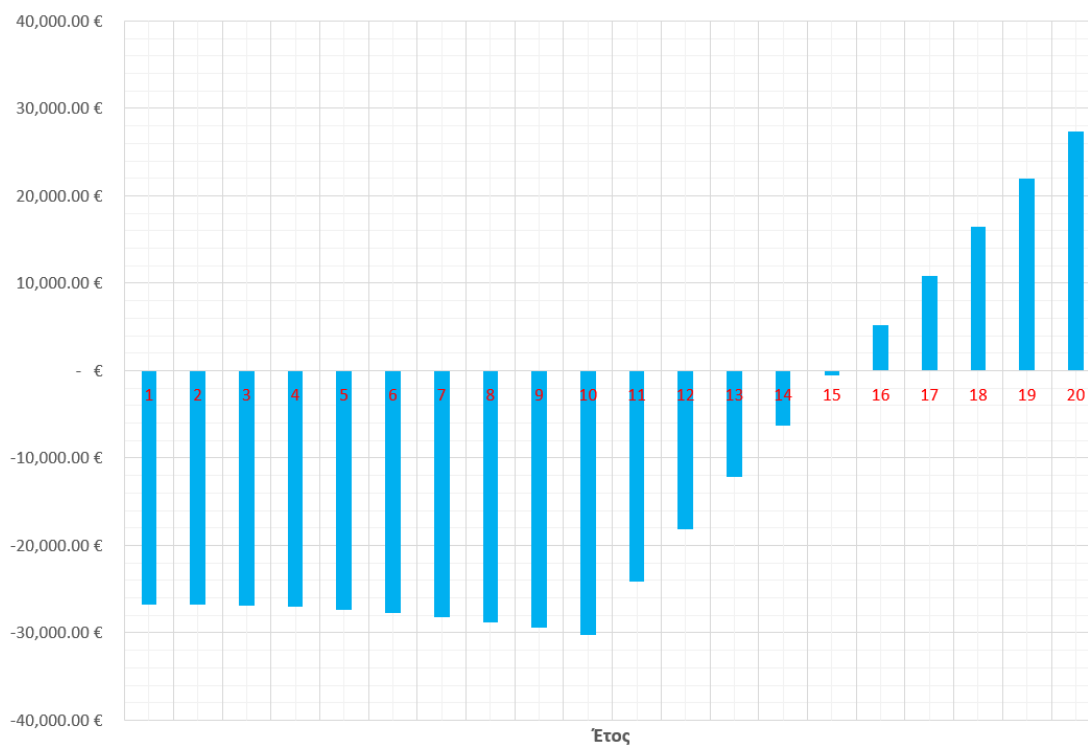
Στην Εικ. 29 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταϊκού πάρκου με 30 % ίδια κεφάλαια και επιβολής επιπλέον τέλους 5 %.

Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Προβλεπόμενη παραγωγή (kWh)	232256	239602	245517	248140	256771	225410	224058	222713	221377	220049	218728	217416	216112	214815	213526	212245	210971	209706	208447	207197	205953
Κόστος εργασιών		14,635 €	14,547 €	14,473 €	14,373 €	14,262 €	14,201 €	14,116 €	14,031 €	13,963 €	13,898 €	13,790 €	13,697 €	13,615 €	13,533 €	13,452 €	13,371 €	13,291 €	13,211 €	13,132 €	13,053 €
Μείον: Τόκο		1,492 €	1,499 €	1,514 €	1,514 €	1,522 €	1,529 €	1,537 €	1,545 €	1,552 €	1,560 €	1,568 €	1,576 €	1,584 €	1,592 €	1,599 €	1,607 €	1,615 €	1,624 €	1,632 €	1,640 €
Ανάσες συντήρησης		398 €	390 €	367 €	363 €	367 €	367 €	369 €	371 €	373 €	374 €	376 €	378 €	380 €	382 €	384 €	386 €	388 €	390 €	392 €	394 €
Αποφάσεις επί των		1,000 €	1,005 €	1,010 €	1,015 €	1,020 €	1,025 €	1,030 €	1,036 €	1,041 €	1,046 €	1,051 €	1,056 €	1,062 €	1,067 €	1,072 €	1,078 €	1,083 €	1,088 €	1,094 €	1,099 €
Τόκος επιπλέον		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Αμοιβές προμηθευτή		300 €	302 €	303 €	305 €	306 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	325 €	327 €	328 €	330 €
Φύλαξη εγκαταστάσεως		617 €	620 €	623 €	626 €	629 €	632 €	635 €	638 €	642 €	645 €	648 €	651 €	655 €	658 €	661 €	664 €	668 €	671 €	674 €	678 €
Επίστροφο γηπέδου		4,766 €	4,785 €	4,804 €	4,823 €	4,842 €	4,861 €	4,880 €	4,899 €	4,919 €	4,938 €	4,957 €	4,976 €	4,996 €	5,015 €	5,035 €	5,054 €	5,073 €	5,093 €	5,112 €	5,131 €
Επίστροφο κόστος παραγωγής		6,022 €	6,031 €	6,040 €	6,049 €	6,058 €	6,067 €	6,076 €	6,085 €	6,094 €	6,103 €	6,112 €	6,121 €	6,130 €	6,139 €	6,148 €	6,157 €	6,166 €	6,175 €	6,184 €	6,193 €
Μείον: Έξοδα διακοπής		200 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	216 €	217 €	218 €	219 €
Αποσπώμενα προ τόκων, αποσβέσεων κλπ φόρων		7,822 €	7,724 €	7,627 €	7,531 €	7,434 €	7,338 €	7,242 €	7,146 €	7,050 €	6,954 €	6,858 €	6,762 €	6,666 €	6,570 €	6,474 €	6,378 €	6,282 €	6,186 €	6,090 €	6,000 €
Μείον: Έσοδα μεσοπρόθεσμων δανείων επιδότησης		7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €	7,724 €
Αποσπώμενα προ αποσβέσεων κλπ φόρων		0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Αποσβέσεις / Έργα υποδομής		286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €	286 €
Αποσβέσεις / Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες		2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €	2,900 €
Αποσβέσεις / Ηλεκτροδυναμικές εργασίες		322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €	322 €
Αποσβέσεις / Άλλες διατάξεις		72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €	72 €
Αποσβέσεις		3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €	3,300 €
Αποσπώμενα προ φόρων		- 3,482 €	- 3,579 €	- 3,676 €	- 3,773 €	- 3,870 €	- 3,966 €	- 4,061 €	- 4,158 €	- 4,251 €	- 4,348 €	- 4,446 €	- 4,543 €	- 4,640 €	- 4,738 €	- 4,835 €	- 4,932 €	- 5,029 €	- 5,126 €	- 5,223 €	- 5,320 €
Μείον: Φόρος εισοδήματος		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Καθαρό αποτέλεσμα		- 3,482 €	- 3,579 €	- 3,676 €	- 3,773 €	- 3,870 €	- 3,966 €	- 4,061 €	- 4,158 €	- 4,251 €	- 4,348 €	- 4,446 €	- 4,543 €	- 4,640 €	- 4,738 €	- 4,835 €	- 4,932 €	- 5,029 €	- 5,126 €	- 5,223 €	- 5,320 €
Επιπλέον τόκος		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Χρονοτίμη μεσοπρόθεσμων επιδοτησικών δανείων		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Φόρος εισοδήματος		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Επιπλέον χρηματοροές		38 €	0 €	97 €	193 €	290 €	386 €	481 €	577 €	672 €	768 €	863 €	959 €	1,054 €	1,149 €	1,244 €	1,339 €	1,434 €	1,529 €	1,624 €	1,719 €

Εικ. 29. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 4.6 %, δηλαδή μέτριος.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 30.



Εικ. 30. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 150 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 16^ο.

Οι επιπτώσεις που έχει η τυχόν επιβολή επιπλέον τέλους στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας φέρονται να είναι σημαντικές, αφού επηρεάζεται καθοριστικά ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης.

7.2. Ανάλυση φωτοβολταϊκού έργου 410 kWp

7.2.1. Στοιχεία έργου

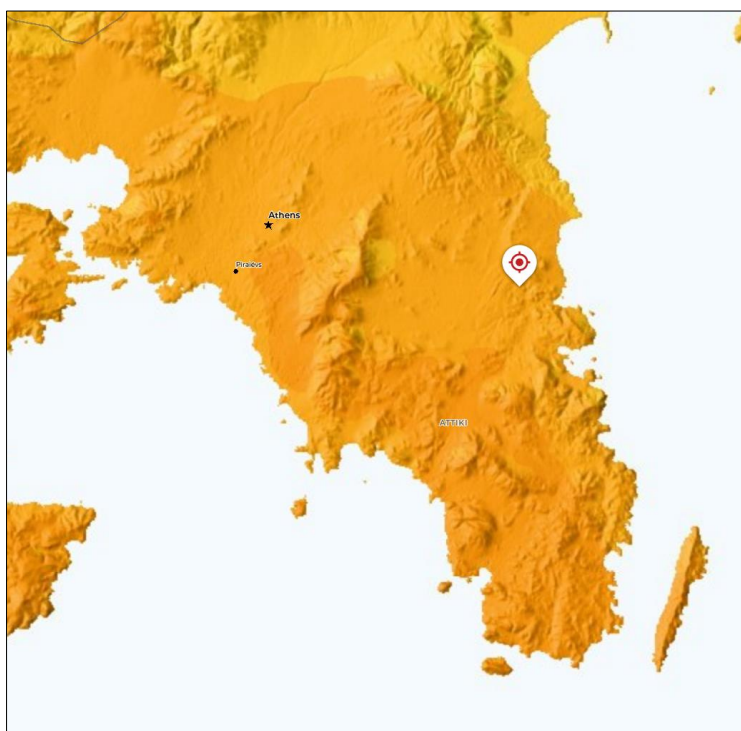
Το αγροτεμάχιο στο οποίο πρόκειται να κατασκευαστεί το φωτοβολταϊκό πάρκο βρίσκεται στο Κορωπί Αττικής, όπως παρουσιάζεται στην Εικ. 31. Το εμβαδόν του είναι περί τα 4250 m² και η κλίση του εδάφους 5.60°. Η γεωγραφική του τοποθεσία είναι ικανοποιητική διότι βρίσκεται πλησίον του αεροδρομίου, κατοικιών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων που έχουν σημαντικές ανάγκες κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, υπάρχει τοπικό δίκτυο στο οποίο δύναται να γίνει διασύνδεση χωρίς υψηλά κόστη. Επιπροσθέτως, η Αττική αποτελεί μια περιοχή με υψηλή ηλιακή ακτινοβολία και, άρα, προβλέπονται υψηλά έσοδα κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου από τις αντίστοιχες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγονται.



Εικ. 31. Φωτογραφία αγροτεμαχίου πάρκου 410 kWp

7.2.2. Στοιχεία ακτινοβολίας

Σύμφωνα με τα στοιχεία του GlobalSolarAtlas, τα οποία παρουσιάζονται στην Εικ. 32, η ηλιακή ακτινοβολία βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Το αντίστοιχο GHI, όπως προκύπτει από άλλες πηγές, όπως το meteonorm, προκύπτει 1687 kWh/m². Οπότε, επιλέγεται αυτό ως δυσμενέστερο.



Map data

Per year ▾

<input checked="" type="checkbox"/>	Specific photovoltaic power output	PVOUT specific	1586 kWh/kWp ▾
	Direct normal irradiation	DNI	1792 kWh/m ² ▾
	Global horizontal irradiation	GHI	1751 kWh/m ² ▾
	Diffuse horizontal irradiation	DIF	643 kWh/m ² ▾
	Global tilted irradiation at optimum angle	GTI _{opta}	1978 kWh/m ² ▾
	Optimum tilt of PV modules	OPTA	31 / 180 °
	Air temperature	TEMP	18.5 °C ▾
	Terrain elevation	ELE	63 m ▾

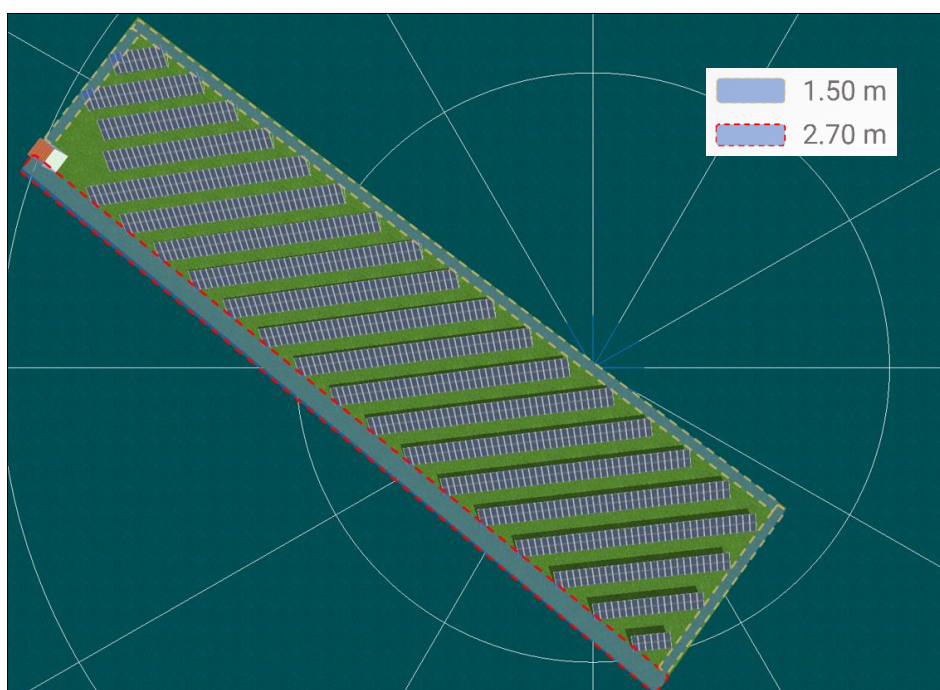
Εικ. 32. Ηλιακή ακτινοβολία πάρκου 410 kWp

7.2.3. Σχεδιασμός εγκατάστασης

Η εγκατάσταση προσομοιώθηκε σε κατάλληλο λογισμικό προκειμένου να υπολογιστούν με ακρίβεια οι ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας που πρόκειται να παραχθούν.

Για την προσομοίωση χρησιμοποιήθηκαν περιμετρικές αποστάσεις της τάξεως του 1.50 m περιμετρικά με εξαίρεση τη νότια πλευρά όπου χρησιμοποιήθηκε 2.70 m προκειμένου να μπορεί να διέλθει όχημα τόσο κατά τη φάση λειτουργίας όσο και κατά τη φάση κατασκευής.

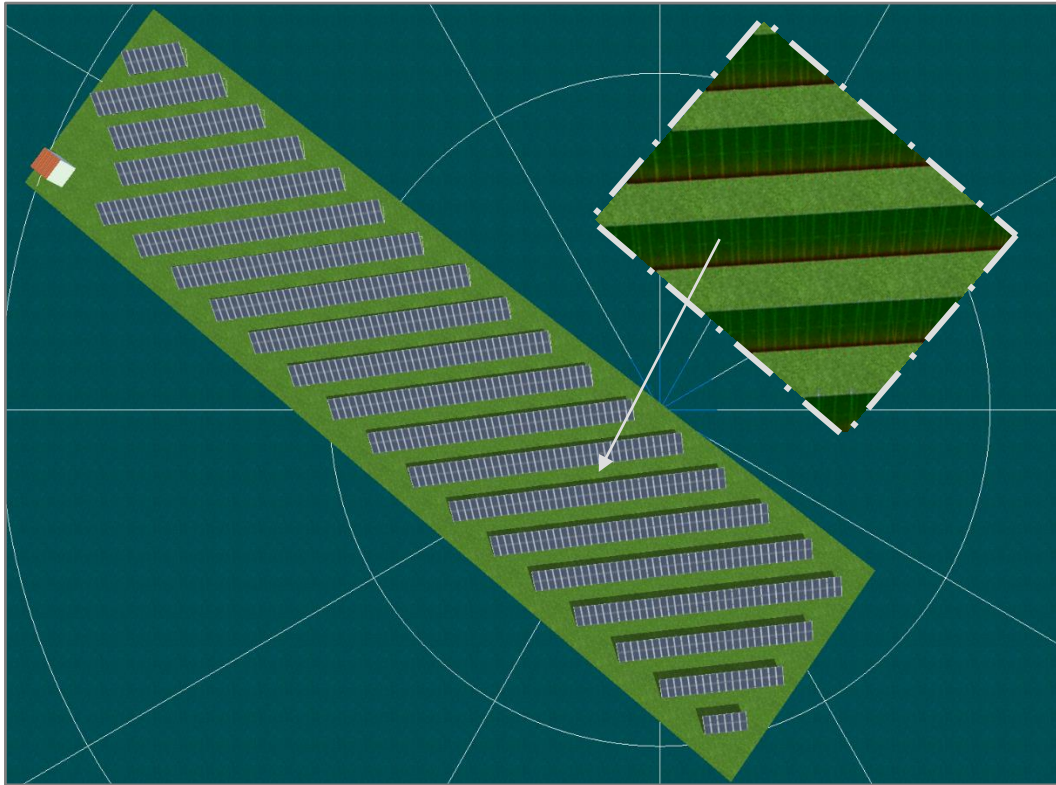
Η απόσταση των 2.70 m χρησιμοποιήθηκε και ως απόσταση μεταξύ των πάνελς για τη διέλευση οχήματος, όπως φαίνεται στην Εικ. 33. Παράλληλα, για να επιτευχθεί αυτή η απόσταση θεωρήθηκε σκόπιμο να τοποθετηθούν τα πάνελς κατακορύφως και, μάλιστα, σε δύο σειρές ούτως ώστε οι σκιάσεις στις παρακείμενες σειρές των φωτοβολταϊκών πάνελς και στα αντίστοιχα πλαίσια να είναι περιορισμένες. Οι δύο σειρές είναι πιθανό να οδηγούν και στατικά στην ευκολία της χρήσης μονών στύλων για τη στήριξη των πλαισίων και, άρα, σε λιγότερο υλικό κατασκευής και, κυρίως, σε λιγότερο κοστογόνες θεμελιώσεις σε σχέση με την περίπτωση των δύο στύλων που αντιστοιχούν σε παραπάνω σειρές πάνελς.



Εικ. 33. Αποστάσεις μεταξύ των πάνελς στο πάρκο των 410 kWp

Ως βέλτιστη γωνία χωροθέτησης των πάνελς υπολογίστηκε η γωνία των 30° ενώ ως βέλτιστος προσανατολισμός επιλέχθηκε ο νότιος.

Χάρη στην προαναφερθείσα χωροθέτηση, οι σκιάσεις που προέκυψαν ήταν ελάχιστες, όπως φαίνεται στην Εικ. 34.



Εικ. 34. Σκιάσεις στο πάρκο των 410 kWp

Τα ηλεκτρολογικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν από ηλεκτρονικούς καταλόγους ως εξής:

- Φωτοβολταϊκά πάνελς (Εικ. 35)

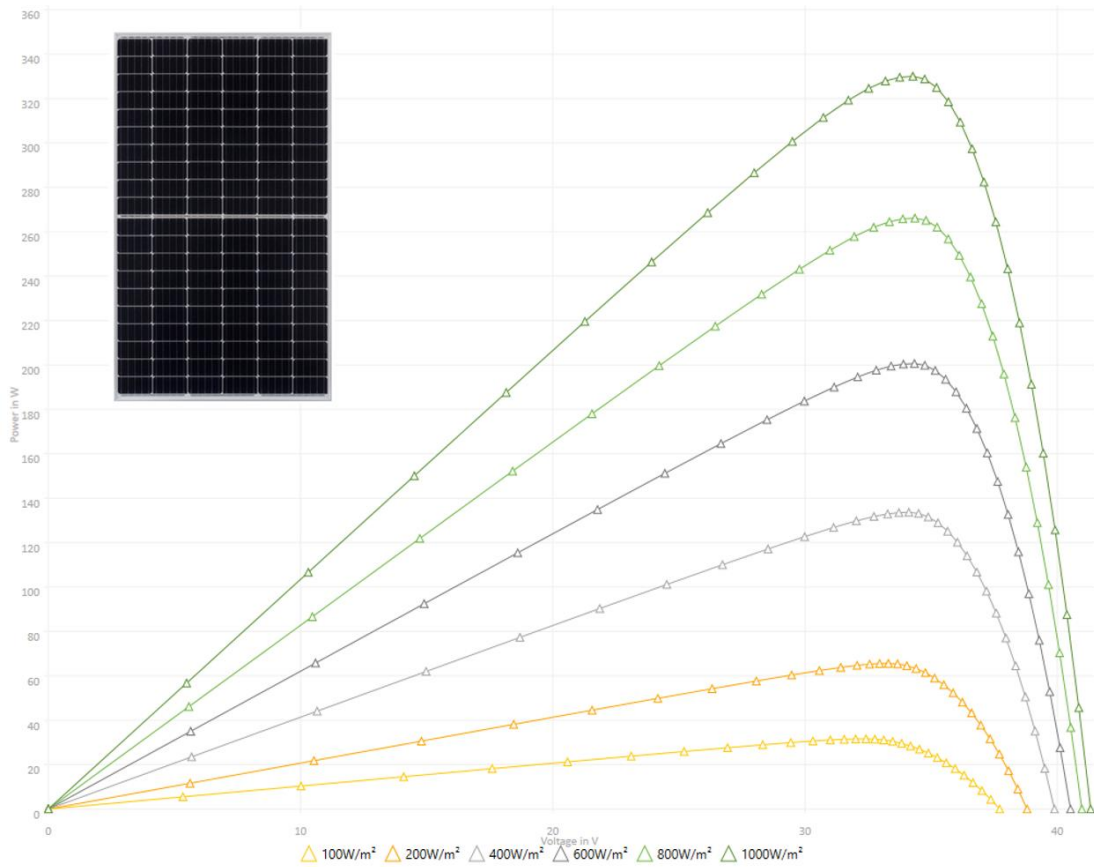
Sharp NU-JC330

Απόδοση 19.56 %

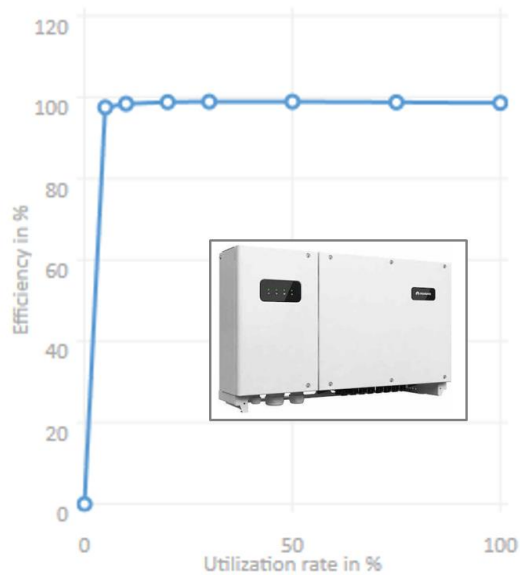
Ονομαστική ισχύ 330 W

- Αντιστροφείς (Εικ. 36)

Huawei SUN2000-60KTL-M0



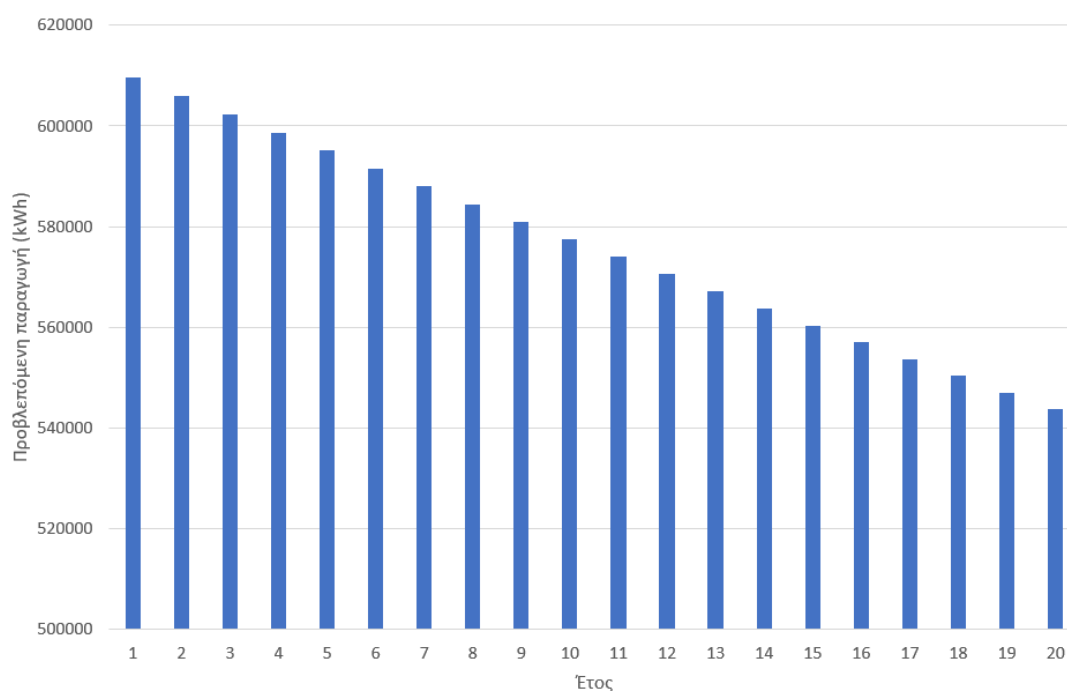
Εικ. 35. Ισχύς - Τάση των φωτοβολταϊκά πάνελς στο πάρκο των 410 kWp



Εικ. 36. Απόδοση των αντιστροφέων στο πάρκο των 410 kWp

7.2.4. Πρόβλεψη παραγωγής

Όπως προέκυψε από την ανάλυση, η ετήσια παραγωγή ενέργειας εκτιμάται στα 1480 kWh/kWp. Επιπλέον, θεωρείται ετήσια πτώση παραγωγικότητα σύμφωνα με τον κατάλογο των προϊόντων ίση με 0.6 % και η διάρκεια ζωής του έργου ορίζεται στα 20 έτη. Η προβλεπόμενη παραγωγή παρουσιάζεται στην Εικ. 37.



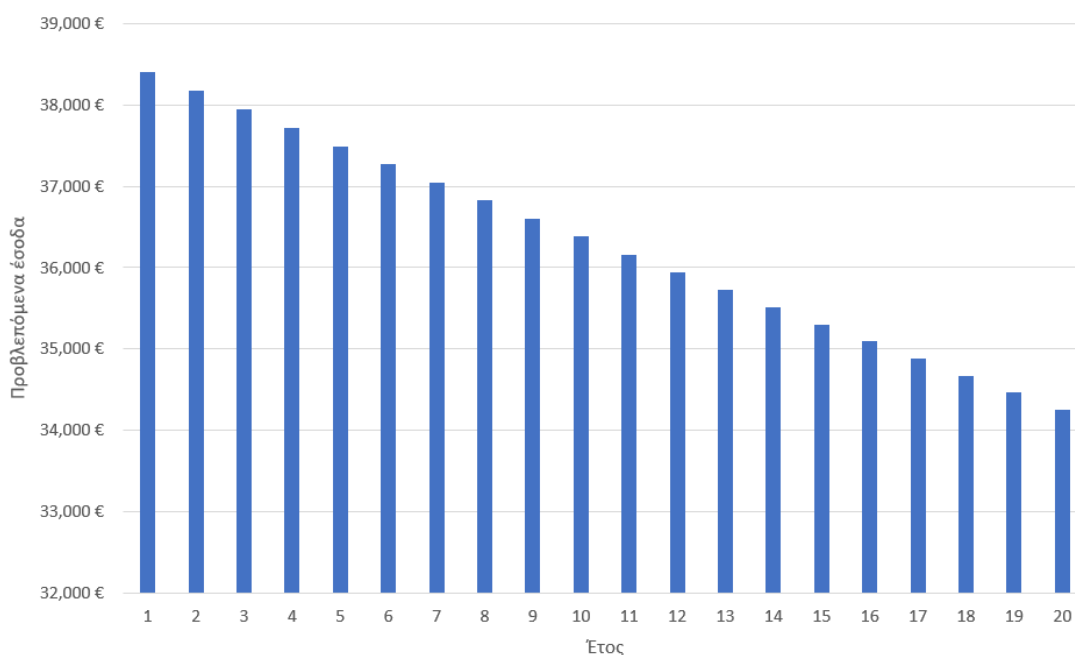
Εικ. 37. Πρόβλεψη παραγωγής στο πάρκο των 410 kWp

7.2.5. Πρόβλεψη εσόδων

Βάσει της τρέχουσας ελληνικής νομοθεσίας για επενδυτές σε έργα < 500 kWp που τίθενται σε λειτουργία από 01.01.2020, η τιμή μετά τη 01.05.2021 γίνεται ρυθμιζόμενη με τιμή που έχει καθοριστεί στα 63 €/MWh. Αυτή είναι και η τιμή που καθορίστηκε για τον υπολογισμό των εσόδων στην Εικ. 38.

Επιπροσθέτως από αυτήν την τιμή αφαιρούνται τα εξής τέλη:

- Τέλος υπέρ ΟΤΑ και πράσινου ταμείου 3.0 %
- Μεταβατικό τέλος ασφάλειας εφοδιασμού 3.6 %
- Τέλος διατήρησης δικαιώματος κατοχής άδειας παραγωγής 1 €/kW



Εικ. 38. Πρόβλεψη εσόδων στο πάρκο των 410 kWp

7.2.6. Κόστος κατασκευής εγκατάστασης (CAPEX - Capital Expenditure)

Σύμφωνα με τα τρέχοντα στοιχεία της αγοράς το συνολικό κόστος της εγκατάστασης εκτιμάται στα 600 €/kW. Οπότε το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 89,496 €.

Ο επιμερισμός αυτού του κόστους γίνεται ποσοστιαίως στα διάφορα στοιχεία ως εξής:

- Κόστος μελετών: 2.0 %
- Κόστος ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και στηρίξεων: 73.0 %
- Κόστος έργων υποδομής: 9.0 %
- Κόστος μεταφοράς και εγκατάστασης: 7.0 %
- Κόστος έργων διασύνδεσης: 9.0 %

Οι αποσβέσεις αυτών των στοιχείων σύμφωνα με τις αντίστοιχες εγκυκλίους υπολογίζονται ως 4.00 % στα έργα υποδομής, στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, στα έργα διασύνδεσης και στις άυλες δαπάνες.

7.2.7. Κόστη στη λειτουργία της εγκατάστασης (OPEX - Operating Expenditure)

Σύμφωνα με τα τρέχοντα στοιχεία της αγοράς, τα κόστη εκτιμώνται στα:

- Έξοδα συντήρησης: 10 €/kW/έτος
- Έξοδα ασφάλισης ως ποσοστό του κόστους κατασκευής: 0.4 %/έτος
- Ετήσιο ενοίκιο αγροτεμαχίων: 0.3 €/m²/έτος
- Ετήσια αύξηση εξόδων: 0.5 %
- Έξοδα φύλαξης εγκατάστασης: 300 €/έτος
- Έξοδα διοίκησης: 200 €/έτος
- Λογιστικά έξοδα: 1000 €/έτος
- Τέλος επιτηδεύματος: 1000 €/έτος

7.2.8. Διάρθρωση κεφαλαίου

Υπολογίστηκαν δύο σενάρια, το ένα με 100 % χρήση ιδίων κεφαλαίων και το άλλο με 30 % χρήση ιδίων κεφαλαίων ως εξής:

- 100 % Ίδια κεφάλαια

Φορολογικός συντελεστής: 24 %

Επιτόκιο μακροχρόνιου δανεισμού: 0 %

Έτη μακροχρόνιου δανεισμού: 0

Ποσοστό ίδιας συμμετοχής: 100 %

- 30 % Ίδια κεφάλαια

Φορολογικός συντελεστής: 24 %

Επιτόκιο μακροχρόνιου δανεισμού: 4 %

Έτη μακροχρόνιου δανεισμού: 10

Ποσοστό ίδιας συμμετοχής: 30 %

7.2.9. Τυπικό σενάριο με 100 % ίδια κεφάλαια

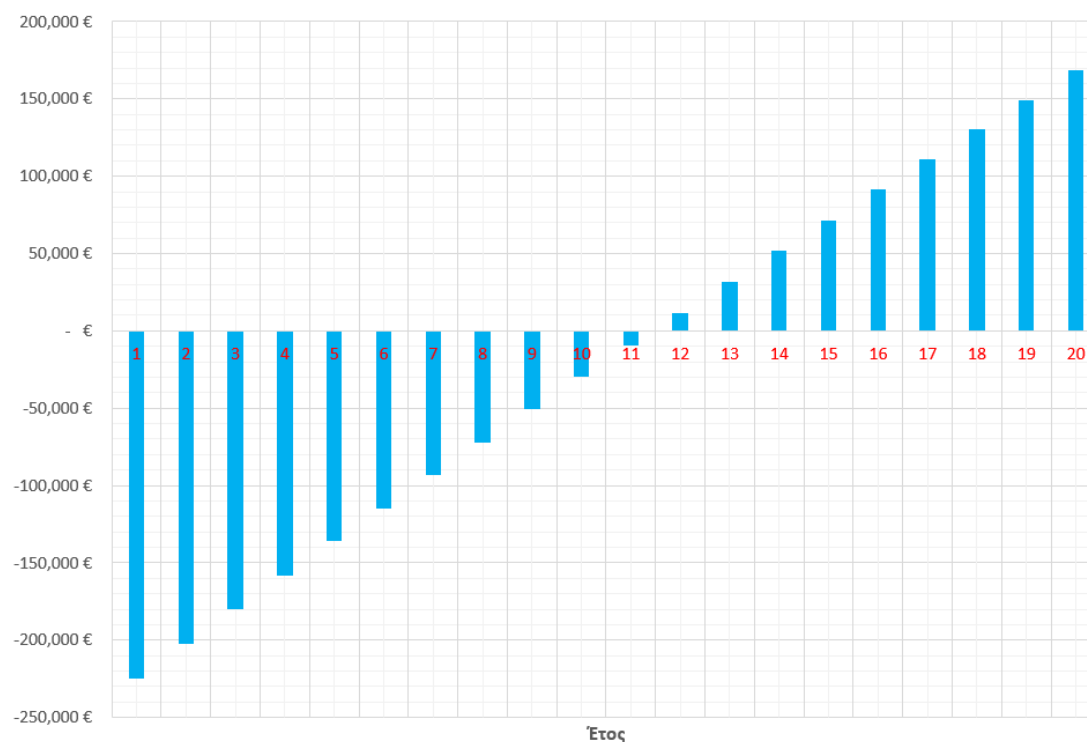
Στην Εικ. 39 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταικού πάρκου με 100 % ίδια κεφάλαια.

Ετος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Προβλεπόμενη παραγωγή (kWh)		605614	605556	602320	598706	595114	591544	587994	584466	580960	577474	574009	570565	567141	563739	560356	556994	553652	550330	547028	543746	
Κόστος εργασιών		38.066 €	38.173 €	37.946 €	37.719 €	37.492 €	37.267 €	37.044 €	36.821 €	36.600 €	36.381 €	36.164 €	35.948 €	35.730 €	35.516 €	35.302 €	35.089 €	34.877 €	34.666 €	34.455 €	34.245 €	34.036 €
Μείον: Έξοδα		35.459 €	35.244 €	35.030 €	34.817 €	34.606 €	34.396 €	34.187 €	33.979 €	33.772 €	33.566 €	33.361 €	33.157 €	32.954 €	32.752 €	32.551 €	32.351 €	32.152 €	31.954 €	31.757 €	31.561 €	31.366 €
Μεταβλητά έξοδα		888 €	993 €	998 €	988 €	1.003 €	1.008 €	1.013 €	1.018 €	1.024 €	1.029 €	1.034 €	1.039 €	1.044 €	1.049 €	1.054 €	1.059 €	1.064 €	1.069 €	1.074 €	1.079 €	1.084 €
Άλλες προσαυκτώσεις		1.000 €	1.005 €	1.010 €	1.015 €	1.020 €	1.025 €	1.030 €	1.036 €	1.041 €	1.046 €	1.051 €	1.056 €	1.061 €	1.066 €	1.071 €	1.076 €	1.081 €	1.086 €	1.091 €	1.096 €	1.101 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Μείον: Αποσβέσεις		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μείον: Αποσβέσεις		300 €	302 €	303 €	305 €	306 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	325 €	327 €	328 €	330 €	330 €
Μείον: Έξοδα λειτουργίας		1.275 €	1.281 €	1.288 €	1.294 €	1.301 €	1.307 €	1.314 €	1.321 €	1.327 €	1.334 €	1.340 €	1.347 €	1.354 €	1.360 €	1.367 €	1.374 €	1.381 €	1.388 €	1.395 €	1.402 €	1.402 €
Μείον: Άλλα έξοδα		8.682 €	8.720 €	8.739 €	8.738 €	8.729 €	8.697 €	8.612 €	8.495 €	8.356 €	8.198 €	8.024 €	7.836 €	7.636 €	7.424 €	7.199 €	6.964 €	6.719 €	6.464 €	6.200 €	5.928 €	5.649 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		26.777 €	26.524 €	26.271 €	26.020 €	25.769 €	25.520 €	25.272 €	25.025 €	24.778 €	24.533 €	24.289 €	24.046 €	23.804 €	23.562 €	23.321 €	23.081 €	22.842 €	22.603 €	22.364 €	22.126 €	21.888 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		200 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	216 €	217 €	218 €	219 €	220 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		25.577 €	25.322 €	25.069 €	24.817 €	24.566 €	24.315 €	24.064 €	23.812 €	23.561 €	23.310 €	23.059 €	22.808 €	22.557 €	22.306 €	22.055 €	21.804 €	21.553 €	21.302 €	21.051 €	20.800 €	20.549 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		25.577 €	25.322 €	25.069 €	24.817 €	24.566 €	24.315 €	24.064 €	23.812 €	23.561 €	23.310 €	23.059 €	22.808 €	22.557 €	22.306 €	22.055 €	21.804 €	21.553 €	21.302 €	21.051 €	20.800 €	20.549 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		16.693 €	16.438 €	16.183 €	15.928 €	15.673 €	15.418 €	15.163 €	14.908 €	14.653 €	14.398 €	14.143 €	13.888 €	13.633 €	13.378 €	13.123 €	12.868 €	12.613 €	12.358 €	12.103 €	11.848 €	11.593 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		4.006 €	3.945 €	3.884 €	3.824 €	3.763 €	3.703 €	3.644 €	3.584 €	3.525 €	3.466 €	3.407 €	3.348 €	3.289 €	3.230 €	3.171 €	3.112 €	3.053 €	2.994 €	2.935 €	2.876 €	2.817 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		12.687 €	12.493 €	12.301 €	12.109 €	11.918 €	11.727 €	11.536 €	11.345 €	11.154 €	10.963 €	10.772 €	10.581 €	10.390 €	10.200 €	10.009 €	9.818 €	9.627 €	9.436 €	9.245 €	9.054 €	8.863 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		4.006 €	3.945 €	3.884 €	3.824 €	3.763 €	3.703 €	3.644 €	3.584 €	3.525 €	3.466 €	3.407 €	3.348 €	3.289 €	3.230 €	3.171 €	3.112 €	3.053 €	2.994 €	2.935 €	2.876 €	2.817 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		4.006 €	3.945 €	3.884 €	3.824 €	3.763 €	3.703 €	3.644 €	3.584 €	3.525 €	3.466 €	3.407 €	3.348 €	3.289 €	3.230 €	3.171 €	3.112 €	3.053 €	2.994 €	2.935 €	2.876 €	2.817 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		4.006 €	3.945 €	3.884 €	3.824 €	3.763 €	3.703 €	3.644 €	3.584 €	3.525 €	3.466 €	3.407 €	3.348 €	3.289 €	3.230 €	3.171 €	3.112 €	3.053 €	2.994 €	2.935 €	2.876 €	2.817 €
Μείον: Έξοδα διατήρησης		-217,104	22.371 €	22.371 €	22.135 €	21.999 €	21.863 €	21.727 €	21.591 €	21.455 €	21.319 €	21.183 €	21.047 €	20.911 €	20.775 €	20.639 €	20.503 €	20.367 €	20.231 €	20.095 €	19.959 €	19.823 €

Εικ. 39. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 100 % ίδιων κεφαλαίων στο πάρκο των 410

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 5.8 %, δηλαδή μέτριος.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 40.



Εικ. 40. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 12^ο.

Στην ουσία αργεί να εμφανιστεί η απόδοση του έργου, γεγονός που υποστηρίζεται και από τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης ο οποίος είναι μέτριος.

7.2.10. Τυπικό σενάριο με 30 % ίδια κεφάλαια

Στην Εικ. 41 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταϊκού πάρκου με 30 % ίδια κεφάλαια.

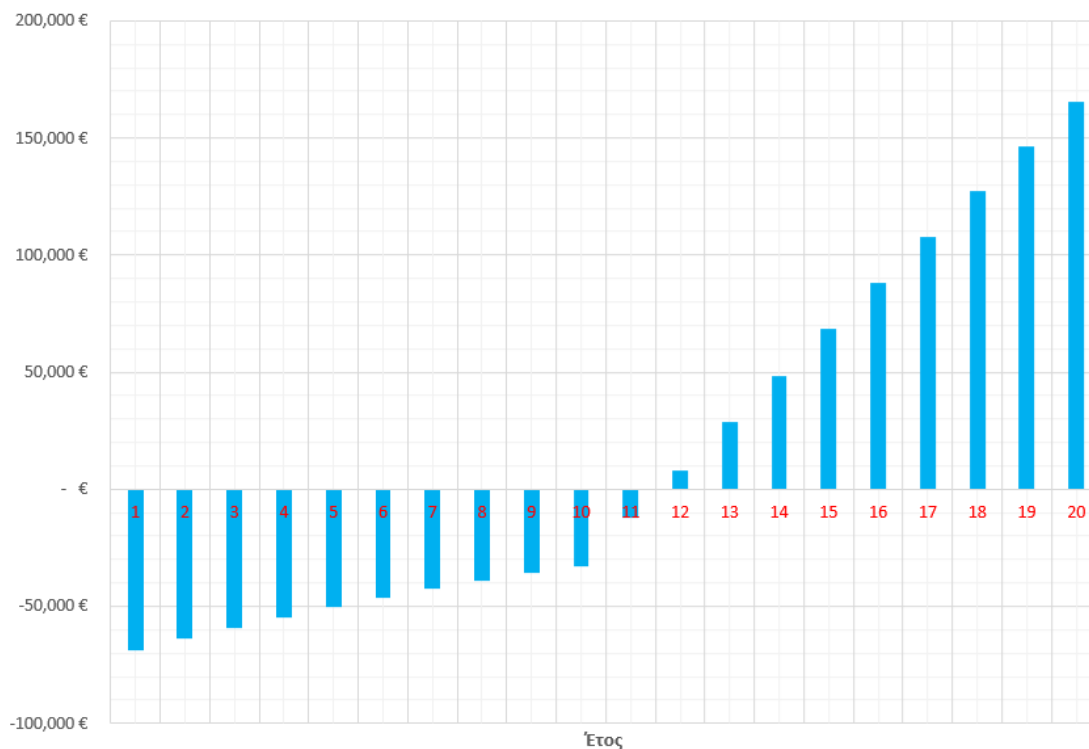
Ετος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Προβλεπόμενα παρηγορή (kWp)	609614	605956	602320	598706	595114	591544	587994	584466	580960	577474	574009	570565	567141	563739	560356	556994	553652	550330	547028	543746		
Κόστος εργασιών		39.406 €	38.475 €	37.946 €	37.492 €	37.207 €	37.044 €	36.821 €	36.600 €	36.481 €	36.460 €	36.443 €	36.428 €	36.415 €	36.403 €	36.392 €	36.382 €	36.373 €	36.365 €	36.358 €	36.352 €	
Μίσιοι / Ίδια		35.499 €	35.244 €	35.039 €	34.887 €	34.696 €	34.517 €	34.378 €	34.278 €	34.210 €	34.173 €	34.148 €	34.125 €	34.103 €	34.083 €	34.064 €	34.046 €	34.029 €	34.013 €	33,998 €	33,984 €	
Διαπίστευση αναβλητέας		4.118 €	4.139 €	4.160 €	4.180 €	4.201 €	4.222 €	4.244 €	4.265 €	4.286 €	4.307 €	4.328 €	4.351 €	4.372 €	4.394 €	4.416 €	4.438 €	4.461 €	4.483 €	4.505 €	4.528 €	
Αναβλητέα παγκών		988 €	993 €	998 €	1.003 €	1.008 €	1.013 €	1.018 €	1.024 €	1.029 €	1.034 €	1.039 €	1.044 €	1.049 €	1.054 €	1.059 €	1.065 €	1.071 €	1.076 €	1.081 €	1.087 €	
Αναγλωσσίδα		1.000 €	1.005 €	1.010 €	1.015 €	1.020 €	1.025 €	1.030 €	1.036 €	1.041 €	1.046 €	1.051 €	1.056 €	1.062 €	1.067 €	1.072 €	1.078 €	1.083 €	1.088 €	1.094 €	1.099 €	
Ίδια επιπρόσθετα		1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	
Αμοιβές προμηθευτού		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Φαλαγγή εγκατάστασης		300 €	302 €	303 €	305 €	306 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	325 €	327 €	328 €	330 €	
Ενοίκιο γραφείου		1.275 €	1.281 €	1.288 €	1.294 €	1.301 €	1.307 €	1.314 €	1.320 €	1.327 €	1.334 €	1.340 €	1.347 €	1.354 €	1.360 €	1.367 €	1.374 €	1.381 €	1.388 €	1.394 €	1.401 €	
Συνολο κόστους παραγωγής		6.682 €	6.720 €	6.759 €	6.798 €	6.837 €	6.876 €	6.915 €	6.953 €	6.991 €	7.029 €	7.067 €	7.105 €	7.143 €	7.181 €	7.219 €	7.257 €	7.295 €	7.333 €	7.371 €	7.409 €	
Μιστό κόστος μεταλλακτών		26.777 €	26.624 €	26.471 €	26.320 €	26.170 €	26.020 €	25.872 €	25.725 €	25.579 €	25.433 €	25.288 €	25.143 €	25.000 €	24.856 €	24.714 €	24.573 €	24.433 €	24.293 €	24.154 €	24.015 €	23.876 €
Μίσιοι Έξοδα δωροδότης		200 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	217 €	218 €	219 €	220 €	
Αποσβέσματα προ ίδιων αποβλήτων και φόρων		26.577 €	26.223 €	26.069 €	25.917 €	25.765 €	25.613 €	25.462 €	25.311 €	25.161 €	25.011 €	24.862 €	24.714 €	24.566 €	24.419 €	24.273 €	24.127 €	23.982 €	23.837 €	23.692 €	23.548 €	23.404 €
Μίσιοι Τόκο μακροπρόθεσμων δανείων επιδότησης		21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	
Αποσβέσματα προ αποβλήτων και φόρων		5.251 €	4.997 €	4.743 €	4.489 €	4.235 €	3.980 €	3.726 €	3.471 €	3.217 €	2.963 €	2.709 €	2.455 €	2.201 €	1.947 €	1.693 €	1.439 €	1.185 €	931 €	677 €	423 €	
Αποβλίτες / Έργα υποδομής		791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	
Αποβλίτες / Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός		8.096 €	8.066 €	8.036 €	8.006 €	7.976 €	7.946 €	7.916 €	7.886 €	7.856 €	7.826 €	7.796 €	7.766 €	7.736 €	7.706 €	7.676 €	7.646 €	7.616 €	7.586 €	7.556 €	7.526 €	
Αποβλίτες / Έργα διασύνδεσης		890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	
Αποβλίτες / Άλλες δωροδότης		198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	
Αποβλίτες		9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	
Αποσβέσματα προ φόρων		4.638 €	4.488 €	4.338 €	4.188 €	4.038 €	3.888 €	3.738 €	3.588 €	3.438 €	3.288 €	3.138 €	2.988 €	2.838 €	2.688 €	2.538 €	2.388 €	2.238 €	2.088 €	1.938 €	1.788 €	
Μίσιοι Φόροι εισοδήματος		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Καθαρό αποτέλεσμα		4.638 €	4.888 €	5.138 €	5.388 €	5.638 €	5.888 €	6.138 €	6.388 €	6.638 €	6.888 €	7.138 €	7.388 €	7.638 €	7.888 €	8.138 €	8.388 €	8.638 €	8.888 €	9.138 €	9.388 €	
Εκπαιδευτικός		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Χαροτίσια μακροπρόθεσμο επιτοκίωμα δανείου		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Φόροι εισοδήματος		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Εισοδήματα πραγματικής αξίας		74.131 €	5.321 €	4.997 €	4.743 €	4.489 €	4.235 €	3.980 €	3.726 €	3.471 €	3.217 €	2.963 €	2.709 €	2.455 €	2.201 €	1.947 €	1.693 €	1.439 €	931 €	677 €	423 €	

Εικ. 41. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410

kWp

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 10.0 %, δηλαδή υψηλός.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 42.



Εικ. 42. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 12^ο.

Στην ουσία αργεί να εμφανιστεί η απόδοση του έργου, ωστόσο σε σύγκριση με την περίπτωση όπου χρησιμοποιούνται 100 % ίδια κεφάλαια, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι αρκετά υψηλότερος. Αυτό σημαίνει ότι παρότι αργεί να φανεί η απόδοση, τουλάχιστον το αρχικά επενδυμένο κεφάλαιο είναι περιορισμένο, γεγονός που επιτρέπει υψηλότερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης. Κατά συνέπεια, το σενάριο με 30 % χρήση ιδίων κεφαλαίων είναι επικρατέστερο.

7.2.11. Σενάριο μείωσης απόδοσης εξοπλισμού

Στην Εικ. 43 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταϊκού πάρκου με 30 % ίδια κεφάλαια και μείωση απόδοσης εξοπλισμού συνολικό στο 1.5 % ετησίως.

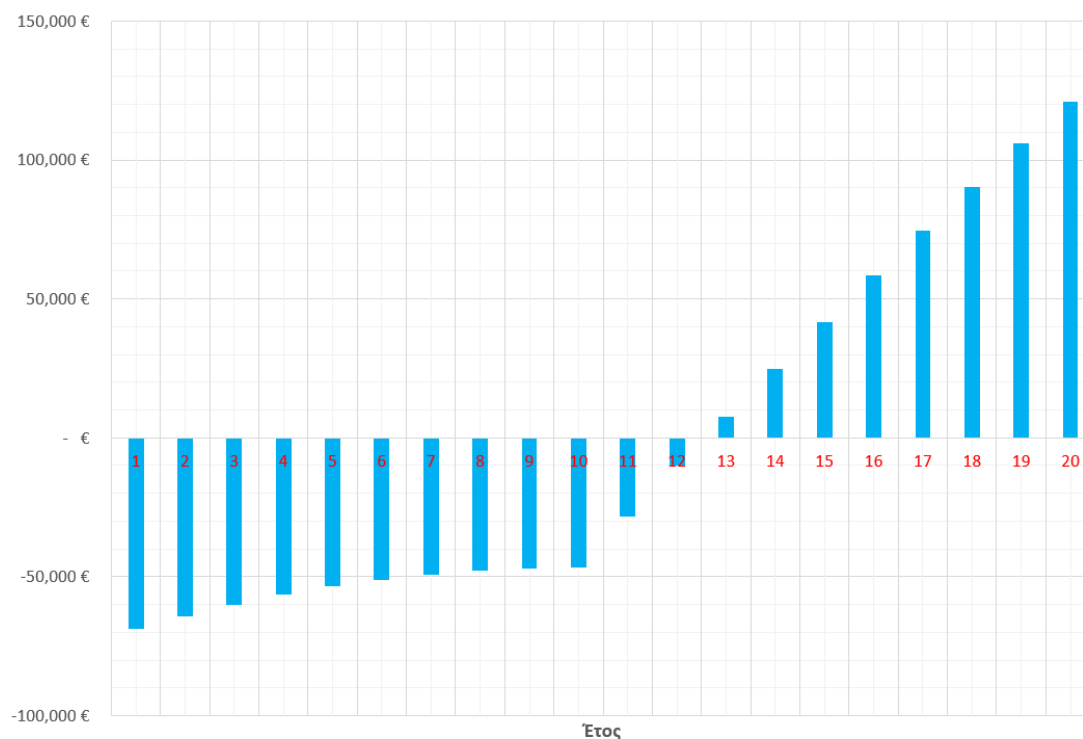
Έτος	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Προβλεπόμενη παραγωγή (kWh)		60954	60470	59463	58591	57862	56244	55675	54814	54038	53385	52404	51624	50898	50871	49358	48997	47868	47488	46416	457450
Κόστος εργασιών		39,406 €	37,880 €	37,262 €	36,708 €	36,135 €	35,610 €	35,076 €	34,590 €	34,022 €	33,221 €	32,019 €	32,523 €	32,095 €	31,595 €	31,082 €	30,615 €	30,196 €	29,704 €	29,238 €	28,819 €
Μείωση Τέλη		39,439 €	34,921 €	34,914 €	31,869 €	33,835 €	32,848 €	32,349 €	31,858 €	31,374 €	30,897 €	30,427 €	29,965 €	29,503 €	29,040 €	28,581 €	28,183 €	27,744 €	27,331 €	26,915 €	26,505 €
Δοσίες συντήρησης		4,118 €	4,139 €	4,160 €	4,180 €	4,201 €	4,222 €	4,244 €	4,265 €	4,286 €	4,307 €	4,328 €	4,351 €	4,372 €	4,394 €	4,416 €	4,438 €	4,461 €	4,483 €	4,506 €	4,528 €
Ασφάλιστρα παγίων		988 €	993 €	998 €	1,003 €	1,008 €	1,013 €	1,018 €	1,024 €	1,029 €	1,034 €	1,039 €	1,044 €	1,049 €	1,055 €	1,060 €	1,065 €	1,071 €	1,076 €	1,081 €	1,087 €
Ανταλλαγή ελαστικών		1,008 €	1,005 €	1,010 €	1,015 €	1,020 €	1,025 €	1,030 €	1,036 €	1,041 €	1,046 €	1,051 €	1,056 €	1,062 €	1,067 €	1,072 €	1,078 €	1,083 €	1,088 €	1,094 €	1,099 €
Τέλος επιτηδεύματος		1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €	1,000 €
Αμοιβές προσωπικού		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Φορολογικά επενδυτικά		300 €	302 €	303 €	305 €	306 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	325 €	327 €	328 €	330 €
Ενοίκιο γηπέδου		1,275 €	1,281 €	1,288 €	1,294 €	1,301 €	1,307 €	1,314 €	1,320 €	1,327 €	1,334 €	1,340 €	1,347 €	1,354 €	1,360 €	1,367 €	1,374 €	1,381 €	1,388 €	1,395 €	1,402 €
Κόστος κίνησης παραγωγής		8,682 €	8,720 €	8,759 €	8,798 €	8,837 €	8,876 €	8,915 €	8,955 €	8,995 €	9,034 €	9,073 €	9,113 €	9,153 €	9,193 €	9,237 €	9,279 €	9,320 €	9,362 €	9,403 €	9,445 €
Μικτό κέρδος ενεργειακό		26,777 €	26,201 €	25,632 €	25,071 €	24,518 €	23,972 €	23,434 €	22,893 €	22,379 €	21,863 €	21,353 €	20,850 €	20,334 €	19,864 €	19,381 €	18,904 €	18,434 €	17,970 €	17,512 €	17,060 €
Μείωση Έξοδα διοίκησης		209 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	217 €	218 €	219 €	220 €
Αποσβέστημα προ τόπων, αποσβέστημα και φόρων		26,577 €	26,000 €	25,430 €	24,868 €	24,314 €	23,767 €	23,228 €	22,696 €	22,171 €	21,653 €	21,145 €	20,639 €	20,141 €	19,651 €	19,166 €	18,685 €	18,217 €	17,752 €	17,293 €	16,840 €
Μείωση Έσοδα προ φόρων		21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €	21,326 €
Αποσβέστημα προ αποσβέσεων και φόρων		5,291 €	4,974 €	4,104 €	3,542 €	2,988 €	2,441 €	1,902 €	1,370 €	845 €	327 €	21,445 €	20,639 €	20,141 €	19,651 €	19,166 €	18,685 €	18,217 €	17,752 €	17,293 €	16,840 €
Αποσβέσεις Έργα υποδομής		791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €
Αποσβέσεις / Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός		8,096 €	8,065 €	8,035 €	8,005 €	7,975 €	7,945 €	7,915 €	7,885 €	7,855 €	7,825 €	7,795 €	7,765 €	7,735 €	7,705 €	7,675 €	7,645 €	7,615 €	7,585 €	7,555 €	7,525 €
Αποσβέσεις Έργα διασύνδεσης		890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €
Αποσβέσεις / Άλλες δοστικές		198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €	198 €
Αποσβέσεις		9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €	9,884 €
Αποτελέσματα προ φόρων		- 4,633 €	- 5,210 €	- 5,780 €	- 6,342 €	- 6,894 €	- 7,443 €	- 7,982 €	- 8,514 €	- 9,038 €	- 9,557 €	- 11,258 €	- 10,754 €	- 10,237 €	- 9,766 €	- 9,282 €	- 8,805 €	- 8,333 €	- 7,868 €	- 7,409 €	- 6,956 €
Μείωση Φόρος εισοδήματος		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Καθαρά αποτελέσματα		- 4,633 €	- 5,210 €	- 5,780 €	- 6,342 €	- 6,894 €	- 7,443 €	- 7,982 €	- 8,514 €	- 9,038 €	- 9,557 €	- 11,258 €	- 10,754 €	- 10,237 €	- 9,766 €	- 9,282 €	- 8,805 €	- 8,333 €	- 7,868 €	- 7,409 €	- 6,956 €
Επιμορφώσεις		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Χρονοδιάγραμμα μεταφοράς επενδυτικού δανείου		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Φόρος αποβλήτων		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Εισοδήματα ταμειακής ρεκάς		-74,131 €	5,291 €	-4,974 €	4,104 €	3,542 €	2,988 €	2,441 €	1,902 €	845 €	327 €	21,445 €	20,639 €	20,141 €	19,651 €	19,166 €	18,685 €	18,217 €	17,752 €	17,293 €	16,840 €

Εικ. 43. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410

kWp

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 7.9 %, δηλαδή υψηλός.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 44.



Εικ. 44. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 13^ο.

Στην ουσία η αυξημένη μείωση της απόδοσης του εξοπλισμού οδηγεί σε επιβάρυνση τόσο του εσωτερικού βαθμού απόδοσης όσο και του έτους στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό πρόσημο στις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές.

7.2.12. Σενάριο επιβολής επιπλέον τέλους

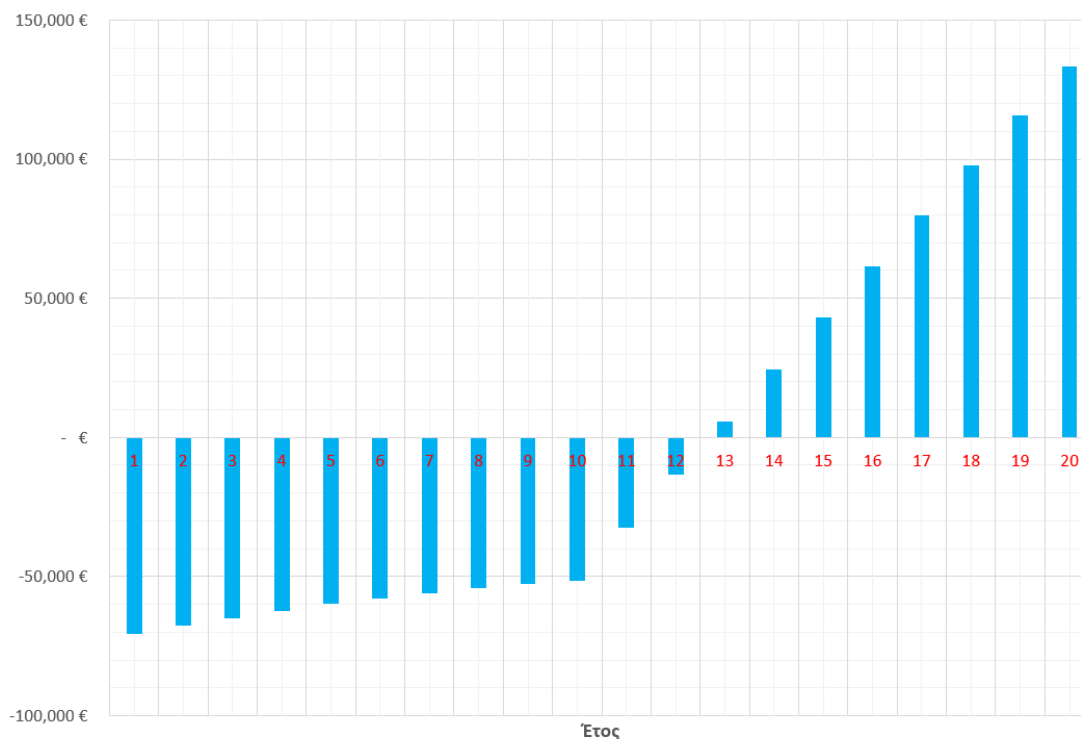
Στην Εικ. 45 παρουσιάζονται οι ετήσιες χρηματοροές του φωτοβολταϊκού πάρκου με 30 % ίδια κεφάλαια και επιβολής επιπλέον τέλους 5 %.

Είδη	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Προβλεπόμενη παραγωγή (kWh)	609614	605656	602320	598706	595114	591544	587994	584466	580960	577474	574009	570565	567141	563739	560356	556994	553652	550330	547028	543746	
Κόστος εργασιών	36.406 €	38.175 €	37.946 €	37.719 €	37.493 €	37.267 €	37.044 €	36.821 €	36.600 €	36.381 €	36.163 €	35.946 €	35.730 €	35.516 €	35.302 €	35.091 €	34.882 €	34.674 €	34.468 €	34.264 €	34.063 €
Μείων Τόλη	35.939 €	33.833 €	33.133 €	32.393 €	32.031 €	31.667 €	31.303 €	30.939 €	30.576 €	30.213 €	29.850 €	29.488 €	29.126 €	28.764 €	28.402 €	28.041 €	27.680 €	27.320 €	26.960 €	26.600 €	26.240 €
Αποβάσματα επί των ετών	988 €	993 €	998 €	1.003 €	1.008 €	1.013 €	1.018 €	1.023 €	1.029 €	1.034 €	1.039 €	1.044 €	1.049 €	1.054 €	1.059 €	1.064 €	1.069 €	1.074 €	1.079 €	1.084 €	1.089 €
Αποβάσματα επί των ετών	4.118 €	4.139 €	4.160 €	4.180 €	4.201 €	4.222 €	4.244 €	4.266 €	4.288 €	4.309 €	4.329 €	4.351 €	4.372 €	4.394 €	4.416 €	4.438 €	4.461 €	4.483 €	4.505 €	4.528 €	4.551 €
Καθαρά έσοδα	1.009 €	1.005 €	1.010 €	1.015 €	1.020 €	1.025 €	1.030 €	1.035 €	1.041 €	1.046 €	1.051 €	1.056 €	1.061 €	1.066 €	1.071 €	1.076 €	1.081 €	1.086 €	1.091 €	1.096 €	1.101 €
Πόσος αποπληρωμής	1.009 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
Αποβλήτ προσαρμοσμένο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Φορολογικά προσαρμοσμένο	300 €	302 €	303 €	305 €	306 €	308 €	309 €	311 €	312 €	314 €	315 €	317 €	319 €	320 €	322 €	323 €	324 €	325 €	327 €	328 €	330 €
Επίστροφο από τραπεζικό	1.279 €	1.281 €	1.288 €	1.294 €	1.301 €	1.307 €	1.314 €	1.320 €	1.327 €	1.334 €	1.340 €	1.347 €	1.354 €	1.360 €	1.367 €	1.374 €	1.381 €	1.388 €	1.395 €	1.402 €	1.409 €
Επίστροφο από επενδυτή	6.662 €	6.720 €	6.779 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €	6.798 €
Επίστροφο από επενδυτή	24.637 €	24.615 €	24.574 €	24.514 €	24.434 €	24.334 €	24.214 €	24.084 €	23.944 €	23.794 €	23.634 €	23.474 €	23.314 €	23.154 €	22.994 €	22.834 €	22.674 €	22.514 €	22.354 €	22.194 €	22.034 €
Μείων Έσοδα έκδοσης	200 €	201 €	202 €	203 €	204 €	205 €	206 €	207 €	208 €	209 €	210 €	211 €	212 €	213 €	214 €	215 €	216 €	217 €	218 €	219 €	220 €
Αποσβέστηματα από έσοδα, αποβλήτων και φόρων	24.657 €	24.614 €	24.572 €	24.531 €	24.531 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €	24.532 €
Μείων Τόση μακροπρόθεσμων δανείων επιδόσεων	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €	21.326 €
Αποσβέστηματα από αποβλήτων και φόρων	9.881 €	9.888 €	9.895 €	9.902 €	9.909 €	9.916 €	9.923 €	9.930 €	9.937 €	9.944 €	9.951 €	9.958 €	9.965 €	9.972 €	9.979 €	9.986 €	9.993 €	9.999 €	10.006 €	10.013 €	10.020 €
Αποβλήτων / Έργα υποδομής	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €	791 €
Αποβλήτων / Ηλεκτροπαραγωγικός εξοπλισμός	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €	8.006 €
Αποβλήτων / Έργα διασύνδεσης	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €	890 €
Αποβλήτων / Άλλες δαπάνες	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €	1.988 €
Αποσβέστηματα	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €	9.884 €
Αποσβέστηματα από φόρων	6.558 €	6.796 €	7.034 €	7.272 €	7.510 €	7.748 €	7.986 €	8.224 €	8.462 €	8.700 €	8.938 €	9.176 €	9.414 €	9.652 €	9.890 €	10.128 €	10.366 €	10.604 €	10.842 €	11.080 €	11.318 €
Μείων Φόρος επιδομάτων	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Καθαρά αποδόματα	6.558 €	6.796 €	7.034 €	7.272 €	7.510 €	7.748 €	7.986 €	8.224 €	8.462 €	8.700 €	8.938 €	9.176 €	9.414 €	9.652 €	9.890 €	10.128 €	10.366 €	10.604 €	10.842 €	11.080 €	11.318 €
Επιδοτήσεις	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Χρηματοδότηση μακροπρόθεσμου επιδοτικού δανείου	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Φόρος υποδομής	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Επιδοτήσεις	9.881 €	9.888 €	9.895 €	9.902 €	9.909 €	9.916 €	9.923 €	9.930 €	9.937 €	9.944 €	9.951 €	9.958 €	9.965 €	9.972 €	9.979 €	9.986 €	9.993 €	9.999 €	10.006 €	10.013 €	10.020 €

Εικ. 45. Ετήσιες χρηματοροές σεναρίου 30 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης υπολογίστηκε ως 8.0 %, δηλαδή υψηλός.

Οι αντίστοιχες συγκεντρωτικές ταμειακές ροές παρουσιάζονται στην Εικ. 46.



Εικ. 46. Συγκεντρωτικές ταμειακές ροές σεναρίου 100 % ιδίων κεφαλαίων στο πάρκο των 410 kWp

Όπως φαίνεται από τις συγκεντρωτικές ταμειακές ροές, το χρονικό σημείο στο οποίο ξεκινάει να εμφανίζεται θετικό οικονομικό πρόσημο σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο είναι το 13^ο.

Οι επιπτώσεις που έχει η τυχόν επιβολή επιπλέον τέλους στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας φέρονται να είναι σημαντικές, αφού επηρεάζεται ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης.

7.3. Σύγκριση έργων

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα του εσωτερικού βαθμού απόδοσης παρουσιάζονται στον Πιν. 5.

Εσωτερικός βαθμός απόδοσης		Φωτοβολταϊκό πάρκο	
Σενάριο	Ποσοστό χρήσης ιδίων κεφαλαίων	150 kWp	410 kWp
Τυπικό	100 %	4.3 %	5.8 %
Τυπικό	30 %	6.6 %	10.0 %
Πτώση απόδοσης	30 %	4.2 %	7.9 %
Επιβολή επιπλέον τέλους	30 %	4.6 %	8.0 %

Πιν. 5. Σύγκριση μεταξύ των δύο φωτοβολταϊκών πάρκων

Όπως φαίνεται μέσα από τη σύγκριση των εσωτερικών βαθμών απόδοσης, τη μεγαλύτερη απόδοση εμφανίζει το μεγαλύτερο πάρκο των 410 kWp. Αυτό συμβαίνει κυρίως διότι λόγω του γεγονότος ότι οι δύο επενδύσεις έχουν κοινά σταθερά έξοδα, αυτά σε σχέση με το σύνολο των εσόδων είναι χαμηλότερα στην περίπτωση του μεγάλου φωτοβολταϊκού πάρκου.

8. Βιβλιογραφία

- [1] Stefanatos C. Redefining RES project capital structure: introduction of Parity, a crowdfunding platform. Athens: Parity Platform PC Report: 2018.
- [2] Παπαδόπουλος Δ, Φραγκιαδάκης Α. Συγκριτική διερεύνηση της χρηματοδότησης έργου (project finance) και της εταιρικής χρηματοδότησης (corporate finance) ως εργαλεία κεφαλαιαγοράς. Λάρισα: Εθνικό συνέδριο διοίκησης οικονομίας; 2008.
- [3] Τζαννίνη Ε. Η επίδραση της νομοθεσίας στη διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αρχή της αειφορίας. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διδακτορική διατριβή; 2017.
- [4] Γάκης Γ. Τα σχήματα αυτοπαραγωγής. Αθήνα: Ημερίδα Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών; 2020.
- [5] Καπέλλος Σ. Η επανεκκίνηση της αγοράς φωτοβολταϊκών. Αθήνα: Ημερίδα Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών; 2020.
- [6] Παντελίδης Κ. Χρηματοδότηση μεγάλων έργων: η συμβολή του ιδιωτικού τομέα και μορφές συνεργασίας με τον δημόσιο τομέα. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, μεταπτυχιακή εργασία; 2003.
- [7] Οδηγός μελέτης και υλοποίησης φωτοβολταϊκών έργων. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας; 2011.
- [8] Καραμπάση Ε, Τόφα Σ. Ανάλυση μηχανισμών απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου στην Ευρώπη. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, διπλωματική εργασία; 2012.
- [9] Αποστολοπούλου Α. Μέθοδοι εκτίμησης του ηλιακού δυναμικού και τυπικές τιμές για τον Ελλαδικό χώρο. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών, μεταπτυχιακή εργασία; 2017.
- [10] Επεξήγηση της συμμετοχικής χρηματοδότησης. Ευρωπαϊκή Επιτροπή; 2015.
- [11] Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης. Σύνδεσμος εταιρειών φωτοβολταϊκών; 2012.
- [12] Ξανθόπουλος Σ. Θέματα στη διαχείριση τραπεζικού κινδύνου. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Πανεπιστημιακές σημειώσεις; 2020.
- [13] Bossmann T, Fournie L, Verrier GP. Wholesale market prices, revenues and risks for producers with high shares of variable RES in the power system. European Commission; 2018.
- [14] The value of hedging. Swiss RE Corporate Solutions; 2017.
- [15] Αναστασίου Α. Τεχνοοικονομική μελέτη φωτοβολταϊκού πάρου 200kW. Πειραιάς: Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, πτυχιακή εργασία; 2011.

- [16] Ekici S, Kopru M. Investigation of PV systems cable losses. International Journal of Renewable Energy Research: 7:2:2017.
- [17] Ένα πρακτικός οδηγός για επενδύσεις στα φωτοβολταϊκά. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών: 2020.
- [18] PV O&M Budget Components and Costs. Electric Power Research Institute: 2015.
- [19] Συντελεστής απόσβεσης αιολικών πάρκων και φωτοβολταϊκών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Υπουργείο Οικονομικών: 2016.
- [20] Kapellos S. The new golden age of Greece's solar energy market. Greeceinvestorguide: 2020.
- [21] Εθνικό σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας: 2019.
- [22] GlobalSolarAtlas - Ηλεκτρονική εφαρμογή για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας, 2021.