



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

«Πακέτα λογισμικού μελέτης Φ/Β συστημάτων»

Φώτης Μαυροματάκης

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟΦΟΙΤΩΝ

«ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

Το πρόγραμμα συνδιοργανώνεται από:

Το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Τ.Ε.Ι. Κρήτης

Το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης

Στοιχεία επικοινωνίας

Εισηγητής: Φώτης Μαυροματάκης

Εργαστήριο Ενεργειακών και Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Ίδρυμα: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Laboratory for Energy and Photovoltaic Systems (LEPS)

Τηλ: 2810379212

Fax: 2810379222

Email: fotis@staff.teicrete.gr

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1. Πακέτα λογισμικού μελέτης Φ/Β συστημάτων.....	4
1.1 Λογισμικό PVGIS.....	4
1.2 Λογισμικό RETSCREEN.....	12

Κεφάλαιο 1. Πακέτα λογισμικού μελέτης Φ/Β συστημάτων

1.1 Λογισμικό PVGIS

Η χρήση λογισμικού είναι πλέον απαραίτητη λαμβάνοντας υπόψη τον όγκο των δεδομένων και το πλήθος των παραμέτρων που πρέπει να μελετηθούν σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα. Γενικά διακρίνουμε δύο κατηγορίες λογισμικού, το ελεύθερο και το εμπορικό. Το πρώτο είναι διαθέσιμο στο χρήστη χωρίς κόστος αλλά με περιορισμένες δυνατότητες ενώ άδειες για εμπορικό λογισμικό αποκτούνται με κόστος που κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες έως μερικές χιλιάδες ευρώ. Ένα από τα ελεύθερα λογισμικά που χρησιμοποιείται με τη βοήθεια ενός φυλλομετρητή (browser) είναι το PVGIS και είναι διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>

Τα ηλιακά δεδομένα που χρησιμοποιούνται από το λογισμικό προέρχονται από επίγειες μετρήσεις όπως και από δορυφορικές μετρήσεις. Η αρχική βάση δεδομένων για την Ευρώπη βασίζεται σε δεδομένα μέσω μηνιαίων τιμών της ολικής και της διάχυτης ακτινοβολίας από συγκεκριμένους σταθμούς (επίγειες μετρήσεις). Οι υπόλοιπες θέσεις έχουν προκύψει με τη διαδικασία της παρεμβολής (interpolation). Έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα δέκα (10) ετών, από το 1981 έως το 1990. Η βάση δορυφορικών δεδομένων αποτελείται από δεδομένα δώδεκα (12) ετών. Έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα από δορυφόρους Meteosat που καλύπτουν το διάστημα 1998-2005 και νεότερους δορυφόρους που καλύπτουν το διάστημα 2006-2011. Η χωρική ανάλυση ανέρχεται σε 3 km, στην καλύτερη περίπτωση.

The screenshot displays the PVGIS web application interface. The top navigation bar includes the JRC and CM SAF logos, and the title 'Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps'. Below the navigation bar, there are links for 'Contact' and 'Important legal notice'. The main content area is divided into a search and map section on the left, and a configuration and calculation section on the right. The search section includes a search bar with a placeholder 'e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"', a search button, and a map showing the selected location in Greece. The configuration section is titled 'Performance of Grid-connected PV' and includes several sections: 'PV Estimation' (with tabs for 'Monthly radiation', 'Daily radiation', and 'Stand-alone PV'), 'PV technology' (set to 'CdTe'), 'Installed peak PV power' (1 kWp), 'Estimated system losses' (14%), 'Fixed mounting options' (Mounting position: Free-standing, Slope: 35°, Azimuth: 0°), 'Tracking options' (Vertical axis, Inclined axis, and 2-axis tracking), and 'Output options' (Web page, Text file, PDF). A 'Calculate' button is located at the bottom of the configuration section.

Δίνεται η δυνατότητα αναζήτησης τοποθεσίας με όνομα αλλά και με τη χρήση γεωγραφικών συντεταγμένων (γεωγραφικό μήκος και πλάτος). Ο χρήστης, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα στις δύο βάσεις δεδομένων ενώ μπορεί να επιλέξει και τον τύπο των φωτοβολταϊκών πλαισίων ανάμεσα σε

- ✓ Κρυσταλλικού πυριτίου
- ✓ Λεπτού φιλμ από Χαλκό, Ίνδιο, Γάλλιο(+), Σελήνιο
- ✓ Λεπτού φιλμ από Κάδμιο και Τελλούριο.

Το λογισμικό έχει τη δυνατότητα υπολογισμού των απωλειών λόγω θερμοκρασίας και τιμών πυκνότητας ισχύος για κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες φωτοβολταϊκών. Η επόμενη

The screenshot displays the JRC CM SAF Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps interface. The main map shows a location in Greece (Halkidiki) with a red pin. The right sidebar contains the 'Performance of Grid-connected PV' settings. The 'Installed peak PV power' is set to 1 kWp, which is circled in red. Other settings include PV technology: CdTe, Estimated system losses: 14%, and various mounting and tracking options.

παράμετρος αφορά στον καθορισμό της ονομαστικής ισχύος του φωτοβολταϊκού συστήματος σε kW (ισχύς του συστήματος στις πρότυπες συνθήκες). Οι πρότυπες συνθήκες καθορίζονται από $G_t=1000$ W/m^2 , $\theta_{cell}=25$ °C, AM1.5 και κάθετη πρόσπτωση. Όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα ο χρήστης εισάγει την ονομαστική ισχύ του συστήματος (πλήθος πλαισίων επί την ονομαστική ισχύ του ενός

πλασιού σύμφωνα με τον κατασκευαστή).

Στο επόμενο πεδίο εισαγωγής γίνεται αναφορά στις εκτιμώμενες απώλειες του συστήματος για διάφορους λόγους. Καταγράφεται το συνολικό ποσοστό των απωλειών που επηρεάζουν (μειώνουν)

την παραγωγή ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα έως ότου εισέλθει στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο (π.χ. ωμικές απώλειες, απόδοση αντιστροφεία τάσης, επικάθηση σκόνης, ρύπων κ.λπ.). Στην επόμενη εικόνα φαίνεται η τυπική του 14% που υιοθετεί το λογισμικό για τις ποσοστιαίες απώλειες. Το ποσοστό αυτό μπορεί να τροποποιηθεί από το χρήστη ανάλογα με την περίπτωση που αντιμετωπίζει.

The screenshot shows the JRC CM SAF Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps interface. The left panel displays a map of Greece with a red pin on Hania. The right-hand panel displays the 'Performance of Grid-connected PV' settings. The 'Estimated system losses [0;100]' field is highlighted with a red circle and shows a value of 14%. Other settings include 'Radiation database: Climate-SAF PVGIS', 'PV technology: CdTe', 'Installed peak PV power: 1 kWp', 'Mounting position: Free-standing', 'Slope [0;90]: 35°', and 'Azimuth [-180;180]: 0°'. The 'Tracking options' section includes checkboxes for 'Vertical axis', 'Inclined axis', and '2-axis tracking'. The 'Output options' section includes checkboxes for 'Show graphs', 'Show horizon', 'Web page', 'Text file', and 'PDF'. A 'Calculate' button is visible at the bottom of the settings panel.

Η επόμενη επιλογή αφορά στον τρόπο στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων αφού αυτό μπορεί να επηρεάσει τη θερμοκρασία τους. Συγκεκριμένα ριπλέγεται ο τρόπος στήριξης των ΦΒ πλαισίων.

- Ελεύθερη στήριξη (free standing)
- Ενσωματωμένα ΦΒ σε κτίρια (BIPV).

Στην πρώτη περίπτωση ο αέρας κυκλοφορεί ελεύθερα πίσω από τα πλαίσια και συνεισφέρει στην «ψύξη» τους. Στη δεύτερη περίπτωση τα ΦΒ πλαίσια είναι ενσωματωμένα σε κτίρια και ο αέρας δεν έχει τη δυνατότητα ελεύθερης κίνησης και κατά συνέπεια η θερμοκρασία τους είναι υψηλότερη από ότι στην πρώτη περίπτωση (π.χ. 5-10 βαθμούς Κελσίου). Προφανώς υπάρχουν και ενδιάμεσες καταστάσεις, οπότε τα αποτελέσματα θα κυμαίνονται μεταξύ των δύο παραπάνω περιπτώσεων.

Η επόμενη επιλογή αφορά στην κλίση και στον προσανατολισμό των ΦΒ πλαισίων. Επιλέγεται η σταθερή κλίση και ο προσανατολισμός των πλαισίων ως προς το οριζόντιο επίπεδο

- Κλίση (slope). Τιμές από 0 έως 90 μοίρες

- Αζιμούθιο (azimuth). Τιμή 0° σημαίνει νότιο προσανατολισμό. Τιμή -90° σημαίνει προσανατολισμός στην Ανατολή, ενώ +90° σημαίνει προσανατολισμός στη Δύση.
- Επίσης, δίνεται η δυνατότητα να υπολογιστεί τόσο η βέλτιστη κλίση όσο και ο βέλτιστος προσανατολισμός από το λογισμικό.

Η επόμενη εικόνα δείχνει τις διαθέσιμες επιλογές σε σχέση με την κλίση και τον προσανατολισμό του συστήματος.

The screenshot displays the PVGIS web application. The main panel on the left shows a map of Greece with a red pin on Halkidiki. The right panel, titled 'Performance of Grid-connected PV', contains various settings. The 'Fixed mounting options' section is highlighted with a red circle, showing 'Slope [0;90] 35 °' and 'Azimuth [-180;180] 0 °'. Below this, there are checkboxes for 'Optimize slope' and 'Also optimize azimuth'. The 'Tracking options' section includes checkboxes for 'Vertical axis', 'Inclined axis', and '2-axis tracking', each with a 'Slope [0;90]' field and an 'Optimize' checkbox. The 'Output options' section has checkboxes for 'Show graphs', 'Show horizon', 'Web page', 'Text file', and 'PDF'. A 'Calculate' button is at the bottom of the settings panel.

Η επόμενη επιλογή αφορά στις δυνατότητες «παρακολούθησης» της «κίνησης» του ήλιου από το ΦΒ σύστημα με στόχο την αύξηση της παραγόμενης ενέργειας.

Επιλέγεται το σύστημα κίνησης (ηλιοτρόπιο ή ιχνηλάτης) που επιτρέπει στο ΦΒ σύστημα να «ακολουθεί» τον ήλιο.

- Κατακόρυφου άξονα.
- Κεκλιμένου άξονα.
- Δύο αξόνων.

Δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού της βέλτιστης κλίσης στις δύο πρώτες περιπτώσεις. Στην τρίτη περίπτωση τα ΦΒ πλαίσια είναι συνεχώς προσανατολισμένα με τέτοιο τρόπο ώστε οι ηλιακές ακτίνες να προσπίπτουν κάθετα σε αυτά. Το σύστημα κατακόρυφου άξονα (αζιμουθιακό σύστημα) είναι ένα

σύστημα όπου τα ΦΒ πλαίσια έχουν σταθερή κλίση αλλά το αζιμούθιο τους είναι ίσο με το αζιμούθιο του ήλιου. Στα συστήματα κεκλιμένου άξονα περιλαμβάνεται και το πολικό ηλιοτρόπιο όπου ο άξονας του είναι παράλληλος με τον άξονα περιστροφής της Γης. Η παρακάτω εικόνα δείχνει τις δυνατές επιλογές στην περίπτωση επιλογής ηλιοτροπίου για το ΦΒ σύστημα.

The screenshot displays the JRC CM SAF Photovoltaic Geographical Information System interface. The main map shows a location in Greece (Halkidiki) with a red pin. The right-hand panel, titled 'Performance of Grid-connected PV', contains various configuration options. A red circle highlights the 'Fixed mounting options' section, which includes:

- Mounting position: Free-standing (dropdown menu)
- Slope [0;90] 35° (input field) with an 'Optimize slope' checkbox.
- Azimuth [-180;180] 0° (input field) with an 'Also optimize azimuth' checkbox.

 Below this, the 'Tracking options' section includes checkboxes for 'Vertical axis', 'Inclined axis', and '2-axis tracking', each with associated slope input fields and 'Optimize' checkboxes. The 'Output options' section at the bottom allows selecting the output format: 'Web page' (selected), 'Text file', or 'PDF'. A 'Calculate' button is located at the bottom of the settings panel.

H

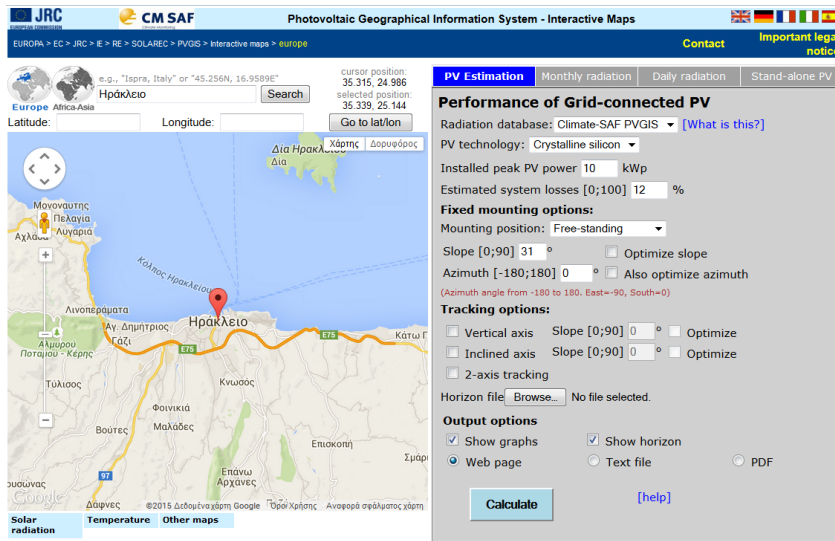
επόμενη επιλογή δεδομένων εισόδου αφορά στη δυνατότητα υπολογισμού των επιπτώσεων σκίασης από βουνά ή λόφους στην ηλεκτρική παραγωγή. Η ανάλυση των ενσωματωμένων δεδομένων είναι περίπου 90 μέτρα ή 3 δευτερόλεπτα της μοίρας. Δίνεται ακόμα η δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει ένα αρχείο που θα περιέχει πληροφορίες για τη γωνιακή κατανομή του τοπικού ορίζοντα. Ο χρήστης πρέπει να ετοιμάσει ένα απλό αρχείο κειμένου με έναν αριθμό ανά σειρά. Ο αριθμός αυτός δηλώνει το γωνιακό ύψος του εμποδίου (του ορίζοντα) για ένα δεδομένο αζιμούθιο. Η πρώτη τιμή αντιστοιχεί στο αζιμούθιο της Ανατολής ενώ οι επόμενες τιμές υποδηλώνουν αζιμούθιο προς το Νότο, τη Δύση, το Βορρά και ξανά στην Ανατολή. Το λογισμικό υποθέτει ότι οι τιμές που υπάρχουν μέσα στο αρχείο είναι αζιμουθιακά ισοκαταναμημένες. Εάν μέσα στο αρχείο υπάρχουν 18 σειρές αριθμών, τότε το λογισμικό θα καταναείμει τις τιμές αυτές ανά $360^\circ/18=20^\circ$ ξεκινώντας από την Ανατολή προς το Νότο, Δύση, Βορρά και ξανά προς την Ανατολή.

Όσον αφορά στις επιλογές εμφάνισης των αποτελεσμάτων ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να λάβει τα αποτελέσματα σε

- ✓ Σελίδα html (web page)
- ✓ Αρχείο κειμένου (text file)

✓ Αρχείο Adobe reader (pdf)

Δίνεται τέλος και η δυνατότητα εμφάνισης γραφημάτων και των δεδομένων του ορίζοντα. Στις επόμενες σελίδες καταγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα δεδομένα εισόδου όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [\[this\]](#)

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 35°20'19" North, 25°8'39" East, Elevation: 29 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 10.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 10.6% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.5%

Other losses (cables, inverter etc.): 12.0%

Combined PV system losses: 23.3%

Fixed system: inclination=31°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	28.40	880	3.54	110
Feb	34.30	960	4.33	121
Mar	47.40	1470	6.07	188
Apr	50.60	1520	6.57	197
May	53.20	1650	7.02	217

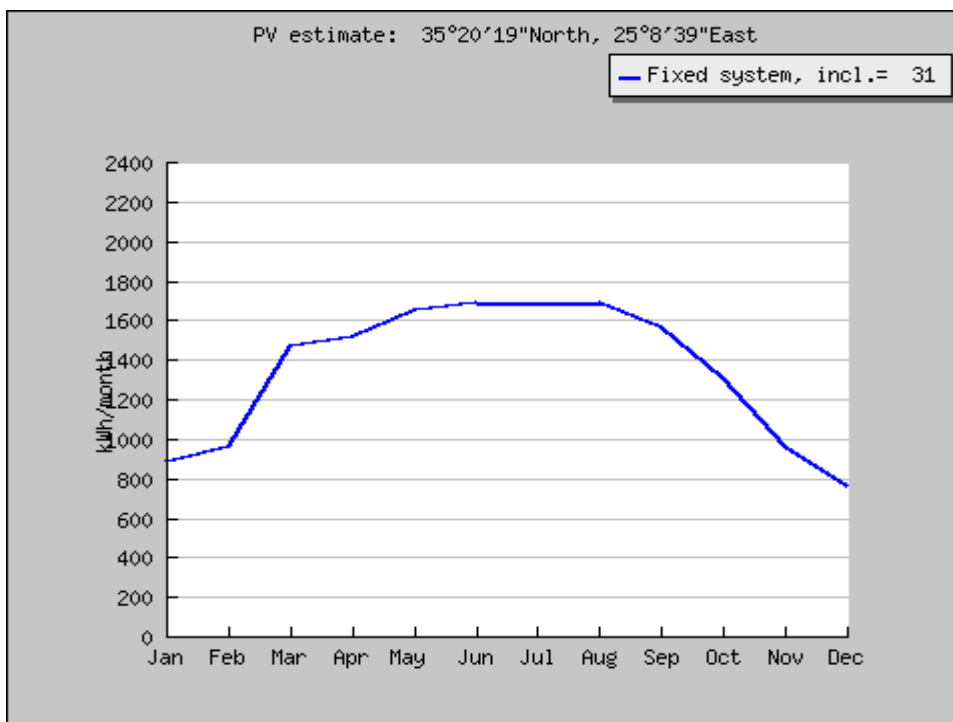
Jun	56.30	1690	7.50	225
Jul	54.50	1690	7.34	227
Aug	54.60	1690	7.35	228
Sep	52.10	1560	6.93	208
Oct	42.20	1310	5.52	171
Nov	32.00	960	4.09	123
Dec	24.30	755	3.05	94.5
Yearly average	44.2	1340	5.78	176
Total for year		16100		2110

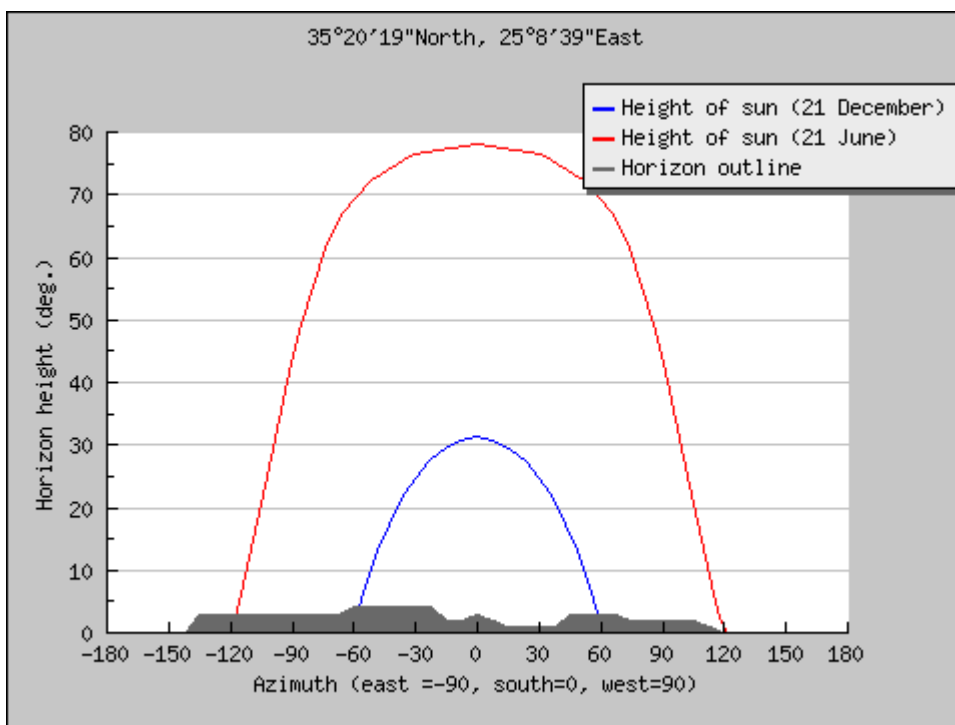
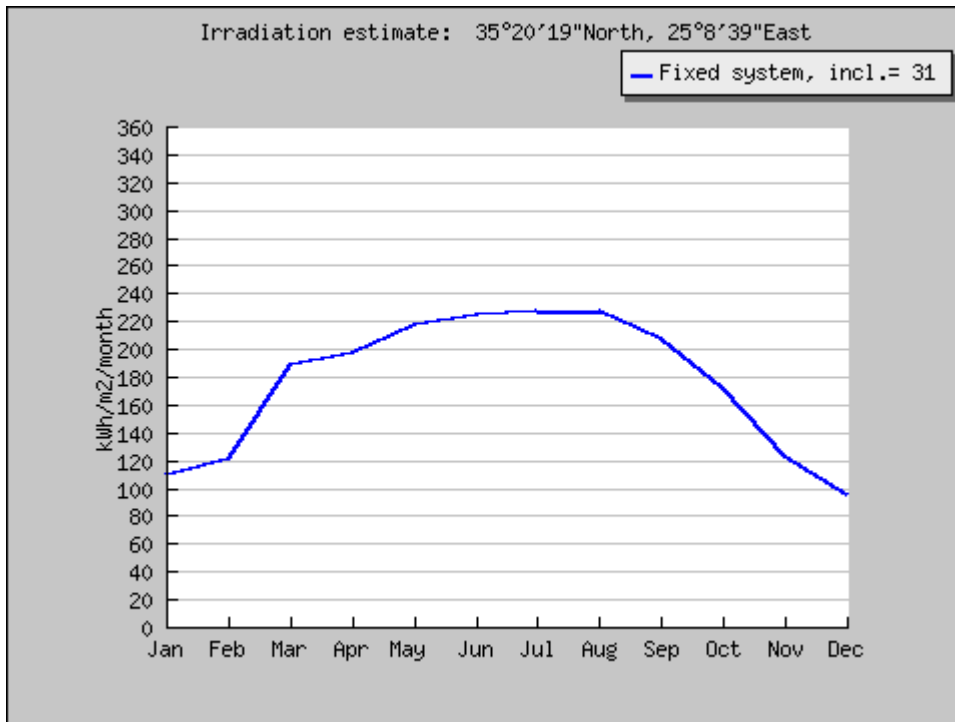
E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)





PVGIS © European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged

See the disclaimer [here](#)

1.2 Λογισμικό RETSCREEN

Το λογισμικό RETSCREEN είναι διαθέσιμο από το υπουργείο Φυσικών Πόρων της Καναδικής κυβέρνησης (Natural Resources Canada) στη διεύθυνση <http://www.retscreen.net>. Το λογισμικό χρησιμοποιεί περιβάλλον φύλλων εργασίας excel για τους υπολογισμούς ενώ δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής και μελέτης διαφορετικών ενεργειακών πηγών (Αιολική ενέργεια, Μικρά υδροηλεκτρικά Φωτοβολταϊκά, Θέρμανση, Θέρμανση από βιομάζα, Ηλιακός θερμοσίφοντας, Παθητική ηλιακή θέρμανση, Γεωθερμικά Συστήματα). Θεωρείται εύκολο στη χρήση και δεν υπάρχει ανάγκη για οποιαδήποτε γνώση ειδικού προγραμματισμού ενώ περιέχει και λεπτομερείς οδηγίες χρήσης και υποστήριξη βάσεων δεδομένων. Είναι επίσης διαθέσιμο και στην Ελληνική γλώσσα όπως φαίνεται και από τη σχετική ιστοσελίδα.



The screenshot shows the website for Natural Resources Canada, specifically the page for RETScreen International. The page is in Greek. At the top, there are logos for Natural Resources Canada in English and French, and the Canadian flag. Below this is a blue banner with the text "Natural Resources Canada" and the website address "www.nrcan.gc.ca". A navigation bar contains links for "Français English", "Accueil Home", "Contactez-nous Contact Us", "Aide Help", "Recherche Search", and "canada.ca canada.ca".

The main content area features a sidebar on the left with links for "Αρχική σελίδα", "Newsletter", "Επισκόπηση", "Λογισμικό & Δεδομένα", "Υλικό κατάρτισης", "Βοήθεια & Επικοινωνία", "Αναζήτηση", and "Proactive Disclosure". Below the sidebar is a language selection menu showing "36 Γλώσσες" and "Greek - Ελληνικά" selected, with a "Μεταφορά" button.

The main content area is titled "Πακέτο Λογισμικού RETScreen - Λήψη Δωρεάν" (RETScreen Software Package - Free Download). It contains the following text:

Το **RETScreen** είναι ένα σύστημα **Λογισμικού Διαχείρισης Καθαρής Ενέργειας** για την ανάλυση σκοπιμότητας έργων ενεργειακής απόδοσης, ανανεώσιμης ενέργειας και συμπαραγωγής ενέργειας, όπως επίσης και για την ανάλυση της εν εξελίξει ενεργειακής απόδοσης.

Κάντε κλικ εδώ, για λήψη RETScreen Suite

Η λήψη και η εκτέλεση του Πακέτου Λογισμικού **RETScreen** στον υπολογιστή σας θα εγκαταστήσει δύο ξεχωριστά προγράμματα, το **RETScreen 4** και το **RETScreen Plus**, που περιγράφονται παρακάτω.

Το **RETScreen 4** είναι ένα βασισμένο στο Excel εργαλείο λογισμικού ανάλυσης έργων καθαρής ενέργειας που βοηθά τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να προσδιορίζουν γρήγορα και ανέξοδα την τεχνική και οικονομική βιωσιμότητα πιθανών έργων ανανεώσιμης ενέργειας, ενεργειακής αποδοτικότητας και συμπαραγωγής.

Το **RETScreen Plus** είναι ένα βασισμένο στα Windows εργαλείο λογισμικού διαχείρισης ενέργειας που επιτρέπει στους ιδιοκτήτες

On the right side, there is a section titled "Ενημερωτικό δελτίο" (Newsletter) with the text "434187 χρήστες σε 222 χώρες" and several links to news articles, including "Renewable Energy in Wisconsin", "RETScreen Commits to Green Button Initiative", "Coming Soon: RETScreen Expert Software", "KIER uses RETScreen Plus for GSHP in South Korea", and "Capacity Building with RETScreen in the Caribbean and Beyond". There is also a "More..." link and an RSS icon at the bottom right.

Στα φύλλα εργασίας περιλαμβάνονται

- Ενεργειακό Μοντέλο
- Ηλιακή ακτινοβολία και υπολογισμός φορτίου
- Ανάλυση Κόστους
- Ανάλυση μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG Ανάλυση)
- Οικονομικά Στοιχεία.

Το λογισμικό RETSCREEN διαθέτει διάφορα αρχεία με περιπτώσεις μελέτης (case studies) τα οποία είναι χρήσιμα για όποιον εισέρχεται για πρώτη φορά στο χώρο των υπολογισμών συστημάτων Α.Π.Ε. Επίσης διαθέτει ηλεκτρονικό βιβλίο που περιλαμβάνει αναλυτικά τις σχέσεις που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς.

Στο πρώτο φύλλο εργασίας δίνονται τα εισαγωγικά στοιχεία.

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

[Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Iraklion (Civ/AFB)

Δείξε δεδομένα

- Δεδομένα Γεωγραφικού τόπου
 - Όνομα έργου & τοποθεσία: Ορίζεται ένα όνομα έργου και η θέση του για λόγους αναφοράς μόνο.
 - Πλησιέστερο σημείο για μετεωρολογικά δεδομένα: Εισάγεται η θέση του μετεωρολογικού σταθμού
 - Τα υπόλοιπα δεδομένα εισάγονται αυτόματα, επιλέγοντας τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό. Η επιλογή ενός από τους προ ενσωματωμένους σταθμούς οδηγεί σε δεδομένα όπως στην επόμενη εικόνα.

Κράτος - περιφέρεια	Ελλάδα															
Επαρχία / Νομός	n/a															
Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Iraklion (Civ/AFB)															
Γεωγραφικό πλάτος	°B	35.3														
Γεωγραφικό μήκος	°A	25.2	Πηγή													
Υψόμετρο	m	39	Εδαφος													
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	6.9	Εδαφος													
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	30.2	Εδαφος													
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	9.2	NASA													
Θερμοκρασία αέρα	°C		Σχετική υγρασία	%	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	kWh/m ² /ημ	Ατμοσφαιρική πίεση	kPa	Ταχύτητα ανέμου	m/Δευτερόλεπ	Θερμοκρασία εδάφους	°C	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης	°C-ημ	Βαθμο-ημέρες ψύξης	°C-ημ
Ιαν	12.0	68.2%	2.39	101.3	5.2	15.2	186	62								
Φεβ	11.7	66.1%	3.31	101.2	5.6	15.1	176	48								
Μαρ	13.0	65.7%	4.68	101.0	4.9	16.0	155	93								
Απρ	16.0	62.2%	6.29	100.9	4.4	18.1	60	180								
Μαι	19.5	61.4%	7.48	100.8	4.0	21.3	0	295								
Ιουν	23.4	57.6%	8.47	100.7	4.2	24.8	0	402								
Ιουλ	25.7	57.9%	8.43	100.5	5.3	26.8	0	487								
Αυγ	25.7	60.5%	7.59	100.5	5.1	27.4	0	487								
Σεπτ	23.3	62.8%	6.19	100.9	4.4	25.8	0	399								
Οκτ	20.1	65.8%	4.33	101.2	4.5	22.9	0	313								
Νοε	16.4	68.0%	2.77	101.2	4.8	19.4	48	192								
Δεκ	13.4	68.9%	2.09	101.2	5.0	16.5	143	105								
Ετήσιο	18.4	63.8%	5.35	100.9	4.8	20.8	768	3,062								
Πηγή	Εδαφος	Εδαφος	NASA	NASA	Εδαφος	NASA	Εδαφος	Εδαφος								
Μετρημένο σε	m	10	0													

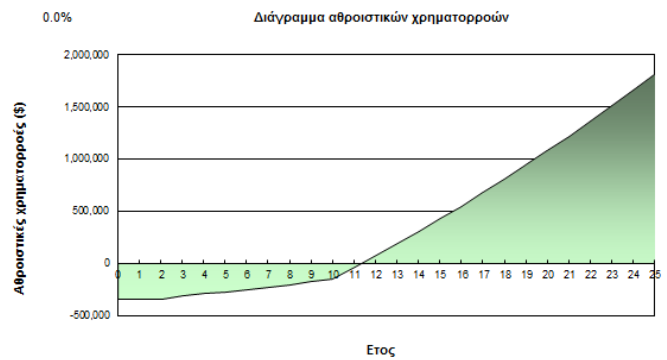
Στο επόμενο φύλλο δίνονται στοιχεία για το σύστημα.

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης		Αύξηση αρχικού κόστους	
Τύπος ανάλυσης		<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 1 <input type="radio"/> Μέθοδος 2	
Φωτοβολταϊκό			
Ηλεκτρική ισχύς	KW	80.04	\$ 717,363
Κατασκευαστής		GE	Δείτε βάση δεδομένων προϊόντων
Μοντέλο		μονο-Si - AP-120	667 μονάδα(-ες)
Συντελεστής ισχύος	%	13.9%	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	97.5	
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	\$/MWh	858.00	\$/kWh 0.858

Ανάλυση Εκπομπών				
Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ (εξαιρούνται Μ&Δ) tn CO2/MWh	Απώλειες Μ&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO2/MWh
Κράτος - περιφέρεια				
Καναδάς	Όλοι οι τύποι	0.186	8.0%	0.203
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	97	Απώλειες Μ&Δ	4.0%
Εκπομπές ΑΤΘ				
Βασική περίπτωση	tn CO2	19.7		
Προτεινόμενη περίπτωση	tn CO2	0.8		
Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO2	19.0		
Τέλη συναλλαγών πίστωσης εκπομπών ΑΤΘ	%	0.0%		
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO2	19.0	ισοδυναμεί με	19.0 tn CO2
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ				
Τιμή πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	\$/tn CO2	25.00		
Διάρκεια πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	έτος	25		
Κυλιόμενος φόρος πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	%	5.0%		

Ενώ στο επόμενο εμφανίζονται οικονομικά στοιχεία:

Οικονομική Ανάλυση			
Οικονομικοί Παράμετροι			
Τιμή πληθωρισμού	%	2.5%	
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	25	
Τοκορεολύσιο	%	60%	
Επιτόκιο δανεισμού	%	8.50%	
Περίοδος χρέους	έτος	10	
Αρχικά κόστη			
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	\$	717,363	85.6%
Άλλο	\$	120,278	14.4%
Συνολικά αρχικά κόστη	\$	837,641	100.0%
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	\$		0.0%
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Κόστος Λεπουργιάς & Συντήρησης (εξοικονόμηση)	\$	880	
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	\$	0	
Πληρωμές χρέους - 10 έτη	\$	76,598	
Συνολικά ετήσια κόστη	\$	77,478	
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	\$	0	
Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	\$	83,621	
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη	\$	474	
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	\$	84,095	
Οικονομική Βιωσιμότητα			
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχές (IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	12.8%	
Απλή αποπληρωμή	έτος	10.1	
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	11.3	



Στις επόμενες εικόνες καταγράφονται οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα για ένα διασυνδεδεμένο σύστημα 1 MW.

Πληροφορία έργου

[Δείτε Βάση δεδομένων έργου](#)

Όνομασία έργου	1.000 kW
Τοποθεσία έργου	Γερμανία
Συντάχθηκε για	
Συντάχθηκε από	
Τύπος έργου	Παραγωγή ηλεκτρισμού
Τεχνολογία	Φωτοβολταϊκό
Τύπος δικτύου	Κεντρικό δίκτυο
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 1
Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς	Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (KΘΙ)
Δείξε ρυθμίσεις	<input type="checkbox"/>

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

[Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Kassel
Δείξε δεδομένα	<input checked="" type="checkbox"/>

	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	51.3	51.3
Γεωγραφικό μήκος	°A	9.5	9.5
Υψόμετρο	m	158	158
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	-9.4	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	26.6	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	16.9	

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα °C	Σχετική υγρασία %	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία -			Ατμοσφαιρική πίεση kPa	Ταχύτητα ανέμου m/Δευτερόλεπτο	Θερμοκρασία εδάφους °C	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης °C-ημ	Βαθμό-ημέρες ψύξης °C-ημ
			kWh/m²/ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτο					
Ιανουάριος	-0.2	84.7%	0.67	99.8	4.1	-0.5	564	0		
Φεβρουάριος	0.8	80.0%	1.39	99.8	3.5	0.3	482	0		
Μάρτιος	3.9	77.2%	2.28	99.7	3.4	3.8	437	0		
Απρίλιος	7.9	70.2%	3.69	99.5	3.1	8.3	303	0		
Μαΐος	12.6	69.5%	4.83	99.6	2.7	14.0	167	81		
Ιούνιος	15.6	72.9%	4.78	99.7	2.7	17.1	72	168		
Ιούλιος	17.2	70.2%	4.81	99.7	2.5	19.6	25	223		
Αύγουστος	16.9	71.0%	4.08	99.7	2.5	19.7	34	214		
Σεπτέμβριος	13.5	78.4%	2.81	99.8	2.7	14.4	135	105		
Οκτώβριος	9.3	83.1%	1.56	99.9	3.0	9.4	270	0		
Νοέμβριος	4.1	85.7%	0.81	99.7	3.5	3.6	417	0		
Δεκέμβριος	1.1	86.8%	0.47	99.7	3.7	0.4	524	0		
Ετήσιο	8.6	77.5%	2.69	99.7	3.1	9.2	3,430	791		
Μετρημένο σε	m					10.0	0.0			

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Αύξηση αρχικού κόστους

Τύπος ανάλυσης	⊙ Μέθοδος 1 ○ Μέθοδος 2	
Φωτοβολταϊκό		
Ηλεκτρική ισχύς	kW	1,000.00
Κατασκευαστής	Solarex & ASE	
Μοντέλο		
Συντελεστής ισχύος	%	11.0%
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	963.6
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	€/MWh	457.00
	€/kWh	0.457

€ 3,170,000

Τύπος ανάλυσης

- Μέθοδος 1
 Μέθοδος 2

Αξιολόγηση πηγών

Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου
 Κλίση
 Αζιμούθιο

Σταθεροποιημένα
5.0
0.0

Δείξε δεδομένα

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια kWh/m ² /ημ	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - κWh/m ² /ημ	Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού €/MWh	Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο MWh
Ιανουάριος	0.67	0.75	457.0	20.25
Φεβρουάριος	1.39	1.52	457.0	36.50
Μάρτιος	2.28	2.40	457.0	62.55
Απρίλιος	3.69	3.80	457.0	93.37
Μαίος	4.83	4.90	457.0	121.13
Ιούνιος	4.78	4.81	457.0	113.98
Ιούλιος	4.81	4.86	457.0	117.91
Αύγουστος	4.08	4.18	457.0	101.89
Σεπτέμβριος	2.81	2.93	457.0	70.91
Οκτώβριος	1.56	1.67	457.0	43.05
Νοέμβριος	0.81	0.89	457.0	22.89
Δεκέμβριος	0.47	0.55	457.0	14.85
Ετήσιο	2.69	2.78	457.00	819.27

Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία - οριζόντιο επίπεδο MWh/m² 0.98
 Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία - επικλινές επίπεδο MWh/m² 1.01

Φωτοβολταϊκό

Τύπος
 Ηλεκτρική ισχύς
 Κατασκευαστής
 Μοντέλο
 Βαθμός απόδοσης
 Ονομασική θερμοκρασία λειτουργίας κελτίου
 Συντελεστής θερμοκρασίας
 Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη

Τύπος	Πολυ-Si
Ηλεκτρική ισχύς kW	1,000.00
Κατασκευαστής	Solarex & ASE
Μοντέλο	
Βαθμός απόδοσης %	11.0%
Ονομασική θερμοκρασία λειτουργίας κελτίου °C	45
Συντελεστής θερμοκρασίας % / °C	0.40%
Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη m ²	9,091

€ 3,170,000

Λοιπές απώλειες %

5.0%

Μετατροπέας (inverter)

Βαθμός απόδοσης
 Ισχύς
 Λοιπές απώλειες

Βαθμός απόδοσης %	90.0%
Ισχύς kW	853.5
Λοιπές απώλειες %	5.0%

Περίληψη

Συντελεστής ισχύος % 9.4%
 Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο MWh 819.27

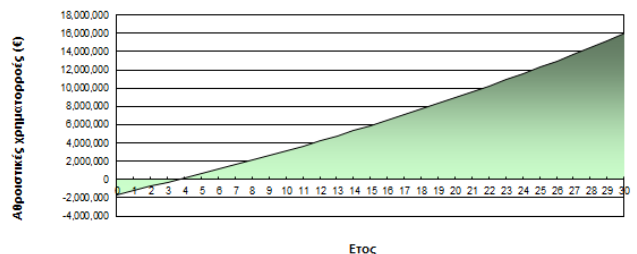
Ανάλυση Εκπομπών

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ (εξαιρούνται Μ&Δ) tn CO ₂ /MWh	Απώλειες Μ&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tn CO ₂ /MWh
Κράτος - περιφέρεια	Όλοι οι τύποι	0.461	8.0%	0.501
Γερμανία				
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	964	Απώλειες Μ&Δ	3.0%
Εκπομπές ΑΤΘ				
Βασική περίπτωση	tn CO ₂	482.7		
Προτεινόμενη περίπτωση	tn CO ₂	14.5		
Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO ₂	468.2		
Τέλη συναλλαγών πιστώσεων εκπομπών ΑΤΘ	%	0.0%		
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tn CO ₂	468.2	ισοδυναμεί με	468 tn CO ₂
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ				
Τιμή πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tn CO ₂	0.00		

Οικονομική Ανάλυση

Οικονομικοί Παράμετροι	Μονάδα	Τιμή	Ποσοστό
Τιμή πληθωρισμού	%	2.0%	
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	30	
Τοκαρχεολίσιο	%	0%	
Αρχικά κόστη			
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	€	3,170,000	54.9%
Άλλο	€	2,606,423	45.1%
Συνολικά αρχικά κόστη	€	5,776,423	100.0%
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€	4,138,211	71.6%
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους			
Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης (εξοικονόμηση)	€	15,300	
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	€	0	
Συνολικά ετήσια κόστη	€	15,300	
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα			
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	€	0	
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	€	440,365	
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισοδήμα	€	440,365	
Οικονομική Βιωσιμότητα			
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	28.4%	
Απλή αποπληρωμή	έτος	3.9	
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	3.7	

Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών



Το RETSCREEN είναι εργαλείο προκαταρκτικής μελέτης σκοπιμότητας

- Περιέχει βασικά ενεργειακά μοντέλα
- Δεν είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης
 - Χρησιμοποιεί μέσες μηνιαίες τιμές
- Απαιτεί την ύπαρξη του προγράμματος Excel και περιβάλλον Windows

Στην κατηγορία του ελεύθερου λογισμικού είναι το System Advisor Model (<https://sam.nrel.gov/download>) και pvwatts (<http://pvwatts.nrel.gov/>) που έχουν αναπτυχθεί από το National Renewable Energy Laboratory των Ηνωμένων Πολιτειών.

Μερικά εμπορικά λογισμικά είναι τα εξής:

- Λογισμικό Διαστασιολόγησης ΦΒ συστημάτων
 - PVSYST
 - SMA Off-Grid Configurator
- Λογισμικό Προσομοίωσης και ανάλυσης σκίασης
 - PV-SOL
 - HELIOS 3D Solarparkplanung
- Διαδικτυακό λογισμικό
 - PVANALYTICS – PVA
 - SOLARDESIGNTOOL