



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ  
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

# ΒΙΩΣΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΕ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΤΗΣ ΑΡΓΥΡΩΣ ΛΙΒΑΝΙΟΥ

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Π.Θ.

ΧΑΝΙΑ, 2015

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Καθηγητής ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΤΣΟΥΤΣΟΣ

(ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Επίκουρος Καθηγητής ΠΕΤΡΟΣ ΓΚΙΚΑΣ

Καθηγητής ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΑΥΡΑΚΑΚΗΣ



Copyright © Λιβανίου Αργυρώ, 2015.

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 μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα 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 Πολυτεχνείου Κρήτης.

## Πρόλογος

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών μου στο Πολυτεχνείο Κρήτης, για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή Θεοχάρη Τσούτσο, ο οποίος με πνεύμα συνεργασίας μου ανέθεσε και επέβλεψε την παρούσα διατριβή, για την πολύτιμη συνεισφορά του στην εκπόνηση της με τις προτάσεις και τα εύστοχα σχόλιά του.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον επίκουρο καθηγητή Πέτρο Γκίκα και τον καθηγητή Γεώργιο Σταυρακάκη για το χρόνο που αφιέρωσαν κατά τη μελέτη και την παρουσίαση της εργασίας μου.

Τέλος, εκφράζω τις ευχαριστίες μου στον ΟΑΚ ΑΕ και ιδιαιτέρως στον Παναγιώτη Πιπερίδη και την Δρ. Τριανταφυλλιά Νικολάου τόσο για την παροχή χρήσιμων στοιχείων όσο και για την συνεργασία τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα αντλιοστάσια αποτελούν σημαντικό παράγοντα στο τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες για την λειτουργία των ηλεκτροκίνητων αντλιών τους. Λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη το σύγχρονο παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα, που συνίσταται από τα μειούμενα αποθέματα των παραδοσιακών πηγών ενέργειας, σε συνδυασμό με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή, θα μπορούσε να εξεταστεί ένας πιο βιώσιμος και πιο φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος λειτουργίας των αντλιοστασίων.

Ορμώμενοι από τα παραπάνω, αναπτύσσεται η ανάγκη να καταφύγουμε στην αξιοποίηση των ΑΠΕ οι οποίες καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια και είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι να εξεταστεί η βιωσιμότητα της ενσωμάτωσης της ηλιακής ενέργειας σε αντλιοστάσια με σκοπό την εξοικονόμηση τόσο ενέργειας όσο και χρημάτων αλλά και την συμβολή στη προστασία του περιβάλλοντος. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης ενός αντλιοστασίου του ΟΑΚ ΑΕ ώστε να αποδειχθεί η ανταγωνιστικότητα της μερικής ή της πλήρους υποκατάστασης της ενέργειας από το ηλεκτρικό δίκτυο με την ηλιακή. Παράλληλα, υπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος που συνδέεται με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την λειτουργία του αντλιοστασίου ενώ γίνεται και μια οικονομική αξιολόγηση του Φ/Β συστήματος άντλησης ώστε να βγουν συμπεράσματα για το αν μια τέτοια επένδυση είναι συμφέρουσα ή όχι για τα ενδιαφερόμενα μέρη. Τέλος, ένα άλλο γεγονός που συζητείται σε αυτή την εργασία είναι οι προοπτικές που ανοίγονται για την βιώσιμη ενεργειακή διαχείριση των αντλιοστασίων με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας



μέσω της πρόσφατης νομοθετικής κατοχύρωσης του συμψηφισμού παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας από Φ/Β.

Από τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής προκύπτει ότι η χρήση των Φ/Β συστημάτων ως πηγή ενέργειας για την τροφοδοσία των αντλιοστασίων είναι πολύ ελκυστική, καθώς υπάρχει μια φυσική σχέση μεταξύ της διαθεσιμότητας της ηλιακής ενέργειας και της ζήτησης ενέργειας για άντληση νερού. Γίνεται φανερό ότι με την εγκατάστασή τους ένα μεγάλος μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την λειτουργία των αντλιοστασίων μπορεί να καλυφθεί από αυτά, ενώ μετά την αποπληρωμή του αρχικού επενδυτικού κόστους η εξοικονόμηση χρημάτων είναι σημαντική. Τέλος, δεν μπορούμε να αγνοήσουμε το περιβαλλοντικό όφελος από την χρήση μιας “πράσινης” τεχνολογίας όπως είναι η Φ/Β τεχνολογία.

## **ABSTRACT**

Pumping stations constitute an important factor in the field of electricity as they consume large amounts for the operation of their electrically driven pumps. While taking into account the modern world's energy problem, which consists of diminishing reserves of traditional energy sources, combined with the global climate change, a more viable and environmentally friendlier operational mode of the pumping stations could be considered.

Motivated from the above, the need to resort to the use of RES which consume less energy and are environmentally friendly is growing. The purpose of this thesis is to examine the sustainability of incorporating solar energy in pumping stations in order to save both energy and money as well as to help protect the environment. In this paper a case study of a pump station is presented so as to prove the competitiveness of the partial or complete substitution of energy from the power grid with solar. Alongside, the environmental benefits associated with the exploitation of solar energy for the operation of the pumping station is calculated and an economic evaluation of the PV system is carried out in order to draw conclusions about whether such an investment is advantageous for the parties or not. Finally, another fact that is discussed in this paper is the prospects opened up for sustainable energy management of pumping stations with the use of solar energy through the recent legislative vesting of net-metering.

The results of this study show that the use of PV systems as an energy source to power the pumping stations is very attractive due to an existing natural link between the availability of solar energy and the energy demand for water

pumping. It becomes obvious that a great part of the electricity required for the operation of the pumping stations can be covered by them while after the repayment of the original investment cost the savings are significant. Finally, we can not ignore the environmental benefit of using a "green" technology such as the PV technology.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ABSTRACT .....	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	15
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	18
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	20
ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	22
1.1 Περιγραφή του προβλήματος.....	22
1.2 Αντικείμενο της μελέτης .....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ.....	27
2.1 Η ιδέα της ενσωμάτωσης Φ/Β στην άντληση νερού.....	27
2.2 Μέθοδοι σχεδιασμού και εκτίμησης της απόδοσης των Φ/Β συστημάτων άντλησης.....	32
2.3 Οικονομικές και Περιβαλλοντικές πτυχές .....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΓΙΑ ΤΗΝ Φ/Β ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ .....	44
3.1 Δομή Φ/Β συστήματος .....	44
3.2 Κατηγορίες Φ/Β στοιχείων .....	46
3.3 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα των Φ/Β .....	50

3.4 Περιγραφή του Φ/Β συστήματος άντλησης .....	52
3.4.1 Συστατικά μέρη.....	52
3.4.2 Αρχή λειτουργίας .....	53
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η τρέχουσα κατάσταση της αγοράς των Φ/Β - Νέα νομοθεσία για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα .....	56
4.1 Υφιστάμενη κατάσταση της αγοράς των Φ/Β .....	56
4.1.1 Ελλάδα .....	56
4.1.2 Κρήτη .....	61
4.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό.....	63
4.2.1 Το Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο .....	63
4.2.2 Αντικείμενο - Πεδίο εφαρμογής .....	67
4.2.3 Όρια εγκατεστημένης ισχύος για τους Φ/Β σταθμούς.....	68
4.2.4 Μετρήσεις.....	71
4.2.5 Χρεώσεις .....	72
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	75
5.1 Εισαγωγή .....	75
5.2 Επιλογή αντλιοστασίου προς μελέτη .....	76
5.3 Δεδομένα και χαρακτηριστικά του υπό μελέτη αντλιοστασίου.....	80
5.4 Μεθοδολογία ενεργειακής ανάλυσης .....	82
5.4.1 Ενεργειακές ανάγκες .....	82
5.4.2 Περίοδος χρήσης και προσδιορισμός βέλτιστης κλίσης.....	84
5.4.2.1 Περίοδος χρήσης του αντλιοστασίου .....	84

5.4.2.2 Προσδιορισμός της βέλτιστης κλίσης και προσανατολισμού .....	85
5.4.3 Κλιματικές συνθήκες της περιοχής .....	87
5.4.3.1 Ηλιακό δυναμικό.....	87
5.4.3.2 Θερμοκρασία.....	89
5.4.4 Διαστασιολόγηση της Φ/Β γεννήτριας .....	90
5.4.4.1 Υπολογισμός δυνατότητας παραγόμενης ενέργειας.....	90
5.4.4.2 Υπολογισμός επιφάνειας κάλυψης.....	92
5.4.4.3 Σενάρια κάλυψης της ζήτησης του αντλιοστασίου .....	95
5.5 Οικονομική ανάλυση .....	97
5.5.1 Υπολογισμός εξοικονόμησης χρημάτων.....	97
5.5.2 Ανάλυση αποπληρωμής της επένδυσης .....	98
5.6 Υπολογισμός Περιβαλλοντικού οφέλους.....	99
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	100
6.1 Ενεργειακές ανάγκες αντλιοστασίου .....	100
6.2 Αποτελέσματα διερεύνησης της βέλτιστης κλίσης.....	107
6.3 Αποτελέσματα διερεύνησης της σχέσης παράγωγης - ζήτησης.....	112
6.4 Αποτελέσματα υπολογισμού διαθέσιμης επιφάνειας .....	117
6.5 Αποτελέσματα για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.....	117
6.6 Αποτελέσματα για την δυνατότητα κάλυψης της ζήτησης .....	119
6.7 Αποτελέσματα υπολογισμού απορροφούμενης, περίσσειας και ελλείμματος ενέργειας.....	121
6.8 Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης .....	127
6.8.1 Αποτελέσματα εξοικονόμησης χρημάτων.....	127
6.8.2 Αποτελέσματα σεναρίων αποπληρωμής επενδυτικού σχεδίου .....	130

6.8.2.1 Σενάριο 1: Χωρίς χρηματοδότηση .....	131
6.8.2.2 Σενάριο 2: Με χρηματοδότηση 40% του έργου .....	133
6.8.2.3 Σενάριο 3: Με χρηματοδότηση 40% του έργου & 30% δάνειο.....	135
6.9 Αποτελέσματα περιβαλλοντικής αξιολόγησης.....	138
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	139
7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	139
7.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	143
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	145
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΕ .....	153
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	160
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ .....	163
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗΣ-ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ- ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	172
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΤΗΣΙΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΧΡΗΜΑΤΩΝ.....	179
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ .....	188

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1: Η παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σχεδόν τριπλασιάστηκε μέσα σε 30 χρόνια .....	22
Σχήμα 1.2: Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στις ευρωπαϊκές χώρες ανά κατηγορία κινητήριων συστημάτων στην βιομηχανία .....	23
Σχήμα 2.1: Τυπική διάταξη ενός Φ/Β συστήματος άντλησης.....	29
Σχήμα 2.2: (α) Μηνιαίο προφίλ της διάρκειας της ηλιοφάνειας σε ώρες (Αλγερία) και (β) μηνιαίο προφίλ της κατανάλωσης ενέργειας για την άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών .....	30
Σχήμα 2.3: Διακύμανση της αποτελεσματικότητας ενός Φ/Β συστήματος άντλησης (α) με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και (β) με την θερμοκρασία.....	31
Σχήμα 2.4: Επιλογή του μήνα σχεδιασμού ενό Φ/Β συστήματος με βάση τον λόγο της ζήτησης νερού προς την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία.....	33
Σχήμα 2.5: Πειραματικό μοντέλο Φ/Β μονάδας άντλησης νερού.....	33
Σχήμα 2.6: Πειραματικά αποτελέσματα ανά ώρα από την προσομοίωση Φ/Β συστήματος άντλησης .....	35
Σχήμα 2.7: Σύγκριση μεταξύ της μηνιαίας προσομοιωμένης ποσότητας αντλούμενου νερού και της μηνιαίας ζήτησης νερού.....	36
Σχήμα 2.8: Ημερήσια ποσότητα αντλούμενου νερού για διαφορετικές τιμές της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας για τέσσερις διαφορετικές ημέρες του χρόνου.....	37
Σχήμα 2.9: Ισχύς εξόδου ενός Φ/Β συστήματος άντλησης (α) χωρίς και (β) με σύστημα εντοπισμού του σημείου μέγιστης ισχύος. Η απόδοση του συστήματος αυξάνεται με την χρήση συστήματος εντοπισμού του σημείου μέγιστης ισχύος.....	39
Σχήμα 2.10: Σύγκριση ενός Φ/Β συστήματος άντλησης και ενός πετρελαιοκίνητου συστήματος άντλησης ως προς τα κόστη τους καθ' όλη την διάρκεια ζωής τους.....	40



Σχήμα 2.11: Σύγκριση Κόστους Κύκλου Ζωής ανάμεσα σε ένα σύστημα άντλησης νερού τροφοδοτούμενο από μια Φ/Β μονάδα και σε ένα τροφοδοτούμενο από πετρελαιοκίνητο κινητήρα .....	40
Σχήμα 2.12: Διάγραμμα ταμειακών ροών ενός Φ/Β συστήματος άντλησης παροχής 200 m <sup>3</sup> /day στην Ιορδανία. Η αποπληρωμή της επένδυσης γίνεται σε 6 χρόνια .....	41
Σχήμα 2.13: Εκπομπές CO <sub>2</sub> από τις διάφορες φάσεις ζωής ενός Φ/Β συστήματος άντλησης. ....	42
Σχήμα 3.1: Μέρη που αποτελούν ένα τυπικό Φ/Β σύστημα. ....	45
Σχήμα 3.2: Απόδοση διαφόρων τεχνολογιών Φ/Β που διατίθενται στο εμπόριο. ....	49
Σχήμα 3.3: Μερίδιο στην παραγωγή ανά κατηγορία Φ/Β στοιχείων για το 2014. ....	50
Σχήμα 3.4: Σχηματικό διάγραμμα της διάταξης και της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος άντλησης .....	53
Σχήμα 3.5: Οριακό επίπεδο κατωφλίου .....	55
Σχήμα 4.1 Πορεία της εγκατεστημένης ισχύς των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα, ετήσια και αθροιστική .....	56
Σχήμα 4.2: Εγγυημένες τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β πριν και μετά την νέα τιμολογιακή πολιτική .....	58
Σχήμα 4.3: Μερίδιο των Φ/Β στην συνολική πραγματική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2014 σε σχέση με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ .....	59
Σχήμα 4.4: Μερίδιο των Φ/Β στην συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2014 σε σχέση με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ. ....	59
Σχήμα 4.5 Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά κατηγορία .....	60
Σχήμα 4.6: Ποσοστό που καταλαμβάνει η Κρήτη στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ Φ/Β στα μη διασυνδεδεμένα νησιά. ....	62

Σχήμα 4.7: Ποσοστό συμμετοχής της Κρήτης στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.....	62
Σχήμα 4.8: Σχηματική απεικόνιση της αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό.....	68
Σχήμα 4.9: Σχηματική απεικόνιση του ενεργειακού συμψηφισμού .....	72
Σχήμα 5.1: Κλίση και αζιμούθια γωνία.....	85
Σχήμα 5.2: Ιδανική γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.....	86
Σχήμα 5.3: Το ηλιακό δυναμικό της Κρήτης .....	88
Σχήμα 5.4: Καμπύλη ισχύος Φ/Β: Επίδραση της θερμοκρασίας στην μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ του Φ/Β κελιού. ....	89
Σχήμα 5.5: Υπολογισμός απαιτούμενης απόστασης μεταξύ δύο σειρών Φ/Β συστοιχιών .....	93

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4-1: Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για την αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμφηφισμό. ....	64
Πίνακας 4-2: Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς Φ/Β συστήματος με ενεργειακό συμφηφισμό για το διασυνδεδεμένο σύστημα ( <a href="http://www.helapco.gr">www.helapco.gr</a> ). ....	70
Πίνακας 4-3: Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς Φ/Β συστήματος με ενεργειακό συμφηφισμό για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά ( <a href="http://www.helapco.gr">www.helapco.gr</a> ). ....	71
Πίνακας 4-4: Παράδειγμα υπολογισμού ανταγωνιστικών χρεώσεων ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ, 2015). ....	73
Πίνακας 5-1: Τα εν λειτουργία αντλιοστάσια της Δυτικής Κρήτης του ΟΑΚ ΑΕ που εξυπηρετούν ανάγκες άρδευσης, ύδρευσης και ύδρευσης-άρδευσης (ΟΑΚ ΑΕ).....	79
Πίνακας 5-2: Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος κινητήρα-αντλίας όπως δίνονται από τους κατασκευαστές. ....	81
Πίνακας 5-3: Τεχνικά χαρακτηριστικά του Φ/Β πλαισίου όπως δίνονται από τον κατασκευαστή ( <a href="http://www.suntech-power.com">www.suntech-power.com</a> ). ....	96
Πίνακας 5-4: Συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων για διάφορα καύσιμα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, 2010). ....	99
Πίνακας 6-1: Ετήσια μηνιαία και συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι. ....	101
Πίνακας 6-2: Μέση μηνιαία ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία στα Χανιά για διάφορες κλίσεις των συλλεκτών. ....	108
Πίνακας 6-3: Αποτελέσματα υπολογισμού της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά. ....	111
Πίνακας 6-4: Μέση κατανάλωση του αντλιοστασίου και μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία.....	112

Πίνακας 6-5: Αποτελέσματα υπολογισμού της ελάχιστης απαιτούμενης απόστασης ανάμεσα στις σειρές Φ/Β και της συνολικά διαθέσιμης επιφάνειας (m <sup>2</sup> ). ....	117
Πίνακας 6-6: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων για την συνολική ετήσια εξερχόμενη ενέργεια. ....	118
Πίνακας 6-7: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων που θεσπίστηκαν για το δυνατό ποσοστό κάλυψης της κατανάλωσης του αντλιοστασίου από το Φ/Β. ...	120
Πίνακας 6-8: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων που θεσπίστηκαν για την απορροφούμενη, την περίσσεια και το έλλειμμα ενέργειας από την λειτουργία του Φ/Β συστήματος άντλησης.....	124
Πίνακας 6-9: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων που θεσπίστηκαν για την ενέργεια για την οποία θα πληρώνει τελικά ο ΟΑΚ μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία. ....	126
Πίνακας 6-10: Χρέωση της kWh στο αντλιοστάσιο του Γερανίου για το 2014.....	127
Πίνακας 6-11: Ετήσια έξοδα για την ηλεκτρική ενέργεια του αντλιοστασίου πριν και μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία και αναμενόμενη ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων. ....	128
Πίνακας 6-12: Σενάρια που θεσπίστηκαν για τον υπολογισμό της περιόδου αποπληρωμής της επένδυσης. ....	130
Πίνακας 6-13: Συνοπτικά αποτελέσματα υπολογισμού του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης για το Σενάριο 1.. ....	131
Πίνακας 6-14: Συνοπτικά αποτελέσματα υπολογισμού του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης για το Σενάριο 2. ....	133
Πίνακας 6-15: Συνοπτικά αποτελέσματα υπολογισμού του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης για το Σενάριο 3. ....	135

Πίνακας 6-16: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων για τα σενάρια που θεσπίστηκαν.....	137
Πίνακας 6-17: Εκπομπές αέριων ρύπων για το έτος 2014.....	138

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος άντλησης νερού (ιδία επεξεργασία). .....	55
Διάγραμμα 6.1: Διακύμανση της ετήσιας μηνιαίας και της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι. ....	102
Διάγραμμα 6.2: Διακύμανση της ετήσιας μηνιαίας και της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι. ....	102
Διάγραμμα 6.3: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Μάιο. ....	104
Διάγραμμα 6.4: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Ιούνιο.....	104
Διάγραμμα 6.5: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Ιούλιο. ....	105
Διάγραμμα 6.6: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Αύγουστο. ....	105
Διάγραμμα 6.7: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Σεπτέμβριο. ....	106
Διάγραμμα 6.8: Συνοπτικά αποτελέσματα του προφίλ λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι. ....	106
Διάγραμμα 6.9: Σύγκριση της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά για διάφορες κλίσεις των Φ/Β συλλεκτών. ....	109
Διάγραμμα 6.10: Σύγκριση της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά για διάφορες κλίσεις των Φ/Β συλλεκτών. ....	109

Διάγραμμα 6.11: Σύγκριση μεταξύ της μέσης μηνιαίας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι (2012-2014) και της διαθέσιμης μηνιαίας έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά. ....	113
Διάγραμμα 6.12: (α) Μηνιαίο προφίλ της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά (β) Μέσο μηνιαίο προφίλ κατανάλωσης του αντλιοστασίου στο Γεράνι (2012-2014). ....	114
Διάγραμμα 6.13: Σύγκριση (α) ωριαίου προφίλ λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για μια τυπική μέρα του Ιουνίου και (β) ωριαίου προφίλ ισχύος τυπικού Φ/Β συστήματος στα Χανιά για μια τυπική μέρα του Ιουνίου (Ζαβός, 2013). ....	116
Διάγραμμα 6.14: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων για την συνολική ετήσια εξερχόμενη ενέργεια για τα σενάρια που θεσπίστηκαν.....	119
Διάγραμμα 6.15: Σύγκριση μεταξύ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου για το 2014 και της παραγωγικής ικανότητας του Φ/Β συστήματος. ....	121
Διάγραμμα 6.16: Σύγκριση απορροφούμενης, περίσσειας και ελλείμματος ενέργειας από την λειτουργία του Φ/Β συστήματος άντλησης. ....	125
Διάγραμμα 6.17: Σύγκριση των ετήσιων εξόδων για την ηλεκτρική ενέργεια του αντλιοστασίου πριν και μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία.....	129
Διάγραμμα 6.18: Ετήσια αναμενόμενη εξοικονόμηση χρημάτων μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία.....	129
Διάγραμμα 6.19: Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης (χωρίς χρηματοδότηση). ....	132
Διάγραμμα 6.20: Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης (με 40% χρηματοδότηση). ....	134
Διάγραμμα 6.21: Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης (με 40% χρηματοδότηση και δάνειο 30%). ....	136

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 5.1: Σχηματική απεικόνιση του δικτύου άρδευσης της Δυτικής Κρήτης (ΟΑΚ ΑΕ). .....	78
Εικόνα 5.2: Λειτουργία του αντλιοστασίου στο Γεράνι (ΟΑΚ ΑΕ). .....	81
Εικόνα 5.3: Δείγμα στοιχείων για την εκκίνηση – παύση των αντλιών (ΟΑΚ ΑΕ). .....	83



## ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

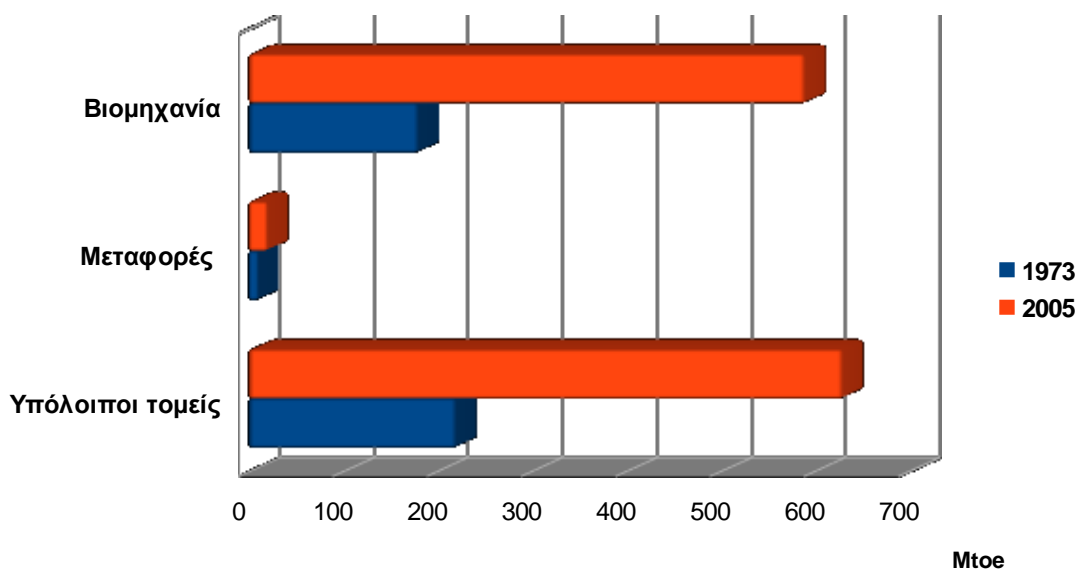
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Φ/Β	Φωτοβολταϊκά
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβέρνησης
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΟΑΚ	Οργανισμός Ανάπτυξης Κρήτης
ΟΑΔΥΚ	Οργανισμός Ανάπτυξης ΔΥτικής Κρήτης
ΟΑΝΑΚ	Οργανισμός Ανάπτυξης ΑΝατολικής Κρήτης
IEA	International Energy Agency
MPPT	Maximum Power Point Tracking
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ενέργειας
ΣΗΘΥΑ	Συμπαράγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
ΛΑΓΗΕ	Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΒΟΑΚ	Βόρειος Οδικός Άξονας Κρήτης
BoS	Balance of System
ΣΕΦ	Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών
ΕΤΜΕΑΡ	Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων
ΥΚΩ	Υπηρεσία Κοινής Ωφελείας
RES	Renewable Energy Sources
PV	Photovoltaic
kWh	Κιλοβατώρες (μονάδα ενέργειας)
kW	Κιλοβάτ (μονάδα ισχύος)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Περιγραφή του προβλήματος

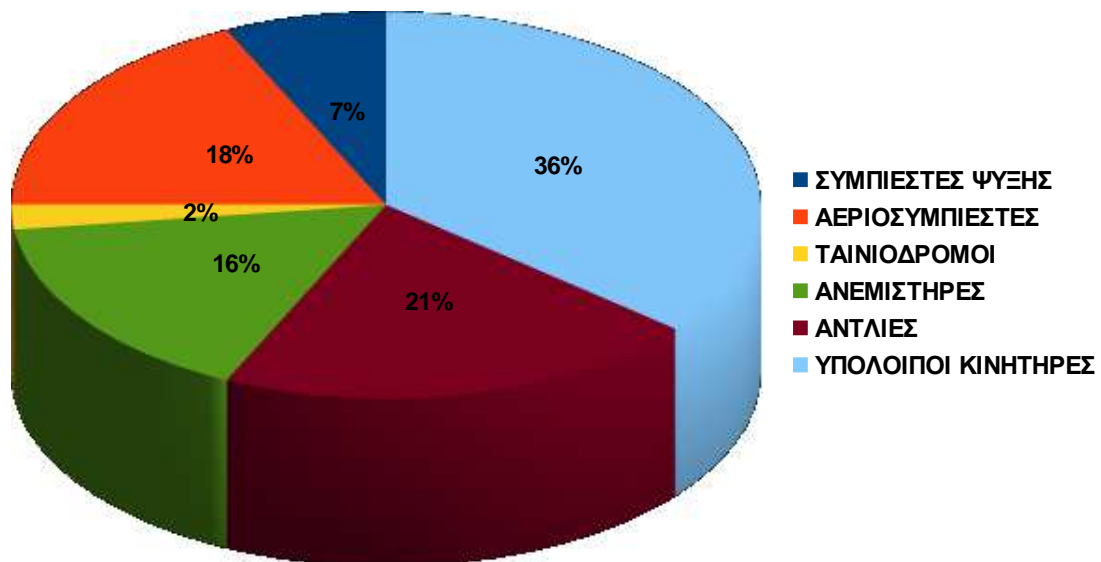
Τα αντλιοστάσια αποτελούν σημαντικό παράγοντα στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες για την λειτουργία των ηλεκτροκίνητων αντλιών τους.

Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με έρευνα του ΙΕΑ, τριπλασιάστηκε το 2005 σε σχέση με τα επίπεδα του 1973, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1, με το 40% της παγκόσμιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας να χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εφαρμογές και με τα δύο τρίτα αυτής να καταναλώνεται από τους ηλεκτρικούς κινητήρες.



Σχήμα 1.1: Η παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σχεδόν τριπλασιάστηκε μέσα σε 30 χρόνια (ΙΕΑ, 2007).

Οι αντλίες που κινούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες απαιτούν περίπου το 20% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.2 και επομένως αποτελούν σημαντικά φορτία ως προς την κατανάλωση ενέργειας.



Σχήμα 1.2: Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στις ευρωπαϊκές χώρες ανά κατηγορία κινητήριων συστημάτων στην βιομηχανία (Almeida et al, 2003).

Λαμβάνοντας υπόψη το σύγχρονο παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα, που συνίσταται από τα μειούμενα αποθέματα των παραδοσιακών πηγών ενέργειας, σε συνδυασμό με τις αυξημένες τιμές χρέωσης της kWh και με τα γνωστά σε όλους μας οικολογικά προβλήματα θα μπορούσε να εξεταστεί ένας πιο βιώσιμος τρόπος λειτουργίας των αντλιοστασίων ο οποίος θα καταναλώνει λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια και θα είναι πιο φιλικός προς το περιβάλλον.

## 1.2 Αντικείμενο της μελέτης

Ορμώμενοι από τα παραπάνω, αναπτύσσεται η ανάγκη για αλλαγή της πηγής ενεργειακής τροφοδότησης των αντλιοστασίων και για στροφή στην αξιοποίηση των ΑΠΕ οι οποίες καταναλώνουν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια και είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

Για την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα για την παροχή της απαιτούμενης ενέργειας για την άντληση νερού. Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης της ηλιακής ενέργειας ως πηγή ενέργειας για την λειτουργία των αντλιοστασίων είναι ότι είναι η μόνη πηγή ενέργειας η οποία είναι σχεδόν παγκόσμια διαθέσιμη, δωρεάν και ανεξάντλητη. Οι περισσότερες από τις χώρες, οι οποίες έχουν μεγάλες ανάγκες σε νερό έχουν και υψηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας ενώ η διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας σχετίζεται με τις ανάγκες σε νερό για άρδευση, γι' αυτό έχει νόημα και η άντληση με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Τα Χανιά είναι μια από τις ιδανικότερες πόλεις για την εφαρμογή των συστημάτων ηλιακής άντλησης καθώς λόγω της δεδομένης γεωγραφικής τους θέσης ο ήλιος έχει μέση ημερήσια ηλιοφάνεια περίπου 7 ώρες, περίπου 300 ημέρες ηλιοφάνειας και ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο  $1.700 \text{ kWh/m}^2$  το χρόνο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξεταστεί η βιωσιμότητα και η ανταγωνιστικότητα της μερικής ή της πλήρους υποκατάστασης της ενέργειας από το ηλεκτρικό δίκτυο με την ηλιακή για την κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια σε

υφιστάμενα και μελλοντικά αντλιοστάσια με σκοπό την εξοικονόμηση τόσο ενέργειας όσο και χρημάτων αλλά και την συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στα αντλιοστάσια άρδευσης γεωργικών εκτάσεων καθώς η ανάπτυξη των καλλιεργειών δεν επηρεάζεται κρίσιμα από την ημερήσια ποσότητα ποτίσματος όπως στην περίπτωση της ύδρευσης όπου η διαθεσιμότητα του νερού είναι ζωτικής σημασίας. Η γεωργική δραστηριότητα απαιτεί μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας για την άντληση των απαιτούμενων ποσοτήτων νερού για την άρδευση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και επομένως υπάρχει μεγάλη ανάγκη στον τομέα της γεωργίας για αλλαγή στον τρόπο τροφοδότησης με ενέργεια των αντλιοστασίων.

Προκειμένου να βγουν συμπεράσματα για την βιωσιμότητα της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην λειτουργία των αντλιοστασίων επιλέχθηκε ένα αντλιοστάσιο, και συγκεκριμένα το αντλιοστάσιο του Γερανίου, του οποίου η διαχείριση ανήκει στον ΟΑΚ ΑΕ και βρίσκεται στον δήμο Πλατανιά της Περιφερειακής Ενότητας Χανίων όπως διαμορφώθηκε με το Πρόγραμμα “Καλλικράτης” με γεωγραφικό πλάτος  $35^{\circ}30'9,11''$  Β και γεωγραφικό μήκος  $23^{\circ}51'54,50''$  Α, πάνω στο οποίο έγινε προκαταρκτικός σχεδιασμός ώστε να υπολογιστεί με απλά εργαλεία κατά προσέγγιση ο αριθμός των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτό.

Παράλληλα, υπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος που συνδέεται με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την λειτουργία του αντλιοστασίου ενώ γίνεται και μια οικονομική αξιολόγησή του ώστε να βγουν συμπεράσματα για το αν μια τέτοια επένδυση είναι συμφέρουσα ή όχι για τα ενδιαφερόμενα μέρη. Τέλος, ένα

άλλο γεγονός που συζητείται σε αυτή την εργασία είναι οι προοπτικές που ανοίγονται για την βιώσιμη ενεργειακή διαχείριση των αντλιοστασίων με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω της πρόσφατης νομοθετικής κατοχύρωσης του συμψηφισμού παραγόμενης - καταναλισκόμενης ενέργειας από Φ/Β.

Με αυτή την εργασία αναμένεται να ενθαρρυνθούν οι αρμόδιοι με την διαχείριση των αντλιοστασίων να αξιοποιήσουν την ηλιακή ενέργεια και να την ενσωματώσουν στην λειτουργία των αντλιοστασίων εξοικονομώντας έτσι τόσο ενέργεια όσο και χρήματα αλλά και συμβάλλοντας παράλληλα στην προστασία του περιβάλλοντος.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ**

Στην ενότητα αυτή γίνεται σύντομη αναφορά στις έρευνες που έχουν γίνει πάνω στα Φ/Β συστήματα άντλησης σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μια περίληψη των μελετών που έχουν γίνει αναφορικά με την ιδέα της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην άντληση νερού για ύδρευση και άρδευση και την φυσική σχέση που υπάρχει μεταξύ της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από μια Φ/Β γεννήτρια και της απαιτούμενης ενέργειας για την άντληση, τον βέλτιστο σχεδιασμό των Φ/Β συστημάτων άντλησης για μέγιστη αποδοτικότητα καθώς και τα περιβαλλοντικά και οικονομικά ζητήματα που αναπτύσσονται γύρω από αυτά.

Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει την εφικτότητα της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην λειτουργία αντλητικών συστημάτων ύδρευσης και άρδευσης τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής σκοπιάς, ενώ πολλές πειραματικές μελέτες και θεωρητικές αναλύσεις έχουν δημοσιευθεί για την λειτουργία και την απόδοσή τους. Υπάρχουν επίσης αρκετές εργασίες πάνω στην διαστασιολόγηση και την μοντελοποίηση τέτοιων συστημάτων που διαφέρουν κυρίως ως προς τα συστατικά που τα αποτελούν και ως προς την διάταξή τους.

### **2.1 Η ιδέα της ενσωμάτωσης Φ/Β στην άντληση νερού**

Η άντληση νερού με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος καθώς έχει αντικαταστήσει τις συμβατικές μεθόδους άντλησης νερού (χειροκίνητες αντλίες, αντλίες πετρελαίου, αντλίες που τροφοδοτούνται με ενέργεια από το ηλεκτρικό δίκτυο) σε πολλές περιοχές του κόσμου (Benghanem et al, 2014). Η ηλιακή άντληση είναι ιδιαίτερα κατάλληλη και

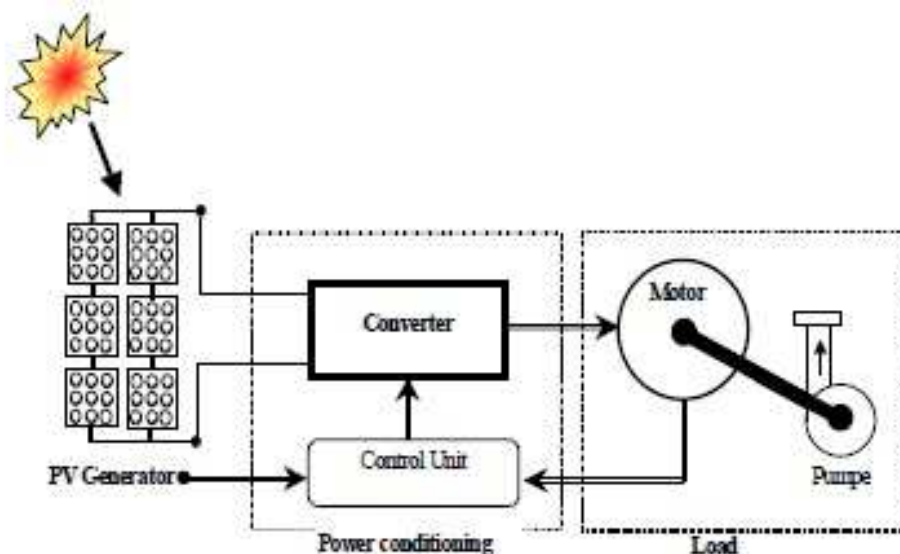
χρήσιμη για τις απομακρυσμένες από το ηλεκτρικό δίκτυο αγροτικές περιοχές σε φτωχές χώρες με υψηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας (Pande et al, 2003). Οι περιοχές με φυσική υψηλή ηλιακή ακτινοβολία είναι και οι περιοχές οι οποίες έχουν μεγαλύτερη ανάγκη σε νερό και για τον λόγο αυτό η χρήση της Φ/Β τεχνολογίας για την άντληση νερού σε αυτές τις περιοχές έχει εξεταστεί εδώ και πολλές δεκαετίες (Caton, 2014). Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές απομακρυσμένες περιοχές και του ανεπτυγμένου κόσμου που μπορούν επίσης να επωφεληθούν από την χρήση των Φ/Β συστημάτων άντλησης νερού όπως για παράδειγμα τα περισσότερα από τα μικρού και μεσαίου μεγέθους νησιά του Αιγαίου στην Ελλάδα τα οποία διαθέτουν αξιοσημείωτο ηλιακό δυναμικό και τα οποία παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα λειψυδρίας, ειδικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Kaldellis et al, 2011).

Σήμερα, η κύρια εφαρμογή της ηλιακής άντλησης νερού στις ΗΠΑ και την Αυστραλία είναι το πότισμα των ζώων. Στην Αφρική τα Φ/Β συστήματα άντλησης είναι τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την παροχή νερού στα χωριά και για το πότισμα των ζώων, ενώ οι εφαρμογές της Φ/Β άντλησης για άρδευση αυξάνονται κυρίως στην Ινδία και την Κίνα. Δέκα χιλιάδες Φ/Β αντλητικά συστήματα είχαν εγκατασταθεί σε όλο το κόσμο μέχρι το έτος 1993 (Barlow et al., 1993) ενώ το μερίδιο αυτό αυξήθηκε σε πάνω από εξήντα χιλιάδες μέχρι το 1998 (Short και Orlach, 2003).

Η ιδέα της ενσωμάτωσης Φ/Β συστημάτων στην άντληση νερού τόσο για άρδευση όσο και για οικιακή χρήση έχει προταθεί από πολλούς ερευνητές σε όλο το κόσμο (Martine et al, 2007; Senol, 2012; Belgacem, 2012). Ένα Φ/Β σύστημα

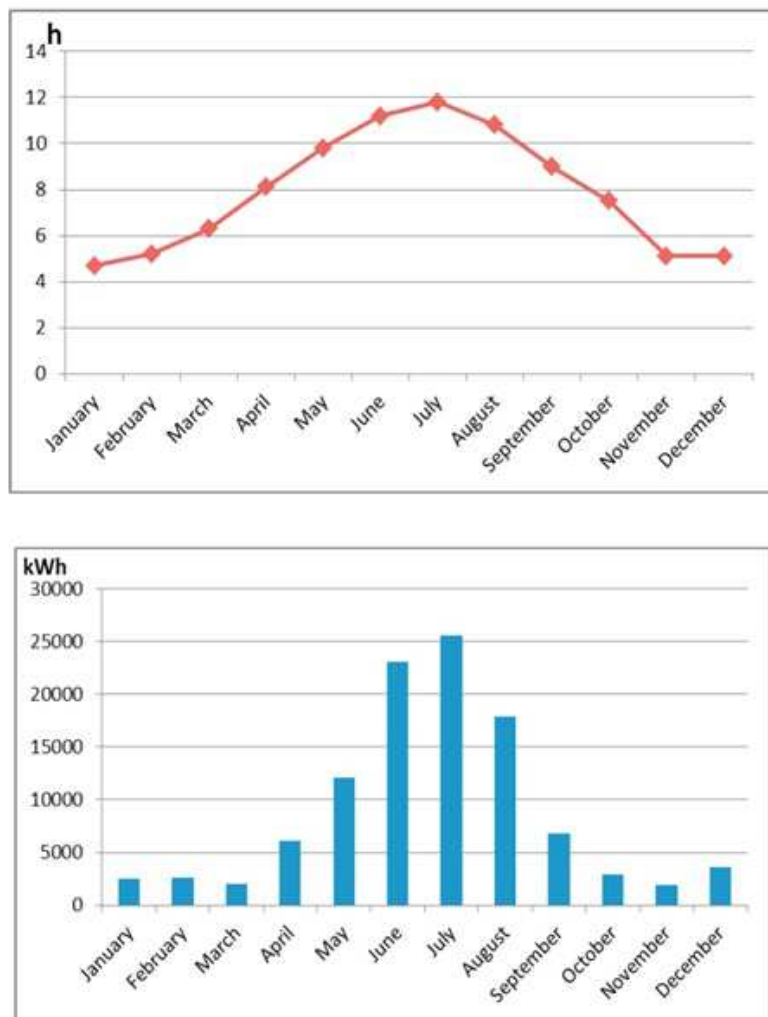


αποτελείται συνήθως από τις Φ/Β γεννήτριες, ένα ή περισσότερα συστήματα κινητήρα-αντλίας, την πηγή νερού και μια μπαταρία ή μια δεξαμενή για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας (Pande et al, 2003). Ένα σχηματικό διάγραμμα μιας τυπικής διάταξης ενός τέτοιου Φ/Β συστήματος άντλησης απεικονίζεται στο Σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1: Τυπική διάταξη ενός Φ/Β συστήματος άντλησης (Moussi et al, 2003).

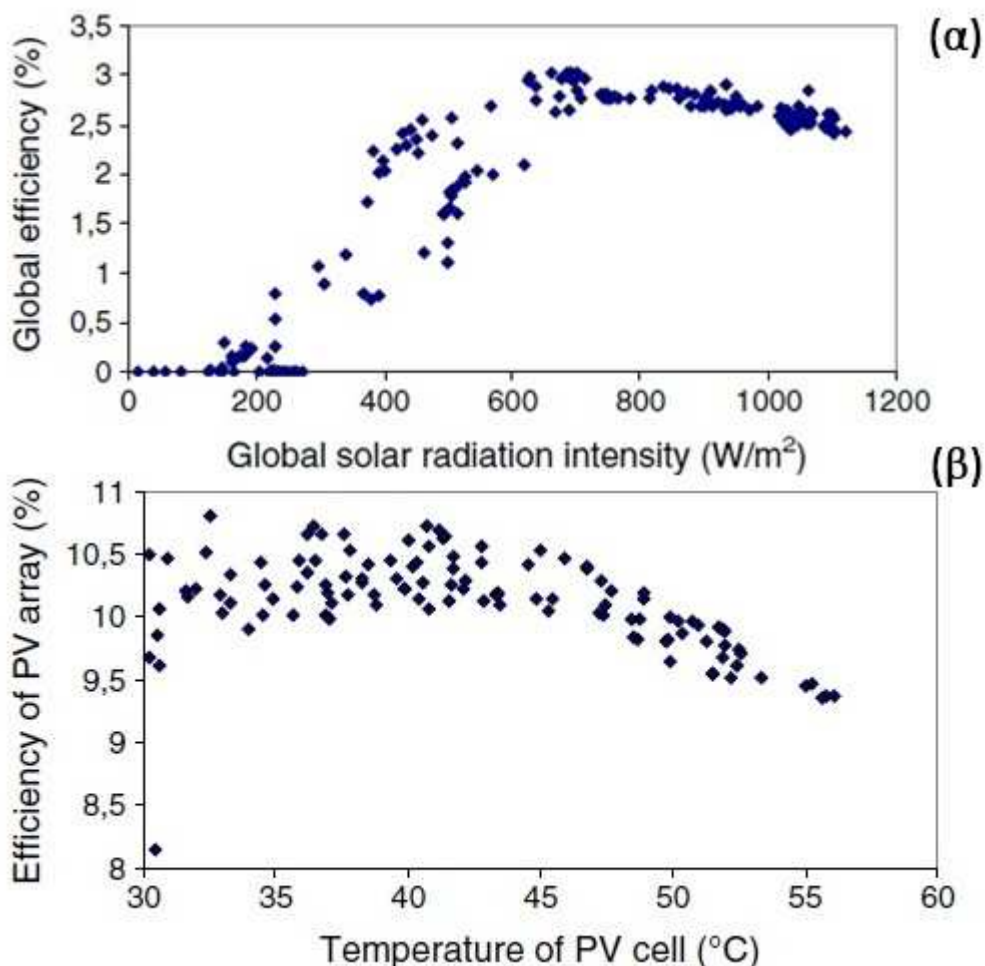
Στα πλεονεκτήματα της τροφοδοσίας των αντλιών με ενέργεια από τον ήλιο περιλαμβάνεται το χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης καθώς και η φυσική σχέση που παρατηρείται ανάμεσα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα Φ/Β σύστημα και στην ζήτηση ενέργειας για την άντληση νερού (Hamrouni et al, 2009). Αυτή αποδεικνύεται καθώς οι απαιτήσεις σε νερό αυξάνονται κατά τις θερμές περιόδους όπου η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι υψηλή και η παραγωγή των Φ/Β πλαισίων είναι η μέγιστη, ενώ οι απαιτήσεις σε νερό μειώνονται όταν η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι λιγότερο έντονη (Σχήμα 2.2).



**Σχήμα 2.2: (α) Μηνιαίο προφίλ της διάρκειας της ηλιοφάνειας σε ώρες (Αλγερία) και (β) μηνιαίο προφίλ της κατανάλωσης ενέργειας για την άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών (Maammeur et al, 2013).**

Το πιο σημαντικό πρόβλημα της χρήσης της Φ/Β τεχνολογίας είναι το γεγονός ότι η απόδοση ενός Φ/Β συστήματος, και επομένως και ενός Φ/Β συστήματος άντλησης, εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες όπως είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Σχήμα 2.3). Κατά τις πρώτες πρωινές ώρες και αργά το απόγευμα η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία

μειώνεται δραματικά και ως εκ τούτου και η ικανότητα παραγωγής από το Φ/Β σύστημα.



Σχήμα 2.3: Διακύμανση της αποτελεσματικότητας ενός Φ/Β συστήματος άντλησης (α) με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και (β) με την θερμοκρασία (Belgacem, 2012).

Ένας άλλος παράγοντας που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η μεγάλη επιφάνεια που απαιτείται για την εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων. Αυτός ο παράγοντας περιορίζει της υιοθέτηση μιας τέτοιας εφαρμογής κυρίως σε νησιά όπως η Κρήτη όπου η γη είναι πολύτιμη, ακριβή και περιορισμένη σε διαθεσιμότητα (Gikas and Tsoutsos, 2014).

## **2.2 Μέθοδοι σχεδιασμού και εκτίμησης της απόδοσης των Φ/Β συστημάτων άντλησης**

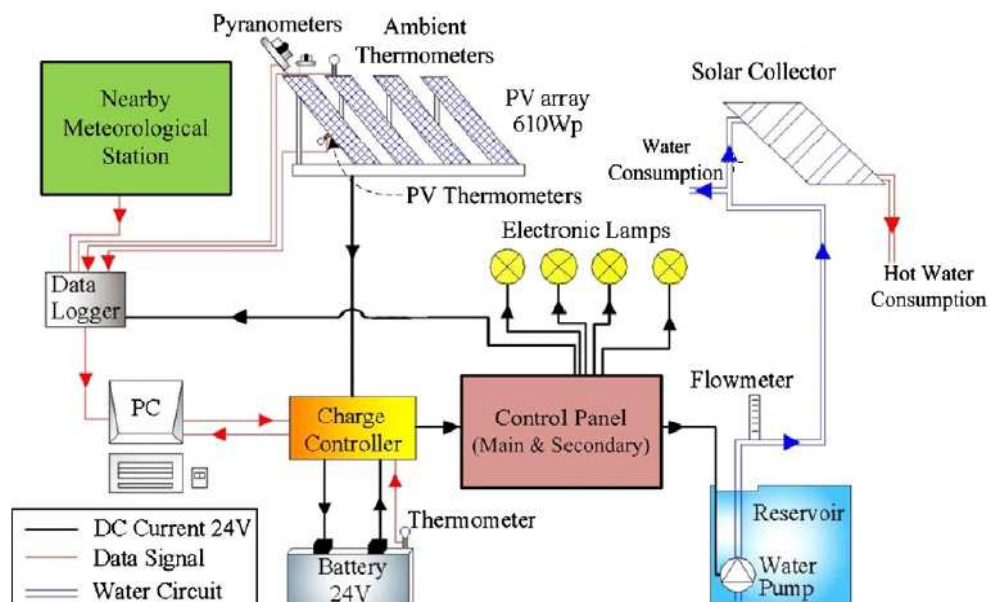
Λόγω του σχετικά υψηλού κόστους των Φ/Β συστημάτων, η διαστασιολόγησή τους συνεπάγεται ακριβείς υπολογισμούς καθώς μια υποδιαστασιολόγηση θα οδηγούσε σε αδυναμία κάλυψης των αναγκών και θα μπορούσε να έχει δραματικές συνέπειες στη ζωή των πληθυσμών, ενώ μια υπερδιαστασιολόγηση θα μπορούσε επίσης να έχει αρνητικές συνέπειες καθώς σε μια τέτοια περίπτωση το κόστος του νερού γίνεται πολύ υψηλό (Caton, 2014). Στην βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές εργασίες οι οποίες αναπτύσσουν μεθόδους βέλτιστου σχεδιασμού των Φ/Β συστημάτων άντλησης και θεωρητικά ή πειραματικά μοντέλα εκτίμησης της απόδοσής τους.

Επειδή συνήθως η ζήτηση νερού για άρδευση δεν είναι σταθερή καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου ο μήνας σχεδιασμού των Φ/Β συστημάτων άντλησης είναι ο μήνας είτε με την μέγιστη απαίτηση σε νερό (Haque, 2001) είτε με τον χειρότερο συνδυασμό των επικρατουσών συνθηκών, δηλαδή με τον λόγο των απαιτήσεων σε νερό προς την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία που έχει την μεγαλύτερη τιμή (Σχήμα 2.4). Σε άλλες μελέτες, εξάγεται το μηνιαίο προφίλ της ζήτησης νερού και παράγεται ένα αντίστοιχο μηνιαίο προφίλ για την ποσότητα του νερού που μπορεί να παραχθεί από το Φ/Β σύστημα άντλησης (Khatib, 2010).

Sr.No	Month	Water Requirement ( $W_r$ ) (lpd per plant)	Solar Radiations available ( $S_r$ ) ( $W/m^2$ )	Ratio of Water Requirement to Solar Radiations ( $W_r/S_r$ )
1	Jan	6.78	633.18	0.01070
2	Feb	8.30	473.24	0.0175
3	Mar	9.26	722.307	0.01128
4	Apr	13.175	751.37	0.0175
5	May	<b>17.22</b>	<b>680.00</b>	<b>0.0253</b>
6	Jun	5.814	579.39	0.0100
7	Jul	4.62	417.39	0.01106
8	Aug	5.02	436.44	0.01150
9	Sep	7.234	554.08	0.01306
10	Oct	8.651	606.43	0.01426
11	Nov	7.867	488.068	0.0161
12	Dec	7.451	482.64	0.0154

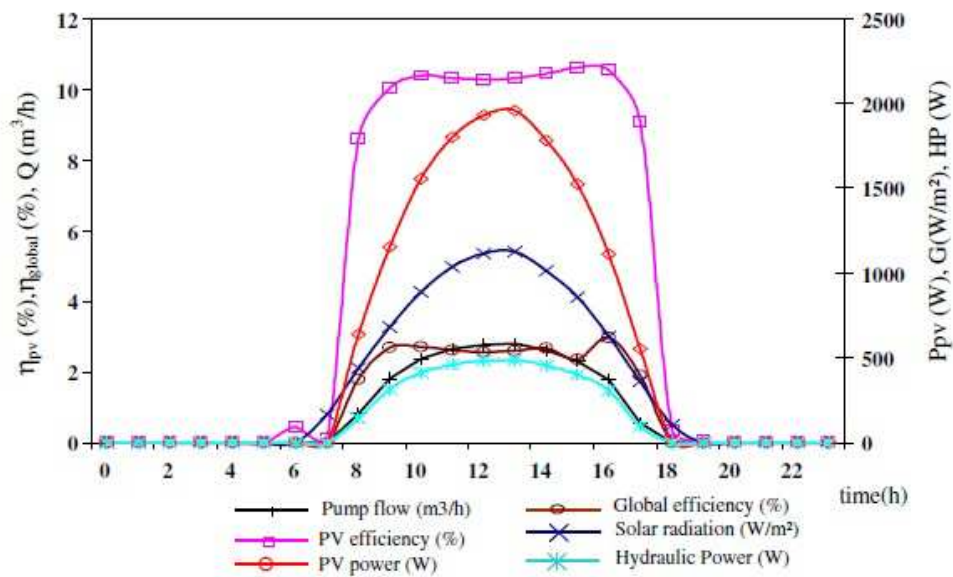
**Σχήμα 2.4:** Επιλογή του μήνα σχεδιασμού ενός Φ/Β συστήματος με βάση τον λόγο της ζήτησης νερού προς την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία (Narale et al, 2013).

Για την διερεύνηση του απαιτούμενου μεγέθους και της απόδοσης ενός Φ/Β συστήματος άντλησης, η χρησιμοποίηση πειραματικών Φ/Β εγκαταστάσεων άντλησης νερού όπως είναι αυτή στο Σχήμα 2.5 είναι κοινή στην βιβλιογραφία (Hamidat et al, 2003; Ghoneim, 2006).



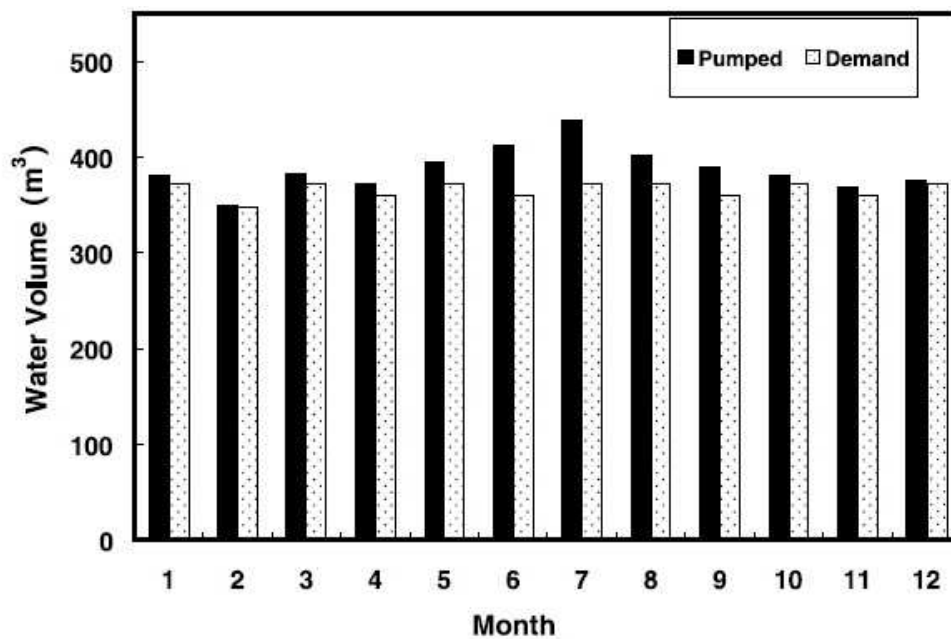
**Σχήμα 2.5:** Πειραματικό μοντέλο Φ/Β μονάδας άντλησης νερού (Kaldellis et al, 2011).

Μέσω της προσομοίωσης των διαφόρων συνιστωσών ενός Φ/Β συστήματος άντλησης μπορούν να γίνουν λεπτομερείς μετρήσεις προκειμένου να διερευνηθεί η αποδοτικότητα ολόκληρης της εγκατάστασης και η ποσότητα του νερού που το σύστημα μπορεί να αντλεί σε καθημερινή βάση (Kaldellis et al, 2011). Τα προγράμματα αυτά βασίζονται σε μαθηματικά μοντέλα τα οποία επιλύονται με την βοήθεια της Matlab και περιγράφουν το κάθε συστατικό του Φ/Β συστήματος άντλησης ξεχωριστά και στη συνέχεια το Φ/Β σύστημα άντλησης ως ένα ενιαίο σύστημα (Hadj-Arab et al, 2004). Η μέθοδος αυτή απαιτεί την κατανόηση του κάθε συστατικού ξεχωριστά και των χαρακτηριστικών λειτουργίας τους τα οποία είναι η I-V χαρακτηριστική για τις Φ/Β γεννήτριες και τα χαρακτηριστικά ροπής-ταχύτητας για το σύστημα κινητήρα-αντλίας (Ghoneim, 2006). Αυτή η προσέγγιση θα μπορούσε να είναι η πιο ακριβής μέθοδος για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του κάθε συστατικού και τελικά της συνολικής απόδοσης του συστήματος (Khatib, 2010). Τα προγράμματα προσομοίωσης χρησιμοποιούν ως είσοδο την θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Φ/Β πλαισίων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος κινητήρα-αντλίας και υπολογίζουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και την ποσότητα του αντλούμενου νερού, ενώ τα αποτελέσματα δίδονται με την μορφή γραφικών παραστάσεων (Σχήμα 2.6).



**Σχήμα 2.6:** Πειραματικά αποτελέσματα ανά ώρα από την προσομοίωση Φ/Β συστήματος άντλησης (Hamrouni, et al, 2009).

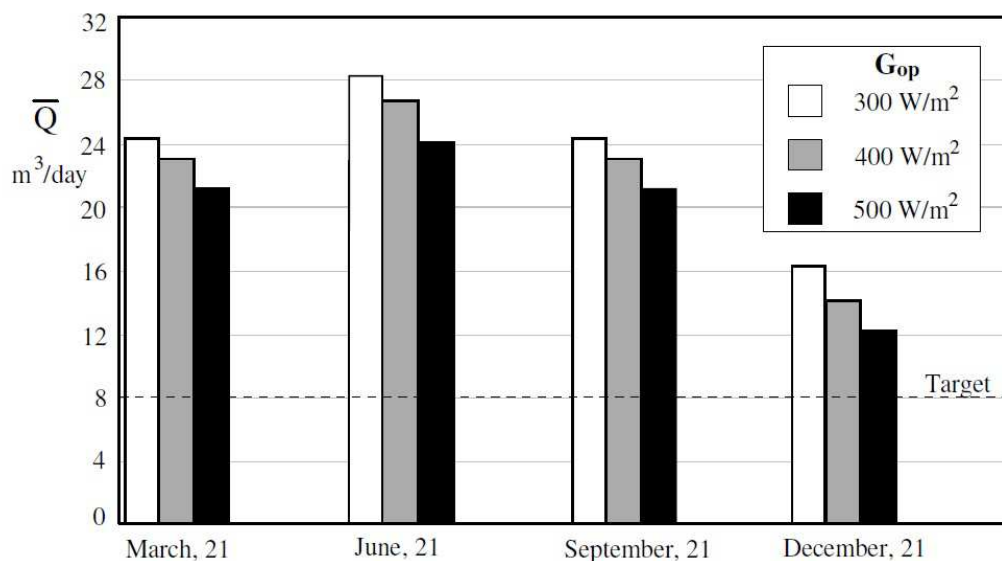
Ένα τέτοιο πρόγραμμα προσομοίωσης σε υπολογιστή έχει αναπτυχθεί για τον προσδιορισμό της απόδοσης ενός προτεινόμενου συστήματος υπό το κλίμα του Κουβέιτ ώστε να αποδειχθεί η καταλληλότητά του. Όπως φαίνεται από το Σχήμα 2.7 το Φ/Β σύστημα άντλησης είναι σε θέση να ικανοποιεί την ζήτηση νερού καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.



Σχήμα 2.7: Σύγκριση μεταξύ της μηνιαίας προσομοιωμένης ποσότητας αντλούμενου νερού και της μηνιαίας ζήτησης νερού (Ghoneim, 2006).

Παράλληλα, μέσω αυτών των προγραμμάτων προσομοίωσης υπάρχει η δυνατότητα μεταβολής των διαφόρων χαρακτηριστικών των συστατικών του Φ/Β συστήματος άντλησης προκειμένου να επιτευχθεί ο βέλτιστος σχεδιασμός και η βέλτιστη απόδοσή τους (Ghoneim, 2006). Η ημερήσια ποσότητα αντλούμενου νερού για διαφορετικές εποχές και εντάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας φαίνεται στο Σχήμα 2.8.





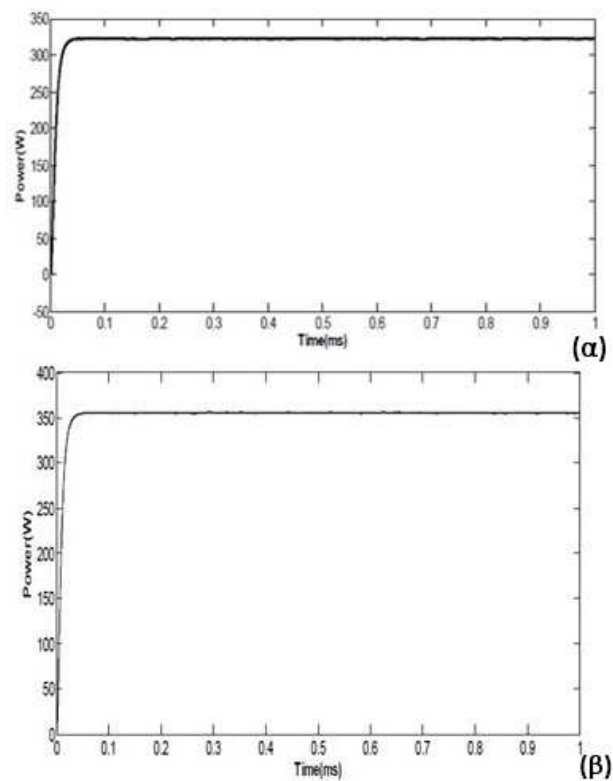
**Σχήμα 2.8:** Ημερήσια ποσότητα αντλούμενου νερού για διαφορετικές τιμές της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας για τέσσερις διαφορετικές ημέρες του χρόνου (Gad, 2009).

Ένας άλλος, απλός αλλά σχετικά ακριβής, τρόπος σχεδιασμού ενός Φ/Β συστήματος είναι μέσω μιας σειράς εκτιμήσεων διαφόρων απαραίτητων παραμέτρων όπως είναι οι απαιτήσεις σε νερό, η συνεπαγόμενη απαιτούμενη υδραυλική ενέργεια για την κάλυψη της ζήτησης νερού, η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια της περιοχής και τέλος η απαιτούμενη ισχύς του Φ/Β συστήματος (Munir et al, 2007; Narale et al, 2013; Khatib, 2010). Αναπτύσσονται δηλαδή καθαρά μαθηματικές σχέσεις μεταξύ της ηλιακής ενέργειας, της απαιτούμενης υδραυλικής ενέργειας και της ισχύος των Φ/Β πλαισίων. Το μέγεθος του Φ/Β συστήματος ως συνάρτηση της υδραυλικής ενέργειας και της ηλιακής ακτινοβολίας δίνεται από την σχέση:

$$P = \frac{\rho \times g \times h \times Q \times n_v}{G_T \times n_{PV} \times n_s} \quad (\text{Bouzidi et al, 2009})$$

όπου  $P$  είναι η ισχύς της Φ/Β γεννήτριας (kW),  $G_T$  η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο ( $\text{kWh/m}^2/\text{ημέρα}$ ),  $\eta_r$  η απόδοση του Φ/Β πλαισίου σε θερμοκρασία αναφοράς ( $25^\circ\text{C}$ ),  $\eta_s$  η απόδοση του υποσυστήματος αντλία-κινητήρα-μετατροπέας,  $Q$  η ημερήσια ποσότητα απαιτούμενου νερού ( $\text{m}^3/\text{ημέρα}$ ),  $h$  το ολικό ύψος της αντλίας (m),  $\rho$  η πυκνότητα του νερού ( $\text{kg/m}^3$ ),  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) και  $\eta_{PV}$  η απόδοση του Φ/Β πλαισίου σε πρότυπες συνθήκες λειτουργίας.

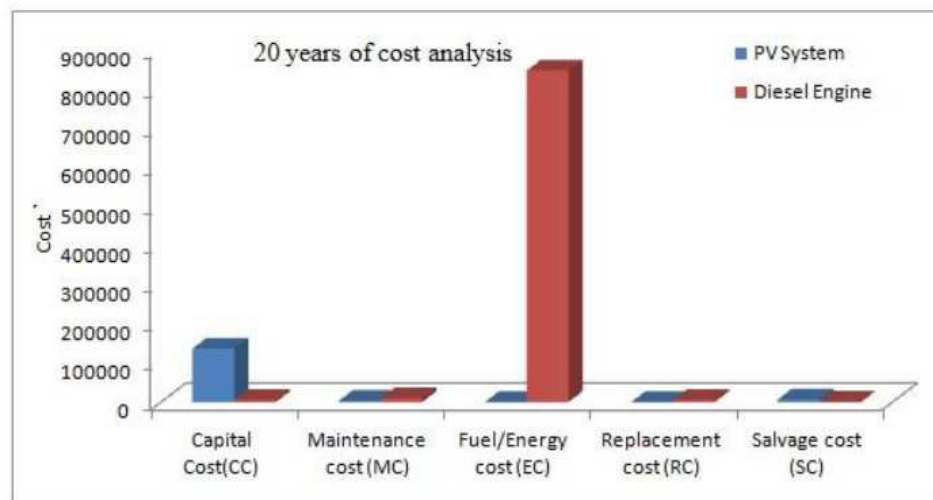
Προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η απόδοση του Φ/Β συστήματος άντλησης ένα σύστημα εντοπισμού του σημείου μέγιστης ισχύος χρησιμοποιείται για να ρυθμίζεται η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα ώστε να λειτουργεί στο σημείο όπου η Φ/Β γεννήτρια μπορεί να προσφέρει την μέγιστη δυνατή ενέργεια ανάλογα με την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία (Hamrouni et al, 2009; Martine et al, 2008). Τα ηλιακά κύτταρα μπορούν να παρέχουν αυτή την μέγιστη ισχύ τους μόνο σε συγκεκριμένες τιμές τάσης και έντασης. Έτσι, για την Φ/Β γεννήτρια υπάρχει ένα μοναδικό σημείο στην χαρακτηριστική καμπύλη I-V στο οποίο η ισχύς παίρνει την μέγιστη τιμή της και για την βέλτιστη αξιοποίηση το σημείο λειτουργίας θα πρέπει να συμπίπτει με αυτό το σημείο (Hamrouni et al, 2009). Στο Σχήμα 2.9 επιβεβαιώνεται το πλεονεκτήματα της χρήσης ενός τέτοιου συστήματος το οποίο μπορεί να αυξήσει σημαντικά την απόδοση ενός Φ/Β συστήματος άντλησης.



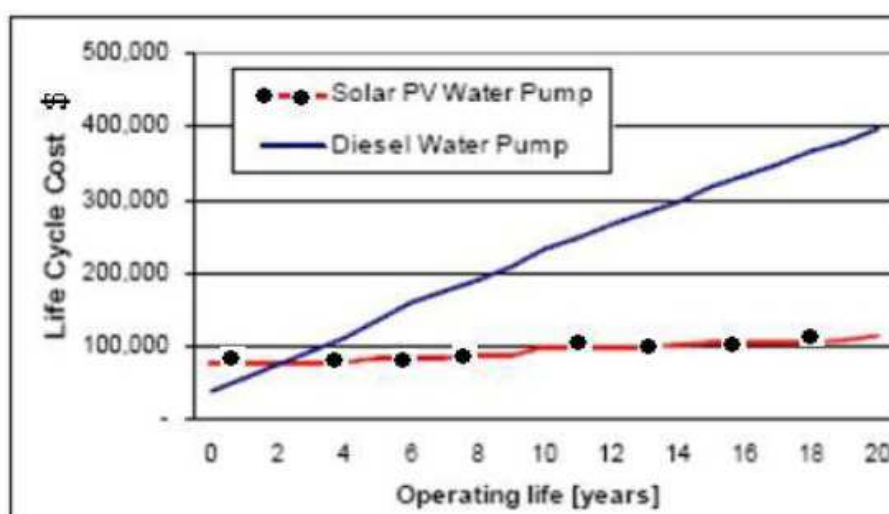
**Σχήμα 2.9: Ισχύς εξόδου ενός Φ/Β συστήματος άντλησης (α) χωρίς και (β) με σύστημα εντοπισμού του σημείου μέγιστης ισχύος. Η απόδοση του συστήματος αυξάνεται με την χρήση συστήματος εντοπισμού του σημείου μέγιστης ισχύος (Velvizhi and Subramanian, 2014).**

### **2.3 Οικονομικές και Περιβαλλοντικές πτυχές**

Η μέθοδος της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής χρησιμοποιείται ευρέως για την εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας των Φ/Β συστημάτων άντλησης νερού (Bouzidi et al, 2009) και για την σύγκρισή τους με άλλα παραδοσιακά συστήματα άντλησης νερού. Παρόλο που τα Φ/Β συστήματα άντλησης νερού έχουν υψηλότερο αρχικό κόστος επένδυσης, το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησής τους είναι χαμηλότερα (Σχήμα 2.10) κάτι το οποίο οδηγεί και σε ένα χαμηλότερο συνολικό κόστος κύκλου ζωής για το Φ/Β σύστημα άντλησης (Σχήμα 2.11).

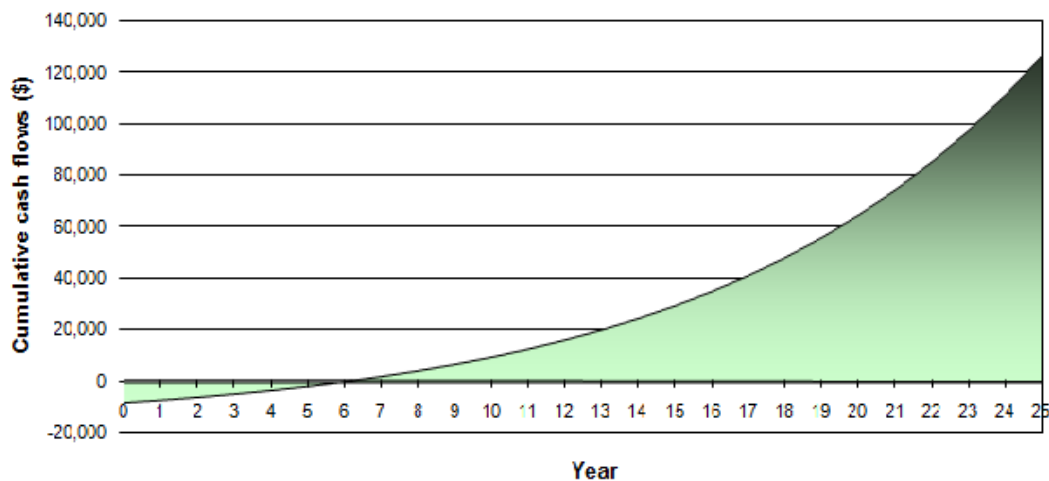


Σχήμα 2.10: Σύγκριση ενός Φ/Β συστήματος άντλησης και ενός πετρελαιοκίνητου συστήματος άντλησης ως προς τα κόστη τους καθ' όλη την διάρκεια ζωής τους (Narale et al, 2013).



Σχήμα 2.11: Σύγκριση Κόστους Κύκλου Ζωής ανάμεσα σε ένα σύστημα άντλησης νερού τροφοδοτούμενο από μια Φ/Β μονάδα και σε ένα τροφοδοτούμενο από πετρελαιοκίνητο κινητήρα (Abu-Aligah, 2011).

Στο Σχήμα 2.12 τα αποτελέσματα από το λογισμικό RETScreen, το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάλυση της σκοπιμότητας έργων καθαρής ενέργειας, δείχνουν ότι παρά το υψηλό αρχικό κόστος των έργων Φ/Β άντλησης νερού, μετά την αποπληρωμή της επένδυσης, υπάρχει μια σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων.

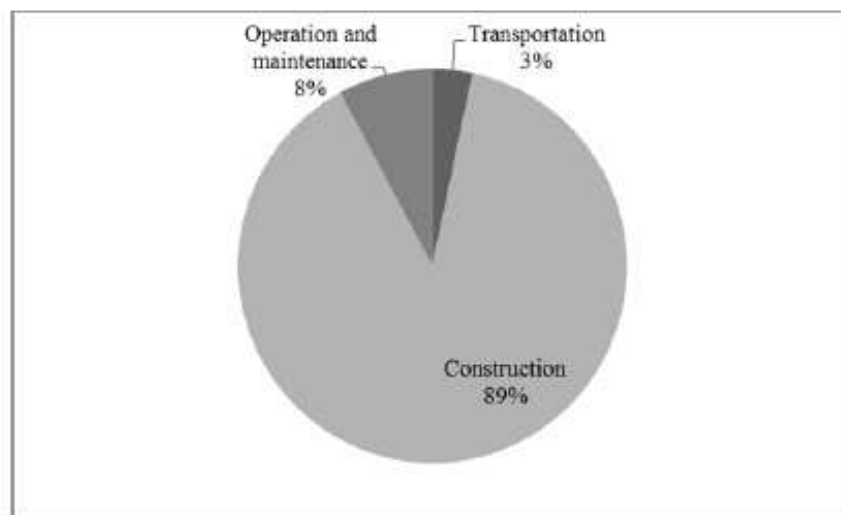


**Σχήμα 2.12: Διάγραμμα ταμειακών ροών ενός Φ/Β συστήματος άντλησης παροχής 200 m<sup>3</sup>/day στην Ιορδανία. Η αποπληρωμή της επένδυσης γίνεται σε 6 χρόνια (Reza and Gholamian, 2013).**

Κατά την τελευταία δεκαετία υπήρξε δραματική μείωση των τιμών των Φ/Β μονάδων, την ώρα που οι τιμές των ανταγωνιστικών καυσίμων βενζίνης και πετρελαίου αυξήθηκαν ενώ παράλληλα αυξήθηκε και η τεχνογνωσία γύρω από τα Φ/Β συστήματα άντλησης και η απόδοσή τους (Foster and Cota, 2013). Όσο η τιμή των Φ/Β πλαισίων πέφτει και η απόδοσή τους αυξάνεται και όσο η τιμή των ορυκτών καυσίμων αυξάνεται τα Φ/Β συστήματα άντλησης θα γίνονται ολοένα και πιο ανταγωνιστικά και πιο κοινά.

Τέλος, από περιβαλλοντικής σκοπιάς γίνεται σαφές ότι τα Φ/Β συστήματα άντλησης τα οποία εκμεταλλεύονται μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, την ηλιακή,

είναι η επιτομή της καθαρής και βιώσιμης ενέργειας (Abu-Aligah, 2011). Αντικαθιστώντας με ηλιακή ενέργεια την ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο για την τροφοδότηση των αντλητικών συστημάτων, μπορεί να μειωθεί η εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου από την καύση των ορυκτών καυσίμων (Yang et al, 2014). Ωστόσο, παρόλο που ένα Φ/Β σύστημα άντλησης αξιοποιεί μια “πράσινη” πηγή ενέργειας, κατά την διάρκεια της παραγωγής των ηλιακών στοιχείων και κατά την λειτουργία τους έχουμε κατανάλωση ενέργειας και επομένως επίπτωση στο περιβάλλον (Yang et al, 2014). Κατά τις διάφορες φάσεις της ζωής ενός Φ/Β συστήματος άντλησης, το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών του CO<sub>2</sub> αφορά την φάση της κατασκευής του ενώ την φάση λειτουργίας του αφορά μόλις το 8% των συνολικών εκπομπών, οι οποίες προέρχονται κυρίως από την αντικατάσταση υλικών (Σχήμα 2.13).



**Σχήμα 2.13: Εκπομπές CO<sub>2</sub> από τις διάφορες φάσεις ζωής ενός Φ/Β συστήματος άντλησης (Yang et al, 2014).**

Καταλήγοντας, τα Φ/Β συστήματα άντλησης είναι μια καλή επιλογή για την μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>, με την αποσόβηση του CO<sub>2</sub> να είναι μεγαλύτερη από τις εκπομπές του καθ' όλη την διάρκεια ζωής τους, δηλαδή κατά την κατασκευή-μεταφορά-λειτουργία και συντήρηση (Yang et al, 2014).

Όπως γίνεται φανερό μέχρι στιγμής, η διαθέσιμη βιβλιογραφία εστιάζει κυρίως σε μικρού και μεσαίου μεγέθους Φ/Β συστήματα άντλησης για την κάλυψη των αναγκών των απομακρυσμένων περιοχών. Αρκετοί συγγραφείς στην βιβλιογραφία αναφέρουν ότι η ηλιακή άντληση είναι κατάλληλη για εφαρμογές όπου η εγκατεστημένη ισχύς των Φ/Β συστημάτων είναι μικρότερη από 5 kWp (Helikson et al, 1991). Κύριο εμπόδιο στην διάδοση και στην ευρεία εφαρμογή Φ/Β συστημάτων άντλησης νερού μεγαλύτερης ισχύος αποτέλεσε το υψηλό αρχικό επενδυτικό κόστος το οποίο ήταν απαγορευτικό. Ωστόσο, είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για έρευνα και ανάπτυξη για μεγάλης κλίμακας αντλήσεις καθώς η κατασκευή χαμηλού κόστους Φ/Β γίνεται πραγματικότητα (Zegeye et al, 2014). Για τον λόγο αυτό, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξεταστεί κατά πόσο είναι εφικτή η ενσωμάτωση Φ/Β συστημάτων σε αντλιοστάσια μεγαλύτερης ισχύος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΓΙΑ ΤΗΝ Φ/Β ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

### 3.1 Δομή Φ/Β συστήματος

Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- Φ/Β πλαίσια

Είναι η βασική μονάδα παραγωγής ρεύματος που αποτελείται από ορισμένο αριθμό Φ/Β στοιχείων, 10 έως 50 συνήθως, ενωμένων με κατάλληλες μεταλλικές επαφές και προστατευμένων εξωτερικά μέσω αντι-ανακλαστικής μεμβράνης και επικάλυψης γυαλιού.

- Μετατροπέας

Μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγεται από τα Φ/Β πλαίσια σε εναλλασσόμενο προκειμένου να γίνει συμβατό με την λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών.

- Ρυθμιστής τάσης

Ρυθμίζει και διατηρεί τη κανονική φόρτιση των μπαταριών από τα Φ/Β στοιχεία. Όταν η μπαταρία φτάνει στο στάδιο της υπερφόρτισης τότε ελαττώνεται ο χρόνος ζωής της. Για τον λόγο αυτό ο ρυθμιστής τάσης ελαττώνει το ρεύμα που προσφέρουν τα Φ/Β πλαίσια προς τη μπαταρία.

- Μπαταρία

Σε περίπτωση που το σύστημα είναι αυτόνομο, τότε απαιτείται η χρήση μπαταριών για την αποθήκευση του παραγόμενου ρεύματος που δεν καταναλώνεται άμεσα. Η



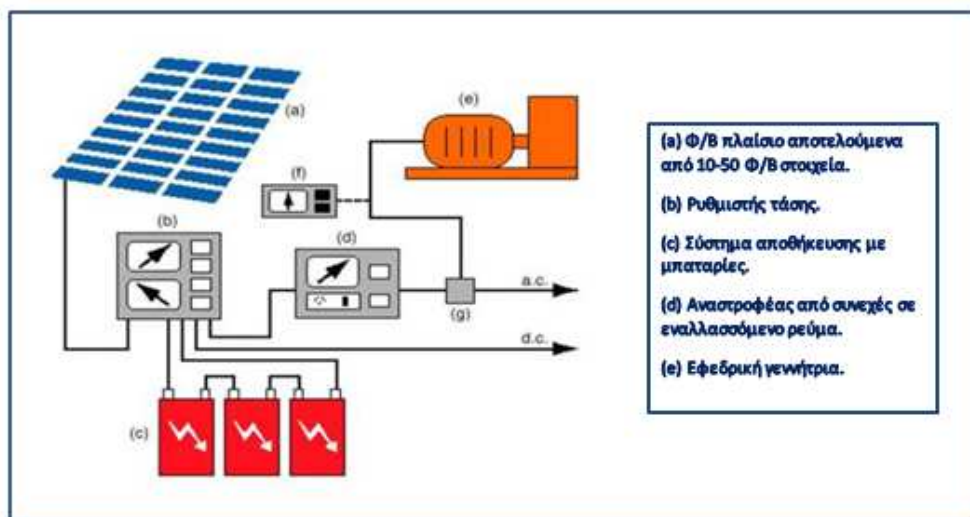
μπαταρία προσφέρει με τη σειρά της την αποθηκευμένη ενέργεια, όταν δεν υπάρχει ηλιακό φως, κυρίως δηλαδή τις βραδινές ώρες.

- Άλλα στοιχεία του συστήματος

Εκτός από τα παραπάνω, ένας μεγάλος αριθμός στοιχείων συνθέτει το Φ/Β σύστημα. Τα επιμέρους στοιχεία είναι γνωστά ως στοιχεία ισορροπίας του συστήματος (BoS). Τα βασικότερα από αυτά είναι:

- Η δομή στήριξης
- Το σύστημα παρακολούθησης
- Ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας
- Η καλωδίωση
- Οι διακόπτες

Τα παραπάνω συνοψίζονται στο παρακάτω Σχήμα 3.1:



Σχήμα 3.1: Μέρη που αποτελούν ένα τυπικό Φ/Β σύστημα ([www.eepe.murdoch.edu.au](http://www.eepe.murdoch.edu.au)).

### 3.2 Κατηγορίες Φ/Β στοιχείων

Μια κατηγοριοποίηση των Φ/Β στοιχείων είναι αυτή σύμφωνα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω κατηγορίες:

- **Πρώτης γενιάς: Τεχνολογία κρυσταλλικού πυριτίου**

Οι κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου κατασκευάζονται από λεπτά πλακίδια. Ο τύπος των κυψελών κρυσταλλικού πυριτίου εξαρτάται από τον τρόπο παραγωγής τους. Οι κυριότεροι τύποι κρυσταλλικών κυψελών είναι οι εξής:

- **Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Single Crystalline silicon, sc-Si ή mono c-Si).** Τα μονοκρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης/επιφάνειας ή "ενεργειακής πυκνότητας".
- **Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (Multi Crystalline silicon, mc-Si ή multi c-Si).** Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη.
- **Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon).** Προσφέρουν έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών Φ/Β κυψελών πυριτίου.

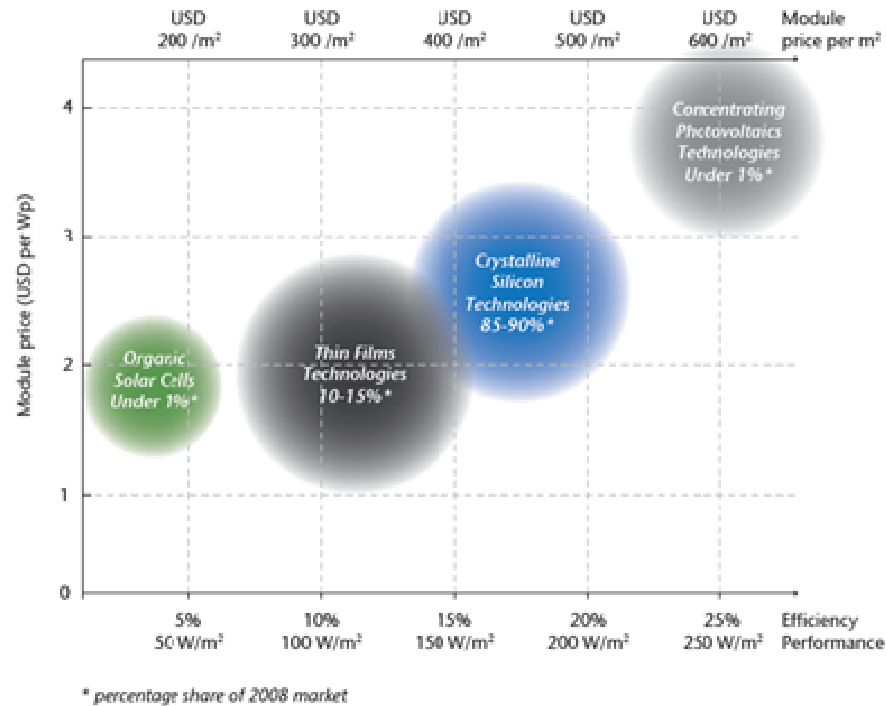
- **Δεύτερης γενιάς: Φ/B στοιχεία λεπτού υμένα (Thin film)**

Τα λεπτά υλικά είναι ένας τρόπος να μειωθεί το κόστος των Φ/B πλαισίων και να αυξηθεί η απόδοσή τους.

- **Φ/B στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si).** Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο. Έτσι και λόγω της μικρότερης ποσότητας πυριτίου που χρησιμοποιείται η τιμή τους είναι γενικότερα αρκετά χαμηλότερη. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα για το Φ/B στοιχείο a-Si είναι το γεγονός ότι δεν επηρεάζεται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, πλεονεκτεί στην αξιοποίηση της απόδοσής του σε σχέση με τα κρυσταλλικά Φ/B, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά). Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση.
- **Πολλαπλών επιστρώσεων λεπτού υμένα (a-Si/μc - Si).** Το μικροκρυσταλλικό απορρόφα περισσότερο φως στο κοντινό υπέρυθρο και ερυθρό φάσμα με αποτέλεσμα να αυξάνει την απόδοση του συστήματος μέχρι και 10%. Το πάχος του στρώματος του μικροκρυσταλλικού πυριτίου είναι της τάξης των 3 μm.

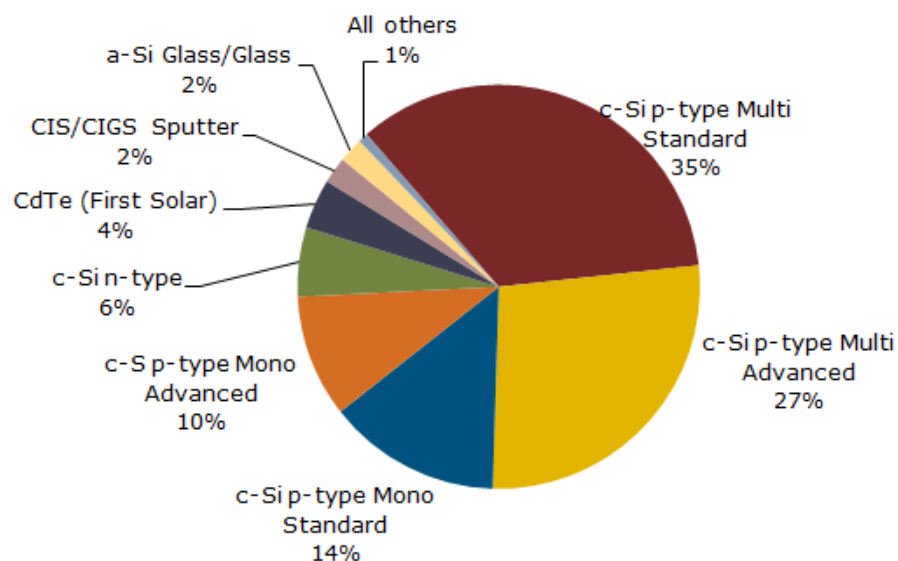
- **Φ/Β κυψέλες πολυκρυσταλλικών υμενίων τετραμερούς σεληνιδίου (CIGS) και δισεληνοϊνδιούχου χαλκού (CIS).** Οι ηλιακές κυψέλες CIGS και CIS προσφέρουν τις υψηλότερες αποδόσεις από όλες τις τεχνολογίες λεπτού υμένα.
- **Τελλούριο–Κάδμιο (CdTe).** Η κατασκευή των λεπτών υποστρωμάτων τελλουρίου - καδμίου κοστίζει λιγότερο και η απόδοσή τους φθάνει έως και 11%.
- **Τρίτης γενιάς:**
  - **Συγκεντρωτικά Φ/Β συστήματα (CPV)**  
Χρησιμοποιούν φακούς για την εστίαση της ηλιακής ακτινοβολίας στις ΦΒ κυψέλες.
  - **Άλλες νέες τεχνολογίες αρκετά υποσχόμενες:**
    - **Υβριδικά Φ/Β στοιχεία (HJT)**  
Ένα υβριδικό Φ/Β στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών. Τα πιο γνωστά αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου.
    - **Προηγμένης τεχνολογίας ανόργανου λεπτού υμένα σφαιρικά (CIS)**
    - **Οργανικά φωτοευαίσθητα ηλιακά κύτταρα με χρωστική ουσία (DSC)**
    - **Θερμοφωτοβολταϊκά κύτταρα (TPV)** Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμένα συστήματα θερμότητας και ενέργειας.

Οι παραπάνω τεχνολογίες Φ/Β στοιχείων μαζί με τις αντίστοιχες αποδόσεις τους συνοψίζονται στο παρακάτω Σχήμα 3.2:



**Σχήμα 3.2: Απόδοση διαφόρων τεχνολογιών Φ/Β που διατίθενται στο εμπόριο (IEA, 2010).**

Τα πολυκρυσταλλικά ηλιακά πάνελ αποτελούν την πιο κοινή επιλογή στην αγορά, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 3.3, αφού είναι σχεδόν εξίσου καλά με τα μονοκρυσταλλικά αλλά λιγότερο δαπανηρά και με καλύτερη απόδοση από αυτά του λεπτού φιλμ. Η παραγωγή των Φ/Β πλαισίων πολυκρυσταλλικού πυριτίου κυριάρχησε το 2014 αντιπροσωπεύοντας το 62% της συνολικής παραγωγής.



**Σχήμα 3.3: Μερίδιο στην παραγωγή ανά κατηγορία Φ/Β στοιχείων για το 2014**  
([www.solarbuzz.com](http://www.solarbuzz.com)).

### 3.3 Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα των Φ/Β

Γενικά, υπάρχουν αρκετά και σημαντικά πλεονεκτήματα για να γίνουν προσπάθειες αντικατάστασης των συμβατικών τρόπων παραγωγής ενέργειας με τους λεγόμενους εναλλακτικούς. Τέτοια είναι τα παρακάτω:

- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, ελεύθερα διαθέσιμη και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα.
- Τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Χαμηλό κόστος λειτουργίας: Δεδομένου ότι δεν απαιτούνται καύσιμα για την λειτουργία τους όπως ο ηλεκτρισμός ή το πετρέλαιο, το κόστος λειτουργίας είναι ελάχιστο.
- Χαμηλό κόστος συντήρησης: Ένα καλά σχεδιασμένο ηλιακό σύστημα απαιτεί ελάχιστη συντήρηση πέρα από τον καθαρισμό των Φ/Β πάνελ.

- Συμβάλλουν στην αίσια επίλυση του ενεργειακού προβλήματος. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στην μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (τουλάχιστον 20 με 30 χρόνια ζωής).
- Δεν προκαλούν ηχορύπανση αφού η λειτουργία τους είναι αθόρυβη.
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου.
- Παράγουν κατά μέγιστο κατά τις ώρες αιχμής ζήτησης του δικτύου οπότε συμβάλουν στην εξομάλυνση του φορτίου αιχμής.
- Προβλέπονται διαδικασίες ανακύκλωσης για τα Φ/Β συστήματα μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα, παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και την ταχεία ανάπτυξή τους:

- Το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης. Ωστόσο, το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με συνεχή έρευνα για νέα υλικά, φθηνά και με μεγάλη απόδοση, που μειώνουν το κόστος αυτό.
- Εξαρτώνται από την περιοδικότητα των καιρικών φαινομένων που δεν μπορεί να ελεγχθεί και επομένως δεν είναι δυνατόν να λειτουργούν πάντα αποδοτικά και συνεχώς.
- Οι μικρές αποδόσεις που επιτυγχάνουν καθώς μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια ένα μικρό ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Κατά τις πρώτες πρωινές ώρες και τις νυχτερινές ώρες δεν υπάρχει παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας οπότε στα αυτόνομα Φ/Β συστήματα απαιτείται η χρήση συσσωρευτών, γεγονός που αυξάνει το συνολικό κόστος της εγκατάστασης.

### **3.4 Περιγραφή του Φ/Β συστήματος άντλησης**

#### **3.4.1 Συστατικά μέρη**

Τα κύρια συστατικά που θα αποτελούν το δυνητικό Φ/Β σύστημα άντλησης νερού που θα μελετηθεί είναι:

- Η Φ/Β γεννήτρια με ή χωρίς σύστημα παρακολούθησης του σημείου μέγιστης ισχύος (MPPT) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ο μετατροπέας (συναντάται και ως αντιστροφέας) DC-AC ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από την Φ/Β

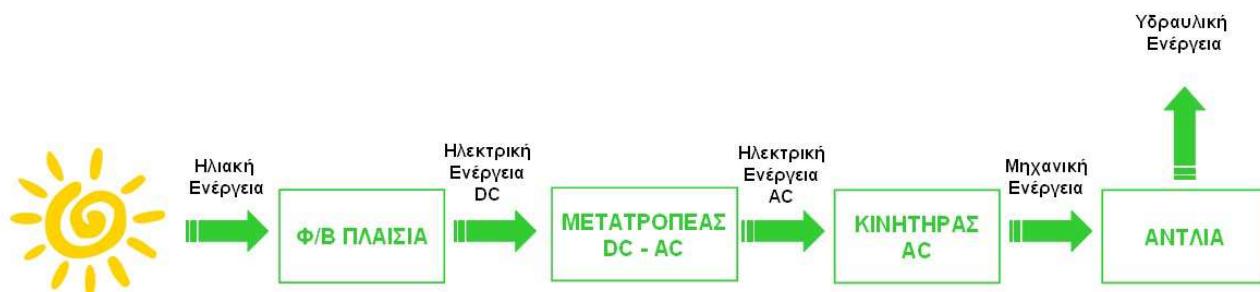


γεννήτρια σε εναλλασσόμενο ώστε να είναι συμβατό με την λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων.

- Το σύστημα κινητήρα-αντλίας.
- Η μπαταρία ή η δεξαμενή αποθήκευσης της περίσσειας ενέργειας που παράγεται και δεν μπορεί να καταναλωθεί την δεδομένη στιγμή.
- Η πηγή νερού.

### 3.4.2 Αρχή λειτουργίας

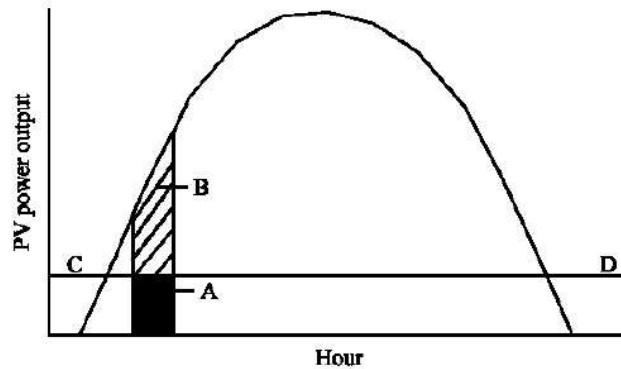
Ένα Φ/Β σύστημα άντλησης είναι ουσιαστικά μια αντλία, που λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια ηλιακή Φ/Β συστοιχία. Οι Φ/Β συστοιχίες θα παρέχουν απευθείας την ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγουν στους κινητήρες, αφού πρώτα μετατραπεί το παραγόμενο συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο μέσω των μετατροπέων, οι οποίοι στη συνέχεια θα τροφοδοτούν τις συζευγμένες σε αυτούς αντλίες οι οποίες με την σειρά τους θα προωθούν το νερό παραπέρα. Στο Σχήμα 3.4 φαίνεται ένα σχηματικό διάγραμμα της διάταξης και της αρχής λειτουργίας του δυνητικού Φ/Β συστήματος άντλησης νερού.



Σχήμα 3.4: Σχηματικό διάγραμμα της διάταξης και της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος άντλησης (ίδια επεξεργασία).

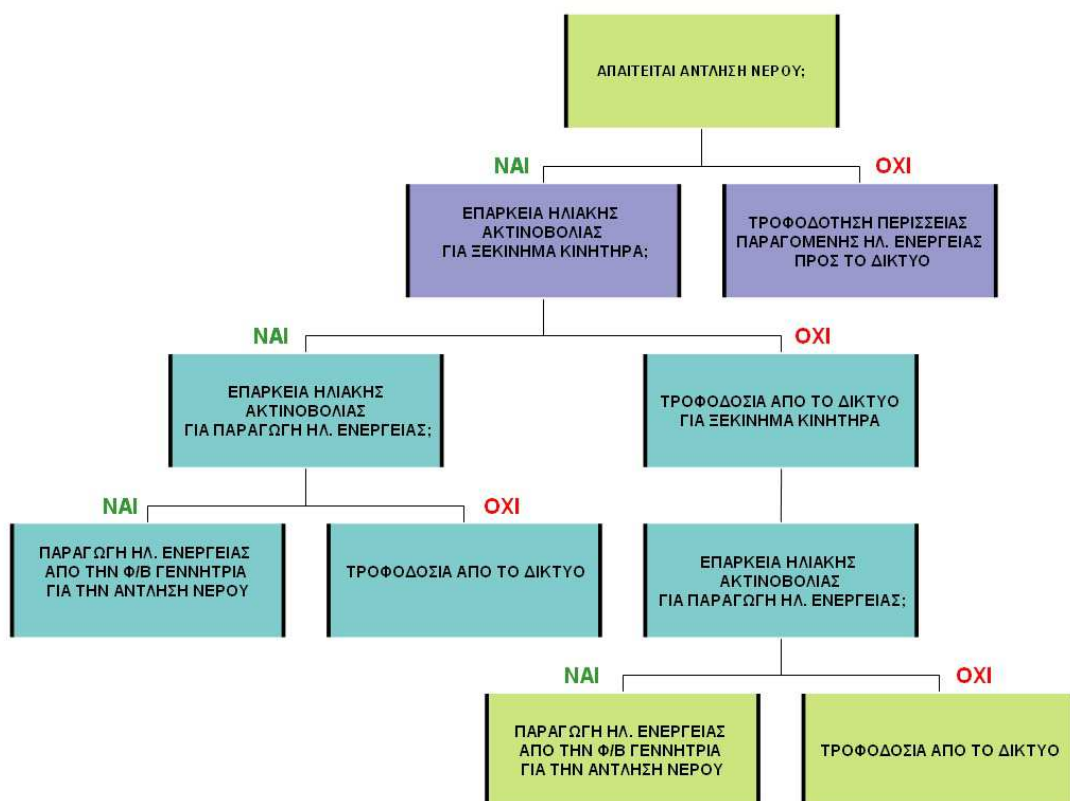
Μεταξύ της Φ/Β γεννήτριας και του συστήματος κινητήρα-αντλίας παρουσιάζεται μια αναντιστοιχία λόγω της διακύμανσης της τάσης που τροφοδοτείται στον κινητήρα λόγω των διαφορετικών τιμών της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ημέρας το οποίο οδηγεί σε λειτουργία της Φ/Β γεννήτριας πέραν του σημείου μέγιστης ισχύος (MPP) με αποτέλεσμα να σπαταλούνται σημαντικά ποσά ενέργειας. Για τον λόγο αυτό προτείνεται και η ενσωμάτωση στο σύστημα μιας διάταξης Παρακολούθησης του Σημείου Μέγιστης Ισχύος (MPPT) η οποία προσαρμόζει το σημείο λειτουργίας της Φ/Β γεννήτριας ώστε να είναι το σημείο με τη μέγιστη απόδοση και έτσι να τροφοδοτείται ο κινητήρας με σταθερή τάση.

Επιπλέον, ο σχεδιασμός του Φ/Β συστήματος άντλησης και ιδιαίτερα η δυναμικότητα της Φ/Β γεννήτριας θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι η Φ/Β γεννήτρια θα τροφοδοτεί τον κινητήρα με επαρκή ενέργεια ώστε να μπορέσει να ξεκινήσει. Το αντλητικό Φ/Β σύστημα θα ξεκινάει μόνο όταν η τιμή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως η τιμή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την Φ/Β γεννήτρια φτάνει ένα συγκεκριμένο επίπεδο, το οποίο ονομάζεται οριακό επίπεδο κατωφλίου. Σε περίπτωση που η διαθέσιμη ισχύς δεν φτάνει το κατώτερο όριο λειτουργίας της αντλίας, ο κινητήρας θα απορροφάει συμπληρωματική ισχύ από το δίκτυο ώστε να φτάσει το κατώτερο όριο. Στο Σχήμα 3.5 βλέπουμε μια τυπική ωριαία παραγωγή από μία Φ/Β γεννήτρια. Η γραμμή CD παρομοιάζει το οριακό επίπεδο κατωφλίου και η περιοχή κάτω από την γραμμή αυτή είναι η ισχύς που χάνεται και θα μπορούσε να διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο.



Σχήμα 3.5: Οριακό επίπεδο κατωφλίου (Khatib, 2010).

Στο παρακάτω Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της δυνητικής λειτουργίας του Φ/Β συστήματος άντλησης.



Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος άντλησης νερού (ιδία επεξεργασία).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η τρέχουσα κατάσταση της αγοράς των Φ/Β - Νέα νομοθεσία για τις ΑΠΕ στην Ελλάδα

### 4.1 Υφιστάμενη κατάσταση της αγοράς των Φ/Β

#### 4.1.1 Ελλάδα

Σήμερα, στην Ελλάδα η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β φτάνει τα 2.596MWp, εκ των οποίων τα 2.061MWp είναι επί εδάφους και τα υπόλοιπα σε στέγες κτιρίων. Η νέα εγκατεστημένη ισχύς των Φ/Β για το 2014 ήταν μόλις 17MWp όταν το 2013 εγκαταστάθηκαν 1.043MWp (το μέγεθος της αγοράς το 2014 ήταν μόλις 1,5% της αντίστοιχης του 2013).

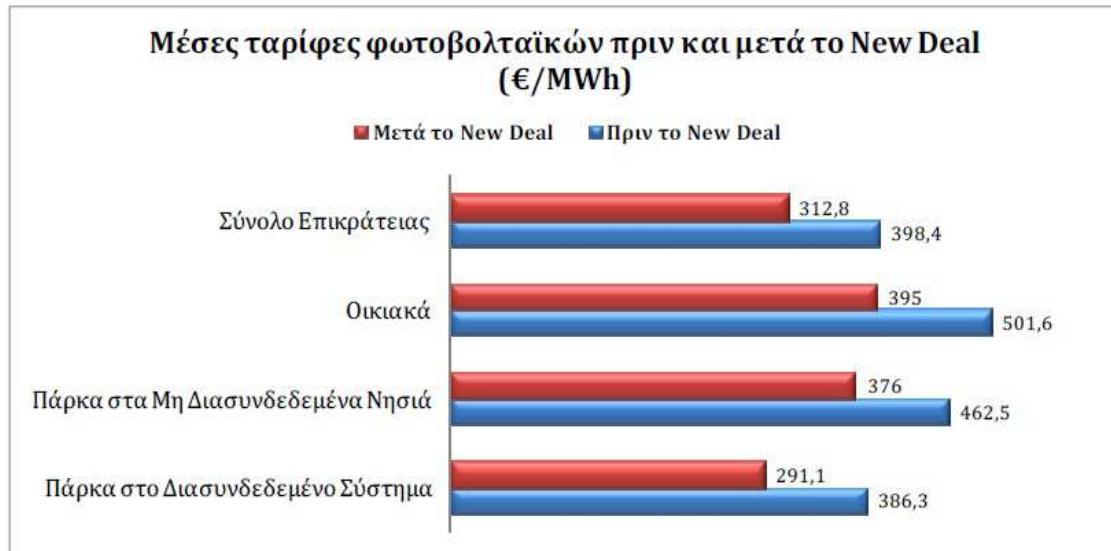
Το Σχήμα 4.1 παρουσιάζει την πορεία της εγκατεστημένης ισχύς των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα μέχρι το 2014, σύμφωνα με τον ΣΕΦ.



**Σχήμα 4.1:** Πορεία της εγκατεστημένης ισχύς των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα, ετήσια και αθροιστική (ΣΕΦ, 2014).

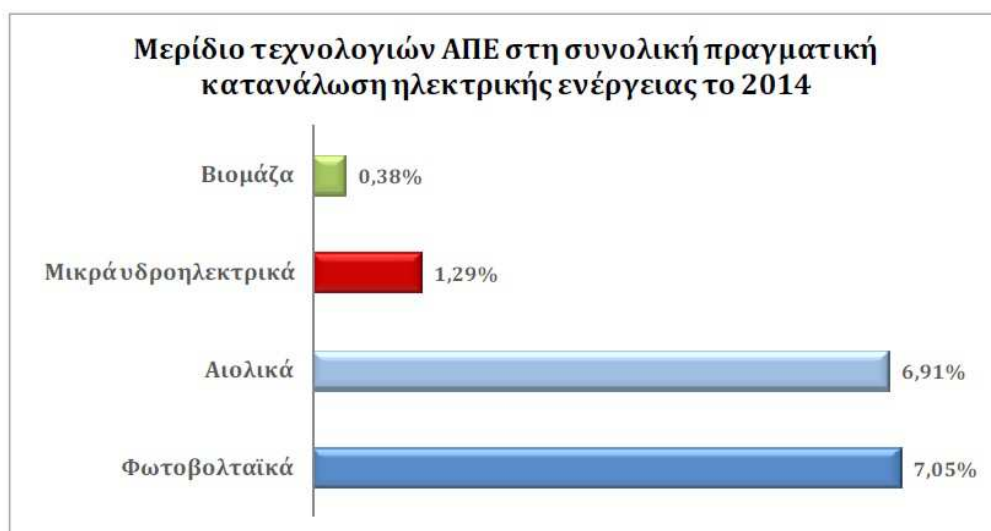
Μέχρι και το 2013 η πορεία της ετήσιας εγκατεστημένης ισχύς των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα ήταν ανοδική με την ετήσια εγκατεστημένη ισχύ να κορυφώνεται το 2013 στα 1.043kW, καθώς ολοκληρώθηκαν πολλά από τα Φ/Β έργα που ήταν σε εκκρεμότητα και λόγω των ευνοϊκών εγγυημένων τιμών πώλησης της kWh. Ωστόσο, οι υψηλές αυτές εγγυημένες τιμές σε συνδυασμό με την σημαντική πτώση του κόστους των Φ/Β πλαισίων οδήγησαν στην αδυναμία της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και του ΛΑΓΗΕ να αποζημιώσει τα εγκατεστημένα Φ/Β που έφταναν τα 2.500kW. Προκειμένου να διορθωθούν παλαιότερα λάθη και σε μια προσπάθεια εξορθολογισμού της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και της μείωσης του ελλείμματος του Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ του ΛΑΓΗΕ λήφθηκαν δραστικά μέτρα ενάντια σε υπάρχουσες και μελλοντικές εγκαταστάσεις Φ/Β:

- Προσωρινή φορολόγηση (μέχρι τον Ιούλιο του 2015), που κυμαίνεται μεταξύ 25% και 42%, στις λειτουργούσες Φ/Β εγκαταστάσεις (τα οικιακά συστήματα εξαιρούνται).
- Αναστολή της διαδικασίας αδειοδότησης για νέα έργα (εξαιρούνται τα οικιακά συστήματα) η οποία ξεκίνησε από τον Αύγουστο του 2012 και ίσχυσε έως τον Απρίλιο του 2014.
- Μείωση των εγγυημένων τιμών για τις νέες εγκαταστάσεις Φ/Β με περαιτέρω προγραμματισμένη δραστική παρέκβαση για τα επόμενα χρόνια (Σχήμα 4.2).

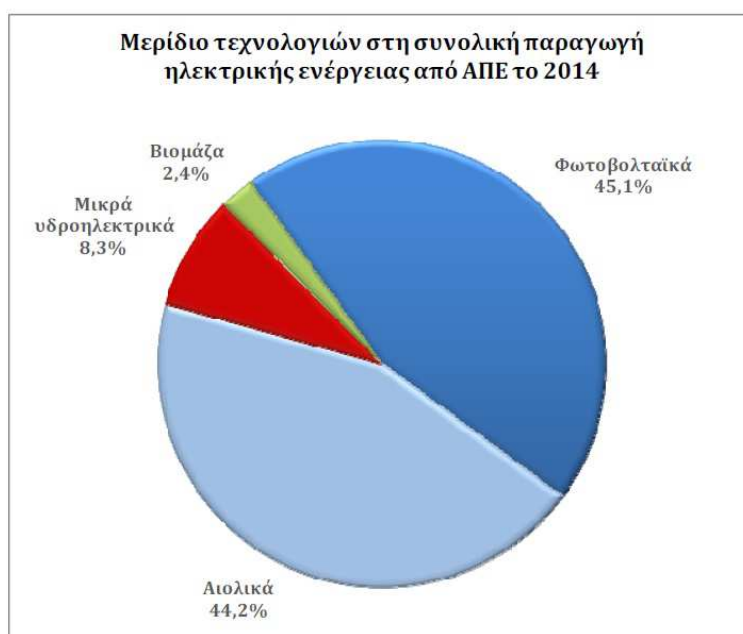


**Σχήμα 4.2: Εγγυημένες τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β πριν και μετά την νέα τιμολογιακή πολιτική (ΣΕΦ, 2014).**

Παρά τα δραστικά αυτά μέτρα και λόγω της μεγάλης προγενέστερης ανάπτυξης των Φ/Β συστημάτων το 2014 τα Φ/Β κάλυψαν το 7% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, περισσότερο από κάθε άλλη τεχνολογία ΑΠΕ, φέρνοντας την Ελλάδα (για δεύτερη συνεχή χρονιά) στη δεύτερη θέση σε διεθνές επίπεδο στην συμμετοχή τους στην συνολική πραγματική κατανάλωση ενέργειας, παράγοντας περίπου 3.833GWh ή αλλιώς το 45,1% όλης της πράσινης ενέργειας του 2014 (Σχήματα 4.3 & 4.4).

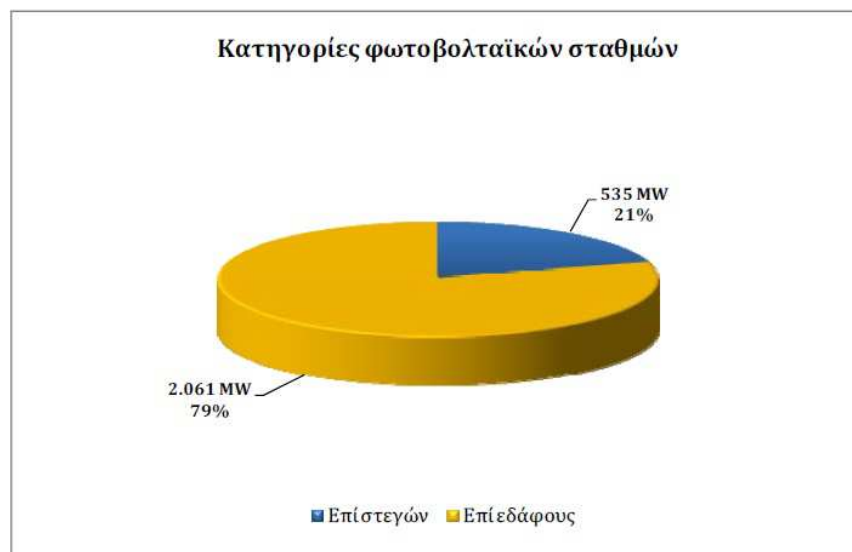


**Σχήμα 4.3:** Μερίδιο των Φ/Β στην συνολική πραγματική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2014 σε σχέση με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ (ΣΕΦ, 2014).



**Σχήμα 4.4:** Μερίδιο των Φ/Β στην συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2014 σε σχέση με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ (ΣΕΦ, 2014).

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 4.5, το μεγαλύτερο μερίδιο από πλευράς εγκατεστημένης ισχύος στην ελληνική αγορά Φ/Β καταλαμβάνουν τα συστήματα σε στέγες καλύπτοντας το 79% της αγοράς λόγω του ευνοϊκότερου νομικού πλαισίου που χαίρουν και του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτηρίων.



**Σχήμα 4.5: Εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β ανά κατηγορία (ΣΕΦ, 2014).**

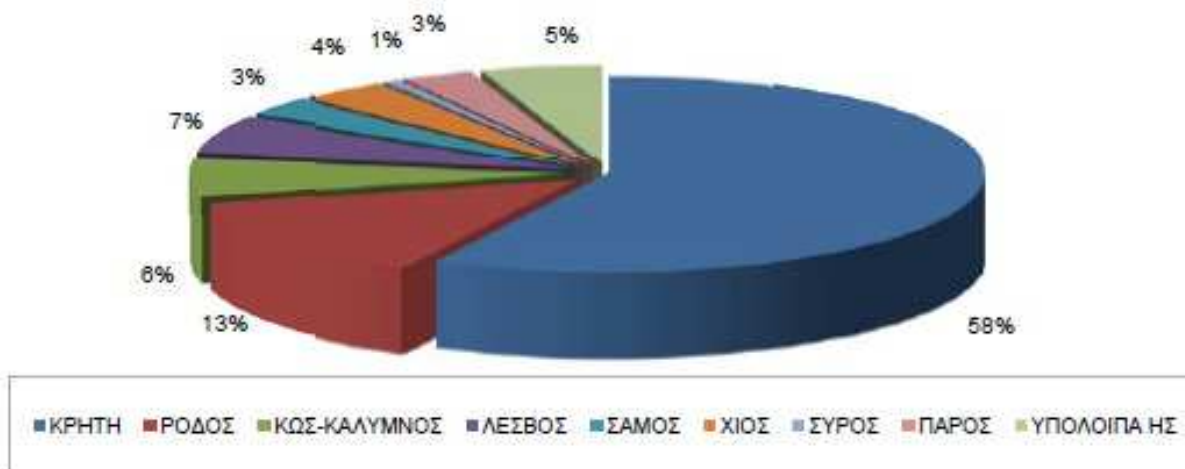
Στις θετικές περιβαλλοντικές επιδόσεις θα πρέπει να σημειώσουμε ότι χάρη στα Φ/Β, το 2014 αποφεύχθηκε η έκλυση περίπου 3,4 εκατ. τόνων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.



#### **4.1.2 Κρήτη**

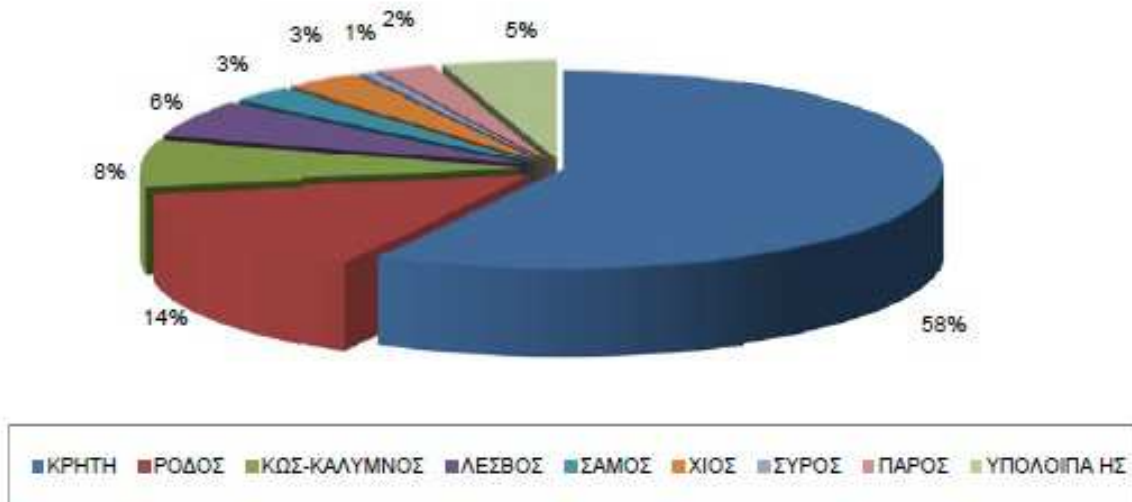
Όσον αφορά την Κρήτη, με βάση το πληροφοριακό δελτίο παραγωγής ενέργειας που εξέδωσε ο ΔΕΔΔΗΕ για τον Μάρτιο του 2015 η Κρήτη είναι η πρώτη, με μεγάλη διαφορά, στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ ανάμεσα στα μη διασυνδεδεμένα νησιά με το ποσοστό συμμετοχής της στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή στα μη συνδεδεμένα νησιά να φτάνει το 58%. Αναλυτικότερα, με βάση τα συγκεντρωτικά στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ, η παραγωγή ενέργειας από Φ/Β στην Κρήτη έφτασε τις 6.603MWh ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β στην Κρήτη έφτασε τα 78,29MW κατατάσσοντας την στην πρώτη θέση στα μη διασυνδεδεμένα νησιά καλύπτοντας το 58% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από Φ/Β όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.7. Αναφορικά με τα Φ/Β στις στέγες, η συνολική ισχύς των λειτουργούντων Φ/Β στην Κρήτη φθάνει τα 17,04MW, καταλαμβάνοντας το 73% της συνολικής ισχύος των λειτουργούντων Φ/Β σε στέγες στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

**1.757 Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί (ΦΒ) Συνολικής Ισχύος 135,92 MW**



Σχήμα 4.6: Ποσοστό που καταλαμβάνει η Κρήτη στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ Φ/Β στα μη διασυνδεδεμένα νησιά (ΔΕΔΔΗΕ, 2015).

**Συνολική Παραγωγή 1.757 ΦΒ Σταθμών 11.381,29 MWh**



Σχήμα 4.7: Ποσοστό συμμετοχής της Κρήτης στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή στα μη διασυνδεδεμένα νησιά (ΔΕΔΔΗΕ, 2015).

## **4.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό.**

### **4.2.1 Το Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο**

Ο συμψηφισμός παραγόμενης-καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (γνωστός και με τον όρο net-metering) αποτελεί ένα εργαλείο προώθησης της αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης με ΑΠΕ, κυρίως για εγκαταστάσεις Φ/Β, και εφαρμόζεται ήδη σε πολλές χώρες.

Στην Ελλάδα για πρώτη φορά εισάγεται η έννοια του “αυτοπαραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ” με το νόμο 3468/2006. Με το νόμο 4203/2013 θεσμοθετήθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα η δυνατότητα των καταναλωτών να κάνουν χρήση του ενεργειακού συμψηφισμού. Ως ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραγόμενης από το Φ/Β σύστημα ενέργειας με την καταναλισκόμενη στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, ο οποίος διενεργείται σε ετήσια βάση. Οι ρυθμίσεις αυτές τροποποιήθηκαν με το νόμο 4254/2014 και συμπληρώθηκαν με το νόμο 4296/2014. Η ανάπτυξη Φ/Β συστημάτων από αυτοπαραγωγούς θεσπίστηκε με την ΥΑ ΑΠΕΗ/Α/Φ1/οικ.24461 όπου καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας. Στον παρακάτω Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι σχετικές νομοθετικές διατάξεις σε χρονολογική σειρά από το 2006 έως σήμερα:

**Πίνακας 4-1: Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο για την αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμφηφισμό.**

<b>N. 3468/2006</b> (άρθρο 2 περίπτωση 6)	Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις (ΦΕΚ Α 129-2006)
<b>N.4203/2013</b> (άρθρο 6 παράγραφος 2)	Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 235Α/1-11-2013)
<b>N.4254/2014</b> (Παράγραφος ΙΓ Υποπαράγραφος ΙΓ8 περίπτωση 14)	Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ 85Α/7-4-2014)
<b>N. 4296/2014</b> (άρθρο 7)	Κύρωση της από 30.12.2013 Σύμβασης μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και των εταιρειών KAVALA OIL ANΩNYMH ETAIPEIA, ENERGEAN OIL AND GAS – ENERGEIAKH AIGAIΟΥ ANΩNYMH ETAIPEIA EPΕYNAS KAI ΠAPAΓΩΓHΣ YΔPOΓONANΘPAKΩN και της ως εκ τρίτου συμβαλλομένης ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε. με την οποία τροποποιείται η από 23.11.1999 Σύμβαση για την εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων στη θαλάσσια περιοχή του Θρακικού Πελάγους μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της KAVALA OIL Α.Ε., η οποία κυρώθηκε με το ν.2779/1999 (Α' 296) (ΦΕΚ Α' 214/02.10.2014)
<b>ΥΑ ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461</b>	Εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμφηφισμό ενέργειας κατ' εφαρμογή του άρθρου 14Α του Ν. 3468/2006 (ΦΕΚ Β' 3583/31.12.2014)

Με βάση το νόμο 4203/2013 και με βάση τις τροποποιήσεις του που έγιναν με το νόμο 4254/2014 και την προσθήκη με το νόμο 4296/2014 προβλέπονται τα παρακάτω:

Βάσει της παραγράφου 2 του άρθρου 6 του νόμου 4203/2013 προστίθεται μετά το άρθρο 14 του νόμου 3468/2006 το άρθρο 14Α:

### **Άρθρο 6**

“Προσθήκη διατάξεων στο ν. 3468/2006 ...Μετά το άρθρο 14 του ν. 3486/2006 προστίθεται άρθρο 14Α ως εξής:”

### **Άρθρο 14Α**

“Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών και σταθμών μικρών ανεμογεννητριών από αυτοπαραγωγούς.”

Αναλυτικότερα, επιτρέπεται η εγκατάσταση Φ/Β σταθμών και σταθμών μικρών ανεμογεννητριών από αυτοπαραγωγούς σε εγκαταστάσεις τους που συνδέονται στο Δίκτυο. Οι σταθμοί που εντάσσονται στη ρύθμιση αυτή εξαιρούνται της απόφασης αναστολής αδειοδότησης νέων Φ/Β σταθμών (Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2300/οικ.16932/9.8.2012, Β΄ 2317). Στις περιπτώσεις όπου το δίκτυο μιας περιοχής έχει χαρακτηριστεί κορεσμένο, ο ΔΕΔΔΗΕ μπορεί να θέτει περιορισμούς στην απορροφούμενη ισχύ για λόγους ασφάλειας και ευστάθειας του συστήματος/δικτύου. Με μέγιστο όριο τα 500kW, είναι δυνατό να τίθενται ανώτατα όρια εγκατεστημένης ισχύος για τους Φ/Β σταθμούς διαφοροποιημένα ανά κατηγορία παραγωγών. Τα υψηλότερα όρια τίθενται υπέρ νομικών προσώπων, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωνικές ή άλλους

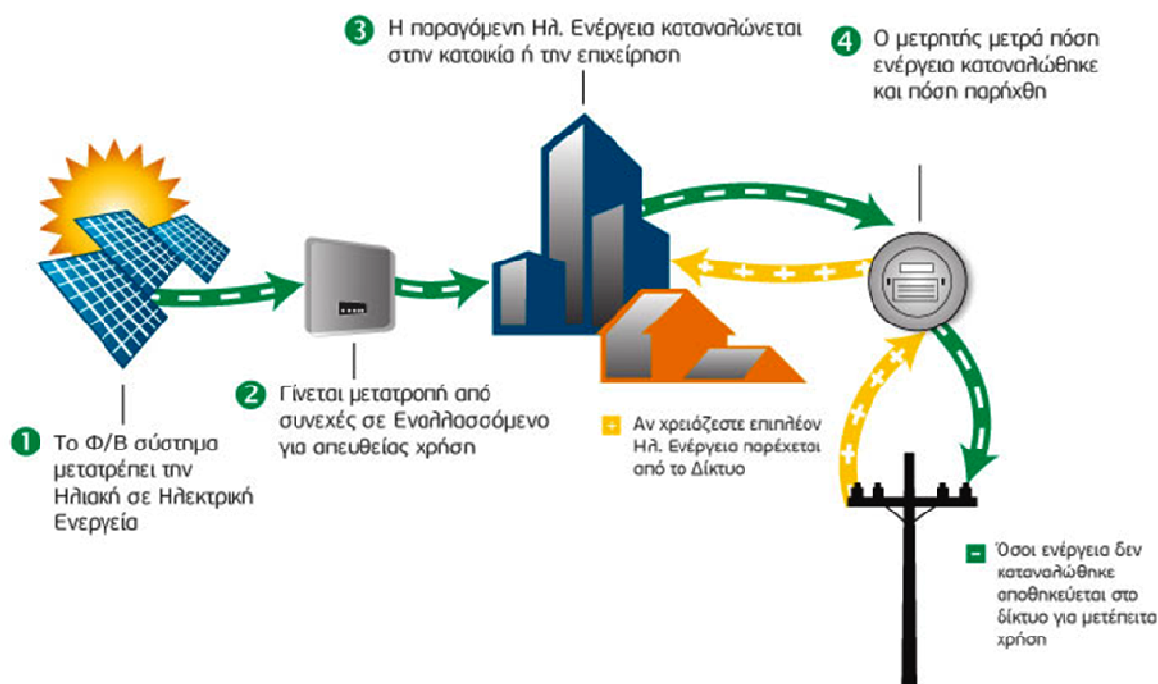
δημόσιου ενδιαφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας. Για να μην επιβαρύνεται ο Ειδικός Λογαριασμός του ΛΑΓΗΕ δεν υφίσταται υποχρέωση αποζημίωσης του αυτοπαραγωγού για το τυχόν πλεόνασμα της ενέργειας που θα εγχέεται στο δίκτυο μετά τον ενεργειακό συμψηφισμό παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων είναι δυνατό να προβλεφθεί αποζημίωση από τον προμηθευτή για το ποσοστό του πλεονάσματος ενέργειας που προκύπτει από το συμψηφισμό, η οποία θα αποδοθεί στον ειδικό διαχειριστικό Λογαριασμό του άρθρου 40 του ν. 2773/ 1999 (Α' 286) ή/και στον αυτοπαραγωγό. Ειδική μέριμνα για την πώληση ποσοστού έως 20% της παραγόμενης ενέργειας γίνεται για Φ/Β σταθμούς που εγκαθίστανται από δημόσιους φορείς στις εγκαταστάσεις τους στο πλαίσιο διευρωπαϊκών προγραμμάτων. Επιπλέον, για την ανωτέρω περίπτωση προβλέπεται η δυνατότητα σύνδεσης των σταθμών και στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα σε περίπτωση που το μέγεθός τους δεν καθιστά δυνατή τη σύνδεσή τους στο Δίκτυο. Τέλος, με την εν λόγω ρύθμιση προβλέπεται η ισχύς των σταθμών να συνυπολογίζεται για την εκτίμηση τις ενδεχόμενης κάλυψης των ορίων ισχύος σύμφωνα με τις διατάξεις της περίπτωσης β' της παρ. 3 του άρθρου 1 του ν. 3468/2006 όπως προστέθηκε με το άρθρο 1 του ν. 3851/2006.

Με την ΥΑ ΑΠΕΗ/Α/Φ1/οικ.24461 καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις για την ανάπτυξη σταθερών Φ/Β συστημάτων από αυτοπαραγωγούς με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού. Πιο συγκεκριμένα, καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα γίνεται ο συμψηφισμός της παραγόμενης και της καταναλισκόμενης ενέργειας και ειδικότερα οι χρεώσεις που θα περιλαμβάνονται στον συμψηφισμό, το χρονικό διάστημα εντός του οποίου θα υπολογίζεται ο συμψηφισμός της παραγόμενης

ενέργειας με την καταναλισκόμενη ενέργεια στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού που τροφοδοτεί ο σταθμός, ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία κατάρτισης των συμβάσεων συμψηφισμού ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και κάθε ειδικότερο θέμα ή άλλη αναγκαία λεπτομέρεια.

#### **4.2.2 Αντικείμενο - Πεδίο εφαρμογής**

Η αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό επιτρέπει στον καταναλωτή να καλύψει ένα σημαντικό μέρος των ιδιοκαταναλώσεών του, ενώ παράλληλα του δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το δίκτυο για έμμεση αποθήκευση της “πράσινης” ενέργειας. Στον ενεργειακό συμψηφισμό η παραγόμενη ενέργεια δεν είναι απαραίτητο να ταυτοχρονίζεται με την καταναλισκόμενη. Τα Φ/Β συστήματα εγκαθίστανται στον ίδιο ή όμορο χώρο με τις εγκαταστάσεις κατανάλωσης τις οποίες τροφοδοτούν και οι οποίες συνδέονται στο Δίκτυο και μπορεί να εγκαθίστανται επί κτιρίων ή επί εδάφους ή άλλων κατασκευών περιλαμβανομένων και αυτών του πρωτογενούς τομέα (αγροτικές αποθήκες, κτηνοτροφικές μονάδες) σύμφωνα με την κείμενη πολεοδομική νομοθεσία. Δικαίωμα ένταξης έχουν φυσικά πρόσωπα (επιτηδευματίες ή μη) ή νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου τα οποία είτε έχουν στην κυριότητά τους τον χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα είτε έχουν τη νόμιμη χρήση αυτού (π.χ. μέσω μίσθωσης, δωρεάν παραχώρησης κλπ) και έχουν διασφαλίσει την έγγραφη συναίνεση του ιδιοκτήτη του χώρου. Η Σύμβαση Συμψηφισμού που υπογράφεται μεταξύ του Προμηθευτή και του αυτοπαραγωγού και έχει διάρκεια ισχύος 25 έτη, με έναρξη ισχύος την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του Φ/Β συστήματος. Στο παρακάτω Σχήμα 4.8 απεικονίζεται με ένα σχηματικό διάγραμμα η αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό.



Σχήμα 4.8: Σχηματική απεικόνιση της αυτοπαραγωγής με ενεργειακό συμψηφισμό ([www.sillis.gr](http://www.sillis.gr)).

#### 4.2.3 Όρια εγκατεστημένης ισχύος για τους Φ/Β σταθμούς

Ο ενεργειακός συμψηφισμός εφαρμόζεται σε όλη την επικράτεια ως εξής:

- Στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα (ηπειρωτική χώρα και διασυνδεδεμένα με αυτήν νησιά)

α) Η ισχύς κάθε Φ/Β συστήματος μπορεί να ανέρχεται μέχρι 20kWp ή μέχρι 50% της συμφωνημένης ισχύος της εγκατάστασης κατανάλωσης (σε kVA), εφόσον το τελευταίο μέγεθος υπερβαίνει τα 20kW. Π.χ. για συμφωνημένη ισχύ κατανάλωσης 35kVA (τυποποιημένη παροχή Νο 3), η μέγιστη επιτρεπτή ισχύς Φ/Β είναι 20 kWp, ενώ για συμφωνημένη ισχύ κατανάλωσης 85kVA (τυποποιημένη παροχή Νο 5), μέγιστη επιτρεπτή ισχύς είναι 42,5kWp. Δεδομένου ότι το γενικό όριο σύνδεσης ισχύος παραγωγής στο δίκτυο χαμηλής τάσης είναι τα 100 kWp, για συμφωνημένη



ισχύ κατανάλωσης 250kVA (τυποποιημένη παροχή Νο 7), η ισχύς του Φ/Β συστήματος περιορίζεται στα 100kWp. Επισημαίνεται ότι η μέγιστη αποδεκτή ισχύς μονοφασικών συστημάτων παραγωγής ανέρχεται σε 5kWp, επομένως σε εγκαταστάσεις κατανάλωσης με μονοφασική σύνδεση η ισχύς του Φ/Β συστήματος περιορίζεται σε 5kWp.

β) Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, η ισχύς κάθε Φ/Β συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και στο 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης. Επισημαίνεται ότι και στις περιπτώσεις αυτές ισχύει το γενικό όριο σύνδεσης ισχύος παραγωγής στο δίκτυο χαμηλής τάσης, επομένως για συμφωνημένη ισχύ κατανάλωσης 135kVA ή 250kVA (τυποποιημένη παροχή Νο 6 ή Νο 7 αντιστοίχως) η μέγιστη ισχύς Φ/Β περιορίζεται στα 100kWp.

γ) Σε κάθε περίπτωση η μέγιστη ισχύς ενός Φ/Β συστήματος που θα εγκατασταθεί στο πλαίσιο της Υπουργικής Απόφασης δεν μπορεί να υπερβαίνει το όριο των 500kWp. Τα παραπάνω αποτυπώνονται στον Πίνακα 4.2.

**Πίνακας 4-2: Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς Φ/Β συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό για το διασυνδεδεμένο σύστημα (www.helapco.gr).**

Διασυνδεδεμένο Σύστημα				
Επίπεδο τάσης	Τυποποιημένο μέγεθος παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (ΣΙ) παροχής (kVA)	Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος αυτοπαραγωγής (kWp)	
			Φυσικά ή νομικά πρόσωπα	ΝΠΙΔ ή ΝΠΔΔ, κοινωφελούς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπού
Χαμηλή τάση	03	8	5	5
	05	12	5	5
	1	15	15	15
	2	25	20	25
	3	35	20	35
	4	55	27,5	55
	5	85	42,5	85
	6	135	67,5	100
	7	250	100	100
Μέση τάση	-	-	50%*ΣΙ και μέχρι 500 kWp	100%*ΣΙ και μέχρι 500 kWp
Ειδικώς στην Πελοπόννησο και στο τμήμα της Εύβοιας νοτίως του Αλιβερίου, καθώς και στα νησιά Άνδρο και Τήνο, η μέγιστη ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος περιορίζεται επί του παρόντος στα 20 kWp.				

☐ Μονοφασική παροχή

- **Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (ΜΔΝ)**


α) Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, η ισχύς των Φ/Β συστημάτων μπορεί να ανέρχεται μέχρι 10kWp και ειδικά στην Κρήτη μέχρι 20kWp ή μέχρι 50% της συμφωνημένης ισχύος της εγκατάστασης κατανάλωσης (σε kVA), εφόσον το τελευταίο μέγεθος υπερβαίνει τα 10kWp ή για την Κρήτη τα 20kWp.

β) Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, η ισχύς κάθε Φ/Β συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και στο 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης.

γ) Σε κάθε περίπτωση η μέγιστη ισχύς ενός Φ/Β συστήματος που θα εγκατασταθεί στο πλαίσιο της ως άνω Υπουργικής Απόφασης στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά δεν μπορεί να υπερβαίνει το όριο των 50kWp για την Κρήτη και των 20kWp για τα λοιπά Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Τα παραπάνω αποτυπώνονται στον Πίνακα 4.3.

**Πίνακας 4-3: Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς Φ/Β συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά (www.helapco.gr).**

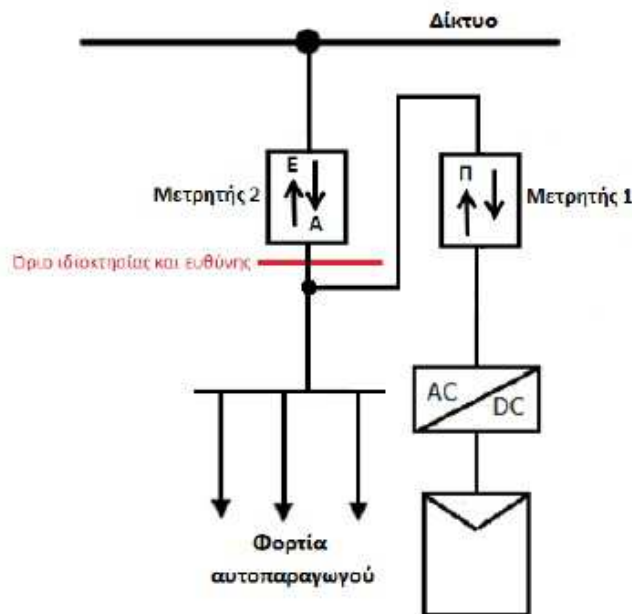
Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά						
Επίπεδο τάσης	Τυποποιημένο μέγεθος παροχής	Συμφωνημένη Ισχύς (ΣΙ) παροχής (kVA)	Μέγιστη επιτρεπτή ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος αυτοπαραγωγής (kWp)			
			Φυσικά ή νομικά πρόσωπα		ΝΠΙΔ ή ΝΠΔΔ, κοινωφελούς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπού	
			Κρήτη	Λοιπά ΜΔΝ	Κρήτη	Λοιπά ΜΔΝ
Χαμηλή τάση	03	8	5	5	5	5
	05	12	5	5	5	5
	1	15	15	10	15	15
	2	25	20	12,5	25	20
	3	35	20	17,5	35	20
	4	55	27,5	20	50	20
	5	85	42,5	20	50	20
	6	135	50	20	50	20
	7	250	50	20	50	20
Μέση τάση	-	-	50	20	50	20

 Μονοφασική παροχή

#### 4.2.4 Μετρήσεις

Η καταμέτρηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του Φ/Β συστήματος, καθώς και της εισερχόμενης και της εξερχόμενης από και προς το Δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται από τον ΔΕΔΔΗΕ ως Διαχειριστή του Δικτύου. Ο υφιστάμενος μετρητής κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας αντικαθίσταται από δύο μετρητές διπλής κατεύθυνσης–καταγραφής, οι οποίοι

βρίσκονται στην δικαιοδοσία του Διαχειριστή του Δικτύου. Ο ένας μετρητής (Μετρητής 1) μετράει την παραγόμενη και την καταναλισκόμενη από το Φ/Β σύστημα ηλεκτρική ενέργεια και ο δεύτερος μετρητής (Μετρητής 2) την εισερχόμενη και εξερχόμενη από και προς το Δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 4.9.



Σχήμα 4.9: Σχηματική απεικόνιση του ενεργειακού συμψηφισμού (ΔΕΔΔΗΕ, 2015)

#### 4.2.5 Χρεώσεις

- **Ανταγωνιστικές Χρεώσεις**

Ως χρεωστέα ενέργεια λογίζεται η διαφορά των ποσοτήτων που καταγράφονται από τον Μετρητή 2, δηλαδή η διαφορά  $A$  (Απορροφούμενη)– $E$  (Εγχεόμενη), εφόσον η διαφορά αυτή είναι θετική. Εάν η διαφορά ισούται με μηδέν δεν υφίσταται χρεωστέα ενέργεια, ενώ εάν η διαφορά είναι αρνητική επίσης δεν υφίσταται χρεωστέα ενέργεια, ενώ η διαφορά αυτή πιστώνεται στον επόμενο εκκαθαριστικό λογαριασμό ως πρόσθετη εξερχόμενη (εγχεόμενη) ενέργεια. Κατά

την ετήσια εκκαθάριση τυχόν πλεόνασμα ενέργειας συμψηφίζεται με την χρεωστέα ενέργεια προηγούμενων περιόδων, για την οποία γίνεται αντιλογισμός. Τυχόν παραμένον μετά τον ετήσιο αντιλογισμό πλεόνασμα δεν πιστώνεται στον επόμενο λογαριασμό. Τα παραπάνω αποτυπώνονται, με την μορφή παραδείγματος στον Πίνακα 4.4 και αφορά εγκατάσταση καταναλωτή με τετραμηνιαία καταμέτρηση.

**Πίνακας 4-4: Παράδειγμα υπολογισμού ανταγωνιστικών χρεώσεων ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ, 2015).**

Τετρά- μηνο	Ποσότητες ενέργειας (kWh)						
	Απορροφώμενη (Α)	Εγχεόμενη (Ε)	Συμψηφιζόμενη (N=A-E)	Χρεωστέα	Πιστούμενη διαφορά	Παραγόμενη (Π)	Κατανάλωση (K= A+Π-E)
A'	1500	900	600	600	0	1500	2100
B'	700	1600	-900	0	900	2300	1400
Γ'	1000	800	-700	0	700	1300	1500
Έτος	<b>3200</b>	<b>3300</b>	<b>-100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5100</b>	<b>5000</b>

 Μετρούμενα μεγέθη

Η τελική διαφορά των 100kWh από τον ετήσιο συμψηφισμό (αφού η συνολική ετήσια παραγωγή του ΦΒ ήταν 5.100kWh και η συνολική πραγματική κατανάλωση 5.000kWh) δεν μεταφέρεται περαιτέρω και δεν αποζημιώνεται (χάνεται για τον αυτοπαραγωγό).

- **Ρυθμιστικές χρεώσεις**

Όσον αφορά τις ρυθμιζόμενες χρεώσεις, αυτές υπολογίζονται ως εξής:

- Οι ρυθμιζόμενες μονοπωλιακές χρεώσεις, πλην ΥΚΩ και ΕΤΜΕΑΡ, δηλαδή η Χρέωση Χρήσης Συστήματος, η Χρέωση Χρήσης Δικτύου και οι λοιπές

ρυθμιζόμενες χρεώσεις, επιβάλλονται επί της μετρούμενης από τον δεύτερο μετρητή απορροφούμενης ενέργειας.

- Η χρέωση για ΥΚΩ προκύπτει με προσθαφαίρεση των μετρούμενων ποσοτήτων των δύο μετρητών ως εξής:

Καταναλισκόμενη ενέργεια = Εισερχόμενη – Εξερχόμενη + Παραγόμενη ενέργεια.

- Η χρέωση για το ΕΤΜΕΑΡ υπολογίζεται βάσει της απορροφούμενης ενέργειας (Α), επί την αντίστοιχη μοναδιαία χρέωση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για να εξεταστεί η βιωσιμότητα της ενσωμάτωσης της ηλιακής ενέργειας στην λειτουργία των αντλιοστασίων. Για την επίτευξη αυτού του στόχου επιλέχθηκε ένα υπάρχον αντλιοστάσιο του ΟΑΚ ΑΕ, το αντλιοστάσιο που βρίσκεται στο Γεράνι συγκεκριμένα, πάνω στο οποίο έγινε η ενεργειακή και οικονομική ανάλυση, ώστε να προσδιοριστεί η ποσότητα των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτό και να αποδειχθεί η ανταγωνιστικότητα της μερικής ή της πλήρους υποκατάστασης της ενέργειας από το ηλεκτρικό δίκτυο με την ηλιακή για την λειτουργία του. Συνοπτικά, τα ζητήματα που αποτέλεσαν αντικείμενο διερεύνησης, ήταν:

- Ενεργειακή ανάλυση
  - Υπολογισμός ενεργειακών αναγκών του αντλιοστασίου.
  - Υπολογισμός της ποσότητας των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν στο αντλιοστάσιο.
  - Υπολογισμός της δυνητικής εξοικονόμησης ενέργειας από την ενσωμάτωση του Φ/Β.
- Οικονομική ανάλυση
  - Υπολογισμός της δυνητικής εξοικονόμησης χρημάτων.
  - Υπολογισμός του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης:
    - Χωρίς χρηματοδότηση του έργου.
    - Με 40% χρηματοδότηση και 60% ίδια κεφάλαια.
    - Με 40% χρηματοδότηση, 30% δεκαετές δάνειο με σταθερό επιτόκιο 4% και 30% ίδια κεφάλαια.

- Περιβαλλοντική ανάλυση
  - ο Προσδιορισμός της μείωσης των παραγόμενων ατμοσφαιρικών ρύπων που συνδέονται με την αντικατάσταση της ενέργειας από το ηλεκτρικό δίκτυο με την ηλιακή.

## **5.2 Επιλογή αντλιοστασίου προς μελέτη**

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, προκειμένου να βγουν συμπεράσματα για το αν η ενσωμάτωση Φ/Β σε αντλιοστάσια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους είναι λειτουργική και βιώσιμη, επιλέχθηκε ένα αντλιοστάσιο του ΟΑΚ ΑΕ ως μελέτη περίπτωση πάνω στο οποίο έγινε η προσομοίωση της λειτουργίας του με την ενσωμάτωση της Φ/Β τεχνολογίας.

Στο σημείο αυτό, είναι σημαντική η παράθεση ορισμένων τεχνικών χαρακτηριστικών και πληροφοριών για τον ΟΑΚ ΑΕ, ο οποίος έχει υπό την διαχείριση και λειτουργία του το προς μελέτη αντλιοστάσιο.

Ο ΟΑΚ ΑΕ ιδρύθηκε το 2013 με τη συγχώνευση του ΟΑΔΥΚ, του ΟΑΝΑΚ και των δημόσιων αρχών ΕΥΔΕ ΒΟΑΚ και ΕΥΔΕ Αποσελέμη. Ο Οργανισμός εδρεύει στα Χανιά, με τμήματα στο Ηράκλειο, το Ρέθυμνο και το Λασιθί και εποπτεύεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων και συγκεκριμένα από τον τομέα Υποδομών. Λειτουργεί χάριν του δημόσιου συμφέροντος, είναι επιχείρηση κοινής ωφέλειας και διέπεται από τους κανόνες της ιδιωτικής οικονομίας.



Στους σκοπούς της Εταιρείας περιλαμβάνεται η εκπόνηση των πάσης φύσεως προγραμμάτων ανάπτυξης της Περιφέρειας Κρήτης, η μελέτη, η χρηματοδότηση, η εκτέλεση, η λειτουργία και η αξιοποίηση έργων κοινωφελούς και δημόσιου εν γένει ενδιαφέροντος που της ανατίθενται με αποφάσεις των Υπουργών Οικονομικών, Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων, Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων ή του καθ' ύλην αρμόδιου Υπουργού και του Γενικού Γραμματέα της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Κρήτης, με αποφάσεις της Περιφέρειας Κρήτης, των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Νομικών Προσώπων Δημοσίου Δικαίου και λοιπών νομικών ή φυσικών προσώπων.

Μέρος των αρμοδιοτήτων του Οργανισμού είναι η ανάληψη, συντήρηση, λειτουργία, διοίκηση, διαχείριση και εκμετάλλευση έργων εγγείων βελτιώσεων και η αξιοποίηση και εκμετάλλευση υδάτινων πόρων, καθώς και υγρών αποβλήτων. Στην Εικόνα 5.1 παρουσιάζεται μια σχηματική απεικόνιση του αρδευτικού δικτύου της Δυτικής Κρήτης.



**Πίνακας 5-1: Τα εν λειτουργία αντλιοστάσια της Δυτικής Κρήτης του ΟΑΚ ΑΕ που εξυπηρετούν ανάγκες άρδευσης, ύδρευσης και ύδρευσης-άρδευσης (ΟΑΚ ΑΕ).**

<b>A/A</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ</b>	<b>ΕΠΩΝΥΜΙΑ</b>	<b>ΟΔΟΣ/ΠΕΡΙΟΧΗ</b>
1	85800004	ΑΝΤΛΙΟΣ. ΜΥΛΩΝ. ΒΑΡΥΠΕΤΡΟΝ ΟΑΔΥΚ	ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ ΒΑΡΥΠ/ΒΑΡΥΠΕΤΡΟΝ
2	85800012	ΟΑΔΥΚ 2Α3	ΠΑΤΕΛΑΡΙ/ΒΡΥΣΑΙ ΚΥΔΩΝΙΑΣ
3	85800015	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΟΑΔΥΚ	ΒΛΗΤΕΣ ΣΟΥΔΑΣ/ΣΟΥΔΑ
4	85800016	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΟΑΔΥΚ	ΑΡΜΕΝΟΙ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ
5	85800017	ΟΑΔΥΚ	ΓΕΡΑΝΙ ΚΥΔΩΝΙΑΣ
6	85800036	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΟΑΔΥΚ	ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ/ΑΠΟΚΟΡΩΝΑΣ
7	85800045	ΟΑΔΥΚ ΚΑΛΥΒΩΝ	ΚΑΛΥΒΕΣ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ
8	85800049	ΟΑΔΥΚ ΜΕΓ.ΧΩΡΑΦΙΑ	ΜΕΓ.ΧΩΡΑΦΙΑ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ
9	85800050	ΟΑΔΥΚ ΤΖΙΒΑΡΑΣ	ΤΖΙΒΑΡΑΣ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ/ΚΑΛΥΒΑΙ
10	85800152	ΟΑΔΥΚ	ΣΤΥΛΟΣ/ΚΑΛΥΒΑΙ
11	53591239	ΟΑΔΥΚ	ΔΡΑΜΙΑ/ΒΡΥΣΑΙ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ
12	53584794	ΟΑΔΥΚ [ΠΗΓΑΔΙ]	ΜΟΥΖΕΛΑ/ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ
13	54055259	ΟΑΔΥΚ ΡΕΘΥΜΝΟΥ	ΠΟΤΑΜΟΙ/ΒΩΛΕΩΝΕΣ
14	53565440	ΠΡΟΩΘ. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ	ΧΩΡΙΣ ΟΔΟ/ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ ΚΥΔΩΝΙΑΣ
15	53585661	ΟΑΔΥΚ	ΚΑΛΟΡΟΥΜΑ/ΜΟΥΖΟΥΡΑΣ
16	95806615	ΟΑΔΥΚ [ΙΝΣΤ ΓΕΩΤΡ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ]	ΝΕΡΟΚΟΥΡΟΥ ΧΑΝΙΩΝ
17	95806630	ΚΟΙΝ.ΑΝΤΛΙΟΣ.ΝΕΟΥ ΧΩΡΙΟΝ ΑΠΟΚ.	ΝΕΟ.ΧΩΡΙΟΝ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ
18	53606773	ΟΑΔΥΚ [ΥΓΜ7]	ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ ΒΑΡΥΠΕΤΡΟΥ
19	95806810	ΟΑΔΥΚ	ΚΟΝΤΟΜΑΡΙ/ΚΟΛΥΜΒΑΡΙΟΥ
20	54056873	ΟΑΔΥΚ	ΣΗΡΑΓΓΑ ΠΡΑΣΣΩΝ 5,7/ΠΡΑΣΙΑΙ
21	54056874	ΟΑΔΥΚ	ΕΞ. ΣΗΡΑΓΓΑ ΠΑΡΑΣΣΩΝ/ΠΡΑΣΙΑΙ
22	95806950	ΟΑΔΥΚ Γ8	ΚΑΤΣΙΦΑΡΙΑΝΑ ΝΕΡΟΚΟΥΡΟΥ
23	95806952	ΟΑΔΥΚ [ΑΣ ΑΝΑΒΑΛΟΝΤΑ]	ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ ΚΥΔΩΝΙΑΣ
24	95807118	ΟΑΔΥΚ	ΚΡΥΑ ΒΡΥΣΗ ΚΑΣΤΕΛΙΟΥ/ΚΙΣΣΑΜΟΣ
25	95807131	ΔΕΥΑΒΑ	ΝΕΡΙΑΝΑ/ΒΟΥΚΟΛΙΕΣ
26	95807266	ΟΑΔΥΚ	ΦΑΡΑΓΓΙ ΘΕΡΙΣΣΟΥ/ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ ΚΥΔ.
27	95807362	ΟΑΔΥΚ ΒΟΥΚΟΛΙΩΝ	ΒΟΥΚΟΛΙΕΣ ΚΥΔΩΝΙΑΣ
28	53587668	ΤΟΕΒ ΑΓ.ΜΑΡΙΝΑΣ	ΒΛΑΤΟΣ/ΠΛΑΤΙΑΝΙΑ
29	53599587	ΟΑΔΥΚ	ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ/ΒΑΡΥΠΕΤΡΟΝ

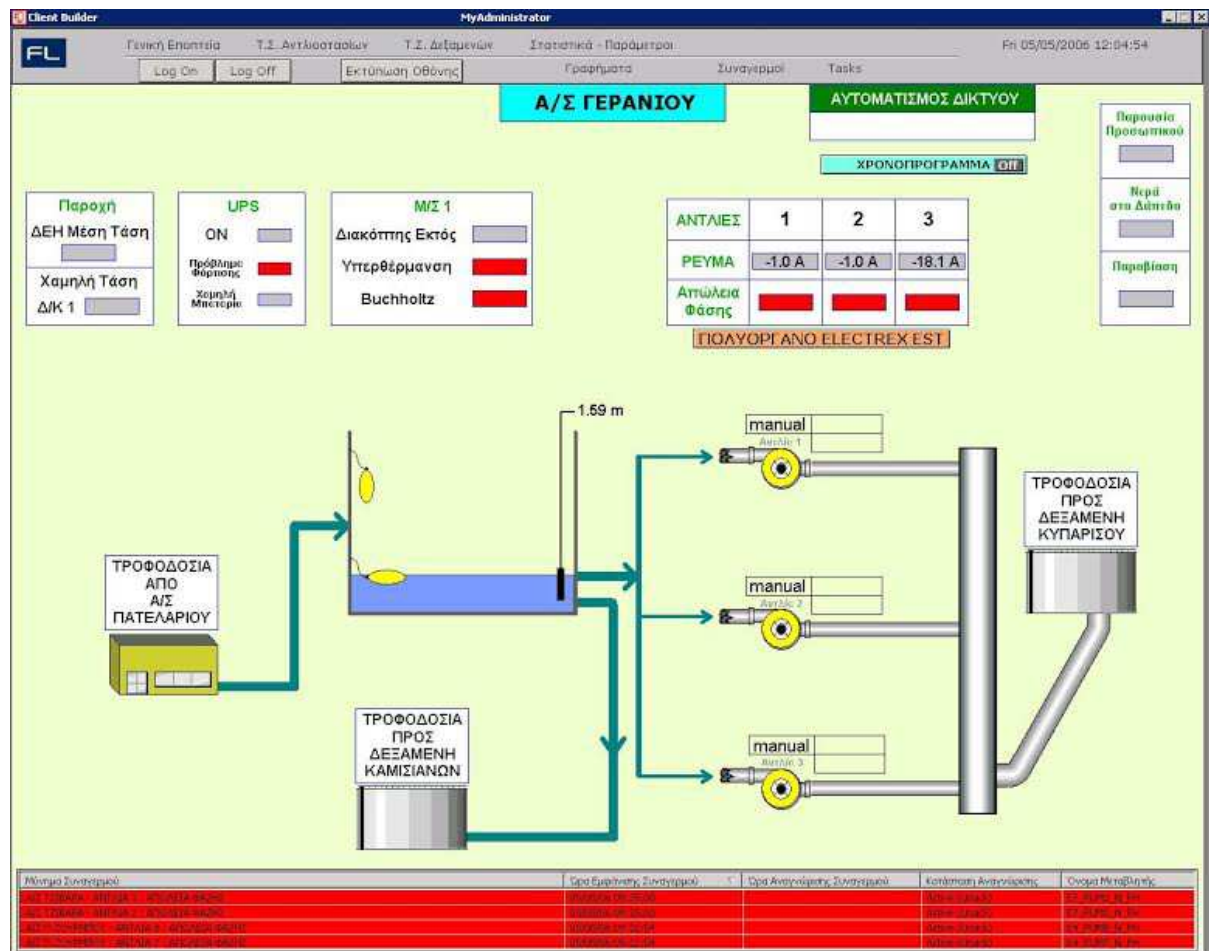
Το αντλιοστάσιο που τελικά επιλέχθηκε είναι το αντλιοστάσιο του Γερανίου καθώς ήταν διαθέσιμα τα απαραίτητα για τους υπολογισμούς στοιχεία, υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χώρος για την ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων ενώ η ισχύς των κινητήρων είναι τέτοιου μεγέθους ώστε να υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης μέρους ή και ολόκληρου του φορτίου από το Φ/Β σύστημα. Επιπλέον, το αντλιοστάσιο που επιλέχθηκε εξυπηρετεί σκοπούς άρδευσης γεωργικών εκτάσεων και όχι ύδρευσης όπου η ανάπτυξη των καλλιεργειών δεν επηρεάζεται κρίσιμα από την ημερήσια ποσότητα ποτίσματος όπως στην περίπτωση της ύδρευσης όπου η διαθεσιμότητα του νερού είναι ζωτικής σημασίας.

### **5.3 Δεδομένα και χαρακτηριστικά του υπό μελέτη αντλιοστασίου**

Το υπό μελέτη αντλιοστάσιο βρίσκεται στην περιοχή του Γερανίου που ανήκει στον δήμο Πλατανιά της Περιφερειακής Ενότητας Χανίων όπως διαμορφώθηκε με το Πρόγραμμα “Καλλικράτης” με γεωγραφικό πλάτος  $35^{\circ}30'9,11''$  Β και γεωγραφικό μήκος  $23^{\circ}51'54,50''$  Α και υψόμετρο 124m. Το αντλιοστάσιο είναι προωθητικό και η λειτουργία του είναι να αντλεί νερό από δύο δεξαμενές χωρητικότητας  $6.000\text{m}^3$  εκάστη και να το προωθεί προς τις γύρω αρδευόμενες εκτάσεις. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από τρία αντλητικά συγκροτήματα (κινητήρας-αντλία). Οι αντλίες είναι οριζόντιες φυγοκεντρικές ικανότητας παροχής  $300\text{m}^3/\text{h}$  εκάστη και οι κινητήρες είναι τριφασικοί ασύγχρονοι ηλεκτροκινητήρες ισχύος 160kW ο καθένας. Το σύστημα κινητήρα-αντλίας είναι σχεδιασμένο ώστε να λειτουργεί στις 1.500rpm σε συχνότητα 50Hz. Στον Πίνακα 5.2 συνοψίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αντλητικών συγκροτημάτων ενώ στην Εικόνα 5.2 παρουσιάζεται η λειτουργία του αντλιοστασίου.

Πίνακας 5-2: Τεχνικά χαρακτηριστικά των αντλητικών συγκροτημάτων όπως δίνονται από τους κατασκευαστές.

<b>Αντλία</b>	
Τύπος αντλίας	Φυγοκεντρική
Παροχή αντλίας	300m <sup>3</sup> /h
<b>Κινητήρας</b>	
Τύπος	K3154M
Ισχύς	220 hp / 160 kW
Στροφές	1.480rpm
Συχνότητα	50Hz



Εικόνα 5.2: Σχηματική απεικόνιση της λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι (ΟΑΚ ΑΕ).

## **5.4 Μεθοδολογία ενεργειακής ανάλυσης**

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την εκτίμηση των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν στο αντλιοστάσιο βασίστηκε σε μαθηματικές εξισώσεις μεταξύ της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας, της απαιτούμενης ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του αντλιοστασίου και της ενεργειακής απόδοσης των Φ/Β πλαισίων από την διεθνή επιστημονική εμπειρία και σε πρακτικές εφαρμογές από άλλες χώρες. Όσον αφορά την πηγή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν αξίζει να αναφερθεί ότι το σύνολο των δεδομένων συλλέχθηκε από τον ΟΑΚ ΑΕ μετά από επιστολή που στάλθηκε και μετά από προσωπική επικοινωνία με τους αρμόδιους.

### **5.4.1 Ενεργειακές ανάγκες**

Προκειμένου να γίνει η ενεργειακή ανάλυση δόθηκε από τον ΟΑΚ ΑΕ πρόσβαση στις καταναλώσεις του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τα έτη 2012, 2013 και 2014. Ως είσοδος στον υπολογισμό της ποσότητας των εγκατεστημένων kW που μπορούν να εγκατασταθούν στο αντλιοστάσιο χρησιμοποιήθηκαν τα πιο πρόσφατα δεδομένα για την ετήσια μηνιαία κατανάλωση του αντλιοστασίου δηλαδή αυτά του 2014.

Επιπλέον, για τη ενεργειακή ανάλυση πέρα από το ετήσιο μηνιαίο προφίλ της ζήτησης του αντλιοστασίου, διεξάχθηκε και το ωριαίο προφίλ λειτουργίας του. Για το σκοπό αυτό αξιοποιήθηκαν τα στοιχεία που δόθηκαν από τον ΟΑΚ ΑΕ για την εκκίνηση-παύση της κάθε μιας από τις τρεις αντλίες που λειτουργούν στο αντλιοστάσιο για το 2014 (Εικόνα 5.3).

22/10/2014	8:18:26	ΕΚΤΟΣ	12:37:00 πμ
22/10/2014	8:43:56	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	
22/10/2014	10:31:56	ΕΚΤΟΣ	1:48:00 πμ
22/10/2014	10:32:26	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	
22/10/2014	10:48:26	ΕΚΤΟΣ	12:16:00 πμ
22/10/2014	11:29:26	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	
22/10/2014	11:56:56	ΕΚΤΟΣ	12:27:30 πμ
22/10/2014	12:22:56	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	
22/10/2014	15:48:56	ΕΚΤΟΣ	3:26:00 πμ
28/10/2014	6:57:33	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	
28/10/2014	8:18:34	ΕΚΤΟΣ	1:21:01 πμ
30/10/2014	14:47:50	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	

**Εικόνα 5.3: Δείγμα στοιχείων για την εκκίνηση-παύση των αντλιών (ΟΑΚ ΑΕ).**

Προκειμένου λοιπόν να διεξαχθεί το ωριαίο προφίλ κατανάλωσης του αντλιοστασίου ώστε να χρησιμοποιηθεί ως είσοδος στην ενεργειακή αξιολόγησή του ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

1. Αρχικά λήφθηκε υπόψη ότι οι τρεις αντλίες δεν λειτουργούν ταυτόχρονα αλλά ούτε και τον ίδιο αριθμό ωρών μέσα στην ημέρα. Επίσης θεωρήθηκε ότι οι αντλίες έχουν δύο δυνατές καταστάσεις λειτουργίας, μηδενική και πλήρη ισχύς. Ο λόγος είναι ότι δεν ήταν γνωστό για κάθε επί μέρους αντλία αν αυτή εργάζεται υπό μερικό φορτίο.
2. Στη συνέχεια, χωρίστηκε η ημέρα σε πεντάλεπτα ώστε να δημιουργηθεί σε περιβάλλον excel μια καμπύλη στην οποία θα απεικονίζεται ποια πεντάλεπτα της ημέρας οι αντλίες ήταν σε λειτουργία και επομένως να

εξαχθεί το ημερήσιο προφίλ της λειτουργίας του αντλιοστασίου. Η διαδικασία αυτή έγινε ξεχωριστά για δεδομένα που αντιστοιχούν σε χαρακτηριστικούς μήνες λειτουργίας του αντλιοστασίου, δηλαδή για τους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβριο.

3. Επιπρόσθετα, έγινε ποιοτική σύγκριση μεταξύ της καμπύλης της ημερήσιας ζήτησης του αντλιοστασίου και της ημερήσιας ικανότητας παραγωγής ενός τυπικού Φ/Β συστήματος για τον μήνα Ιούνιο όπου έχουμε μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για την άντληση νερού λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν προκειμένου να εξεταστεί η συμβατότητα της ενσωμάτωσης Φ/Β στην λειτουργία του.

#### **5.4.2 Περίοδος χρήσης και προσδιορισμός βέλτιστης κλίσης**

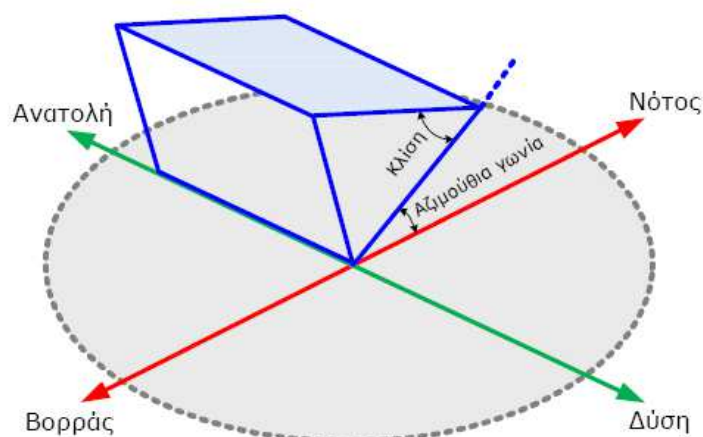
##### **5.4.2.1 Περίοδος χρήσης του αντλιοστασίου**

Ως αντιπροσωπευτική περίοδος άρδευσης θεωρήθηκε η περίοδος από τον Μάιο μέχρι και το τέλος του Οκτώβρη καθώς τους υπόλοιπους μήνες λόγω των φυσικών βροχοπτώσεων και της μείωσης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας οι αντλίες δεν λειτουργούν συνέχεια και επομένως η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι συγκριτικά χαμηλότερη. Επειδή λοιπόν η ζήτηση σε νερό για την άρδευση των καλλιεργούμενων εκτάσεων δεν είναι σταθερή κατά την διάρκεια του έτους, το Φ/Β σύστημα αναλύθηκε και υπολογίστηκε σε μηνιαία βάση.



#### 5.4.2.2 Προσδιορισμός της βέλτιστης κλίσης και προσανατολισμού

Η απόδοση ενός Φ/Β πλαισίου επηρεάζεται από τον προσανατολισμό του, την γωνία κλίσης του με το οριζόντιο επίπεδο και το αζιμούθιο. Αυτό συμβαίνει διότι και οι τρεις αυτές παράμετροι αλλάζουν την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που προσλαμβάνεται από την επιφάνεια του Φ/Β πλαισίου. Η κλίση του πλαισίου εκφράζεται με τη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο της επιφάνειας του Φ/Β πλαισίου και το οριζόντιο επίπεδο, ενώ το αζιμούθιο σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κεκλιμένης πλευράς του πλαισίου και τον τοπικό μεσημβρινό Βορρά-Νότου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1. Η γωνία  $\theta = 0^\circ$  αντιστοιχεί σε τοποθέτηση του πλαισίου προς τον Νότο, η γωνία  $\theta = 90^\circ$  προς τη Δύση, η γωνία  $\theta = -180^\circ$  προς τον Βορρά και η γωνία  $\theta = -90^\circ$  προς την Ανατολή. Στο βόρειο ημισφαίριο τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται προς τον Νότο ( $\theta = 0^\circ$ ).



Σχήμα 5.1: Κλίση και αζιμούθια γωνία ([www.novelworks.gr](http://www.novelworks.gr)).

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι στο μέγιστό της όταν το ηλιακό πάνελ βλέπει άμεσα τον ήλιο όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2: Ιδανική γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας

([www.uenergysolar.co.uk](http://www.uenergysolar.co.uk)).

Εφόσον η πορεία του ήλιου αλλάζει τόσο με την ώρα της ημέρας όσο και με την ημέρα του έτους, αποδεικνύεται πως για να παράγει ένα πλαίσιο την μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να είναι σε θέση να περιστρέφεται ώστε να μπορεί να ακολουθεί την τροχιά του ήλιου και να είναι συνεχώς κάθετο στην κατεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας. Πρακτικά, η μηχανική πολυπλοκότητα και το κόστος ενός μηχανισμού που θα επέτρεπε την κίνηση των πλαισίων σύμφωνα με τον παραπάνω τρόπο, καθιστά εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή την εφαρμογή του. Συνεπώς στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται με σταθερή γωνία κλίσης.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου και την επιθυμητή περίοδο λειτουργίας του συστήματος. Πιο αναλυτικά, η βέλτιστη γωνία κλίσης των Φ/Β πλαισίων είναι ίση με:

- $\alpha = \varphi$  για όλη τη διάρκεια του χρόνου
- $\alpha = \varphi + 15^\circ$  για καλύτερη απόδοση το χειμώνα
- $\alpha = \varphi - 15^\circ$  για καλύτερη απόδοση το καλοκαίρι

Για την επιλογή της βέλτιστης κλίσης συλλέχθηκαν δεδομένα για την μηνιαία ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας για διάφορες κλίσεις κοντά στην περιοχή του Γερανίου όπου βρίσκεται το αντλιοστάσιο και συγκεκριμένα στην Σούδα (35,5 B, 24,2 A, 146m) από το λογισμικό RETScreen το οποίο είναι ένα λογισμικό 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 βασισμένο στο excel που δημιουργήθηκε από την κυβέρνηση του Καναδά και διατίθεται δωρεάν.

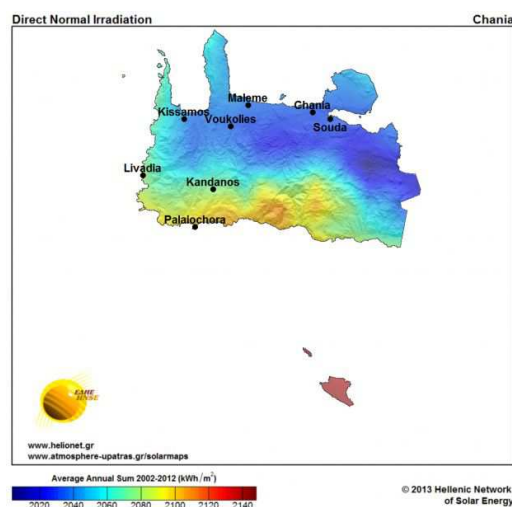
### **5.4.3 Κλιματικές συνθήκες της περιοχής**

#### **5.4.3.1 Ηλιακό δυναμικό**

Για την διαστασιολόγηση του Φ/Β συστήματος συλλέχθηκαν δεδομένα από το λογισμικό RETScreen και για την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια καθώς η απόδοση του συστήματος επηρεάζεται από τις τοπικές καιρικές συνθήκες, δηλαδή από το διαθέσιμο ηλιακό δυναμικό της κάθε περιοχής, την θερμοκρασία, την ύπαρξη

συννεφιάς, τη ταχύτητα του ανέμου κ.α. Επιπλέον, η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία καθορίζει το μέγεθος του συστήματος καθώς χαμηλές τιμές της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας οδηγούν σε σύστημα μεγαλύτερου μεγέθους για το ίδιο ποσό παραγόμενης ενέργειας. Ως εκ τούτου, η ηλιακή ακτινοβολία είναι μεγάλης σημασίας για την παραγόμενη ενέργεια στην έξοδο του Φ/Β συστήματος. Επιπλέον, κατά τον σχεδιασμό του Φ/Β συστήματος λήφθηκε υπόψη ότι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας μεταβάλλεται κατά την διάρκεια του χρόνου ενώ η προσλαμβανόμενη ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει ανάλογα με την κλίση των Φ/Β συλλεκτών.

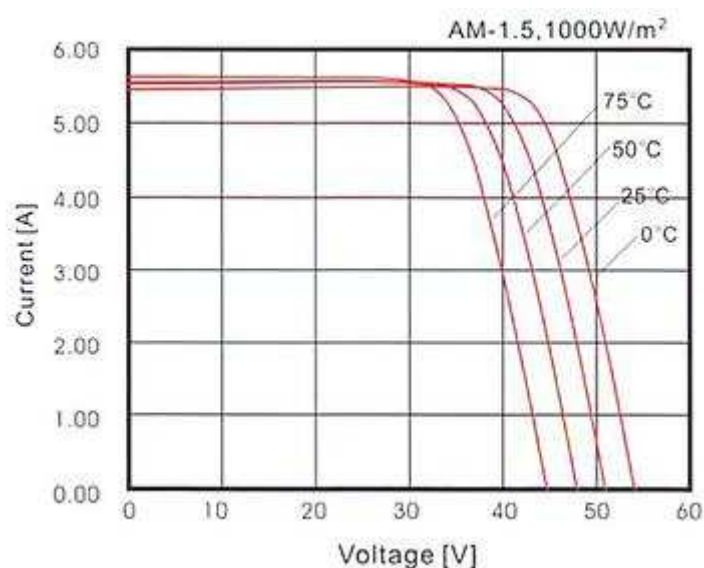
Το ηλιακό δυναμικό των Χανίων παρουσιάζεται εξαιρετικά πλούσιο καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, καθώς η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο φτάνει τις  $1.800\text{kWh/m}^2$  ενώ οι ετήσιες συνολικές ώρες ηλιοφάνειας τις 2.809 ώρες. Στο Σχήμα 5.3 φαίνεται μια σχηματική άποψη των Χανίων με τις περιοχές στις οποίες συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας σε ( $\text{kWh/m}^2$ ).



**Σχήμα 5.3: Το ηλιακό δυναμικό της Κρήτης (www.helionet.gr).**

### 5.4.3.2 Θερμοκρασία

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος μπορεί να μεταβάλλει αξιοσημείωτα την απόδοση ενός Φ/Β πλαισίου είναι η θερμοκρασία των Φ/Β στοιχείων του. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απολαβής λήφθηκε υπόψη το γεγονός ότι οι υψηλές θερμοκρασίες συντελούν αρνητικά στην παραγωγή ενέργειας αφού η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί στην μείωση της διαφοράς δυναμικού του Φ/Β στοιχείου. Ως γενικός κανόνας στους υπολογισμούς των Φ/Β εγκαταστάσεων, λαμβάνεται συνήθως η αύξηση της θερμοκρασίας του Φ/Β πλαισίου κατά 30°C από αυτή του περιβάλλοντος. Αυτή η αρνητική επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας στην αποδιδόμενη μέγιστη ισχύ φαίνεται στην χαρακτηριστική του Σχήματος 5.4.



Σχήμα 5.4: Καμπύλη ισχύος Φ/Β: Επίδραση της θερμοκρασίας στην μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ του Φ/Β κελιού ([www.lmco.gr](http://www.lmco.gr)).

#### 5.4.4 Διαστασιολόγηση της Φ/Β γεννήτριας

Με βάση τα δεδομένα για την μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία και την τυπική μέση κατανάλωση του αντλιοστασίου, έγινε ο υπολογισμός της ποσότητας των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν στο αντλιοστάσιο.

##### 5.4.4.1 Υπολογισμός δυνατότητας παραγόμενης ενέργειας

Η σχέση ανάμεσα στην ονομαστική ισχύ του Φ/Β πλαισίου και της ηλιακής ακτινοβολίας σε πρότυπες συνθήκες δοκιμής (STC: 1.000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM=1,5) περιγράφεται από την μαθηματική εξίσωση:

$$W_p (kW_p) = G_t (kW / m^2) \times A (m^2) \times \eta_{PV} \quad (1)$$

όπου,

$G_t$  = η ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην κεκλιμένη επιφάνεια των πλαισίων,

$A$  = η συνολική επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων,

$\eta_{PV}$  = η απόδοση των Φ/Β πλαισίων σε πρότυπες συνθήκες δοκιμής (STC: 1000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM=1,5).

Η εξίσωση (1) μπορεί να ξαναγραφτεί ως εξής:

$$W_p (kW_p) = 1 (kW / m^2) \times A (m^2) \times \eta_{PV} \quad (2)$$

ενώ η απαιτούμενη συνολική επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων που θα μας δώσει την ζητούμενη ηλεκτρική ενέργεια υπολογίστηκε από την εξίσωση:

$$A(m^2) = \frac{E(kWh)}{G_t(kWh / m^2) \times n_{PV} \times PR \times n_{inv}} \quad (3)$$

όπου:

$E$  = η μέση μηνιαία ηλεκτρική κατανάλωση του αντλιοστασίου,

$G_t$  = η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην κεκλιμένη επιφάνεια των πλαισίων,

$n_{PV}$  = η απόδοση των Φ/Β πλαισίων σε πρότυπες συνθήκες δοκιμής (STC: 1.000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM=1,5),

$PR$  = ποσοστό απόδοσης (Performance Ratio), συντελεστής απόδοσης λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας, της σκόνης, της διακύμανσης της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της μάζας του αέρα και της ύπαρξης σύννεφων, λόγω απωλειών καλωδίωσης και της αναντιστοιχίας μεταξύ του κινητήρα και των Φ/Β πλαισίων (συμβατική τιμή = 0,80),

$n_{inv}$  = ο βαθμός απόδοσης του μετατροπέα (συμβατική τιμή = 0,90).

Με αντικατάσταση της επιφάνειας  $A$  από τον τύπο (3) στον τύπο της ισχύος (2) προκύπτει τελικά ότι η απαιτούμενη ισχύς είναι:

$$W_p(kW_p) = 1(kW / m^2) \times \frac{E(kWh)}{G_t(kWh / m^2) \times n_{inv} \times PR} \quad (4)$$

Τέλος, ο τύπος που περιγράφει την εξερχόμενη ηλεκτρική ενέργεια η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με το επίπεδο της ηλιακής ακτινοβολίας είναι:

$$E(kWh) = G_t(kWh / m^2) \times A(m^2) \times n_{PV} \times PR \times n_{inv} \quad (5)$$

όπου:

$G_t$  = η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην κεκλιμένη επιφάνεια των πλαισίων,

$A$  = η συνολική επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων,

$\eta_{PV}$  = η απόδοση των Φ/Β πλαισίων σε πρότυπες συνθήκες δοκιμής (STC: 1.000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM=1,5),

PR = ποσοστό απόδοσης (Performance Ratio), συντελεστής απόδοσης λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας, της σκόνης, της διακύμανσης της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της μάζας του αέρα και της ύπαρξης σύννεφων, λόγω απωλειών καλωδίωσης και της αναντιστοιχίας μεταξύ του κινητήρα και των Φ/Β πλαισίων (συμβατική τιμή = 0,80),

$\eta_{inv}$  = βαθμός απόδοσης μετατροπέα (συμβατική τιμή = 0,90).

#### 5.4.4.2 Υπολογισμός επιφάνειας κάλυψης

Παρότι η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι εξαιρετικά αποδοτική, απαιτείται μεγάλη επιφάνεια για την τοποθέτηση των συλλεκτών, ώστε να επιτευχθεί πλήρης κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια για την λειτουργία του αντλιοστασίου. Καθίσταται, λοιπόν, σαφές ότι η διαθέσιμη επιφάνεια στο εκάστοτε αντλιοστάσιο αποτελεί την βασική παράμετρο που θα διαμορφώσει τα αποτελέσματα, ενώ αντίστοιχα ο τύπος των Φ/Β γεννητριών διαμορφώσει την τελική ισχύ του συστήματος και τον αριθμό των Φ/Β πλαισίων της κάθε επέμβασης.

Ως χώρος στον οποίο θα μπορούσαν να εγκατασταθούν τα Φ/Β πλαίσια επιλέχθηκε αυτός πάνω από την επιφάνεια των δύο υπάρχουσών δεξαμενών στον

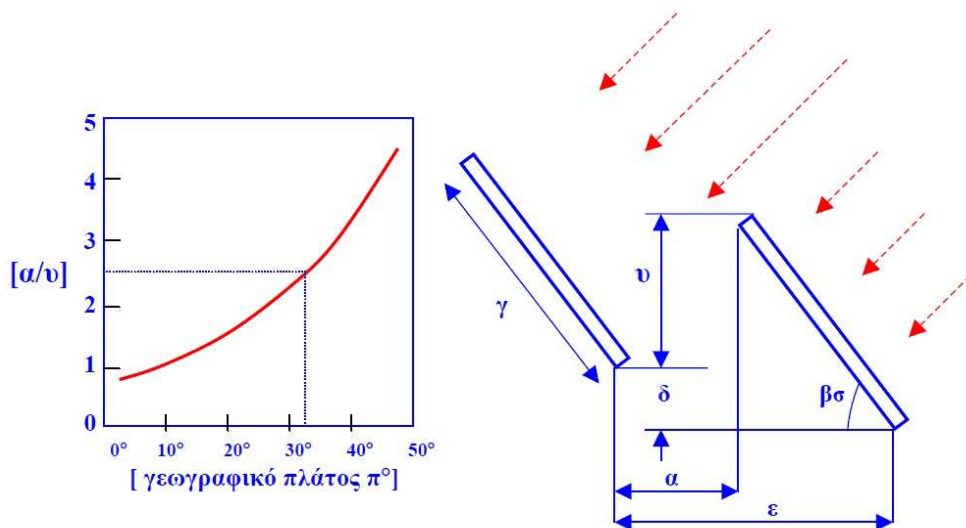


περιβάλλοντα χώρο του αντλιοστασίου διαμέτρου 33m εκάστη με μια κατάλληλη κατασκευή στήριξης. Επομένως, η διαθέσιμη επιφάνεια υπολογίστηκε ίση με την επιφάνεια των δύο δεξαμενών:

$$A = 2 \times \pi \times (d/2)^2 \quad (6)$$

Στους υπολογισμούς λήφθηκε υπόψη και ο απαιτούμενος ελεύθερος χώρος που θα πρέπει να υπάρχει ανάμεσα στις σειρές των Φ/Β συστοιχιών ώστε να αποφύγουμε την σκίαση από την μια σειρά στην άλλη.

Η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση  $\varepsilon$  ανάμεσα στις σειρές των Φ/Β συστοιχιών υπολογίστηκε σύμφωνα με τις παρακάτω μαθηματικές εξισώσεις και με την βοήθεια του Σχήματος 5.5.



**Σχήμα 5.5: Υπολογισμός απαιτούμενης απόστασης μεταξύ δύο σειρών Φ/Β συστοιχιών (Καγκαράκης, 1992).**

Η επικάλυψη  $u$  του ύψους της κατασκευής στήριξης υπολογίστηκε από την εξίσωση:

$$v = \gamma \cdot \eta \mu \beta_{\sigma} - \delta \quad (7)$$

όπου:

$\gamma(m)$ = το μήκος των Φ/Β πλαισίων,

$\beta(^{\circ})$ = η γωνία κλίσης των Φ/Β πλαισίων,

$\delta(m)$ = η υψομετρική διαφορά μεταξύ των στηριγμάτων δύο σειρών Φ/Β πλαισίων ( $\delta = 0$  για στήριξη στο ίδιο επίπεδο).

Η ελεύθερη απόσταση  $\alpha$  μεταξύ δύο γειτονικών σειρών Φ/Β πλαισίων υπολογίστηκε ως εξής: Η ελεύθερη απόσταση  $\alpha$  προκύπτει από τον λόγο  $\alpha/u$ , τον οποίον υπολογίζουμε από το Σχήμα 5.7.

Για τις ανάγκες των υπολογισμών λήφθηκε υπόψη η δυσμενέστερη περίπτωση κλίσης των συλλεκτών ( $45^{\circ}$ ) οπότε ο λόγος της ελεύθερης απόστασης προς το ύψος της στήριξης ( $\alpha/u$ ) λήφθηκε ίσος με 2,2.

$$\alpha = 2,2 \cdot v \quad (8)$$

Τέλος, η ελάχιστη απόσταση  $\varepsilon$  μεταξύ των δύο γειτονικών σειρών Φ/Β πλαισίων υπολογίστηκε από την παρακάτω εξίσωση:

$$\varepsilon = \alpha + \gamma \cdot \sigma \nu \beta_{\sigma} \quad (9)$$

όπου:

$\gamma(m)$ : το μήκος των Φ/Β πλαισίων,

$\beta(^{\circ})$ : η γωνία κλίσης των Φ/Β πλαισίων,

$a(m)$ : η ελεύθερη απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών Φ/Β πλαισίων.

Επομένως η πραγματική συνολική επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων υπολογίστηκε τελικά από την εξίσωση:

$$x = \frac{A_{ολ} \cdot \gamma}{\varepsilon} \quad (10)$$

ενώ ο αριθμός των Φ/Β πλαισίων υπολογίστηκε διαιρώντας την διαθέσιμη επιφάνεια με την επιφάνεια του κάθε Φ/Β πλαισίου.

$$\text{Αριθμός Πλαισίων} = \frac{A_{ολ}}{A_{\text{πλαίσιου}}} \quad (11)$$

#### 5.4.4.3 Σενάρια κάλυψης της ζήτησης του αντλιοστασίου

Για την εκτίμηση της ποσότητας των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν στο αντλιοστάσιο, με βασικό κριτήριο τον διαθέσιμο χώρο του αντλιοστασίου, θεσπίστηκαν σενάρια τα οποία διαφοροποιούνται ως προς την ισχύ των Φ/Β πλαισίων και την αντίστοιχη απαιτούμενη από αυτά επιφάνεια. Υπό αυτές τις προϋποθέσεις εξετάστηκε ποιο είναι το ύψος ισχύος του Φ/Β συστήματος που μπορεί να ενσωματωθεί στο αντλιοστάσιο το οποίο καθιστά το έργο βιώσιμο.

Για τις ανάγκες των υπολογισμών επιλέχθηκε ένας τύπος Φ/Β πλαισίων του οποίου τα τεχνικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-3. Τα κριτήρια για την επιλογή των Φ/Β πλαισίων ήταν κατά κύριο λόγο η απόδοσή του, η επιφάνεια που καταλαμβάνει (εφόσον μας ενδιαφέρει η καλύτερη αξιοποίηση του

χώρου) αλλά και το κόστος του. Ο τύπος του Φ/Β πλαισίου που επιλέξαμε είναι της εταιρίας Suntech: STP310.

Πίνακας 5-3: Τεχνικά χαρακτηριστικά του Φ/Β πλαισίου όπως δίνονται από τον κατασκευαστή ([www.suntech-power.com](http://www.suntech-power.com)).

Μοντέλο	STP310
Τύπος	Πολύ-κρυσταλλικό
Ονομαστική ισχύς (Pmax)	310 W
Απόδοση	16,00 %
Τάση στη μέγιστη ισχύ (Vmp)	36,50 V
Ρεύμα στη μέγιστη ισχύ (Imp)	8,50 A
Τάση ανοιχτοκύκλωσης (Voc)	44,90 V
Ρεύμα βραχυκύκλωσης (Isc)	8,96 A
Διαστάσεις	1.956 × 992 × 40 mm

Το συγκεκριμένο Φ/Β πλαίσιο παρά την σχετικά υψηλή τιμή του χαρακτηρίζεται από υψηλή τιμή ισχύος με αποτέλεσμα να μην δεσμεύεται πολύς χώρος από το Φ/Β σύστημα.

## **5.5 Οικονομική ανάλυση**

Η οικονομική βιωσιμότητα ενός ενεργειακού επενδυτικού σχεδίου αποτελεί σημαντικό παράγοντα ο οποίος θα επηρεάσει την απόφαση των ενδιαφερόμενων μερών για επένδυση ή μη στην Φ/Β τεχνολογία. Στην υποενότητα αυτή αναλύεται σε συντομία το έργο υπολογίζοντας την δυνητική εξοικονόμηση χρημάτων από την ενσωμάτωση του Φ/Β συστήματος στο αντλιοστάσιο και τον χρόνο αποπληρωμής του έργου.

### **5.5.1 Υπολογισμός εξοικονόμησης χρημάτων**

Για τον υπολογισμό της δυνητικής εξοικονόμησης ενέργειας από την ενσωμάτωση του Φ/Β συστήματος στην λειτουργία του αντλιοστασίου, δόθηκε πρόσβαση από τον ΟΑΚ ΑΕ στους λογαριασμούς της ΔΕΗ για το έτος 2014. Η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μαζί με την αντίστοιχη μέση τιμή χρέωσης της ενέργειας και την συνολική αξία της κατανάλωσης ρεύματος με βάση τους λογαριασμούς της ΔΕΗ καταγράφηκαν και πινακοποιήθηκαν.

Η δυνητική εξοικονόμηση χρημάτων υπολογίστηκε με βάση την μέση μηνιαία τιμή χρέωσης της kWh με τον τρέχων συμβατικό τρόπο λειτουργίας του αντλιοστασίου και την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το Φ/Β σύστημα και εφαρμόστηκε για τα σενάρια που εξετάστηκαν παραπάνω.

### 5.5.2 Ανάλυση αποπληρωμής της επένδυσης

Η αποπληρωμή της επένδυσης εκφράζει σε πόσο χρόνο θα πάρουν πίσω τα κεφάλαια που έβαλαν οι ίδιοι στην επένδυσή τους και υπολογίζεται ως το κέρδος προς τα ίδια κεφάλαια της επιχείρησης.

Το συνολικό κόστος της επένδυσης αναλύεται στα εξής δύο κόστη:

- Πάγια Έξοδα: Τα κόστη τα οποία εμφανίζονται μια φορά συνήθως στην αρχή του έργου και επιβαρύνουν την υλοποίηση του έργου.

Μια γενική ενδεικτική τιμή για ένα σταθερό Φ/Β σύστημα στην Ελληνική αγορά κυμαίνεται από 2.000€ έως 3.000€ ανά εγκατεστημένο kW. Φυσικά η αναλογία τιμή/kW μειώνεται όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της εγκατάστασης. Για τις ανάγκες της εργασίας υποθέσαμε την τιμή των 2.000€ ανά εγκατεστημένο kW. Το κόστος αυτό είναι ενδεικτικό αλλά πλησιάζει την εικόνα της αγοράς.

- Λειτουργικά Έξοδα: Τα περιοδικά κόστη (μηνιαίως, εξαμηνιαίως, κλπ) τα οποία συμβάλλουν στην εύρυθμη και αδιάλειπτη συνέχεια της επένδυσης ώστε αυτή να αποδίδει.

Από την στιγμή της έναρξης λειτουργίας του Φ/Β συστήματος, το ετήσιο κόστος λειτουργίας είναι πολύ χαμηλό και αποτελεί το 1% του συνολικού κόστους της επένδυσης (από 0,5-1,5% συγκεκριμένα) και περιορίζεται στα εξής:

- Κόστος συντήρησης
- Κόστος ασφάλισης και φύλαξης
- Κόστη προσωπικού (π.χ επιστάτη ή περιοδικού καθαρισμού των πλαισίων)

- Διοικητικά κόστη (όπως λογιστήριο, τηλεφωνικά τέλη για αυτόματα αποστολή δεδομένων σε ΔΕΣΜΗΕ-ΔΕΗ).

## 5.6 Υπολογισμός Περιβαλλοντικού οφέλους

Τα περιβαλλοντικά οφέλη που συνδέονται με την αντικατάσταση της παραγωγής της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των αντλιοστασίων, δηλαδή με την αντικατάσταση της καύσης συμβατικού καυσίμου, κυρίως λιγνίτη και φυσικού αερίου, με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, εκτιμήθηκαν από τον προσδιορισμό της μείωσης της παραγωγής των ατμοσφαιρικών ρύπων που συνδέονται με αυτή την αντικατάσταση. Ο συντελεστής εκπομπής αερίων ρύπων για διάφορα καύσιμα που απαιτείται για τον υπολογισμό των εκπομπών δίνεται στον παρακάτω Πίνακα 5-4.

**Πίνακας 5-4: Συντελεστές εκπομπής αερίων ρύπων για διάφορα καύσιμα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, 2010).**

<b>Καύσιμο</b>	<b>CO<sub>2</sub> (g/kWh)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (g/kWh)</b>	<b>NO<sub>x</sub> (g/kWh)</b>
Πετρέλαιο Θέρμανσης	263,6	0,1	200,0
Υγραέριο	238,0	0,0	165,1
Φυσικό αέριο	196,3	0,0	152,0
Βιομάζα (τυποποιημένη ή μη)	-	-	-
Λιγνίτης	1320,0	1,2	1,0
Ηλεκτρισμός (περιοχές που είναι διασυνδεδεμένες με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)	850,0	15,5	1,2
Ηλεκτρισμός (νησιά που δεν είναι διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο)	1062,5	19,4	1,5
Θερμική ενέργεια από τηλεθέρμανση	346,6	1,5	0,6

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

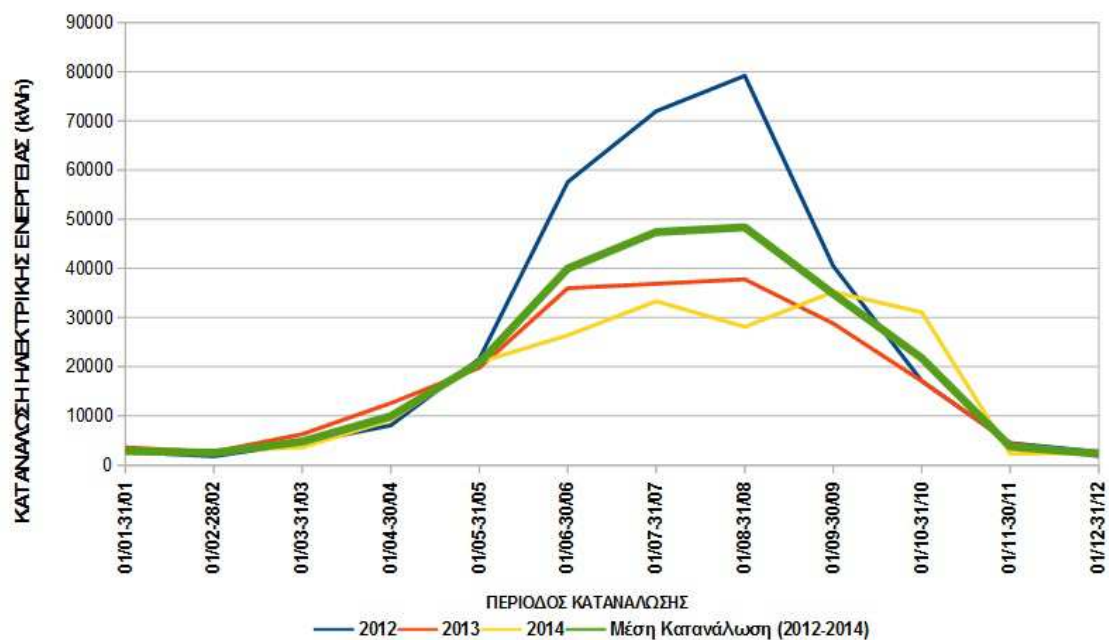
### **6.1 Ενεργειακές ανάγκες αντλιοστασίου**

Στον παρακάτω Πίνακα 6-1 παρουσιάζονται οι μηνιαίες καταναλώσεις του αντλιοστασίου για τα έτη 2012, 2013 και 2014 όπως αυτές πινακοποιήθηκαν μετά από την συγκέντρωσή τους από τον ΟΑΚ ΑΕ και στη συνέχεια παρατίθενται και σε μορφή διαγράμματος (Διαγράμματα 6.1 & 6.2) προς ευκολία παρατήρησης του ετήσιου μηνιαίου προφίλ κατανάλωσης του αντλιοστασίου.

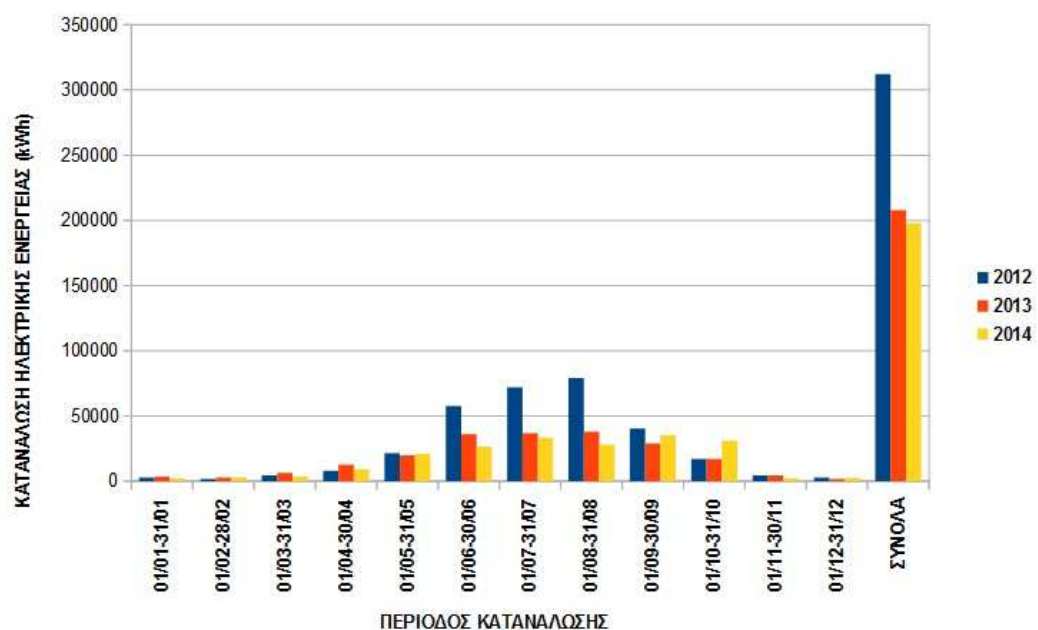


Πίνακας 6-1: Ετήσια μηνιαία και συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι.

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μάρ	Απρ	Μάι	Ιούν	Ιούλ	Αύγ	Σεπ	Οκτ	Νοέ	Δεκ	Σύνολο
Κατανάλωση 2012 (kWh)	2.700	1.800	4.500	8.100	21.600	57.600	72.000	79.200	40.500	17.100	4.500	2.700	312.300
Κατανάλωση 2013 (kWh)	3.600	2.700	6.300	12.600	19.800	36.000	36.900	37.800	28.800	17.100	4.500	1.800	207.900
Κατανάλωση 2014 (kWh)	2.369	2.935	3.633	9.174	20.949	26.405	33.348	28.133	35.242	31.085	2.306	2.486	198.064
Μέση Κατανάλωση (kWh)	2.890	2.478	4.811	9.958	20.783	40.002	47.416	48.378	34.847	21.762	3.769	2.329	239.422



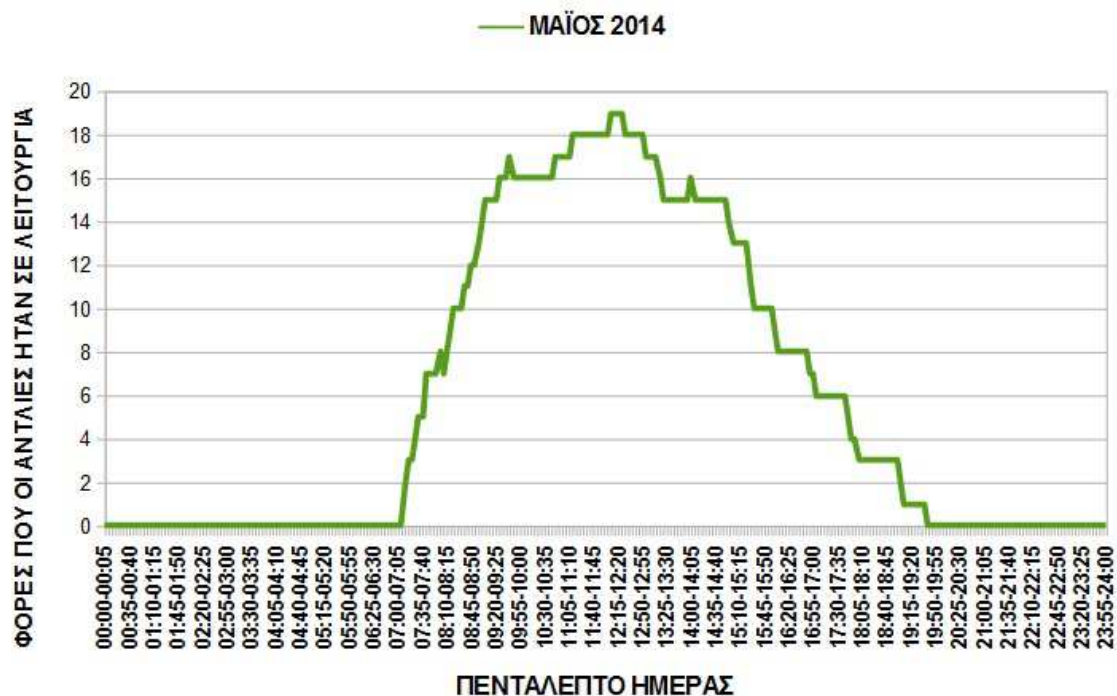
Διάγραμμα 6.1: Διακύμανση της ετήσιας μηνιαίας και της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι.



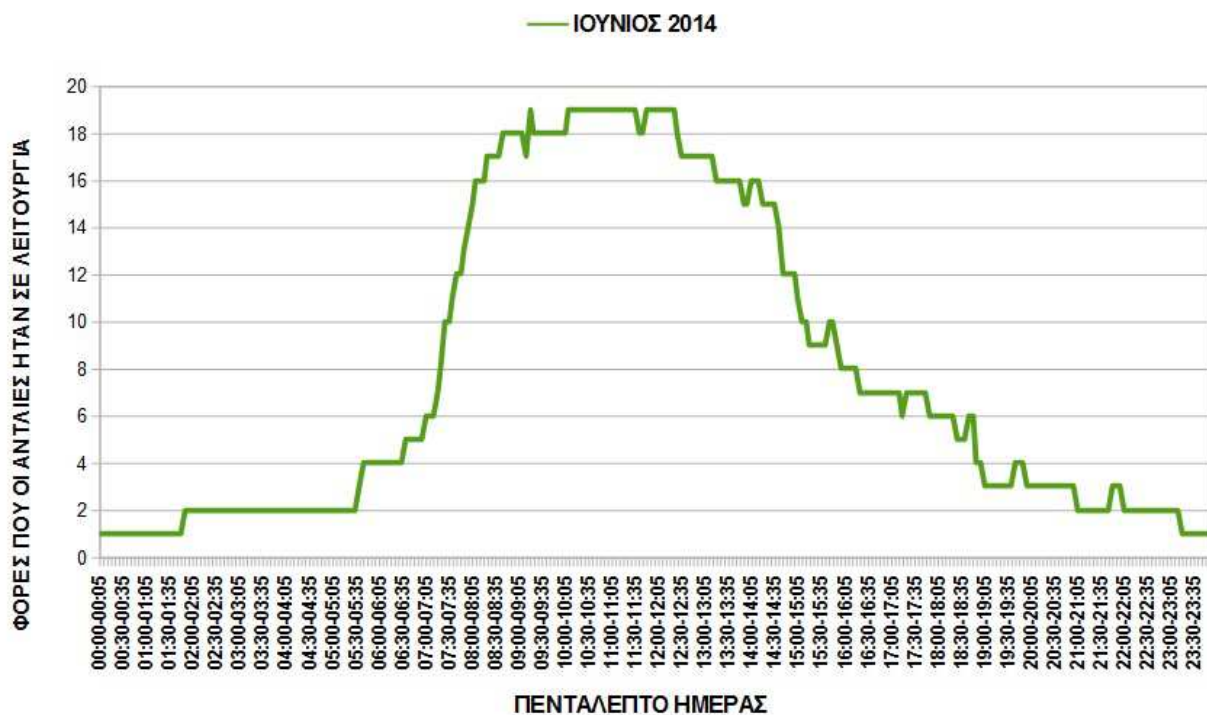
Διάγραμμα 6.2: Διακύμανση της ετήσιας μηνιαίας και της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι.

Παρατηρείται ότι αντιπροσωπευτική περίοδος άρδευσης είναι η περίοδος από τον Μάιο έως και τον Οκτώβριο καθώς κατά την περίοδο αυτή σημειώνονται οι υψηλότερες καταναλώσεις στο αντλιοστάσιο, ενώ τους υπόλοιπους μήνες οι καταναλώσεις μειώνονται σημαντικά. Η γενικότερη συμπεριφορά της διακύμανσης της κατανάλωσης είναι σχεδόν ίδια και για τα τρία εξεταζόμενα έτη ωστόσο παρατηρείται σημαντική πτώση της μέσης συνολικής κατανάλωσης από τις 312.300kWh το 2012 στις 198.064kWh το 2014, η οποία και αποτυπώνει την μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων λόγω της οικονομικής κρίσης των τελευταίων ετών. Επιπλέον, παρατηρείται μείωση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας από έτος σε έτος κατά τον μήνα Αύγουστο και αύξησή της κατά τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, έχουμε δηλαδή μια μικρή μετατόπιση της περιόδου άρδευσης.

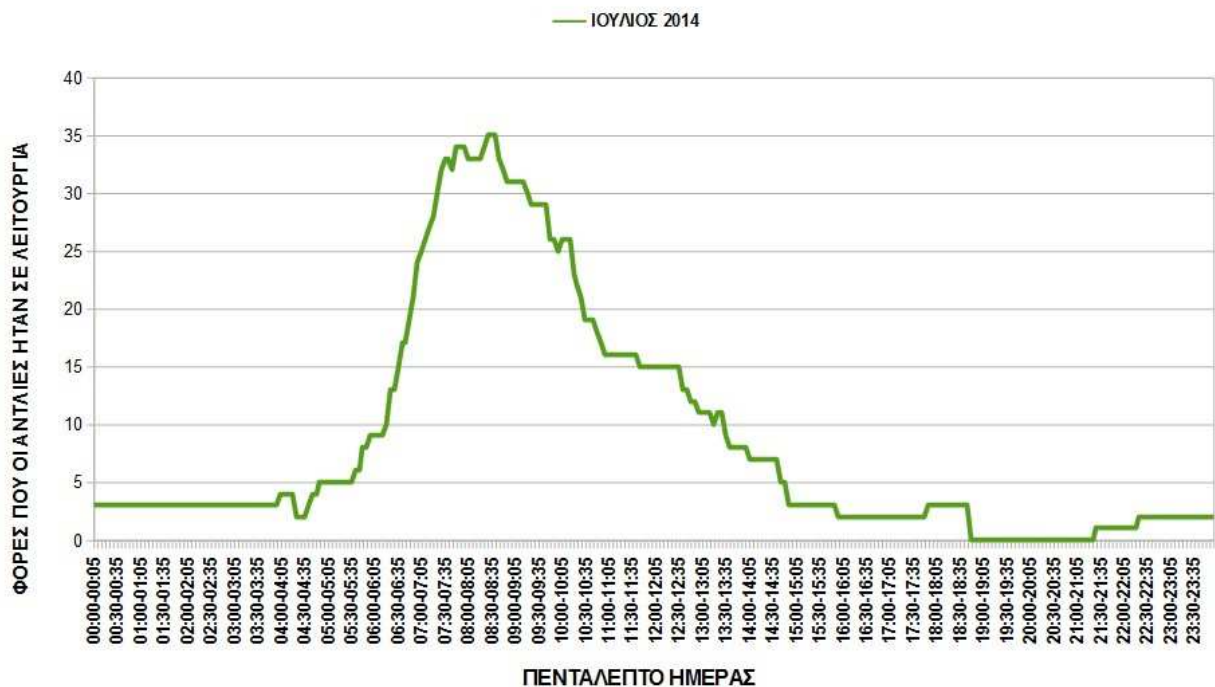
Όσον αφορά το ωριαίο προφίλ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου, τα τελικά αποτελέσματα από την επεξεργασία σε περιβάλλον excel των δεδομένων για την εκκίνηση-παύση των αντλιών ανά διάστημα πέντε λεπτών για το έτος 2014, για την διεξαγωγή της καμπύλης του ημερήσιου προφίλ λειτουργίας του αντλιοστασίου. Στα Διαγράμματα 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 και 6.7 απεικονίζεται ποια πεντάλεπτα κατά την διάρκεια της ημέρας οι αντλίες ήταν σε λειτουργία ξεχωριστά για τους μήνες Μάιο έως Σεπτέμβριο, ενώ στο Διάγραμμα 6.8 συνοψίζονται τα αποτελέσματα ώστε να μπορεί να γίνει μια σύγκριση των μηνιαίων προφίλ κατανάλωσης του αντλιοστασίου.



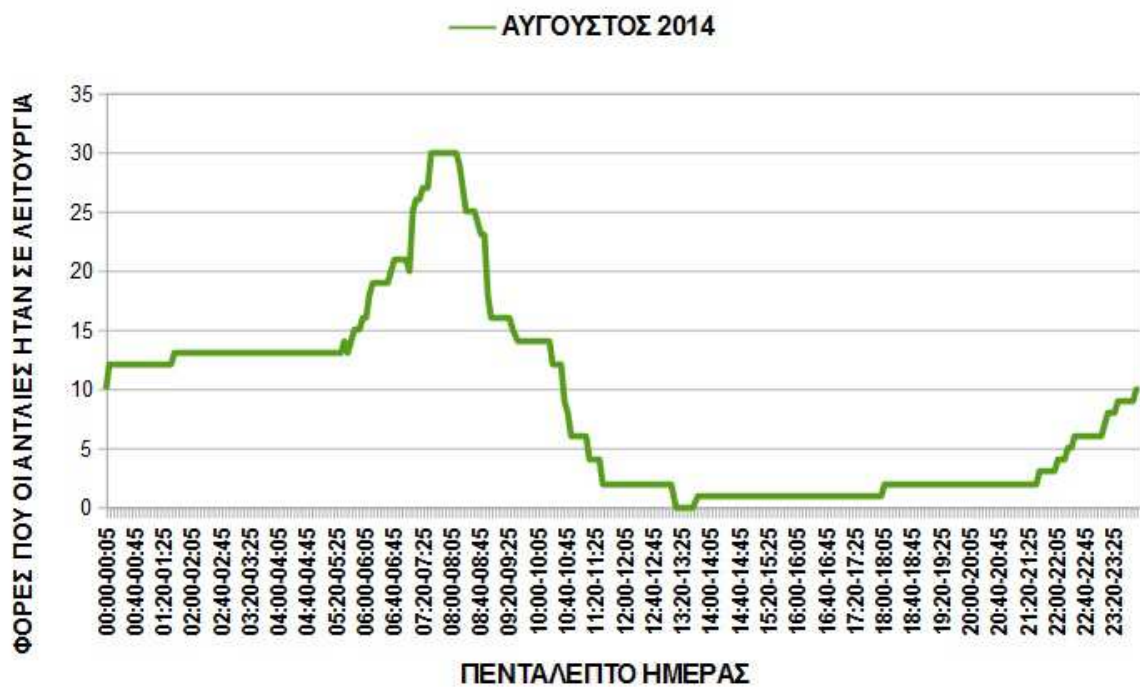
Διάγραμμα 6.3: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Μάιο.



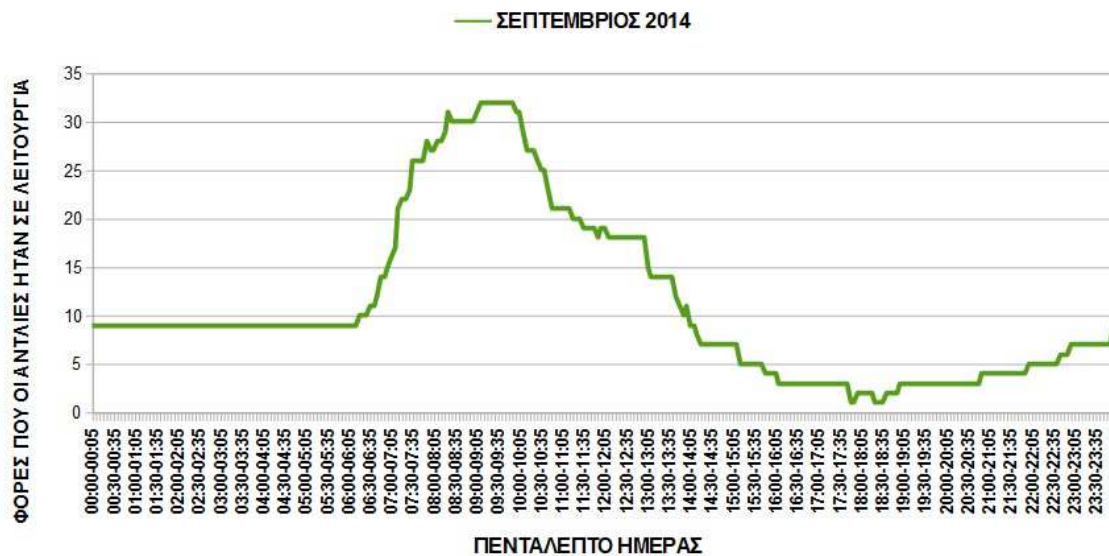
Διάγραμμα 6.4: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Ιούνιο.



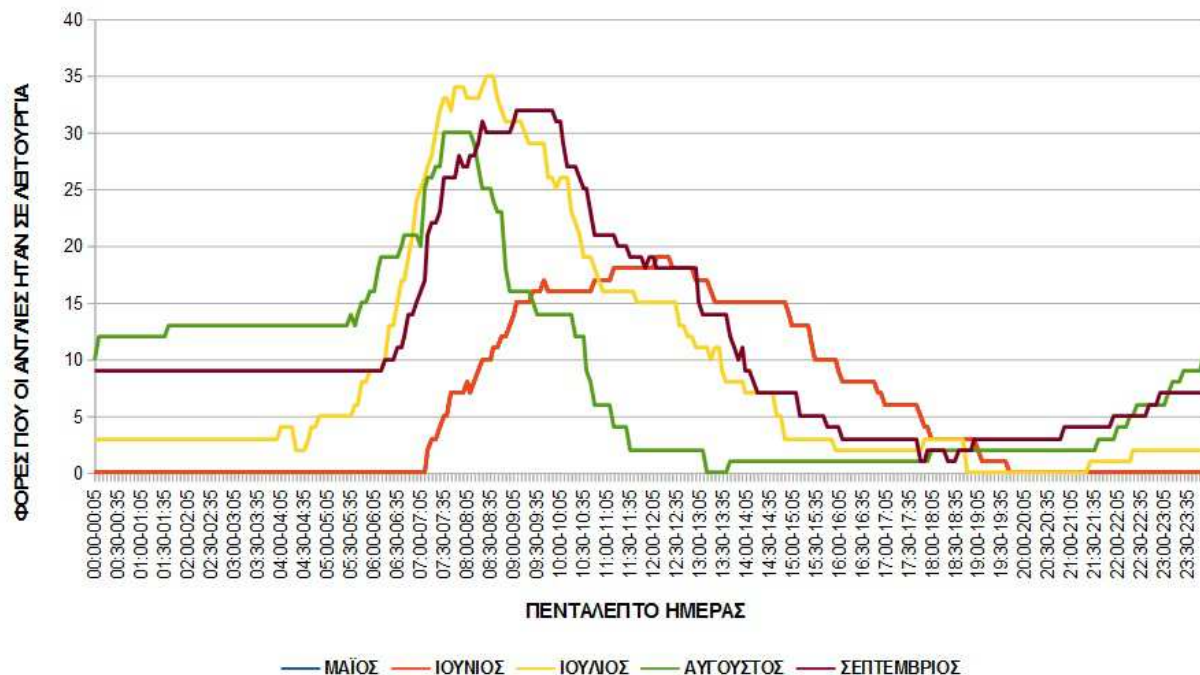
Διάγραμμα 6.5: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Ιούλιο.



Διάγραμμα 6.6: Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Αύγουστο.



**Διάγραμμα 6.7:** Προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για τον μήνα Σεπτέμβριο.



**Διάγραμμα 6.8:** Συνοπτικά αποτελέσματα του προφίλ ημερήσιας λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι.

Παρατηρούμε ότι οι τυπικές ώρες λειτουργίας του αντλιοστασίου είναι κυρίως από νωρίς το πρωί έως και νωρίς το απόγευμα ενώ κατά το μεσημέρι η λειτουργία του φτάνει το μέγιστο όπου λόγω της υψηλότερης έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν κατά τις μεσημεριανές ώρες οι ανάγκες των καλλιεργούμενων εκτάσεων σε νερό αυξάνονται.

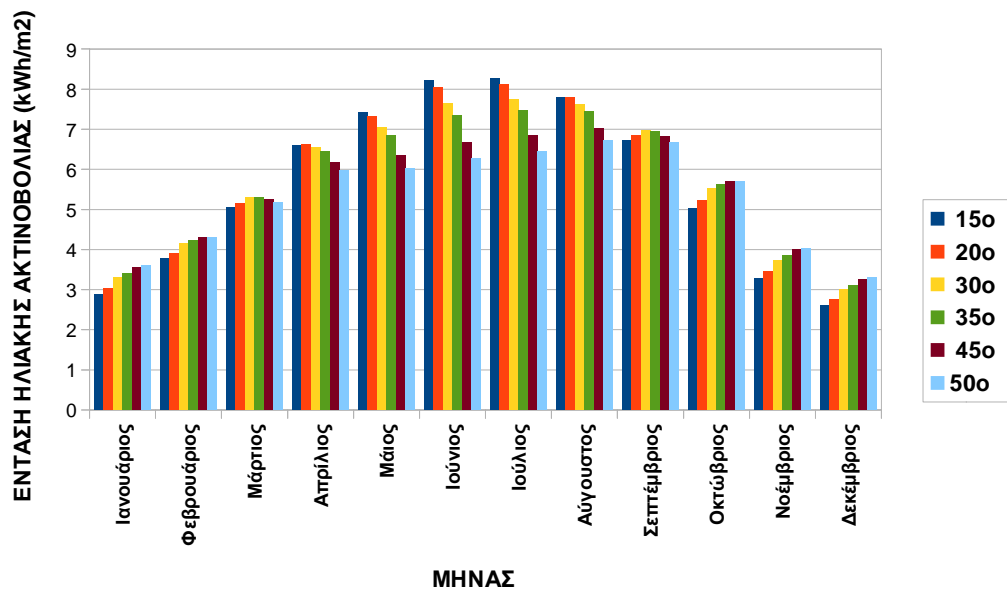
## **6.2 Αποτελέσματα διερεύνησης της βέλτιστης κλίσης**

Με βάση τα δεδομένα για την μέση μηνιαία ημερήσια διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία για τα Χανιά που λήφθηκαν από το λογισμικό RETScreen προέκυψε ο ακόλουθος Πίνακας 6-2 με τα αποτελέσματα για την μέση μηνιαία ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία για διάφορες κλίσεις των Φ/Β πλαισίων στα Χανιά με τα αντίστοιχα διαγράμματα (Διαγράμματα 6.9 & 6.10). Σημειώνεται ότι αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή της βέλτιστης κλίσης των Φ/Β πλαισίων και για τον μετέπειτα υπολογισμό των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν στο αντλιοστάσιο.

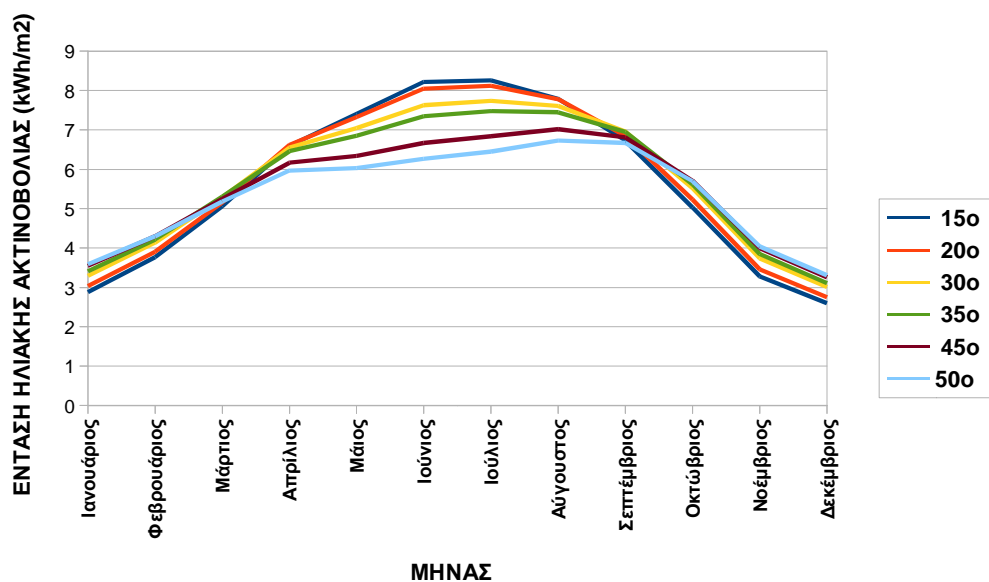
**Πίνακας 6-2: Μέση μηνιαία ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία στα Χανιά για διάφορες κλίσεις των συλλεκτών.**

<b>Μήνας</b>	<b>Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m<sup>2</sup>/ημέρα)</b>					
	Κλίση 15°	Κλίση 20°	Κλίση 30°	Κλίση 35°	Κλίση 45°	Κλίση 50°
Ιανουάριος	2,88	3,04	3,30	3,41	3,55	3,59
Φεβρουάριος	3,77	3,91	4,14	4,22	4,30	4,30
Μάρτιος	5,06	5,16	5,29	5,31	5,25	5,18
Απρίλιος	6,60	6,62	6,55	6,46	6,17	5,97
Μάιος	7,41	7,33	7,05	6,85	6,34	6,03
Ιούνιος	8,22	8,05	7,63	7,35	6,67	6,27
Ιούλιος	8,26	8,12	7,74	7,48	6,84	6,45
Αύγουστος	7,79	7,78	7,61	7,45	7,02	6,73
Σεπτέμβριος	6,73	6,85	6,96	6,95	6,81	6,67
Οκτώβριος	5,03	5,23	5,52	5,62	5,71	5,70
Νοέμβριος	3,28	3,46	3,74	3,85	4,00	4,04
Δεκέμβριος	2,60	2,75	3,01	3,11	3,26	3,31





Διάγραμμα 6.9: Σύγκριση της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά για διάφορες κλίσεις των Φ/Β συλλεκτών.



Διάγραμμα 6.10: Σύγκριση της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά για διάφορες κλίσεις των Φ/Β συλλεκτών.

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 6-2 αλλά και από τα Διαγράμματα 6.9 και 6.10, η κλίση  $15^\circ$  πλεονεκτεί για τους καλοκαιρινούς μήνες (Απρίλιο έως Αύγουστο) καθώς σε αυτή τη κλίση η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η μέγιστη ενώ για τους υπόλοιπους μήνες (Ιανουάριο μέχρι Απρίλιο και Σεπτέμβριο μέχρι Δεκέμβριο) πλεονεκτεί η κλίση  $45^\circ$  καθώς η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τις υπόλοιπες κλίσεις για τους μήνες αυτούς.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η κλίση των πάνελ επιλέγεται ίση με την απόλυτη τιμή του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής καθώς αυτή είναι η κλίση στην οποία μεγιστοποιείται γενικά η ετήσια πρόσληψη της ηλιακής ακτινοβολίας ενός Φ/Β συστήματος και η οποία πλεονεκτεί δηλαδή για τα συστήματα που λειτουργούν καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Ωστόσο, επειδή η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στα αντλιοστάσια παρατηρείται τους καλοκαιρινούς μήνες, η μείωση της κλίσης κατά  $15^\circ$  από αυτή του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής θα μεγιστοποιήσει την πρόσληψη της ηλιακής ακτινοβολίας του Φ/Β συστήματος που χρησιμοποιείται κυρίως το καλοκαίρι καθώς η επιφάνεια των πάνελ σε αυτήν την κλίση είναι κάθετη στην κατεύθυνση των ακτινών του ήλιου. Αντίστοιχα, τους χειμερινούς μήνες η αύξηση της κλίσης κατά  $15^\circ$  από αυτή του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής αυξάνει την λαμβανόμενη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στα Φ/Β πλαίσια. Επομένως, επιλέγουμε μια κατασκευή στήριξης με έναν κατάλληλο μηχανισμό ώστε να αλλάζει η κλίση των πάνελ δύο φορές τον χρόνο, να ρυθμίζεται δηλαδή μια φορά τον Απρίλιο στις  $15^\circ$  και μια στις  $45^\circ$  τον Σεπτέμβριο ώστε σε κάθε περίπτωση οι ακτίνες του ήλιου να προσπίπτουν όσο πιο κάθετα γίνεται πάνω στις επιφάνειες των συλλεκτών.

Με βάση τα δεδομένα για την μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία του Πίνακα 6-2 δημιουργήθηκε ο Πίνακας 6-3 στον οποίο παρουσιάζεται η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία η οποία υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας την μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία, όπως αυτή προκύπτει από τον Πίνακα 6-2 για τις κλίσεις 15° και 45°, με τις αντίστοιχο αριθμό ημερών του κάθε μήνα.

**Πίνακας 6-3: Αποτελέσματα υπολογισμού της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά.**

<b>Μήνας</b>	<b>Ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m<sup>2</sup>/ημέρα)</b>	<b>x</b>		<b>Ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m<sup>2</sup>)</b>
Ιανουάριος	3,55	x	31	= 110,05
Φεβρουάριος	4,30	x	28	= 120,40
Μάρτιος-	5,25	x	31	= 162,75
Απρίλιος	6,60	x	30	= 198,00
Μάιος	7,41	x	31	= 229,71
Ιούνιος	8,22	x	30	= 246,60
Ιούλιος	8,26	x	31	= 256,06
Αύγουστος	7,79	x	31	= 241,49
Σεπτέμβριος	6,81	x	30	= 204,30
Οκτώβριος	5,71	x	31	= 177,01
Νοέμβριος	4,00	x	30	= 120,00
Δεκέμβριος	3,26	x	31	= 101,06

Τα Φ/Β πλαίσια θα έχουν νότιο προσανατολισμό ώστε να εκμεταλλεύονται στο μέγιστο την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.

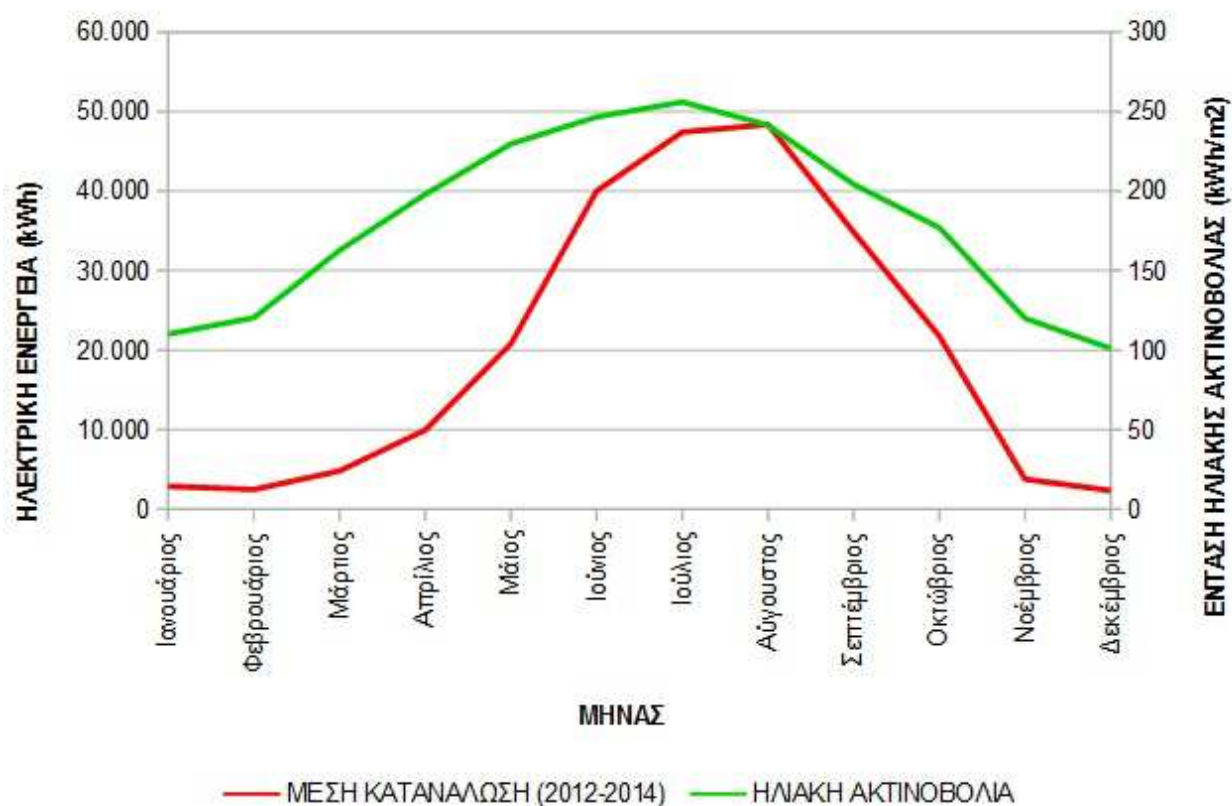
### 6.3 Αποτελέσματα διερεύνησης της σχέσης παράγωγης - ζήτησης

Έπειτα από τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν για την εύρεση της βέλτιστης κλίσης και της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και της μέσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου κατά τα έτη 2012, 2013 και 2014, προέκυψε ο ακόλουθος Πίνακας 6-4, στον οποίο συνοψίζονται ανά μήνα οι απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και η αντίστοιχη μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία, ο οποίος θα βοηθήσει στον τελικό στόχο της εργασίας, δηλαδή στην εξέταση της συμβατότητας της Φ/Β τεχνολογίας με την λειτουργία των αντλιοστασίων.

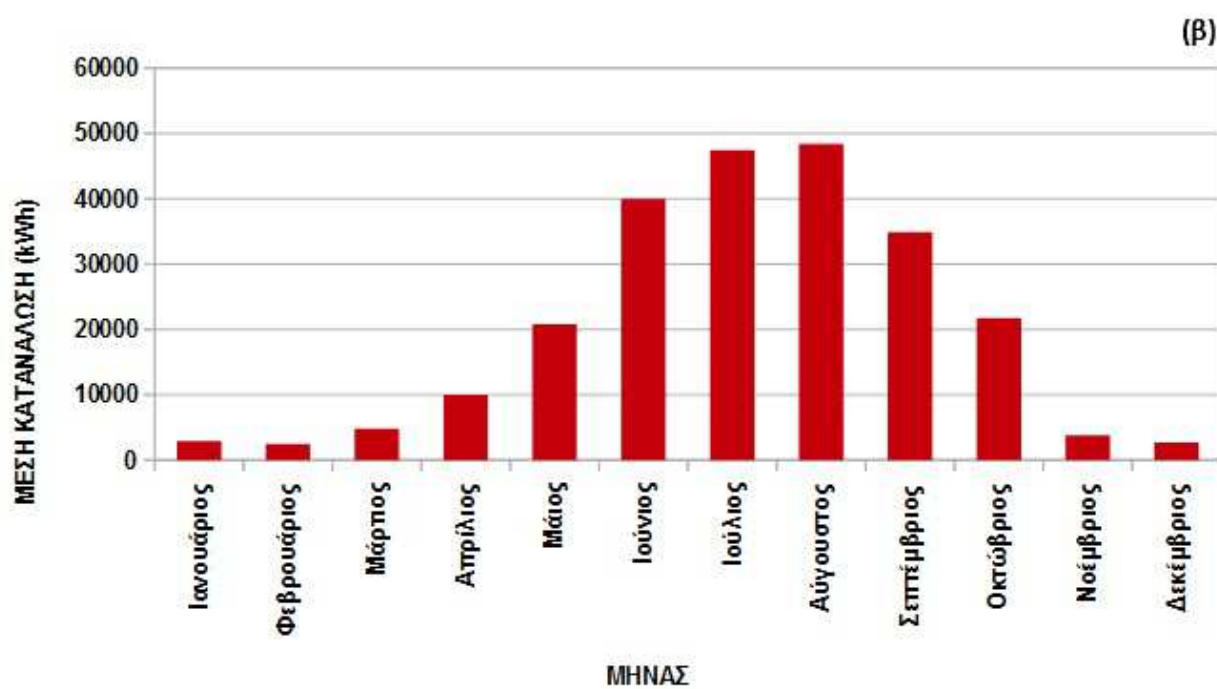
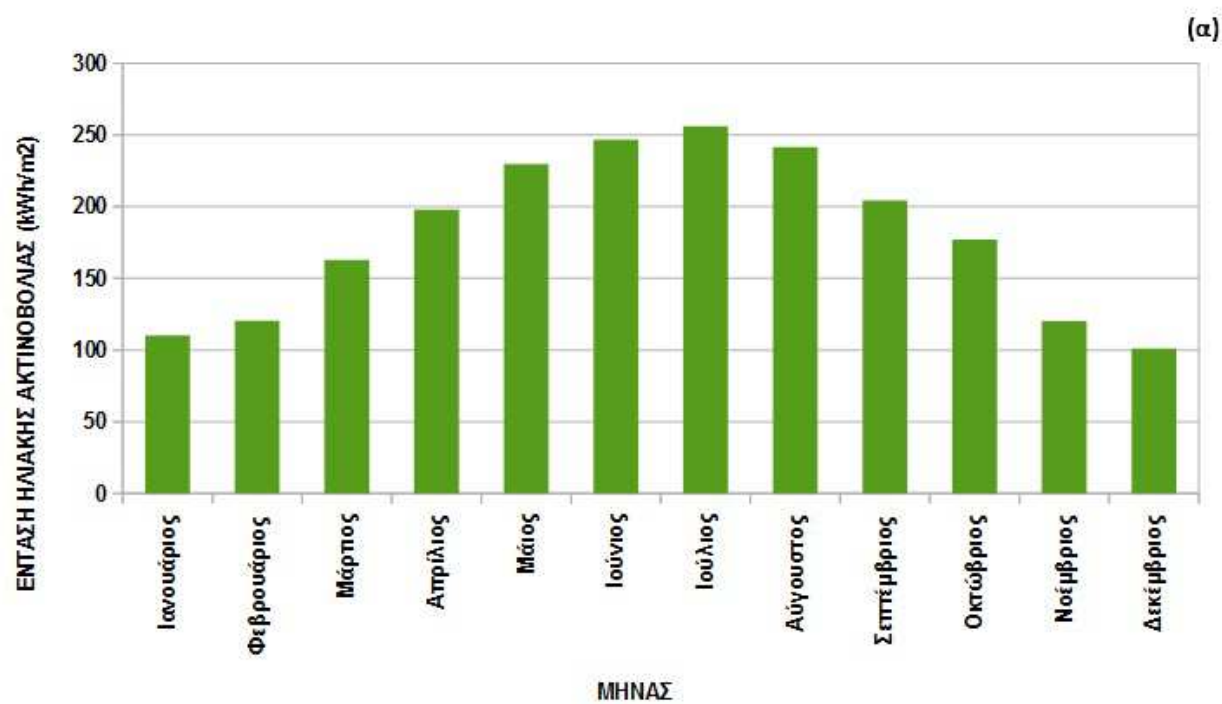
Πίνακας 6-4: Μέση κατανάλωση του αντλιοστασίου και μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία.

Μήνας	Μέση Κατανάλωση (kWh) (2012 - 2014)	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )
Ιανουάριος	2.890	110,05
Φεβρουάριος	2.478	120,40
Μάρτιος	4.811	162,75
Απρίλιος	9.958	198,00
Μάιος	20.783	229,71
Ιούνιος	40.002	246,60
Ιούλιος	47.416	256,06
Αύγουστος	48.378	241,49
Σεπτέμβριος	34.847	204,30
Οκτώβριος	21.762	177,01
Νοέμβριος	3.769	120,00
Δεκέμβριος	2.329	101,06

Στα παρακάτω Διαγράμματα 6.11 και 6.12 γίνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ της ηλιακής ακτινοβολίας και της μέσης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία του αντλιοστασίου.



**Διάγραμμα 6.11:** Σύγκριση μεταξύ της μέσης μηνιαίας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου στο Γεράνι (2012-2014) και της μηνιαίας έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά.

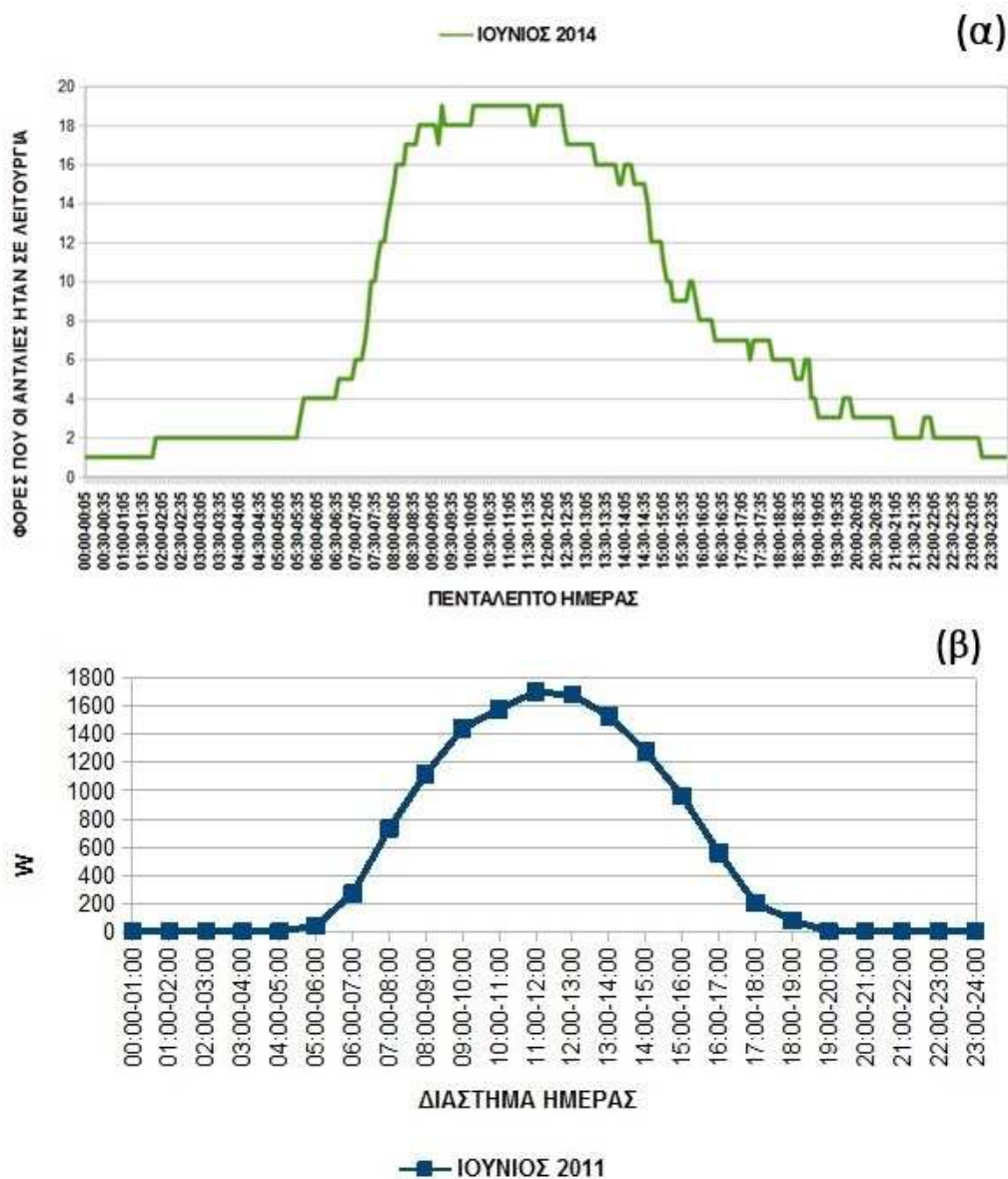


Διάγραμμα 6.12: (α) Μηνιαίο προφίλ της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στα Χανιά (β) Μέσο μηνιαίο προφίλ κατανάλωσης του αντλιοστασίου στο Γεράνι (2012-2014).

Μελετώντας τα Διαγράμματα 6.11 και 6.12 παρατηρούμε ότι η μηνιαία ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η μέση μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου ακολουθούν περίπου την ίδια συμπεριφορά. Όπως γίνεται φανερό, οι ανάγκες σε νερό για άρδευση αυξάνονται κατά τις θερμές περιόδους όπου και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η υψηλότερη (Μάιο έως Οκτώβριο) και μειώνονται τις κρύες περιόδους όταν η ηλιακή ακτινοβολία είναι λιγότερο έντονη και οι φυσικές βροχοπτώσεις είναι συχνές (Νοέμβριο έως Απρίλιο). Επομένως, υπάρχει ταυτοχρονισμός μεταξύ της ζήτησης ενέργειας για την άντληση νερού και της ικανότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ένα Φ/Β σύστημα του οποίου η παραγωγή συνδέεται άμεσα με την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία.

Παράλληλα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 6.13, παρατηρείται και ωριαία σύμπτωση μεταξύ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την άντληση νερού και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ένα Φ/Β σύστημα. Παρατηρούμε ότι ένα Φ/Β σύστημα δεν παράγει καθόλου ενέργεια νωρίς το πρωί, δεδομένου ότι η επικρατούσα ακτινοβολία είναι μικρή, όσο όμως αυξάνεται η ένταση της ακτινοβολίας αυξάνεται και η παραγωγή ενέργειας από το Φ/Β σύστημα μέχρι να φτάσει μια μέγιστη τιμή το μεσημέρι ενώ στην συνέχεια αργά το απόγευμα η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας μειώνεται δραματικά και συνεπώς και η παραγωγή ενέργειας από το Φ/Β σύστημα το οποίο παύει να λειτουργεί. Ένα παρόμοιο προφίλ ακολουθεί και η κατανάλωση του αντλιοστασίου. Οι τυπικές ώρες λειτουργίας ενός αντλιοστασίου είναι κυρίως από νωρίς το πρωί (7:00) έως νωρίς το απόγευμα (17:00). Παρατηρείται δηλαδή ωριαία σύμπτωση μεταξύ των προφίλ λειτουργίας ενός αντλιοστασίου και ενός Φ/Β συστήματος η οποία οφείλεται κυρίως στο

γεγονός ότι και η άρδευση και η παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού εξαρτώνται άμεσα από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και την θερμοκρασία.



**Διάγραμμα 6.13:** Σύγκριση (α) ωριαίου προφίλ λειτουργίας του αντλιοστασίου στο Γεράνι για μια τυπική μέρα του Ιουνίου και (β) ωριαίου προφίλ ισχύος τυπικού Φ/Β συστήματος στα Χανιά για μια τυπική μέρα του Ιουνίου (Ζαβός, 2013).



Η εποχική και η ωριαία αντιστοιχία που παρατηρείται μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας για την άντληση νερού για την άρδευση και της παραγωγής ενέργειας από ένα Φ/Β σύστημα αποδεικνύει την εφικτότητα της ενσωμάτωσης Φ/Β στην λειτουργία των αντλιοστασίων.

#### 6.4 Αποτελέσματα υπολογισμού διαθέσιμης επιφάνειας

Με βάση τον τύπο των Φ/Β πλαισίων που επιλέχθηκε, η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση ανάμεσα στις σειρές των Φ/Β συστοιχιών ώστε να αποφύγουμε την σκίαση από την μια σειρά στην άλλη και η συνολική διαθέσιμη επιφάνεια για την εγκατάστασή τους, σύμφωνα με τις εξισώσεις (7) - (10) παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-5.

**Πίνακας 6-5: Αποτελέσματα υπολογισμού της ελάχιστης απαιτούμενης απόστασης ανάμεσα στις σειρές Φ/Β και της συνολικά διαθέσιμης επιφάνειας (m<sup>2</sup>).**

Υ	Α	ε	Α
1,39m	3,06m	4,45m	751m <sup>2</sup>

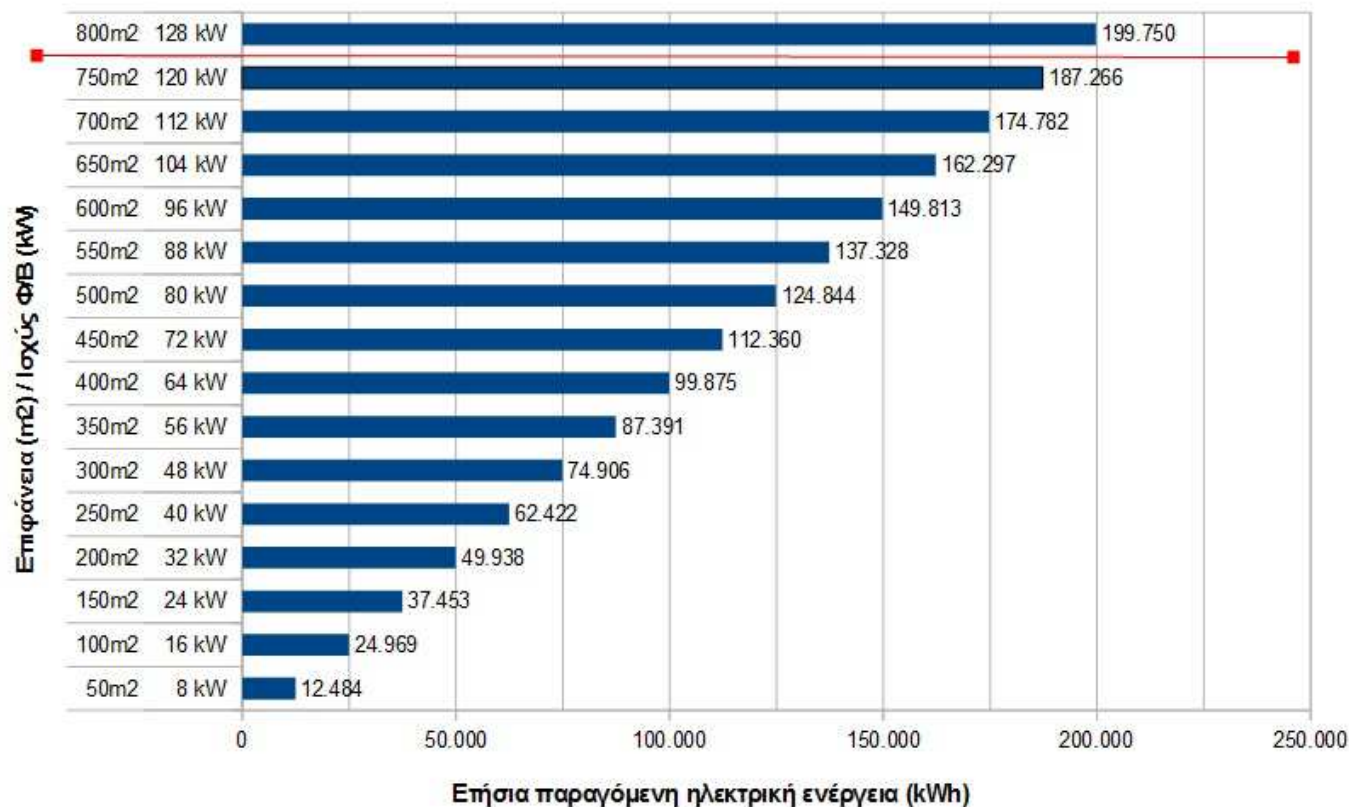
#### 6.5 Αποτελέσματα για την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Τα σενάρια που θεσπίστηκαν για την διερεύνηση της ποσότητας των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν στο αντλιοστάσιο καθώς και τα αποτελέσματα που αφορούν την αντίστοιχη συνολική ετήσια εξερχόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το κάθε Φ/Β όπως αυτά υπολογίστηκαν για το κάθε σενάριο από την σχέση (5) συνοψίζονται

στον Πίνακα 6-6. Παράλληλα συνοψίζεται ο αντίστοιχος απαιτούμενος αριθμός Φ/Β πλαισίων (με βάση τα χαρακτηριστικά του Φ/Β πλαισίου που επιλέχθηκε). Τα παραπάνω παρουσιάζονται και σε μορφή διαγράμματος στο Διάγραμμα 6.14.

**Πίνακας 6-6: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων για την συνολική ετήσια εξερχόμενη ενέργεια.**

<b>Επιφάνεια Φ/Β (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ισχύς Φ/Β (kWp)</b>	<b>Αριθμός Φ/Β Πλαισίων</b>	<b>Ετήσια παραγόμενη ηλ. ενέργεια (kWh)</b>
50,00	8,00	26	12.484
100,00	16,00	52	24.969
150,00	24,00	77	37.453
200,00	32,00	103	49.938
250,00	40,00	129	62.422
300,00	48,00	155	74.906
350,00	56,00	180	87.391
400,00	64,00	206	99.875
450,00	72,00	232	112.360
500,00	80,00	258	124.844
550,00	88,00	284	137.328
600,00	96,00	309	149.813
650,00	104,00	335	162.297
700,00	112,00	361	174.782
750,00	120,00	387	187.266
800,00	128,00	412	199.750



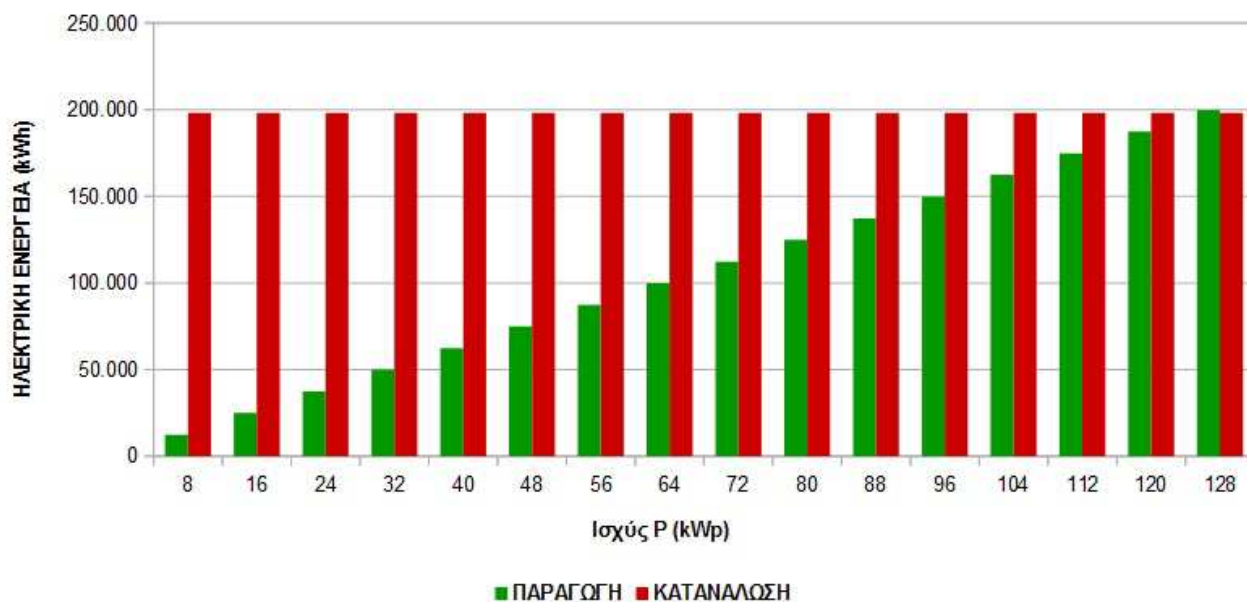
**Διάγραμμα 6.14:** Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων για την συνολική ετήσια εξερχόμενη ενέργεια για τα σενάρια που θεσπίστηκαν.

## 6.6 Αποτελέσματα για την δυνατότητα κάλυψης της ζήτησης

Το ποσοστό της δυνατής κάλυψης της κατανάλωσης του αντλιοστασίου από το Φ/Β σύστημα για το κάθε σενάριο υπολογίστηκε και παρουσιάζεται στον Πίνακα 6-7 ενώ στο Διάγραμμα 6.15 παρουσιάζεται η σύγκριση μεταξύ της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου και της ετήσιας παραγωγικής ικανότητας του κάθε Φ/Β συστήματος.

**Πίνακας 6-7: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων που θεσπίστηκαν για το δυνατό ποσοστό κάλυψης της κατανάλωσης του αντλιοστασίου από το Φ/Β.**

<b>Ισχύς Φ/Β (kWp)</b>	<b>Ετήσια καταναλισκόμενη ηλ. ενέργεια αντλιοστασίου (2014) (kWh)</b>	<b>Ετήσια παραγόμενη ηλ. ενέργεια Φ/Β (kWh)</b>	<b>Μέσο ποσοστό κάλυψης της κατανάλωσης ηλ. ενέργειας (%)</b>
8,00	198.064	12.484	6%
16,00	198.064	24.969	13%
24,00	198.064	37.453	19%
32,00	198.064	49.938	25%
40,00	198.064	62.422	32%
48,00	198.064	74.906	38%
56,00	198.064	87.391	44%
64,00	198.064	99.875	50%
72,00	198.064	112.360	57%
80,00	198.064	124.844	63%
88,00	198.064	137.328	69%
96,00	198.064	149.813	76%
104,00	198.064	162.297	82%
112,00	198.064	174.782	88%
120,00	198.064	187.266	95%
128,00	198.064	199.750	101%



**Διάγραμμα 6.15:** Σύγκριση μεταξύ της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του αντλιοστασίου για το 2014 και της παραγωγικής ικανότητας του Φ/Β συστήματος.

## 6.7 Αποτελέσματα υπολογισμού απορροφούμενης, περίσσειας και ελλείμματος ενέργειας

Δεδομένου ότι η ζήτηση νερού για άρδευση ποικίλει καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και επειδή η περίοδος άρδευσης καλύπτει συνήθως μόνο τους 5-6 από τους 12 μήνες του χρόνου, οδηγούμαστε σε υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος για τους μήνες του χειμώνα προκειμένου να εγγυηθούμε μια επαρκή και αξιόπιστη παροχή νερού για τις καλλιέργειες κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και επομένως υπάρχει μια σημαντική πλεονάζουσα διαθέσιμη ενέργεια για τουλάχιστον 6 μήνες σε ένα χρόνο.

Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη αποθήκευσης μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, όταν αυτές διατίθενται με κάποιο τρόπο μια δεδομένη χρονική στιγμή, κατά την οποία δεν μπορούν να απορροφηθούν. Για τον λόγο αυτό απαιτούνται συστήματα αποθήκευσης ενέργειας ώστε να αποθηκεύεται η περίσσεια ενέργεια που παράγεται από το Φ/Β σύστημα. Τα αποθηκευμένα ποσά ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν μια άλλη χρονική στιγμή, όταν προκύψει σχετική ανάγκη για παροχή ενέργειας. Παρόλο που η χρήση μπαταριών αποθήκευσης της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να θεωρηθεί ως λύση, οι μπαταρίες είναι ακριβές και έχουν συγκριτικά με τις Φ/Β γεννήτριες μικρή διάρκεια ζωής (6 χρόνια σε σύγκριση με τα 20 για 30 χρόνια των Φ/Β πάνελ) και είναι ρυπογόνες. Η προσθήκη μιας δεξαμενής αποθήκευσης νερού στο Φ/Β σύστημα άντλησης είναι μια πιο οικονομική λύση από τις μπαταρίες αποθήκευσης καθώς η αποθήκευση νερού είναι συνήθως πιο φθηνή από την αποθήκευση ενέργειας. Ως εκ τούτου, η αξιοποίηση των δεξαμενών αποθήκευσης νερού του εκάστοτε αντλιοστασίου ως αποθηκευτικό σύστημα της επιπλέον παραγόμενης υδραυλικής ενέργειας αποτελεί μια ελκυστική λύση για την αντιμετώπιση της μεταβλητότητας της Φ/Β τεχνολογίας. Το νερό δηλαδή που θα αντλείται κατά τις ώρες που υπάρχει άφθονη ηλιοφάνεια θα αποθηκεύεται στην δεξαμενή και θα είναι διαθέσιμο κατά τις βραδινές ώρες και τις μέρες χωρίς ηλιοφάνεια (αλλά και χωρίς βροχόπτωση) όπου δεν έχουμε ηλιοφάνεια και επομένως το Φ/Β σύστημα δεν παράγει ενέργεια.

Εναλλακτικά, εφόσον οι Φ/Β γεννήτριες παράγουν περίσσεια ηλεκτρική ενέργεια κατά τους χειμερινούς μήνες ενώ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες υπάρχει δυνατότητα κάλυψης της ζήτησης μόνο κατά ένα ποσοστό και επομένως υπάρχει ανάγκη για

επιπλέον ενέργεια θα μπορούσε η ενέργεια που παράγεται τους χειμερινούς μήνες και η οποία περισσεύει να διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο και τους καλοκαιρινούς μήνες όπου η παραγωγή από τις Φ/Β γεννήτριες δεν επαρκεί για να καλυφθεί ολόκληρη η κατανάλωση να την απορροφάει πίσω το αντλιοστάσιο ώστε να καλύπτει τις αυξημένες ανάγκες άρδευσης λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Δηλαδή το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιείται για έμμεση αποθήκευση της ενέργειας. Έτσι αποφεύγεται παράλληλα και η ανάγκη για κατασκευή μεγάλων δεξαμενών αποθήκευσης νερού.

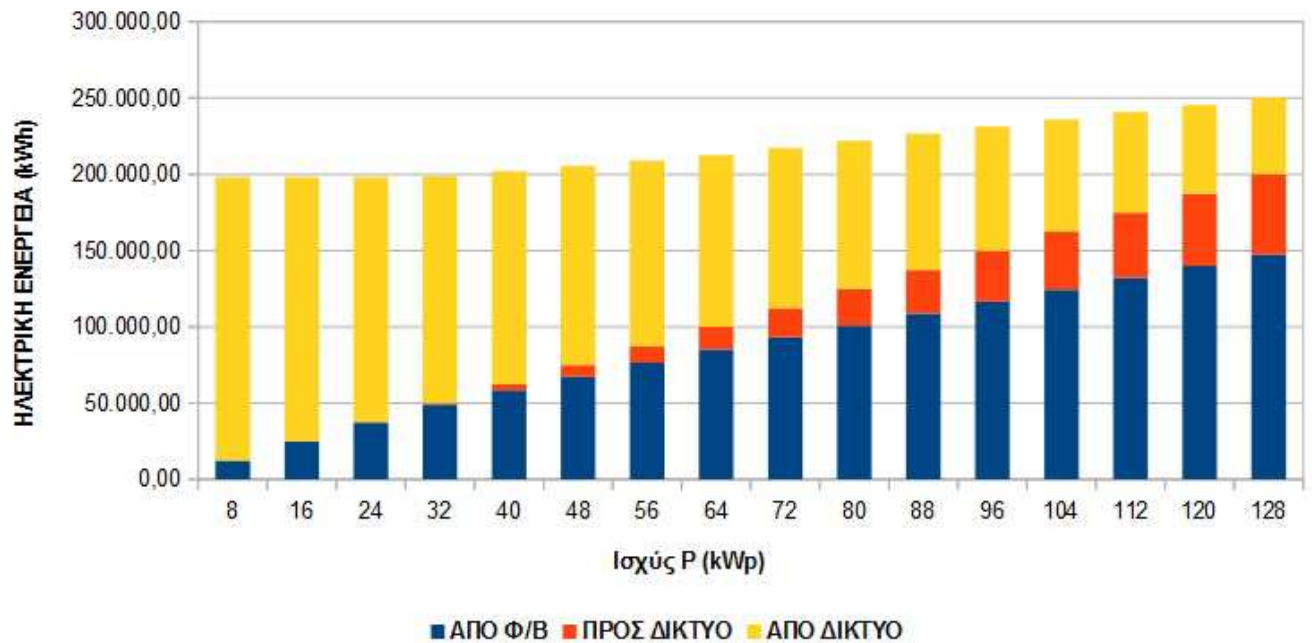
Επιπλέον, επειδή το πότισμα των καλλιεργειών γίνεται κυρίως τις ώρες που υπάρχει ηλιοφάνεια (μεσημέρι) το Φ/Β σύστημα θα είναι σε θέση να εξομαλύνει την μεσημεριανή αιχμή ζήτησης καθώς κατά τις ώρες αυτές όπου η ζήτηση μεγιστοποιείται, μεγιστοποιείται και η παραγωγή από το Φ/Β σύστημα.

Στον Πίνακα 6-8 και στο αντίστοιχο διαγράμματα 6.16 παρουσιάζεται, για το κάθε σενάριο που θεσπίστηκε, το ποσό της ενέργειας που θα λαμβάνεται από το Φ/Β, το αντίστοιχο ετήσιο ποσό της επιπλέον ηλεκτρικής ενέργειας που θα λαμβάνεται από το δίκτυο, και το ποσό της ετήσιας περίσσειας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που θα τροφοδοτείται προς το δίκτυο.

Πίνακας 6-8: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων που θεσπίστηκαν για την απορροφούμενη, την περίσσεια και το έλλειμμα ενέργειας από την λειτουργία του Φ/Β συστήματος άντλησης.

Ισχύς Φ/Β (kWp)	Απορροφούμενη ηλ. ενέργεια από το Φ/Β (kWh)	Περίσσεια ηλ. ενέργεια προς το δίκτυο (kWh)	Έλλειμμα ηλ. ενέργειας από το δίκτυο (kWh)
8,00	12.484	0	185.580
16,00	24.969	0	173.096
24,00	37.453	0	160.611
32,00	49.195	742	148.869
40,00	58.460	3.962	139.604
48,00	67.407	7.500	130.658
56,00	76.353	11.038	121.712
64,00	85.299	14.576	112.765
72,00	93.155	19.204	104.909
80,00	100.961	23.883	97.104
88,00	108.767	28.562	89.298
96,00	116.572	33.240	81.492
104,00	124.378	37.919	73.686
112,00	132.184	42.598	65.880
120,00	139.990	47.276	58.075
128,00	147.574	52.176	50.490





**Διάγραμμα 6.16:** Σύγκριση απορροφούμενης, περίσσειας και ελλείμματος ενέργειας από την λειτουργία του Φ/Β συστήματος άντλησης.

Αν κάνουμε το ετήσιο (όση είναι και η διάρκεια του ενεργειακού συμψηφισμού από αυτοπαραγωγή) ενεργειακό ισοζύγιο του κάθε Φ/Β συστήματος μεταξύ του ποσού της ηλεκτρικής ενέργειας που θα λαμβάνεται από το Φ/Β, του ποσού του ελλείμματος ηλεκτρικής ενέργειας που θα λαμβάνεται από το δίκτυο και του ποσού της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας που θα εγχέεται στο δίκτυο προκύπτει το ετήσιο ποσό της ενέργειας το οποίο θα καλείται τελικά ο ΟΑΚ ΑΕ να πληρώνει (Πίνακας 6-9).

Πίνακας 6-9: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων των σεναρίων που θεσπίστηκαν για την ενέργεια για την οποία θα πληρώνει τελικά ο ΟΑΚ μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία.

Ισχύς Φ/Β (kWp)	Απορροφούμενη ηλ. ενέργεια από το Φ/Β (kWh)	Περίσσεια ηλ. ενέργεια προς το δίκτυο (kWh)	Έλλειμμα ηλ. ενέργειας από το δίκτυο (kWh)	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά (kWh)
8,00	12.484	0	185.580	185.580
16,00	24.969	0	173.096	173.096
24,00	37.453	0	160.611	160.611
32,00	49.195	742	148.869	148.127
40,00	58.460	3.962	139.604	135.642
48,00	67.407	7.500	130.658	123.158
56,00	76.353	11.038	121.712	110.674
64,00	85.299	14.576	112.765	98.189
72,00	93.155	19.204	104.909	85.705
80,00	100.961	23.883	97.104	73.220
88,00	108.767	28.562	89.298	60.736
96,00	116.572	33.240	81.492	48.252
104,00	124.378	37.919	73.686	35.767
112,00	132.184	42.598	65.880	23.283
120,00	139.990	47.276	58.075	10.798
128,00	147.574	52.176	50.490	-1.686

## 6.8 Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης

### 6.8.1 Αποτελέσματα εξοικονόμησης χρημάτων

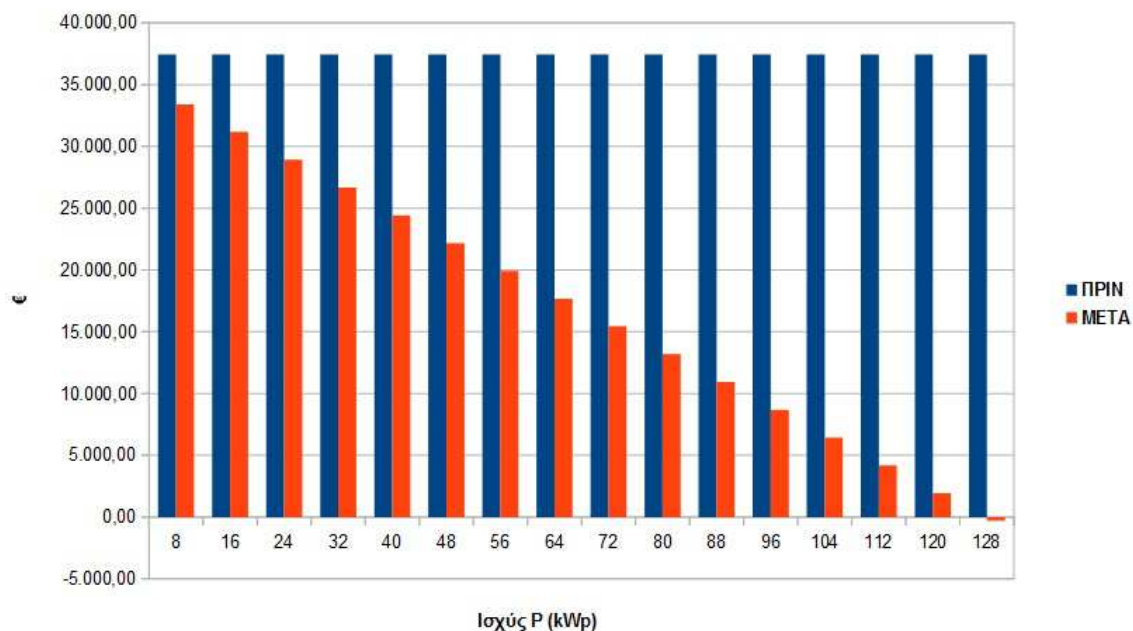
Η δυνητική εξοικονόμηση χρημάτων μετά την ενσωμάτωση του Φ/Β συστήματος υπολογίστηκε με βάση την μέση μηνιαία τιμή χρέωσης της kWh για το 2014 (Πίνακας 6-10) με τον τρέχον τρόπο λειτουργίας του αντλιοστασίου σε σχέση με την λειτουργία του μετά την ενσωμάτωση του Φ/Β συστήματος και παρουσιάζεται στον Πίνακα 6-11 μαζί με το αντίστοιχο διάγραμμα 6.17.

Πίνακας 6-10: Χρέωση της kWh στο αντλιοστάσιο του Γερανίου για το 2014.

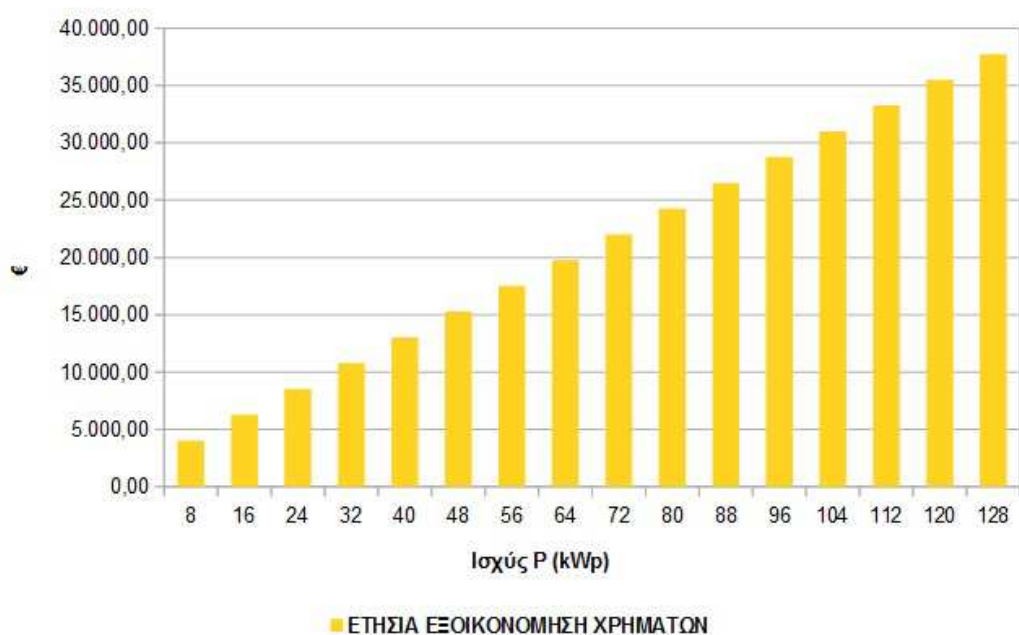
Μήνας	Ενέργεια (ενεργ.) (kWh)	Ηλεκτρικό ρεύμα (€)	ΦΠΑ (€)	Συνολική αξία (€)	Χρέωση kWh (€/kWh)
Ιανουάριος	2.369,24	185,37	209,00	394,37	0,1665
Φεβρουάριος	2.934,89	226,74	256,00	482,74	0,1645
Μάρτιος	3.633,05	285,27	322,00	607,27	0,1672
Απρίλιος	9.174,03	753,64	851,00	1.604,64	0,1749
Μάιος	20.948,71	1.692,89	1.912,00	3.604,89	0,1721
Ιούνιος	26.405,16	2.133,80	2.410,00	4.543,80	0,1721
Ιούλιος	33.347,65	2.707,19	3.056,00	5.763,19	0,1728
Αύγουστος	28.132,70	2.282,39	2.576,00	4.858,39	0,1727
Σεπτέμβριος	35.241,73	2.886,20	3.254,00	6.140,20	0,1742
Οκτώβριος	31.085,36	5.561,59	2.886,00	8.447,59	0,2718
Νοέμβριος	2.305,67	203,30	223,00	426,30	0,1849
Δεκέμβριος	2.486,19	265,87	292,00	557,87	0,2244
<b>Σύνολο:</b>	<b>198.064,38</b>	<b>19.184,25</b>	<b>18.247,00</b>	<b>37.431,25</b>	<b>0,1848</b>

**Πίνακας 6-11: Ετήσια έξοδα για την ηλεκτρική ενέργεια του αντλιοστασίου πριν και μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία και αναμενόμενη ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων.**

<b>Ισχύς Φ/Β (kW)</b>	<b>Πριν την Επένδυση (€)</b>	<b>Μετά την επένδυση (€)</b>	<b>Ετήσια Εξοικονόμηση Χρημάτων (€)</b>
8,00	37.431	33.404	4.027
16,00	37.431	31.157	6.274
24,00	37.431	28.910	8.521
32,00	37.431	26.663	10.768
40,00	37.431	24.416	13.016
48,00	37.431	22.168	15.263
56,00	37.431	19.921	17.510
64,00	37.431	17.674	19.757
72,00	37.431	15.427	22.004
80,00	37.431	13.180	24.252
88,00	37.431	10.932	26.499
96,00	37.431	8.685	28.746
104,00	37.431	6.438	30.993
112,00	37.431	4.191	33.240
120,00	37.431	1.944	35.488
128,00	37.431	-303	37.735



**Διάγραμμα 6.17:** Σύγκριση των ετήσιων εξόδων για την ηλεκτρική ενέργεια του αντλιοστασίου πριν και μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία.



**Διάγραμμα 6.18:** Ετήσια αναμενόμενη εξοικονόμηση χρημάτων μετά την επένδυση στην Φ/Β τεχνολογία.

### 6.8.2 Αποτελέσματα σεναρίων αποπληρωμής επενδυτικού σχεδίου

Για τον υπολογισμό του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης εφαρμόστηκαν τρία σενάρια τα οποία αφορούσαν σε αλλαγές στην χρηματοδότηση που μπορεί να χορηγηθεί ενώ εξετάστηκε και το σενάριο του δανεισμού. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο σενάριο θεωρήθηκε μηδενική χρηματοδότηση της επένδυσης, στο δεύτερο σενάριο θεωρήθηκε χρηματοδότηση της επένδυσης κατά 40% και τέλος στο τρίτο σενάριο θεωρήθηκε χρηματοδότηση της επένδυσης κατά 40% και δεκαετής δανεισμός του 30% της επένδυσης με σταθερό επιτόκιο 4,00%.

Παρακάτω στον Πίνακα 6-12 παρουσιάζονται τα σενάρια που εφαρμόστηκαν για την ανάλυση της περιόδου αποπληρωμής του έργου.

**Πίνακας 6-12: Σενάρια που θεσπίστηκαν για τον υπολογισμό της περιόδου αποπληρωμής της επένδυσης.**

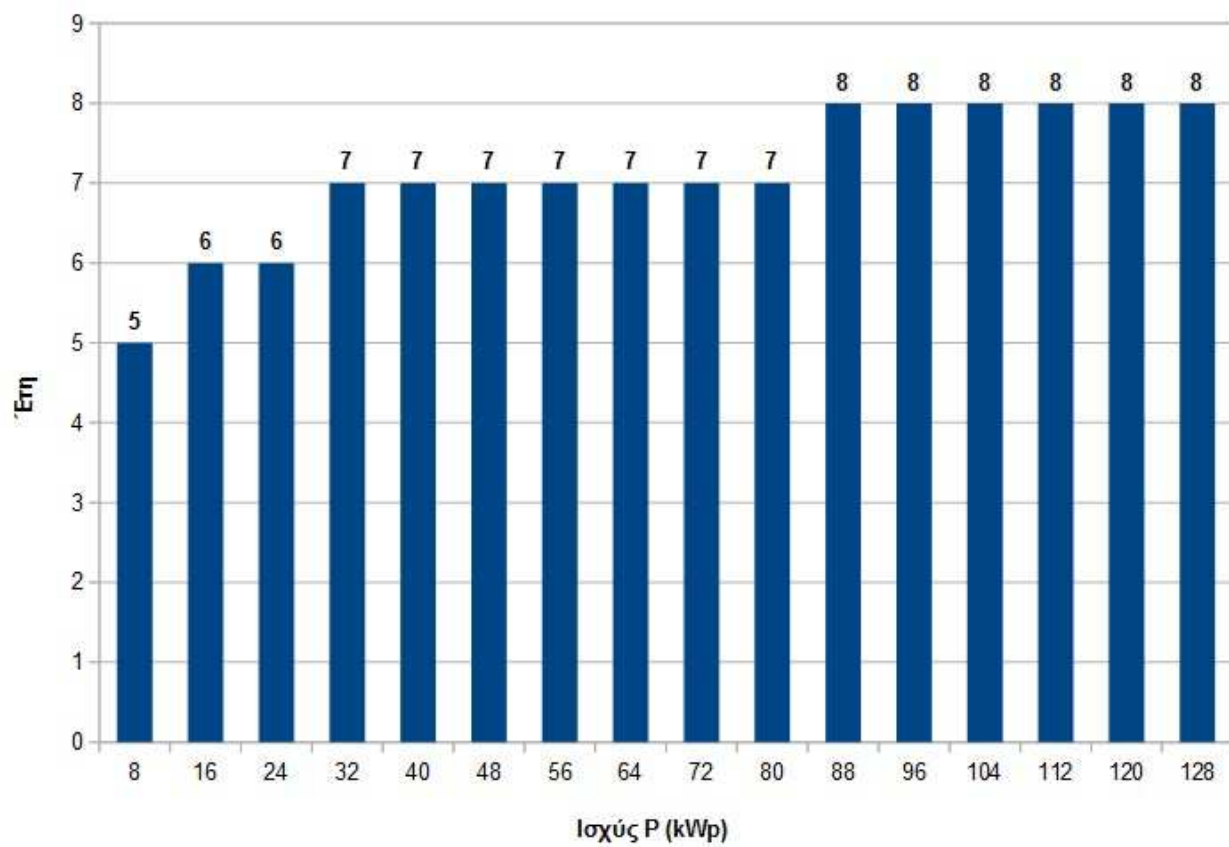
Σενάριο	Ίδια κεφάλαια	Χρηματοδότηση	Δάνειο
1 <sup>ο</sup>	100%	-	-
2 <sup>ο</sup>	60%	40%	-
3 <sup>ο</sup>	30%	40%	30% (δεκαετές δάνειο με σταθερό επιτόκιο 4,00%)

### 6.8.2.1 Σενάριο 1: Χωρίς χρηματοδότηση

Στον Πίνακα 6-13 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα από την οικονομική ανάλυση του σεναρίου 1 ενώ στο αντίστοιχο Διάγραμμα 6.19 παρουσιάζεται η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης.

Πίνακας 6-13: Συνοπτικά αποτελέσματα υπολογισμού του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης για το Σενάριο 1.

Ισχύς Φ/Β (kW)	Συνολικό επενδυτικό κόστος (€)	Ίδια κεφάλαια (100%) (€)	Ετήσια λειτουργικά έξοδα (€)
8,00	16.000,00	16.000,00	160,00
16,00	32.000,00	32.000,00	320,00
24,00	48.000,00	48.000,00	480,00
32,00	64.000,00	64.000,00	640,00
40,00	80.000,00	80.000,00	800,00
48,00	96.000,00	96.000,00	960,00
56,00	112.000,00	112.000,00	1.120,00
64,00	128.000,00	128.000,00	1.280,00
72,00	144.000,00	144.000,00	1.440,00
80,00	160.000,00	160.000,00	1.600,00
88,00	176.000,00	176.000,00	1.760,00
96,00	192.000,00	192.000,00	1.920,00
104,00	208.000,00	208.000,00	2.080,00
112,00	224.000,00	224.000,00	2.240,00
120,00	240.000,00	240.000,00	2.400,00
128,00	256.000,00	256.000,00	2.560,00



■ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ)

Διάγραμμα 6.19: Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης (χωρίς χρηματοδότηση).

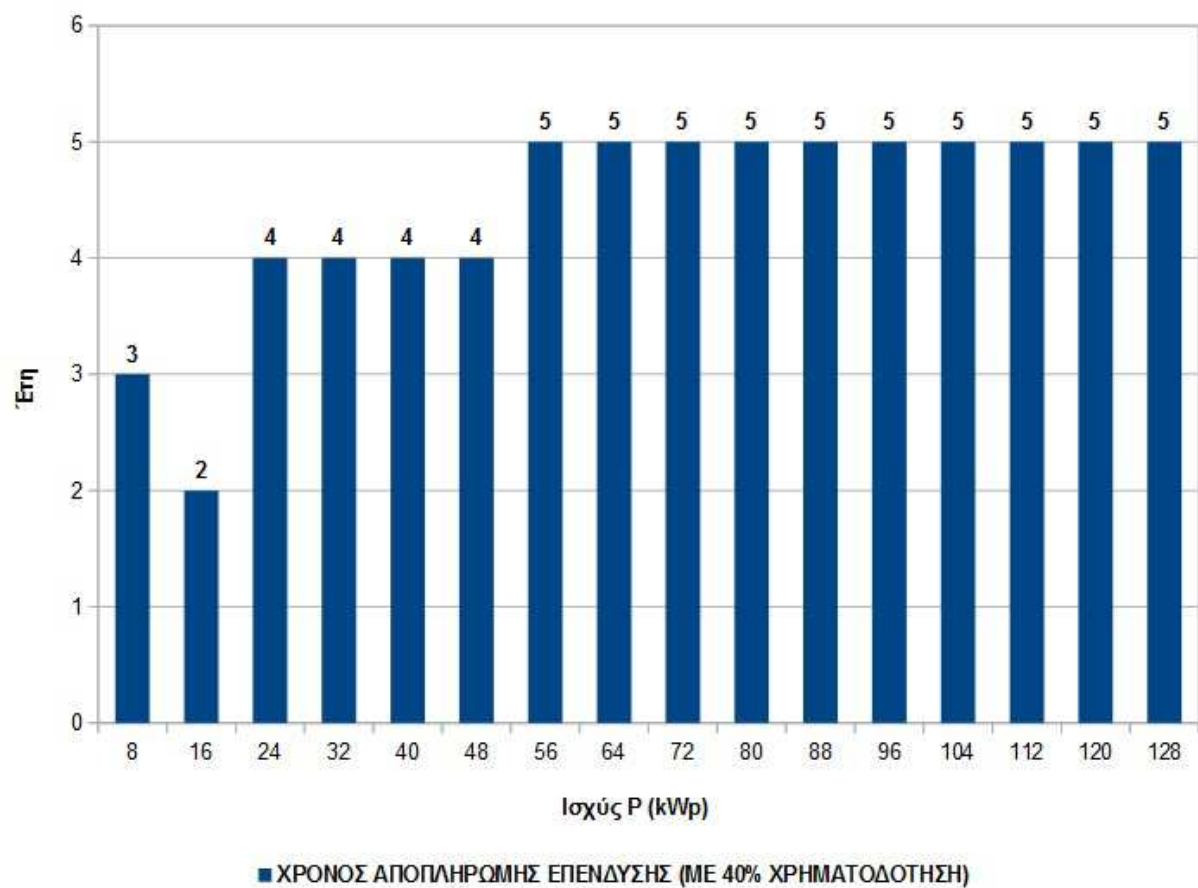


### 6.8.2.2 Σενάριο 2: Με χρηματοδότηση 40% του έργου

Στον Πίνακα 6-14 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα από την οικονομική ανάλυση του σεναρίου 2 ενώ στο αντίστοιχο Διάγραμμα 6.20 παρουσιάζεται η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης.

Πίνακας 6-14: Συνοπτικά αποτελέσματα υπολογισμού του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης για το Σενάριο 2.

Ισχύς Φ/Β (kW)	Συνολικό επενδυτικό κόστος (€)	Ίδια κεφάλαια (30%) (€)	Χρηματοδότηση (40%) (€)	Ετήσια λειτουργικά έξοδα (€)
8,00	16.000,00	9.600,00	6.400,00	160,00
16,00	32.000,00	19.200,00	12.800,00	320,00
24,00	48.000,00	28.800,00	19.200,00	480,00
32,00	64.000,00	38.400,00	25.600,00	640,00
40,00	80.000,00	48.000,00	32.000,00	800,00
48,00	96.000,00	57.600,00	27.600,00	960,00
56,00	112.000,00	67.200,00	44.800,00	1.120,00
64,00	128.000,00	76.800,00	51.200,00	1.280,00
72,00	144.000,00	86.400,00	57.600,00	1.440,00
80,00	160.000,00	96.000,00	64.000,00	1.600,00
88,00	176.000,00	105.600,00	70.400,00	1.760,00
96,00	192.000,00	115.200,00	76.800,00	1.920,00
104,00	208.000,00	124.800,00	83.200,00	2.080,00
112,00	224.000,00	134.400,00	89.600,00	2.240,00
120,00	240.000,00	144.000,00	96.000,00	2.400,00
128,00	256.000,00	153.600,00	102.400,00	2.560,00



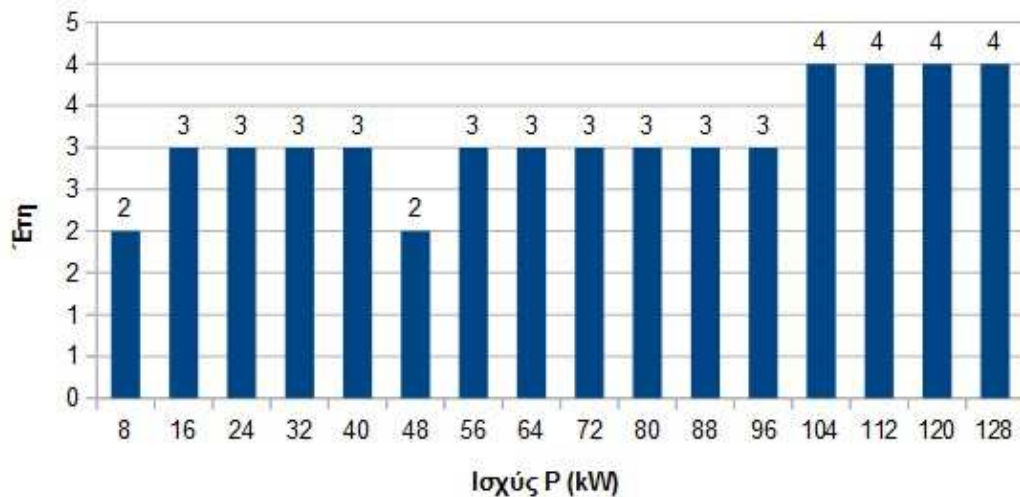
**Διάγραμμα 6.20: Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης (με 40% χρηματοδότηση).**

### 6.8.2.3 Σενάριο 3: Με χρηματοδότηση 40% του έργου & 30% δάνειο

Στον Πίνακα 6-15 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα από την οικονομική ανάλυση του σεναρίου 3 ενώ στο αντίστοιχο Διάγραμμα 6.21 παρουσιάζεται η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης.

**Πίνακας 6-15: Συνοπτικά αποτελέσματα υπολογισμού του χρόνου αποπληρωμής της επένδυσης για το Σενάριο 3.**

<b>Ισχύς Φ/Β (kW)</b>	<b>Συνολικό επενδυτικό κόστος (€)</b>	<b>Ίδια κεφάλαια (30%) (€)</b>	<b>Χρηματοδότηση (40%) (€)</b>	<b>Δεκαετής δάνειο με επιτόκιο 4% (€)</b>	<b>Ετήσια λειτουργικά έξοδα (€)</b>	<b>Ετήσια δόση + τόκοι δανείου (€)</b>
<b>8,00</b>	16.000,00	4.800,00	6.400,00	4.800,00	160,00	672,00
<b>16,00</b>	32.000,00	9.600,00	12.800,00	9.600,00	320,00	1.344,00
<b>24,00</b>	48.000,00	14.400,00	19.200,00	14.400,00	480,00	2.016,00
<b>32,00</b>	64.000,00	19.200,00	25.600,00	19.200,00	640,00	2.688,00
<b>40,00</b>	80.000,00	24.000,00	32.000,00	24.000,00	800,00	3.360,00
<b>48,00</b>	96.000,00	28.800,00	27.600,00	28.800,00	960,00	4.032,00
<b>56,00</b>	112.000,00	33.600,00	44.800,00	33.600,00	1.120,00	4.704,00
<b>64,00</b>	128.000,00	38.400,00	51.200,00	38.400,00	1.280,00	5.376,00
<b>72,00</b>	144.000,00	43.200,00	57.600,00	43.200,00	1.440,00	6.048,00
<b>80,00</b>	160.000,00	48.000,00	64.000,00	48.000,00	1.600,00	6.720,00
<b>88,00</b>	176.000,00	52.800,00	70.400,00	52.800,00	1.760,00	7.392,00
<b>96,00</b>	192.000,00	57.600,00	76.800,00	57.600,00	1.920,00	8.064,00
<b>104,00</b>	208.000,00	62.400,00	83.200,00	62.400,00	2.080,00	8.736,00
<b>112,00</b>	224.000,00	67.200,00	89.600,00	67.200,00	2.240,00	9.408,00
<b>120,00</b>	240.000,00	72.000,00	96.000,00	72.000,00	2.400,00	10.080,00
<b>128,00</b>	256.000,00	76.800,00	102.400,00	76.800,00	2.560,00	10.072,00



■ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (ΜΕ 40% ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ 30% ΔΑΝΕΙΟ)

**Διάγραμμα 6.21: Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης (με 40% χρηματοδότηση και δάνειο 30%).**

- Όσον αφορά την οικονομική ανάλυση του έργου παρατηρούμε ότι και στα τρία σενάρια η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι μέσα στα αποδεκτά όρια αποπληρωμής ενός επενδυτικού σχεδίου ώστε αυτό να χαρακτηριστεί βιώσιμο (συνήθως 5-7 χρόνια) εκτός από την περίπτωση των Φ/Β ισχύος από 96 έως 128 kW όπου ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης φτάνει τα 8 χρόνια.
- Από την σύντομη οικονομική ανάλυση της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην λειτουργία αντλιοστασίου προκύπτει ότι παρά το υψηλό αρχικό επενδυτικό κόστος του έργου μετά την αποπληρωμή του αρχικού κόστους επένδυσης του έργου θα έχουμε σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων ενώ τα μόνα έξοδα θα είναι αυτά της λειτουργίας και της συντήρησης του Φ/Β συστήματος τα οποία υπολογίζονται στο 1% του αρχικού κόστους της επένδυσης. Στον Πίνακα 6-16

συνοψίζονται τα αποτελέσματα των σεναρίων που θεσπίστηκαν ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ τους.

**Πίνακας 6-16: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων για τα σενάρια που θεσπίστηκαν.**

P (Ισχύς PV) (kW)	Ενέργεια ζήτησης (kWh)	Ενέργεια Παραγωγής (kWh)	Κόστος Επένδυσης (€)	Αποπληρωμή (έτη)		
				1ο σενάριο	2ο σενάριο	3ο σενάριο
8	198.064	12.484	16.000,00	5	3	2
16	198.064	24.969	32.000,00	6	2	3
24	198.064	37.453	48.000,00	6	4	3
32	198.064	49.938	64.000,00	7	4	3
40	198.064	62.422	80.000,00	7	4	3
48	198.064	74.906	96.000,00	5	4	2
56	198.064	87.391	112.000,00	6	5	3
64	198.064	99.875	128.000,00	6	5	3
72	198.064	112.360	144.000,00	7	5	3
80	198.064	124.844	160.000,00	7	5	3
88	198.064	137.328	176.000,00	8	5	3
96	198.064	149.813	192.000,00	8	5	3
104	198.064	162.297	208.000,00	8	5	4
112	198.064	174.782	224.000,00	8	5	4
120	198.064	187.266	240.000,00	8	5	4
128	198.064	199.750	256.000,00	8	5	4

## 6.9 Αποτελέσματα περιβαλλοντικής αξιολόγησης

Το σημερινό ετήσιο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από την λειτουργία του αντλιοστασίου και επομένως η αντίστοιχη αποσόβηση των αέριων ρύπων που συνδέεται με την αντικατάσταση της καύσης συμβατικού καυσίμου για την παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία του αντλιοστασίου με την ηλιακή ενέργεια, μιας και τα Φ/Β παράγουν μηδενικούς αέριους ρύπους, παρουσιάζεται στον Πίνακα 6-17.

Πίνακας 6-17: Εκπομπές αέριων ρύπων για το έτος 2014.

Καύσιμο	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Ηλεκτρισμός (νησιά που δεν είναι διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο) (g/kWh)	1.062,50	19,40	1,50
Εκπομπές ρύπων τον χρόνο (t/έτος)	210	3,90	0,30

Η αποσόβηση των αερίων του θερμοκηπίου φτάνει τους 210t/έτος για το CO<sub>2</sub>, τους 3,90t/έτος για το SO<sub>2</sub> και τους 0,30t/έτος για το NO<sub>x</sub>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια των αντλιοστασίων απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας, έχει μεγάλες οικονομικές δαπάνες, οι οποίες αναμένεται να αμβλυνθούν με την σταδιακή αύξηση του κόστους των συμβατικών καυσίμων, ενώ έχει σημαντικές επιπτώσεις και στο περιβάλλον γεγονός που καθιστά τη λήψη μέτρων επιτακτική για επέμβαση στον υφιστάμενο τρόπο λειτουργίας τους και διαμορφώνει την ανάγκη για στροφή στις ΑΠΕ.
- Η Ελλάδα γενικότερα και η Κρήτη πιο συγκεκριμένα, λόγω της γεωγραφικής της θέσης και των ήπιων κλιματικών συνθηκών της διαθέτει πολύ καλό ηλιακό δυναμικό, ιδανικό για τη λειτουργία μονάδων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας όπως είναι τα Φ/Β συστήματα.
- Η εποχική και η ωριαία αντιστοιχία μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας για την άντληση νερού για την άρδευση και της παραγωγής ενέργειας από ένα Φ/Β σύστημα αποδεικνύει τον ταυτοχρονισμό που υπάρχει μεταξύ τους και την εφικτότητα της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην λειτουργία των αντλιοστασίων.
- Με βάση τα σενάρια που θεσπίστηκαν, η ενσωμάτωση ενός Φ/Β συστήματος στο αντλιοστάσιο μπορεί να παρέχει ένα σημαντικό ποσοστό της ετήσιας συνολικής

κατανάλωσής του σε ηλεκτρική ενέργεια της τάξεως από 6 έως 95% ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ του Φ/Β συστήματος. Όσο αυξάνεται η ισχύς του εγκατεστημένου Φ/Β τόσο μειώνεται και η ενέργεια την οποία θα πρέπει να λαμβάνει το αντλιοστάσιο από το ηλεκτρικό δίκτυο σε ετήσια βάση ενώ αυξάνεται και η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων.

- Δεδομένου ότι η περίοδος άρδευσης καλύπτει συνήθως μόνο τους 5-6 από τους 12 μήνες του χρόνου οδηγούμαστε σε υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος για τους μήνες του χειμώνα προκειμένου να εγγυηθούμε μια επαρκή και αξιόπιστη παροχή νερού για τις καλλιέργειες κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών. Ως εκ τούτου, και προκειμένου να μετριασθεί η επίδραση της περιοδικής φύσης της ηλιακής ακτινοβολίας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επομένως και στην άντληση νερού και να εγγυηθεί μια ασφαλή και συνεχή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, το ηλεκτρικό δίκτυο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως αποθηκευτικό σύστημα της επιπλέον παραγόμενης ενέργειας. Κατά τους μήνες όπου υπάρχει περίσσεια ενέργειας αυτή μπορεί να διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο και να απορροφάται πάλι από το αντλιοστάσιο κατά τους μήνες όπου η παραγωγή από τις Φ/Β γεννήτριες δεν επαρκεί για να καλύψει την ζήτηση. Δηλαδή το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιείται για έμμεση αποθήκευση της ενέργειας. Έτσι αποφεύγεται παράλληλα και η ανάγκη για κατασκευή μεγάλων δεξαμενών αποθήκευσης νερού.



- Παράλληλα, με την υπογραφή της νέας Υπουργικής Απόφασης που αφορά τον συμψηφισμό παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας από Φ/Β συστήματα δίνεται η δυνατότητα αξιοποίησης του νέου αυτού εργαλείου και εξοικονόμησης πόρων στρεφόμενοι στην καθαρή ενέργεια και δίνει λύση στην μεταβλητότητα της παραγωγής από ΑΠΕ. Επιπλέον, το γεγονός ότι ο συμψηφισμός γίνεται στο τέλος κάθε χρόνου αποτελεί επιπλέον κίνητρο καθώς θα λέγαμε ότι ταιριάζει απόλυτα με το ετήσιο προφίλ λειτουργίας ενός Φ/Β συστήματος άντλησης.
- Τις μεσημεριανές ώρες των καλοκαιρινών μηνών, όπου παρατηρείται και το μεγαλύτερο πρόβλημα λόγω της ζήτησης μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας το Φ/Β σύστημα θα είναι σε θέση να εξομαλύνει την μεσημεριανή αυτή αιχμή ζήτησης ενώ η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα ελαχιστοποιεί τις απώλειες κατά τη μεταφορά της ενέργειας, καθώς η παραγωγή γίνεται κοντά στον τόπο κατανάλωσης.
- Όσον αφορά την οικονομική ανάλυση του έργου παρατηρούμε ότι και στα τρία σενάρια η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι μέσα στα αποδεκτά όρια αποπληρωμής ενός επενδυτικού σχεδίου ώστε αυτό να χαρακτηριστεί βιώσιμο (συνήθως 5-7 χρόνια) εκτός από την περίπτωση των Φ/Β ισχύος από 96 έως 128 kW όπου ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης φτάνει τα 8 χρόνια.
- Από την σύντομη οικονομική ανάλυση της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην λειτουργία αντλιοστασίου προκύπτει ότι παρά το υψηλό αρχικό επενδυτικό

κόστος του έργου μετά την αποπληρωμή του αρχικού κόστους επένδυσης του έργου θα έχουμε σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων ενώ τα μόνα έξοδα θα είναι αυτά της λειτουργίας και της συντήρησης του Φ/Β συστήματος τα οποία υπολογίζονται στο 1% του αρχικού κόστους της επένδυσης.

- Η πρόσβαση σε χρηματοδότηση, ειδικά σε περιοχές όπου χαρακτηρίζονται από υψηλό ηλιακό δυναμικό, αποτελεί ένα επιπλέον ελκυστικό κίνητρο για την επένδυση σε έργα ανανεώσιμης ενέργειας καθώς η ύπαρξη μέτρων οικονομικής στήριξης βοηθά στην άμεση αποπληρωμή του κεφαλαίου και στην από εκεί και πέρα εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.
- Όσον αφορά την περιβαλλοντική αξιολόγηση, με την χρήση της Φ/Β τεχνολογίας έχουμε μεγάλο όφελος για το περιβάλλον καθώς η ποσότητα των ρύπων που θα εξοικονομείται με την ενσωμάτωση του Φ/Β συστήματος στο αντλιοστάσιο, μιας και τα Φ/Β παράγουν μηδενικούς αέριους ρύπους, είναι 210t/έτος CO<sub>2</sub>, 3,90t/έτος SO<sub>2</sub> και 0,30t/έτος NO<sub>x</sub>.

## 7.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα εργασία εστιάσαμε στην εξέταση της βιωσιμότητας της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην λειτουργία ενός ήδη εγκατεστημένου αντλιοστασίου του ΟΑΚ ΑΕ και στον υπολογισμό με την χρήση απλών μαθηματικών σχέσεων των εγκατεστημένων kW που μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτό.

Όσον αφορά στο μέρος του υπολογισμού του μεγέθους του Φ/Β συστήματος άντλησης και της προσομοίωσης της λειτουργίας του θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν λογισμικά όπως είναι το RETScreen για τον σκοπό αυτό και στη συνέχεια να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Επιπλέον, σημαντική θα ήταν και η λεπτομερέστερη είσοδος δεδομένων στους υπολογισμούς των χαρακτηριστικών του αντλιοστασίου. Αυτό θα απαιτούσε περισσότερες επί τόπου αναλυτικές μετρήσεις των παραμέτρων του αντλητικού συγκροτήματος και ελέγχους για την κατάσταση της λειτουργίας του.

Προσοχή θα πρέπει να δοθεί κατά τον σχεδιασμό καθώς κατά τους μήνες με χαμηλή ηλιοφάνεια μπορεί να οδηγήσει σε πολύ μικρή ροή ενέργειας τους μήνες με ηλιοφάνεια κάτω του οριακού κατωφλίου ενώ η αναπόφευκτη μεταβλητότητα της ηλιακής ακτινοβολίας σημαίνει ότι ενδέχεται να μην επιτευχθούν οι στόχοι σχεδιασμού, δηλαδή η παραγωγή της εκτιμώμενης ενέργειας και επομένως να αποτύχει η ανταπόκριση στις ανάγκες σε νερό.

Άλλη ενδιαφέρουσα επέκταση είναι η εκτέλεση της ίδιας εκτίμησης για περισσότερα και διαφορετικά αντλιοστάσια (ύδρευσης, αποχέτευσης) των οποίων το ημερήσιο και ετήσιο προφίλ κατανάλωσης μπορεί να διαφέρει. Η προσομοίωση της εγκατάστασης Φ/Β και σε άλλα αντλιοστάσια θα αύξανε την αξιοπιστία και θα επιβεβαίωνε την εφικτότητα και την βιωσιμότητα της ενσωμάτωσης της Φ/Β τεχνολογίας στην λειτουργία των αντλιοστασίων.

Με αυτή την εργασία αναμένεται να ενθαρρυνθούν οι εμπλεκόμενοι με την διαχείριση των αντλιοστασίων ώστε να αξιοποιήσουν την ηλιακή ενέργεια και να την ενσωματώσουν στα υπάρχοντα ή και σε μελλοντικά αντλιοστάσια για την τροφοδοτήσή τους εξοικονομώντας έτσι ενέργεια και χρήματα και συμβάλλοντας παράλληλα στην προστασία του περιβάλλοντος ενώ μπορεί να περιορίσει την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι η ενίσχυση της συμμετοχής των ΑΠΕ στις εφαρμογές άντλησης νερού είναι κάτι το οποίο δεν μπορεί παρά να συσχετίζεται άμεσα και διαρκώς με την προώθηση μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας και ουσιαστικών μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των αντλιοστασίων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Κείμενη Νομοθεσία**

N. 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α 129-2006).

N.4203/2013 «Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 235Α/1-11-2013).

N.4254/2014 «Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 85Α/7-4-2014).

N. 4296/2014 «Κύρωση της από 30.12.2013 Σύμβασης μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και των εταιρειών KAVALA OIL ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ, ENERGEAN OIL AND GAS – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΙΓΑΙΟΥ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ και της ως εκ τρίτου συμβαλλομένης ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε. με την οποία τροποποιείται η από 23.11.1999 Σύμβαση για την εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων στη θαλάσσια περιοχή του Θρακικού Πελάγους μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της KAVALA OIL Α.Ε., η οποία κυρώθηκε με το ν.2779/1999 (Α' 296)» (ΦΕΚ Α' 214/02.10.2014).

ΥΑ ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.24461 «Εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας κατ' εφαρμογή του άρθρου 14Α του Ν. 3468/2006» (ΦΕΚ Β' 3583/31.12.2014).

### **Ξενόγλωση**

Abu-Aligah M., 2011, "Design of Photovoltaic Water Pumping System and Compare it with Diesel Powered Pump", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, (5), 273-280.

Alireza Rezae, S.Asghar Gholamian, 2013, "Technical and Financial Analysis of Photovoltaic Water Pumping System for GORGAN, IRAN", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, Cybernetics & Informatics 2, 21-31.

Aníbal T. de Almeida, Paula Fonseca and Paolo Bertoldi, 2003, "Energy-efficient motor systems in the industrial and in the services sectors in the European Union: characterisation potentials, barriers and policies", *Elsevier, Energy* 28, 673-690.

Barlow, R, & Mcnelis, B. Et Derrick, A, 1993, "*Solar Pumping: An Introduction and Update on the Technology, Performance, Costs, and Economics*", World Bank Technical Paper Intermediate Technology Publications.

Belgacem Ben Ghanem, 2012, "Performance of submersible PV water pumping systems in Tunisia", *Elsevier, Energy for Sustainable Development* 16, 415-420.

Benghanem M., Daffallah K.O., Alamri S.N., Joraid A.A., 2014, "Effect of pumping head on solar water pumping system", *Elsevier, Energy Conversion and Management* 77, 334–339.

Bouzidi, B., Haddadi, M., Belmokhtar, O., 2009, "Assessment of a photovoltaic pumping system in the areas of the Algerian Sahara", *Elsevier, Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 879–886.

Dr. A. Moussi, A. Saadi, A. Betka, G.M. Asher, 2003, "Photovoltaic pumping systems technologies trends", *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 02, 127-150.

Ghoneim A.A., 2006, "Design optimization of photovoltaic powered water pumping systems", *Elsevier, Energy Conversion and Management* 47, 1449–1463.

Hadj Arab, A., Chenlo, F., Benghanem, M., 2004, "Loss-of-load probability of photovoltaic water pumping systems", *Elsevier, Solar Energy* 76, 713-723.

Hamidat A., Benyoucef B., Hartani T., 2003, "Small-scale irrigation with photovoltaic water pumping system in Sahara regions", *Elsevier, Renewable Energy* 28, 1081–1096.

Hamrouni Nejib Hamrouni, Moncef Jraidi, Adne`ne Che´rif, 2009, "Theoretical and experimental analysis of the behaviour of a photovoltaic pumping system", *Elsevier, Solar Energy* 83, 1335–1344.

Haque Mohammed Mozammel, 2001, "Photovoltaic water pumping system for irrigation", 4th International Conference on Mechanical Engineering, Dhaka, Bangladesh, 21-26.

Helmy E. Gad, 2009, "Performance prediction of a proposed photovoltaic water pumping water pumping system at South Sinai, Egypt climate conditions", Thirteenth International Water Technology Conference, Hurghada, Egypt.

H.J. Helikson, D.Z. Haman and C.D. Baird, 1991, "Pumping Water for Irrigation Using Solar Energy", University of Florida.

International Energy Agency (IEA), 2013, "16 Case Studies on the Deployment of Photovoltaic Technologies in Developing Countries".

International Energy Agency (IEA), "Key World Energy Statistics 2007".

International Energy Agency (IEA), "Technology Roadmap Solar photovoltaic energy 2010".

International Energy Agency (IEA), "Photovoltaic power systems (PVPS) annual report 2012".



Jin Yang, Alexander Olsson, Jinyue Yan, Bin Chen, 2014, "A Hybrid Life-Cycle Assessment of CO<sub>2</sub> Emissions of a PV Water Pumping System in China", *Elsevier, Energy Procedia* 61, 2871 – 2875.

Kaldellis J.K., E. Meidanis, D. Zafirakis, 2011, "Experimental energy analysis of a stand-alone photovoltaic-based water pumping installation", *Elsevier, Applied Energy* 88, 4556–4562.

Khatib Tamer, 2010, "Design of Photovoltaic Water Pumping Systems at Minimum Cost for Palestine: A Review", Asian Network for Scientific Information, *Journal of Applied Sciences* 10 (22), 2773-2784.

Maammour H., Hamidat A., Loukarfi L., 2013, "Energy intake of a PV system from grid-connected agricultural farm in CHLEF (ALGERIA)", *Elsevier, Energy Procedia* 36, 1202 – 1211.

Martire´ Thierry, Christian Glaize, Charles Joubert, Benoit Rouvière, 2008, "A simplified but accurate prevision method for along the sun PV pumping systems", *Elsevier, Solar Energy* 82, 1009–1020.

Muluken Zegeye, Tassew Tadiwos, Abdulkadir Aman, 2014, "Optimal sizing of solar water pumping system for small scale irrigation: Case study of Dangila", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 3(5): 99-107.

Munir Ammar, Ali A. Al-araghoul, Ala A.J. Al-Douri, 2007, "A PV pumping station for drinking water in remote residential complex", *Elsevier, Desalination* 209, 58-63.

Pande P.C., Singh A.K., Ansari S., Vyas S.K., Dave B.K., 2003, "Design development and testing of a PV solar pump based drip system for orchards", *Elsevier, Renewable Energy* 28, 385-396.

Patrick Caton, 2014, "Design of rural photovoltaic water pumping systems and the potential of manual array tracking for a West-African village", *Elsevier, Solar Energy* 103, 288–302.

P. Gikas, T. Tsoutsos, 2014, "Near zero energy wastewater treatment plants for the Greek islands", *Desalination and Water Management* 53, 3328-3334.

Ramazan Senol, 2012, "An analysis of solar energy and irrigation systems in Turkey", *Elsevier, Energy Policy* 47, 478–486.

Robert Foster, Alma Cota, 2013, "Solar water pumping advances and comparative economics", *Elsevier, Energy Procedia* 57, 1431-1436.

Short, T., Oldach, R., 2003, "Solar Powered Water Pumps: the Past, the Present - and the Future", *Journal of Solar Energy Engineering* , 125, 76 -82.

Velvizhi.J, D.Padma Subramanian, 2014, "Performance Enhancement of PV Based Water Pumping System", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, (3), 2278-3075.

## **Ελληνική**

ΔΕΔΔΗΕ, "Πληροφοριακό δελτίο παραγωγής στα μη διασυνδεδεμένα νησιά για τον Μάρτιο 2015".

Θ. Τσούτσος, «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», σημειώσεις, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης.

Ι. Ζαβός, 2013, "Πειραματική μελέτη φωτοβολταϊκής διάταξης στο Πολυτεχνείο Κρήτης. Αξιολόγηση και σύγκριση αποτελεσμάτων μέσω προσομοιώσεων", Διπλωματική εργασία.

Καγκαράκης Κ., 1992, «Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία», *Εκδόσεις Συμμετρία*.

ΣΕΦ, "Στατιστικά στοιχεία αγοράς Φ/Β για το 2014".

ΣΕΦ, "Net-metering Αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό Μάιος 2015".

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, «ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α. ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ  
ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ  
ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ».

### **Ιστοσελίδες**

ΑΔΜΗΕ

<http://www.admie.gr/>

ΔΕΔΔΗΕ

<http://www.deddie.gr/>

ΔΕΗ

<http://www.dei.gr/>

ΡΑΕ- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

<http://www.rae.gr/>

ΣΕΦ – Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών

<http://www.helapco.gr/>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΠΟΥ  
ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΕ**



















**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ Φ/Β  
ΠΛΑΙΣΙΩΝ**

**STP315 - 24/Vem**  
**STP310 - 24/Vem**  
**STP305 - 24/Vem**

**SUNTECH**  
**BE UNLIMITED**

## 315 Watt POLYCRYSTALLINE SOLAR MODULE



### Features



#### High module conversion efficiency

Module efficiency up to 16.2% achieved through advanced cell technology and manufacturing capabilities



#### High PID resistant

Advanced cell technology and qualified materials lead to high resistance to PID



#### Positive tolerance

Positive tolerance of up to 5% delivers higher outputs reliability



#### Suntech current sorting process

System output maximized by reducing mismatch losses up to 2% with modules sorted & packaged by amperage



#### Extended wind and snow load tests

Module certified to withstand extreme wind (3800 Pascal) and snow loads (5400 Pascal) \*



#### Withstanding harsh environment

Reliable quality leads to a better sustainability even in harsh environment like desert, farm and coastline

Certifications and standards:  
IEC 61215, IEC 61730, conformity to CE



### Trust Suntech to Deliver Reliable Performance Over Time

- World-class manufacturer of crystalline silicon photovoltaic modules
- Unrivaled manufacturing capacity and world-class technology
- Rigorous quality control meeting the highest international standards: ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 and ISO17025: 2005
- Regular independently checked production process from international accredited institute/company
- Tested for harsh environments (salt mist, ammonia corrosion and sand blowing testing: IEC 61701, IEC 62716, DIN EN 60068-2-68)\*\*\*
- Long-term reliability tests
- 2 x 100% EL inspection ensuring defect-free



### Special 4 busbar design

The unique cell design leads tremendous reduction in electrodes resistance and raise in conversion efficiency. Less residual stress, less cell micro-cracks and hotspot risks.

### Industry-leading Warranty based on nominal power



- 97.5% in the first year, thereafter, for years two (2) through twenty-five (25), 0.7% maximum decrease from MODULE's nominal power output per year, ending with the 80.7% in the 25th year after the defined WARRANTY STARTING DATE.\*\*\*\*
- 10-year product warranty
- 25-year linear performance warranty



### IP68 Rated Junction Box

The Suntech IP68 rated junction box ensures an outstanding waterproof level, supports installations in all orientations and reduces stress on the cables. High reliable performance, low resistance connectors ensure maximum output for the highest energy production.

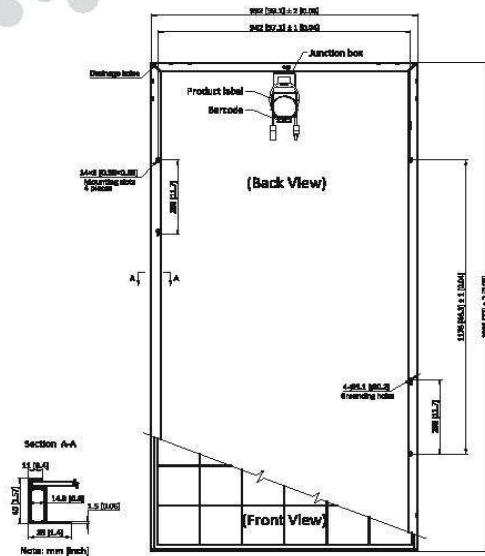
\* Please refer to Suntech Standard Module Installation Manual for details. \*\*PV Cycle only for EU market.

\*\*\* Please refer to Suntech Product Near-coast Installation Manual for details. \*\*\*\* Please refer to Suntech Product Warranty for details.

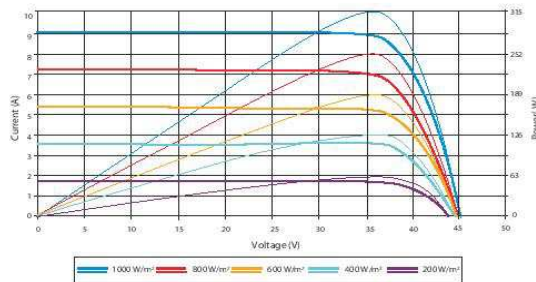


**STP315-24/Vem**  
**STP310-24/Vem**  
**STP305-24/Vem**

**SUNTECH**  
**BE UNLIMITED**



Current-Voltage & Power-Voltage Curve (315-24)



Excellent performance under weak light conditions: at an irradiation intensity of 200 W/m² (AM 1.5, 25 °C), **96.5%** or higher of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved

#### Dealer information



Information on how to install and operate this product is available in the installation instruction. All values indicated in this data sheet are subject to change without prior announcement. The specifications may vary slightly. All specifications are in accordance with standard EN 50380. Color differences of the modules relative to the figures as well as discolorations of/in the modules which do not impair their proper functioning are possible and do not constitute a deviation from the specification.

#### Electrical Characteristics

STC	STP315-24/Vem	STP310-24/Vem	STP305-24/Vem
Maximum Power at STC (Pmax)	315 W	310 W	305 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	36.8 V	36.5 V	36.2 V
Optimum Operating Current (Imp)	8.56 A	8.50 A	8.43 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.1 V	44.9 V	44.7 V
Short Circuit Current (Isc)	9.02 A	8.96 A	8.89 A
Module Efficiency	16.2%	16.0%	15.7%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 %		

STC: Irradiance 1000 W/m², module temperature 25 °C, AM=1.5;  
 Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

NOCT	STP315-24/Vem	STP310-24/Vem	STP305-24/Vem
Maximum Power at NOCT (Pmax)	229 W	226 W	222 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	33.2 V	32.8 V	32.6 V
Optimum Operating Current (Imp)	6.91 A	6.88 A	6.80 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.5 V	40.9 V	40.8 V
Short Circuit Current (Isc)	7.30 A	7.26 A	7.19 A

NOCT: Irradiance 800 W/m², ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s;  
 Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

#### Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.42 %/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.33 %/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.067 %/°C

#### Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 156 × 156 mm (6 inches)
No. of Cells	72 (6 × 12)
Dimensions	1956 × 992 × 40mm (77.0 × 39.1 × 1.6 inches)
Weight	25.8 kgs (56.9 lbs.)
Front Glass	4.0 mm (0.16 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68 rated (3 bypass diodes)
Output Cables	TUV (2Pfg 1169:2007) 4.0 mm² (0.006 inches²), symmetrical lengths (-) 1100mm (43.3 inches) and (+) 1100 mm (43.3 inches)
Connectors	Original MC4 connectors

#### Packing Configuration

Container	20' GP	40' GP	40' HC
Pieces per pallet	25	25	25
Pallets per container	5	12	24
Pieces per container	125	300	600

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

# A=50m<sup>2</sup> / P=8.00kW

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλασίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	634	2.369	26,75%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	694	2.935	23,63%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	937	3.633	25,80%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	1.140	9.174	12,43%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	1.323	20.949	6,32%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	1.420	26.405	5,38%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	1.475	33.348	4,42%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	1.391	28.133	4,94%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	1.177	35.242	3,34%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	1.020	31.085	3,28%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	691	2.306	29,98%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	50	26	8	582	2.486	23,41%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>50</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>12.484</b>	<b>198.064</b>	<b>6%</b>

# A=100m<sup>2</sup> / P=16.00kW

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλασίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	1.268	2.369	53,51%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	1.387	2.935	47,26%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	1.875	3.633	51,61%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	2.281	9.174	24,86%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	2.646	20.949	12,63%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	2.841	26.405	10,76%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	2.950	33.348	8,85%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	2.782	28.133	9,89%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	2.354	35.242	6,68%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	2.039	31.085	6,56%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	1.382	2.306	59,96%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	100	52	16	1.164	2.486	46,83%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>100</b>	<b>52</b>	<b>16</b>	<b>24.969</b>	<b>198.064</b>	<b>13%</b>



<b>A=150m<sup>2</sup> / P=24,00kW</b>									
Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	1.902	2.369	80,26%
Φεβρουάριος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	2.081	2.935	70,89%
Μάρτιος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	2.812	3.633	77,41%
Απρίλιος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	3.421	9.174	37,29%
Μάιος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	3.969	20.949	18,95%
Ιούνιος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	4.261	26.405	16,14%
Ιούλιος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	4.425	33.348	13,27%
Αύγουστος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	4.173	28.133	14,83%
Σεπτέμβριος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	3.530	35.242	10,02%
Οκτώβριος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	3.059	31.085	9,84%
Νοέμβριος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	2.074	2.306	89,93%
Δεκέμβριος	90,00%	80,00%	16,00%	150	77	24	1.746	2.486	70,24%
<b>Σύνολο:</b>	<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>150</b>	<b>77</b>	<b>24</b>	<b>37.453</b>	<b>198.064</b>	<b>19%</b>

<b>A=200m<sup>2</sup> / P=32,00kW</b>									
Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	2.536	2.369	107,02%
Φεβρουάριος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	2.774	2.935	94,52%
Μάρτιος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	3.750	3.633	103,21%
Απρίλιος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	4.562	9.174	49,73%
Μάιος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	5.293	20.949	25,26%
Ιούνιος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	5.682	26.405	21,52%
Ιούλιος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	5.900	33.348	17,69%
Αύγουστος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	5.564	28.133	19,78%
Σεπτέμβριος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	4.707	35.242	13,36%
Οκτώβριος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	4.078	31.085	13,12%
Νοέμβριος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	2.765	2.306	119,91%
Δεκέμβριος	90,00%	80,00%	16,00%	200	103	32	2.328	2.486	93,65%
<b>Σύνολο:</b>	<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>200</b>	<b>103</b>	<b>32</b>	<b>49.938</b>	<b>198.064</b>	<b>25%</b>

A=250m <sup>2</sup> / P=40.00kW										
	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	3.169	2.369	133,77%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	3.468	2.935	118,15%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	4.687	3.633	129,02%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	5.702	9.174	62,16%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	6.616	20.949	31,58%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	7.102	26.405	26,90%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	7.375	33.348	22,11%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	6.955	28.133	24,72%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	5.884	35.242	16,70%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	5.098	31.085	16,40%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	3.456	2.306	149,89%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	2.911	2.486	117,07%
Σύνολο:		90,00%	80,00%	16,00%	250	129	40	62.422	198.064	32%

A=300m <sup>2</sup> / P=48,00kW										
	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	3.803	2.369	160,53%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	4.161	2.935	141,78%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	5.625	3.633	154,82%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	6.843	9.174	74,59%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	7.939	20.949	37,90%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	8.522	26.405	32,28%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	8.849	33.348	26,54%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	8.346	28.133	29,67%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	7.061	35.242	20,03%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	6.117	31.085	19,68%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	4.147	2.306	179,87%
Δεκεμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	3.493	2.486	140,48%
Σύνολο:		90,00%	80,00%	16,00%	300	155	48	74.906	198.064	38%

A=350m <sup>2</sup> / P=56.00kW										
	Gt (kWh/m2)	ninv %	PR %	ηPV %	A (m2)	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	Ε (Παραγωγή) (kWh)	Ε (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	4.437	2.369	187,28%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	4.855	2.935	165,41%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	6.562	3.633	180,62%
Απριλίου	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	7.983	9.174	87,02%
Μαΐος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	9.262	20.949	44,21%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	9.943	26.405	37,66%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	10.324	33.348	30,96%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	9.737	28.133	34,61%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	8.237	35.242	23,37%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	7.137	31.085	22,96%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	4.838	2.306	209,85%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	4.075	2.486	163,89%
Σύνολο:		90,00%	80,00%	16,00%	350	180	56	87.391	198.064	44%

A=400m <sup>2</sup> / P=64,00kW										
	Gt (kWh/m2)	ninv %	PR %	ηPV %	A (m2)	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	Ε (παραγωγή) (kWh)	Ε (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	5.071	2.369	214,04%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	5.548	2.935	189,04%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	7.500	3.633	206,42%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	9.124	9.174	99,45%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	10.585	20.949	50,53%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	11.363	26.405	43,03%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	11.799	33.348	35,38%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	11.128	28.133	39,55%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	9.414	35.242	26,71%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	8.157	31.085	26,24%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	5.530	2.306	239,83%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	4.657	2.486	187,31%
Σύνολο:		90,00%	80,00%	16,00%	400	206	64	99.875	198.064	50%

**A=450m<sup>2</sup> / P=72,00kW**

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	5.705	2.369	240,79%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	6.242	2.935	212,67%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	8.437	3.633	232,23%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	10.264	9.174	111,88%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	11.908	20.949	56,84%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	12.784	26.405	48,41%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	13.274	33.348	39,81%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	12.519	28.133	44,50%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	10.591	35.242	30,05%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	9.176	31.085	29,52%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	6.221	2.306	269,80%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	450	232	72	5.239	2.486	210,72%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>450</b>	<b>232</b>	<b>72</b>	<b>112.360</b>	<b>198.064</b>	<b>57%</b>

**A=500m<sup>2</sup> / P=80,00kW**

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	6.339	2.369	267,55%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	6.935	2.935	236,30%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	9.374	3.633	258,03%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	11.405	9.174	124,32%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	13.231	20.949	63,16%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	14.204	26.405	53,79%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	14.749	33.348	44,23%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	13.910	28.133	49,44%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	11.768	35.242	33,39%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	10.196	31.085	32,80%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	6.912	2.306	299,78%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	500	258	80	5.821	2.486	234,14%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>500</b>	<b>258</b>	<b>80</b>	<b>124.844</b>	<b>198.064</b>	<b>63%</b>

**A=550m<sup>2</sup> / P=88.00kW**

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	6.973	2.369	294,30%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	7.629	2.935	259,93%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	10.312	3.633	283,83%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	12.545	9.174	136,75%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	14.554	20.949	69,48%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	15.625	26.405	59,17%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	16.224	33.348	48,65%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	15.301	28.133	54,39%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	12.944	35.242	36,73%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	11.215	31.085	36,08%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	7.603	2.306	329,76%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	550	284	88	6.403	2.486	257,55%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>550</b>	<b>284</b>	<b>88</b>	<b>137.328</b>	<b>198.064</b>	<b>69%</b>

**A=600m<sup>2</sup> / P=96.00kW**

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	E (παραγωγή) (kWh)	E (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	7.607	2.369	321,06%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	8.322	2.935	283,56%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	11.249	3.633	309,64%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	13.686	9.174	149,18%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	15.878	20.949	75,79%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	17.045	26.405	64,55%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	17.699	33.348	53,07%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	16.692	28.133	59,33%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	14.121	35.242	40,07%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	12.235	31.085	39,36%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	8.294	2.306	359,74%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	600	309	96	6.985	2.486	280,96%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>600</b>	<b>309</b>	<b>96</b>	<b>149.813</b>	<b>198.064</b>	<b>76%</b>

A=650m <sup>2</sup> / P=104,00kW										
	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	Ε (παραγωγή) (kWh)	Ε (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	8.241	2.369	347,81%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	9.016	2.935	307,19%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	12.187	3.633	335,44%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	14.826	9.174	161,61%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	17.201	20.949	82,11%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	18.465	26.405	69,93%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	19.174	33.348	57,50%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	18.083	28.133	64,28%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	15.298	35.242	43,41%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	13.255	31.085	42,64%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	8.986	2.306	389,72%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	7.567	2.486	304,38%
Σύνολο:		90,00%	80,00%	16,00%	650	335	104	162.297	198.064	82%

A=700m <sup>2</sup> / P=112,00kW										
	Gt (kWh/m2)	ninv %	PR %	nPV %	A (m2)	Αρ. Πλαισίων	P (kW)	Ε (παραγωγή) (kWh)	Ε (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	8.874	2.369	374,57%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	9.709	2.935	330,81%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	13.124	3.633	361,24%
Απριλίου	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	15.967	9.174	174,04%
Μαΐος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	18.524	20.949	88,42%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	19.886	26.405	75,31%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	20.649	33.348	61,92%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	19.474	28.133	69,22%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	16.475	35.242	46,75%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	14.274	31.085	45,92%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	9.677	2.306	419,70%
Δεκεμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	8.149	2.486	327,79%
Σύνολο:		90,00%	80,00%	16,00%	700	361	112	174.782	198.064	88%

# A=750m<sup>2</sup> / P=120kW

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαιοσίων	P (kW)	Ε (παραγωγή) (kWh)	Ε (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	9.508	2.369	401,32%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	10.403	2.935	354,44%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	14.062	3.633	387,05%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	17.107	9.174	186,47%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	19.847	20.949	94,74%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	21.306	26.405	80,69%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	22.124	33.348	66,34%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	20.865	28.133	74,17%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	17.652	35.242	50,09%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	15.294	31.085	49,20%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	10.368	2.306	449,67%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	750	387	120	8.732	2.486	351,20%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>750</b>	<b>387</b>	<b>120</b>	<b>187.266</b>	<b>198.064</b>	<b>95%</b>

# A=800m<sup>2</sup> / P=128kW

	Gt (kWh/m <sup>2</sup> )	ninv %	PR %	nPV %	A (m <sup>2</sup> )	Αρ. Πλαιοσίων	P (kW)	Ε (παραγωγή) (kWh)	Ε (ζήτηση 2014) (kWh)	Ποσοστό κάλυψης της ζήτησης %
Ιανουάριος	110,05	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	10.142	2.369	428,08%
Φεβρουάριος	120,40	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	11.096	2.935	378,07%
Μάρτιος	162,75	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	14.999	3.633	412,85%
Απρίλιος	198,00	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	18.248	9.174	198,91%
Μάιος	229,71	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	21.170	20.949	101,06%
Ιούνιος	246,60	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	22.727	26.405	86,07%
Ιούλιος	256,06	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	23.598	33.348	70,77%
Αύγουστος	241,49	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	22.256	28.133	79,11%
Σεπτέμβριος	204,30	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	18.828	35.242	53,43%
Οκτώβριος	177,01	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	16.313	31.085	52,48%
Νοέμβριος	120,00	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	11.059	2.306	479,65%
Δεκέμβριος	101,06	90,00%	80,00%	16,00%	800	412	128	9.314	2.486	374,62%
<b>Σύνολο:</b>		<b>90,00%</b>	<b>80,00%</b>	<b>16,00%</b>	<b>800</b>	<b>412</b>	<b>128</b>	<b>199.750</b>	<b>198.064</b>	<b>101%</b>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗΣ-ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ-  
ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



**A=50m<sup>2</sup> / P=8,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	634	634	0	1.735	
Φεβρουάριος	2.935	694	694	0	2.241	
Μάρτιος	3.633	937	937	0	2.696	
Απρίλιος	9.174	1.140	1.140	0	8.034	
Μάιος	20.949	1.323	1.323	0	19.626	
Ιούνιος	26.405	1.420	1.420	0	24.985	
Ιούλιος	33.348	1.475	1.475	0	31.873	
Αύγουστος	28.133	1.391	1.391	0	26.742	
Σεπτέμβριος	35.242	1.177	1.177	0	34.065	
Οκτώβριος	31.085	1.020	1.020	0	30.066	
Νοέμβριος	2.306	691	691	0	1.614	
Δεκέμβριος	2.486	582	582	0	1.904	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>12.484</b>	<b>12.484</b>	<b>0</b>	<b>185.580</b>	<b>185.580</b>

**A=100m<sup>2</sup> / P=16,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	1.268	1.268	0	1.101	
Φεβρουάριος	2.935	1.387	1.387	0	1.548	
Μάρτιος	3.633	1.875	1.875	0	1.758	
Απρίλιος	9.174	2.281	2.281	0	6.893	
Μάιος	20.949	2.646	2.646	0	18.302	
Ιούνιος	26.405	2.841	2.841	0	23.564	
Ιούλιος	33.348	2.950	2.950	0	30.398	
Αύγουστος	28.133	2.782	2.782	0	25.351	
Σεπτέμβριος	35.242	2.354	2.354	0	32.888	
Οκτώβριος	31.085	2.039	2.039	0	29.046	
Νοέμβριος	2.306	1.382	1.382	0	923	
Δεκέμβριος	2.486	1.164	1.164	0	1.322	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>24.969</b>	<b>24.969</b>	<b>0</b>	<b>173.096</b>	<b>173.096</b>

**A=150m<sup>2</sup> / P=24,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	1.902	1.902	0	468	
Φεβρουάριος	2.935	2.081	2.081	0	854	
Μάρτιος	3.633	2.812	2.812	0	821	
Απρίλιος	9.174	3.421	3.421	0	5.753	
Μάιος	20.949	3.969	3.969	0	16.979	
Ιούνιος	26.405	4.261	4.261	0	22.144	
Ιούλιος	33.348	4.425	4.425	0	28.923	
Αύγουστος	28.133	4.173	4.173	0	23.960	
Σεπτέμβριος	35.242	3.530	3.530	0	31.711	
Οκτώβριος	31.085	3.059	3.059	0	28.027	
Νοέμβριος	2.306	2.074	2.074	0	232	
Δεκέμβριος	2.486	1.746	1.746	0	740	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>37.453</b>	<b>37.453</b>	<b>0</b>	<b>160.611</b>	<b>160.611</b>

**A=200m<sup>2</sup> / P=32,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	2.536	2.369	166	0	
Φεβρουάριος	2.935	2.774	2.774	0	161	
Μάρτιος	3.633	3.750	3.633	117	0	
Απρίλιος	9.174	4.562	4.562	0	4.612	
Μάιος	20.949	5.293	5.293	0	15.656	
Ιούνιος	26.405	5.682	5.682	0	20.723	
Ιούλιος	33.348	5.900	5.900	0	27.448	
Αύγουστος	28.133	5.564	5.564	0	22.569	
Σεπτέμβριος	35.242	4.707	4.707	0	30.535	
Οκτώβριος	31.085	4.078	4.078	0	27.007	
Νοέμβριος	2.306	2.765	2.306	459	0	
Δεκέμβριος	2.486	2.328	2.328	0	158	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>49.938</b>	<b>49.195</b>	<b>742</b>	<b>148.869</b>	<b>148.127</b>

**A=250m<sup>2</sup> / P=40.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	3.169	2.369	800	0	
Φεβρουάριος	2.935	3.468	2.935	533	0	
Μάρτιος	3.633	4.687	3.633	1.054	0	
Απρίλιος	9.174	5.702	5.702	0	3.472	
Μάιος	20.949	6.616	6.616	0	14.333	
Ιούνιος	26.405	7.102	7.102	0	19.303	
Ιούλιος	33.348	7.375	7.375	0	25.973	
Αύγουστος	28.133	6.955	6.955	0	21.178	
Σεπτέμβριος	35.242	5.884	5.884	0	29.358	
Οκτώβριος	31.085	5.098	5.098	0	25.987	
Νοέμβριος	2.306	3.456	2.306	1.150	0	
Δεκέμβριος	2.486	2.911	2.486	424	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>62.422</b>	<b>58.460</b>	<b>3.962</b>	<b>139.604</b>	<b>135.642</b>

**A=300m<sup>2</sup> / P=48,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	3.803	2.369	1.434	0	
Φεβρουάριος	2.935	4.161	2.935	1.226	0	
Μάρτιος	3.633	5.625	3.633	1.992	0	
Απρίλιος	9.174	6.843	6.843	0	2.331	
Μάιος	20.949	7.939	7.939	0	13.010	
Ιούνιος	26.405	8.522	8.522	0	17.883	
Ιούλιος	33.348	8.849	8.849	0	24.498	
Αύγουστος	28.133	8.346	8.346	0	19.787	
Σεπτέμβριος	35.242	7.061	7.061	0	28.181	
Οκτώβριος	31.085	6.117	6.117	0	24.968	
Νοέμβριος	2.306	4.147	2.306	1.842	0	
Δεκέμβριος	2.486	3.493	2.486	1.006	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>74.906</b>	<b>67.407</b>	<b>7.500</b>	<b>130.658</b>	<b>123.158</b>

**A=350m<sup>2</sup> / P=56.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	4.437	2.369	2.068	0	
Φεβρουάριος	2.935	4.855	2.935	1.920	0	
Μάρτιος	3.633	6.562	3.633	2.929	0	
Απρίλιος	9.174	7.983	7.983	0	1.191	
Μάιος	20.949	9.262	9.262	0	11.687	
Ιούνιος	26.405	9.943	9.943	0	16.462	
Ιούλιος	33.348	10.324	10.324	0	23.023	
Αύγουστος	28.133	9.737	9.737	0	18.396	
Σεπτέμβριος	35.242	8.237	8.237	0	27.004	
Οκτώβριος	31.085	7.137	7.137	0	23.948	
Νοέμβριος	2.306	4.838	2.306	2.533	0	
Δεκέμβριος	2.486	4.075	2.486	1.589	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>87.391</b>	<b>76.353</b>	<b>11.038</b>	<b>121.712</b>	<b>110.674</b>

**A=400m<sup>2</sup> / P=64.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	5.071	2.369	2.702	0	
Φεβρουάριος	2.935	5.548	2.935	2.613	0	
Μάρτιος	3.633	7.500	3.633	3.866	0	
Απρίλιος	9.174	9.124	9.124	0	50	
Μάιος	20.949	10.585	10.585	0	10.364	
Ιούνιος	26.405	11.363	11.363	0	15.042	
Ιούλιος	33.348	11.799	11.799	0	21.548	
Αύγουστος	28.133	11.128	11.128	0	17.005	
Σεπτέμβριος	35.242	9.414	9.414	0	25.828	
Οκτώβριος	31.085	8.157	8.157	0	22.929	
Νοέμβριος	2.306	5.530	2.306	3.224	0	
Δεκέμβριος	2.486	4.657	2.486	2.171	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>99.875</b>	<b>85.299</b>	<b>14.576</b>	<b>112.765</b>	<b>98.189</b>

**A=450m<sup>2</sup> / P=72.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	5.705	2.369	3.336	0	
Φεβρουάριος	2.935	6.242	2.935	3.307	0	
Μάρτιος	3.633	8.437	3.633	4.804	0	
Απρίλιος	9.174	10.264	9.174	1.090	0	
Μάιος	20.949	11.908	11.908	0	9.041	
Ιούνιος	26.405	12.784	12.784	0	13.621	
Ιούλιος	33.348	13.274	13.274	0	20.073	
Αύγουστος	28.133	12.519	12.519	0	15.614	
Σεπτέμβριος	35.242	10.591	10.591	0	24.651	
Οκτώβριος	31.085	9.176	9.176	0	21.909	
Νοέμβριος	2.306	6.221	2.306	3.915	0	
Δεκέμβριος	2.486	5.239	2.486	2.753	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>112.360</b>	<b>93.155</b>	<b>19.204</b>	<b>104.909</b>	<b>85.705</b>

**A=500m<sup>2</sup> / P=80.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	6.339	2.369	3.970	0	
Φεβρουάριος	2.935	6.935	2.935	4.000	0	
Μάρτιος	3.633	9.374	3.633	5.741	0	
Απρίλιος	9.174	11.405	9.174	2.231	0	
Μάιος	20.949	13.231	13.231	0	7.717	
Ιούνιος	26.405	14.204	14.204	0	12.201	
Ιούλιος	33.348	14.749	14.749	0	18.599	
Αύγουστος	28.133	13.910	13.910	0	14.223	
Σεπτέμβριος	35.242	11.768	11.768	0	23.474	
Οκτώβριος	31.085	10.196	10.196	0	20.890	
Νοέμβριος	2.306	6.912	2.306	4.606	0	
Δεκέμβριος	2.486	5.821	2.486	3.335	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>124.844</b>	<b>100.961</b>	<b>23.883</b>	<b>97.104</b>	<b>73.220</b>

**A=550m<sup>2</sup> / P=88.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	6.973	2.369	4.604	0	
Φεβρουάριος	2.935	7.629	2.935	4.694	0	
Μάρτιος	3.633	10.312	3.633	6.679	0	
Απρίλιος	9.174	12.545	9.174	3.371	0	
Μάιος	20.949	14.554	14.554	0	6.394	
Ιούνιος	26.405	15.625	15.625	0	10.781	
Ιούλιος	33.348	16.224	16.224	0	17.124	
Αύγουστος	28.133	15.301	15.301	0	12.832	
Σεπτέμβριος	35.242	12.944	12.944	0	22.297	
Οκτώβριος	31.085	11.215	11.215	0	19.870	
Νοέμβριος	2.306	7.603	2.306	5.298	0	
Δεκέμβριος	2.486	6.403	2.486	3.917	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>137.328</b>	<b>108.767</b>	<b>28.562</b>	<b>89.298</b>	<b>60.736</b>

**A=600m<sup>2</sup> / P=96.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	7.607	2.369	5.237	0	
Φεβρουάριος	2.935	8.322	2.935	5.387	0	
Μάρτιος	3.633	11.249	3.633	7.616	0	
Απρίλιος	9.174	13.686	9.174	4.512	0	
Μάιος	20.949	15.878	15.878	0	5.071	
Ιούνιος	26.405	17.045	17.045	0	9.360	
Ιούλιος	33.348	17.699	17.699	0	15.649	
Αύγουστος	28.133	16.692	16.692	0	11.441	
Σεπτέμβριος	35.242	14.121	14.121	0	21.121	
Οκτώβριος	31.085	12.235	12.235	0	18.850	
Νοέμβριος	2.306	8.294	2.306	5.989	0	
Δεκέμβριος	2.486	6.985	2.486	4.499	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>149.813</b>	<b>116.572</b>	<b>33.240</b>	<b>81.492</b>	<b>48.252</b>

**A=650m<sup>2</sup> / P=104.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	8.241	2.369	5.871	0	
Φεβρουάριος	2.935	9.016	2.935	6.081	0	
Μάρτιος	3.633	12.187	3.633	8.554	0	
Απρίλιος	9.174	14.826	9.174	5.652	0	
Μάιος	20.949	17.201	17.201	0	3.748	
Ιούνιος	26.405	18.465	18.465	0	7.940	
Ιούλιος	33.348	19.174	19.174	0	14.174	
Αύγουστος	28.133	18.083	18.083	0	10.050	
Σεπτέμβριος	35.242	15.298	15.298	0	19.944	
Οκτώβριος	31.085	13.255	13.255	0	17.831	
Νοέμβριος	2.306	8.986	2.306	6.680	0	
Δεκέμβριος	2.486	7.567	2.486	5.081	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>162.297</b>	<b>124.378</b>	<b>37.919</b>	<b>73.686</b>	<b>35.767</b>

**A=700m<sup>2</sup> / P=112.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	8.874	2.369	6.505	0	
Φεβρουάριος	2.935	9.709	2.935	6.774	0	
Μάρτιος	3.633	13.124	3.633	9.491	0	
Απρίλιος	9.174	15.967	9.174	6.793	0	
Μάιος	20.949	18.524	18.524	0	2.425	
Ιούνιος	26.405	19.886	19.886	0	6.519	
Ιούλιος	33.348	20.649	20.649	0	12.699	
Αύγουστος	28.133	19.474	19.474	0	8.659	
Σεπτέμβριος	35.242	16.475	16.475	0	18.767	
Οκτώβριος	31.085	14.274	14.274	0	16.811	
Νοέμβριος	2.306	9.677	2.306	7.371	0	
Δεκέμβριος	2.486	8.149	2.486	5.663	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>174.782</b>	<b>132.184</b>	<b>42.598</b>	<b>65.880</b>	<b>23.283</b>

**A=750m<sup>2</sup> / P=120kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh
Ιανουάριος	2.369	9.508	2.369	7.139	0	
Φεβρουάριος	2.935	10.403	2.935	7.468	0	
Μάρτιος	3.633	14.062	3.633	10.429	0	
Απρίλιος	9.174	17.107	9.174	7.933	0	
Μάιος	20.949	19.847	19.847	0	1.102	
Ιούνιος	26.405	21.306	21.306	0	5.099	
Ιούλιος	33.348	22.124	22.124	0	11.224	
Αύγουστος	28.133	20.865	20.865	0	7.268	
Σεπτέμβριος	35.242	17.652	17.652	0	17.590	
Οκτώβριος	31.085	15.294	15.294	0	15.792	
Νοέμβριος	2.306	10.368	2.306	8.062	0	
Δεκέμβριος	2.486	8.732	2.486	6.245	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>187.266</b>	<b>139.990</b>	<b>47.276</b>	<b>58.075</b>	<b>10.798</b>

**A=800m<sup>2</sup> / P=128kW**

<b>Μήνας</b>	<b>Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh</b>	<b>Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh</b>	<b>Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh</b>	<b>Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh</b>	<b>Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh</b>	<b>Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh</b>
Ιανουάριος	2.369	10.142	2.369	7.773	0	
Φεβρουάριος	2.935	11.096	2.935	8.161	0	
Μάρτιος	3.633	14.999	3.633	11.366	0	
Απρίλιος	9.174	18.248	9.174	9.074	0	
Μάιος	20.949	21.170	20.949	221	0	
Ιούνιος	26.405	22.727	22.727	0	3.679	
Ιούλιος	33.348	23.598	23.598	0	9.749	
Αύγουστος	28.133	22.256	22.256	0	5.877	
Σεπτέμβριος	35.242	18.828	18.828	0	16.413	
Οκτώβριος	31.085	16.313	16.313	0	14.772	
Νοέμβριος	2.306	11.059	2.306	8.754	0	
Δεκέμβριος	2.486	9.314	2.486	6.827	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>199.750</b>	<b>147.574</b>	<b>52.176</b>	<b>50.490</b>	<b>-1.686</b>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΤΗΣΙΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΧΡΗΜΑΤΩΝ**

<b>A=50m<sup>2</sup> / P=8.00kW</b>										
Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενέργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Ετήσια Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	634	634	0	1.735					
Φεβρουάριος	2.935	694	694	0	2.241					
Μάρτιος	3.633	937	937	0	2.696					
Απρίλιος	9.174	1.140	1.140	0	8.034					
Μάιος	20.949	1.323	1.323	0	19.626					
Ιούνιος	26.405	1.420	1.420	0	24.985					
Ιούλιος	33.348	1.475	1.475	0	31.873					
Αύγουστος	28.133	1.391	1.391	0	26.742					
Σεπτέμβριος	35.242	1.177	1.177	0	34.065					
Οκτώβριος	31.085	1.020	1.020	0	30.066					
Νοέμβριος	2.306	691	691	0	1.614					
Δεκέμβριος	2.486	582	582	0	1.904					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>12.484</b>	<b>12.484</b>	<b>0</b>	<b>185.580</b>	<b>185.580</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>33.404</b>	<b>4.027</b>

<b>A=100m<sup>2</sup> / P=16.00kW</b>										
Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενέργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	1.268	1.268	0	1.101					
Φεβρουάριος	2.935	1.387	1.387	0	1.548					
Μάρτιος	3.633	1.875	1.875	0	1.758					
Απρίλιος	9.174	2.281	2.281	0	6.893					
Μάιος	20.949	2.646	2.646	0	18.302					
Ιούνιος	26.405	2.841	2.841	0	23.564					
Ιούλιος	33.348	2.950	2.950	0	30.398					
Αύγουστος	28.133	2.782	2.782	0	25.351					
Σεπτέμβριος	35.242	2.354	2.354	0	32.888					
Οκτώβριος	31.085	2.039	2.039	0	29.046					
Νοέμβριος	2.306	1.382	1.382	0	923					
Δεκέμβριος	2.486	1.164	1.164	0	1.322					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>24.969</b>	<b>24.969</b>	<b>0</b>	<b>173.096</b>	<b>173.096</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>31.157</b>	<b>6.274</b>



**A=150m<sup>2</sup> / P=24,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	1.902	1.902	0	468					
Φεβρουάριος	2.935	2.081	2.081	0	854					
Μάρτιος	3.633	2.812	2.812	0	821					
Απρίλιος	9.174	3.421	3.421	0	5.753					
Μάιος	20.949	3.969	3.969	0	16.979					
Ιούνιος	26.405	4.261	4.261	0	22.144					
Ιούλιος	33.348	4.425	4.425	0	28.923					
Αύγουστος	28.133	4.173	4.173	0	23.960					
Σεπτέμβριος	35.242	3.530	3.530	0	31.711					
Οκτώβριος	31.085	3.059	3.059	0	28.027					
Νοέμβριος	2.306	2.074	2.074	0	232					
Δεκέμβριος	2.486	1.746	1.746	0	740					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>37.453</b>	<b>37.453</b>	<b>0</b>	<b>160.611</b>	<b>160.611</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>28.910</b>	<b>8.521</b>

**A=200m<sup>2</sup> / P=32,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	2.536	2.369	166	0					
Φεβρουάριος	2.935	2.774	2.774	0	161					
Μάρτιος	3.633	3.750	3.633	117	0					
Απρίλιος	9.174	4.562	4.562	0	4.612					
Μάιος	20.949	5.293	5.293	0	15.656					
Ιούνιος	26.405	5.682	5.682	0	20.723					
Ιούλιος	33.348	5.900	5.900	0	27.448					
Αύγουστος	28.133	5.564	5.564	0	22.569					
Σεπτέμβριος	35.242	4.707	4.707	0	30.535					
Οκτώβριος	31.085	4.078	4.078	0	27.007					
Νοέμβριος	2.306	2.765	2.306	459	0					
Δεκέμβριος	2.486	2.328	2.328	0	158					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>49.938</b>	<b>49.195</b>	<b>742</b>	<b>148.869</b>	<b>148.127</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>26.663</b>	<b>10.768</b>

<b>A=250m<sup>2</sup> / P=40.00kW</b>										
Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	3.169	2.369	800	0					
Φεβρουάριος	2.935	3.468	2.935	533	0					
Μάρτιος	3.633	4.687	3.633	1.054	0					
Απρίλιος	9.174	5.702	5.702	0	3.472					
Μάιος	20.949	6.616	6.616	0	14.333					
Ιούνιος	26.405	7.102	7.102	0	19.303					
Ιούλιος	33.348	7.375	7.375	0	25.973					
Αύγουστος	28.133	6.955	6.955	0	21.178					
Σεπτέμβριος	35.242	5.884	5.884	0	29.358					
Οκτώβριος	31.085	5.098	5.098	0	25.987					
Νοέμβριος	2.306	3.456	2.306	1.150	0					
Δεκέμβριος	2.486	2.911	2.486	424	0					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>62.422</b>	<b>58.460</b>	<b>3.962</b>	<b>139.604</b>	<b>135.642</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>24.416</b>	<b>13.016</b>

<b>A=300m<sup>2</sup> / P=48.00kW</b>										
Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	3.803	2.369	1.434	0					
Φεβρουάριος	2.935	4.161	2.935	1.226	0					
Μάρτιος	3.633	5.625	3.633	1.992	0					
Απρίλιος	9.174	6.843	6.843	0	2.331					
Μάιος	20.949	7.939	7.939	0	13.010					
Ιούνιος	26.405	8.522	8.522	0	17.883					
Ιούλιος	33.348	8.849	8.849	0	24.498					
Αύγουστος	28.133	8.346	8.346	0	19.787					
Σεπτέμβριος	35.242	7.061	7.061	0	28.181					
Οκτώβριος	31.085	6.117	6.117	0	24.968					
Νοέμβριος	2.306	4.147	2.306	1.842	0					
Δεκέμβριος	2.486	3.493	2.486	1.006	0					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>74.906</b>	<b>67.407</b>	<b>7.500</b>	<b>130.658</b>	<b>123.158</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>22.168</b>	<b>15.263</b>

**A=350m<sup>2</sup> / P=56.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενέργος) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	4.437	2.369	2.068	0					
Φεβρουάριος	2.935	4.855	2.935	1.920	0					
Μάρτιος	3.633	6.562	3.633	2.929	0					
Απρίλιος	9.174	7.983	7.983	0	1.191					
Μάιος	20.949	9.262	9.262	0	11.687					
Ιούνιος	26.405	9.943	9.943	0	16.462					
Ιούλιος	33.348	10.324	10.324	0	23.023					
Αύγουστος	28.133	9.737	9.737	0	18.396					
Σεπτέμβριος	35.242	8.237	8.237	0	27.004					
Οκτώβριος	31.085	7.137	7.137	0	23.948					
Νοέμβριος	2.306	4.838	2.306	2.533	0					
Δεκέμβριος	2.486	4.075	2.486	1.589	0					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>87.391</b>	<b>76.353</b>	<b>11.038</b>	<b>121.712</b>	<b>110.674</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>19.921</b>	<b>17.510</b>

**A=400m<sup>2</sup> / P=64.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενέργος) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	5.071	2.369	2.702	0					
Φεβρουάριος	2.935	5.548	2.935	2.613	0					
Μάρτιος	3.633	7.500	3.633	3.866	0					
Απρίλιος	9.174	9.124	9.124	0	50					
Μάιος	20.949	10.585	10.585	0	10.364					
Ιούνιος	26.405	11.363	11.363	0	15.042					
Ιούλιος	33.348	11.799	11.799	0	21.548					
Αύγουστος	28.133	11.128	11.128	0	17.005					
Σεπτέμβριος	35.242	9.414	9.414	0	25.828					
Οκτώβριος	31.085	8.157	8.157	0	22.929					
Νοέμβριος	2.306	5.530	2.306	3.224	0					
Δεκέμβριος	2.486	4.657	2.486	2.171	0					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>99.875</b>	<b>85.299</b>	<b>14.576</b>	<b>112.765</b>	<b>98.189</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>17.674</b>	<b>19.757</b>

**A=450m<sup>2</sup> / P=72.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	5.705	2.369	3.336	0	0				
Φεβρουάριος	2.935	6.242	2.935	3.307	0	0				
Μάρτιος	3.633	8.437	3.633	4.804	0	0				
Απρίλιος	9.174	10.264	9.174	1.090	0	0				
Μάιος	20.949	11.908	11.908	0	9.041	9.041				
Ιούνιος	26.405	12.784	12.784	0	13.621	13.621				
Ιούλιος	33.348	13.274	13.274	0	20.073	20.073				
Αύγουστος	28.133	12.519	12.519	0	15.614	15.614				
Σεπτέμβριος	35.242	10.591	10.591	0	24.651	24.651				
Οκτώβριος	31.085	9.176	9.176	0	21.909	21.909				
Νοέμβριος	2.306	6.221	2.306	3.915	0	0				
Δεκέμβριος	2.486	5.239	2.486	2.753	0	0				
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>112.360</b>	<b>93.155</b>	<b>19.204</b>	<b>104.909</b>	<b>85.705</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>15.427</b>	<b>22.004</b>

**A=500m<sup>2</sup> / P=80.00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	6.339	2.369	3.970	0	0				
Φεβρουάριος	2.935	6.935	2.935	4.000	0	0				
Μάρτιος	3.633	9.374	3.633	5.741	0	0				
Απρίλιος	9.174	11.405	9.174	2.231	0	0				
Μάιος	20.949	13.231	13.231	0	7.717	7.717				
Ιούνιος	26.405	14.204	14.204	0	12.201	12.201				
Ιούλιος	33.348	14.749	14.749	0	18.599	18.599				
Αύγουστος	28.133	13.910	13.910	0	14.223	14.223				
Σεπτέμβριος	35.242	11.768	11.768	0	23.474	23.474				
Οκτώβριος	31.085	10.196	10.196	0	20.890	20.890				
Νοέμβριος	2.306	6.912	2.306	4.606	0	0				
Δεκέμβριος	2.486	5.821	2.486	3.335	0	0				
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>124.844</b>	<b>100.961</b>	<b>23.883</b>	<b>97.104</b>	<b>73.220</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>13.180</b>	<b>24.252</b>

**A=550m<sup>2</sup> / P=88,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	6.973	2.369	4.604	0					
Φεβρουάριος	2.935	7.629	2.935	4.694	0					
Μάρτιος	3.633	10.312	3.633	6.679	0					
Απρίλιος	9.174	12.545	9.174	3.371	0					
Μάιος	20.949	14.554	14.554	0	6.394					
Ιούνιος	26.405	15.625	15.625	0	10.781					
Ιούλιος	33.348	16.224	16.224	0	17.124					
Αύγουστος	28.133	15.301	15.301	0	12.832					
Σεπτέμβριος	35.242	12.944	12.944	0	22.297					
Οκτώβριος	31.085	11.215	11.215	0	19.870					
Νοέμβριος	2.306	7.603	2.306	5.298	0					
Δεκέμβριος	2.486	6.403	2.486	3.917	0					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>137.328</b>	<b>108.767</b>	<b>28.562</b>	<b>89.298</b>	<b>60.736</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>10.932</b>	<b>26.499</b>

**A=600m<sup>2</sup> / P=96,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	7.607	2.369	5.237	0					
Φεβρουάριος	2.935	8.322	2.935	5.387	0					
Μάρτιος	3.633	11.249	3.633	7.616	0					
Απρίλιος	9.174	13.686	9.174	4.512	0					
Μάιος	20.949	15.878	15.878	0	5.071					
Ιούνιος	26.405	17.045	17.045	0	9.360					
Ιούλιος	33.348	17.699	17.699	0	15.649					
Αύγουστος	28.133	16.692	16.692	0	11.441					
Σεπτέμβριος	35.242	14.121	14.121	0	21.121					
Οκτώβριος	31.085	12.235	12.235	0	18.850					
Νοέμβριος	2.306	8.294	2.306	5.989	0					
Δεκέμβριος	2.486	6.985	2.486	4.499	0					
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>149.813</b>	<b>116.572</b>	<b>33.240</b>	<b>81.492</b>	<b>48.252</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>8.685</b>	<b>28.746</b>

**A=650m<sup>2</sup> / P=104,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	8.241	2.369	5.871	0	0				
Φεβρουάριος	2.935	9.016	2.935	6.081	0	0				
Μάρτιος	3.633	12.187	3.633	8.554	0	0				
Απρίλιος	9.174	14.826	9.174	5.652	0	0				
Μάιος	20.949	17.201	17.201	0	3.748	3.748				
Ιούνιος	26.405	18.465	18.465	0	7.940	7.940				
Ιούλιος	33.348	19.174	19.174	0	14.174	14.174				
Αύγουστος	28.133	18.083	18.083	0	10.050	10.050				
Σεπτέμβριος	35.242	15.298	15.298	0	19.944	19.944				
Οκτώβριος	31.085	13.255	13.255	0	17.831	17.831				
Νοέμβριος	2.306	8.986	2.306	6.680	0	0				
Δεκέμβριος	2.486	7.567	2.486	5.081	0	0				
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>162.297</b>	<b>124.378</b>	<b>37.919</b>	<b>73.686</b>	<b>35.767</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>6.438</b>	<b>30.993</b>

**A=700m<sup>2</sup> / P=112,00kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	8.874	2.369	6.505	0	0				
Φεβρουάριος	2.935	9.709	2.935	6.774	0	0				
Μάρτιος	3.633	13.124	3.633	9.491	0	0				
Απρίλιος	9.174	15.967	9.174	6.793	0	0				
Μάιος	20.949	18.524	18.524	0	2.425	2.425				
Ιούνιος	26.405	19.886	19.886	0	6.519	6.519				
Ιούλιος	33.348	20.649	20.649	0	12.699	12.699				
Αύγουστος	28.133	19.474	19.474	0	8.659	8.659				
Σεπτέμβριος	35.242	16.475	16.475	0	18.767	18.767				
Οκτώβριος	31.085	14.274	14.274	0	16.811	16.811				
Νοέμβριος	2.306	9.677	2.306	7.371	0	0				
Δεκέμβριος	2.486	8.149	2.486	5.663	0	0				
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>174.782</b>	<b>132.184</b>	<b>42.598</b>	<b>65.880</b>	<b>23.283</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>4.191</b>	<b>33.240</b>

**A=750m<sup>2</sup> / P=120kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	9.508	2.369	7.139	0	0				
Φεβρουάριος	2.935	10.403	2.935	7.468	0	0				
Μάρτιος	3.633	14.062	3.633	10.429	0	0				
Απρίλιος	9.174	17.107	9.174	7.933	0	0				
Μάιος	20.949	19.847	19.847	0	1.102	1.102				
Ιούνιος	26.405	21.306	21.306	0	5.099	5.099				
Ιούλιος	33.348	22.124	22.124	0	11.224	11.224				
Αύγουστος	28.133	20.865	20.865	0	7.268	7.268				
Σεπτέμβριος	35.242	17.652	17.652	0	17.590	17.590				
Οκτώβριος	31.085	15.294	15.294	0	15.792	15.792				
Νοέμβριος	2.306	10.368	2.306	8.062	0	0				
Δεκέμβριος	2.486	8.732	2.486	6.245	0	0				
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>187.266</b>	<b>139.990</b>	<b>47.276</b>	<b>58.075</b>	<b>10.798</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>1.944</b>	<b>35.488</b>

**A=800m<sup>2</sup> / P=128kW**

Μήνας	Ζήτηση ενέργειας (Ενεργός) kWh	Παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Απορροφούμενη ενέργεια από το Φ/Β kWh	Περίσσεια ενέργειας προς δίκτυο kWh	Έλλειμμα ενέργειας από δίκτυο kWh	Ενέργεια η οποία θα πληρώνεται τελικά kWh	Μέση Χρέωση €/kWh	Πριν την Επένδυση €	Μετά την επένδυση €	Μηνιαία Εξοικονόμηση Χρημάτων €
Ιανουάριος	2.369	10.142	2.369	7.773	0	0				
Φεβρουάριος	2.935	11.096	2.935	8.161	0	0				
Μάρτιος	3.633	14.999	3.633	11.366	0	0				
Απρίλιος	9.174	18.248	9.174	9.074	0	0				
Μάιος	20.949	21.170	20.949	221	0	0				
Ιούνιος	26.405	22.727	22.727	0	3.679	3.679				
Ιούλιος	33.348	23.598	23.598	0	9.749	9.749				
Αύγουστος	28.133	22.256	22.256	0	5.877	5.877				
Σεπτέμβριος	35.242	18.828	18.828	0	16.413	16.413				
Οκτώβριος	31.085	16.313	16.313	0	14.772	14.772				
Νοέμβριος	2.306	11.059	2.306	8.754	0	0				
Δεκέμβριος	2.486	9.314	2.486	6.827	0	0				
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>198.064</b>	<b>199.750</b>	<b>147.574</b>	<b>52.176</b>	<b>50.490</b>	<b>-1.686</b>	<b>0,18</b>	<b>37.431</b>	<b>-303</b>	<b>37.735</b>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ  
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ**



Χωρίς χρηματοδότηση  
A=50m<sup>2</sup> / P=8,00kW

Με 40% χρηματοδότηση  
A=50m<sup>2</sup> / P=8,00kW

Με 40% χρηματοδότηση & 30% δάνειο  
A=50m<sup>2</sup> / P=8,00kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ
€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
1ο	16.000		4.027	1ο	9.600		4.027	1ο	4.800		4.027
2ο		160	4.027	2ο		160	4.027	2ο		160	4.027
3ο		160	4.027	3ο		160	4.027	3ο		160	4.027
4ο		160	4.027	4ο		160	4.027	4ο		160	4.027
5ο		160	4.027	5ο		160	4.027	5ο		160	4.027
6ο		160	4.027	6ο		160	4.027	6ο		160	4.027
7ο		160	4.027	7ο		160	4.027	7ο		160	4.027
8ο		160	4.027	8ο		160	4.027	8ο		160	4.027
9ο		160	4.027	9ο		160	4.027	9ο		160	4.027
10ο		160	4.027	10ο		160	4.027	10ο		160	4.027
11ο		160	4.027	11ο		160	4.027	11ο		160	4.027
12ο		160	4.027	12ο		160	4.027	12ο		160	4.027
13ο		160	4.027	13ο		160	4.027	13ο		160	4.027
14ο		160	4.027	14ο		160	4.027	14ο		160	4.027
15ο		160	4.027	15ο		160	4.027	15ο		160	4.027
16ο		160	4.027	16ο		160	4.027	16ο		160	4.027
17ο		160	4.027	17ο		160	4.027	17ο		160	4.027
18ο		160	4.027	18ο		160	4.027	18ο		160	4.027
19ο		160	4.027	19ο		160	4.027	19ο		160	4.027
20ο		160	4.027	20ο		160	4.027	20ο		160	4.027
21ο		160	4.027	21ο		160	4.027	21ο		160	4.027
22ο		160	4.027	22ο		160	4.027	22ο		160	4.027
23ο		160	4.027	23ο		160	4.027	23ο		160	4.027
24ο		160	4.027	24ο		160	4.027	24ο		160	4.027
25ο		160	4.027	25ο		160	4.027	25ο		160	4.027
ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ			
€				€				€			
-11.973				-5.573				-1.445			
-8.106				-1.706				1.750			
-4.239				2.161				4.945			
-373				6.027				8.139			
3.494				9.894				11.334			
7.361				13.761				14.529			
11.228				17.628				17.724			
15.095				21.495				20.919			
18.962				25.362				24.114			
22.829				29.229				27.309			
26.695				33.095				31.175			
30.562				36.962				35.042			
34.429				40.829				38.909			
38.296				44.696				42.776			
42.163				48.563				46.643			
46.030				52.430				50.510			
49.896				56.296				54.376			
53.763				60.163				58.243			
57.630				64.030				62.110			
61.497				67.897				65.977			
65.364				71.764				69.844			
69.231				75.631				73.711			
73.098				79.498				77.578			
76.964				83.364				81.444			
80.831				87.231				85.311			

A=100m² / P=16,00kW

A=100m² / P=16,00kW

A=100m² / P=16,00kW

ΕΚΡΟΣ					ΕΚΡΟΣ					ΕΚΡΟΣ					ΕΚΡΟΣ					
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	Δάνιο (δότη + τόκο)	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ
10	32.000		6.274	-25.726	10	19.200		6.274	-12.926	10	9.600		1.344	6.274	10	9.600		1.344	6.274	-4.670
20		320	6.274	-19.772	20		320	6.274	-6.972	20		320	1.344	6.274	20		320	1.344	6.274	-60
30		320	6.274	-13.818	30		320	6.274	-1.018	30		320	1.344	6.274	30		320	1.344	6.274	4.550
40		320	6.274	-7.864	40		320	6.274	4.936	40		320	1.344	6.274	40		320	1.344	6.274	9.160
50		320	6.274	-1.910	50		320	6.274	10.890	50		320	1.344	6.274	50		320	1.344	6.274	13.770
60		320	6.274	4.044	60		320	6.274	16.844	60		320	1.344	6.274	60		320	1.344	6.274	18.380
70		320	6.274	9.998	70		320	6.274	22.798	70		320	1.344	6.274	70		320	1.344	6.274	22.990
80		320	6.274	15.952	80		320	6.274	28.752	80		320	1.344	6.274	80		320	1.344	6.274	27.600
90		320	6.274	21.906	90		320	6.274	34.706	90		320	1.344	6.274	90		320	1.344	6.274	32.210
100		320	6.274	27.860	100		320	6.274	40.660	100		320	1.344	6.274	100		320	1.344	6.274	36.820
110		320	6.274	33.814	110		320	6.274	46.614	110		320	1.344	6.274	110		320		6.274	42.774
120		320	6.274	39.768	120		320	6.274	52.568	120		320	1.344	6.274	120		320		6.274	48.728
130		320	6.274	45.723	130		320	6.274	58.523	130		320	1.344	6.274	130		320		6.274	54.683
140		320	6.274	51.677	140		320	6.274	64.477	140		320	1.344	6.274	140		320		6.274	60.637
150		320	6.274	57.631	150		320	6.274	70.431	150		320	1.344	6.274	150		320		6.274	66.591
160		320	6.274	63.585	160		320	6.274	76.385	160		320	1.344	6.274	160		320		6.274	72.545
170		320	6.274	69.539	170		320	6.274	82.339	170		320	1.344	6.274	170		320		6.274	78.499
180		320	6.274	75.493	180		320	6.274	88.293	180		320	1.344	6.274	180		320		6.274	84.453
190		320	6.274	81.447	190		320	6.274	94.247	190		320	1.344	6.274	190		320		6.274	90.407
200		320	6.274	87.401	200		320	6.274	100.201	200		320	1.344	6.274	200		320		6.274	96.361
210		320	6.274	93.355	210		320	6.274	106.155	210		320	1.344	6.274	210		320		6.274	102.315
220		320	6.274	99.309	220		320	6.274	112.109	220		320	1.344	6.274	220		320		6.274	108.269
230		320	6.274	105.263	230		320	6.274	118.063	230		320	1.344	6.274	230		320		6.274	114.223
240		320	6.274	111.217	240		320	6.274	124.017	240		320	1.344	6.274	240		320		6.274	120.177
250		320	6.274	117.171	250		320	6.274	129.971	250		320	1.344	6.274	250		320		6.274	126.131

A=150m<sup>2</sup> / P=24,00kW

A=150m<sup>2</sup> / P=24,00kW

A=150m<sup>2</sup> / P=24,00kW

ΕΚΡΟΣ					ΕΚΡΟΣ					ΕΚΡΟΣ					ΕΚΡΟΣ				
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ
1ο	48.000		8.521	-39.479	1ο	28.800		8.521	-20.279	1ο	14.400		8.521	-7.885	1ο	14.400		8.521	-7.885
2ο		480	8.521	-31.438	2ο		480	8.521	-12.238	2ο		480	8.521	-1.870	2ο		480	8.521	-1.870
3ο		480	8.521	-23.396	3ο		480	8.521	-4.196	3ο		480	8.521	4.156	3ο		480	8.521	4.156
4ο		480	8.521	-15.355	4ο		480	8.521	3.845	4ο		480	8.521	10.181	4ο		480	8.521	10.181
5ο		480	8.521	-7.314	5ο		480	8.521	11.886	5ο		480	8.521	16.206	5ο		480	8.521	16.206
6ο		480	8.521	727	6ο		480	8.521	19.927	6ο		480	8.521	22.231	6ο		480	8.521	22.231
7ο		480	8.521	8.769	7ο		480	8.521	27.969	7ο		480	8.521	28.257	7ο		480	8.521	28.257
8ο		480	8.521	16.810	8ο		480	8.521	36.010	8ο		480	8.521	34.282	8ο		480	8.521	34.282
9ο		480	8.521	24.851	9ο		480	8.521	44.051	9ο		480	8.521	40.307	9ο		480	8.521	40.307
10ο		480	8.521	32.892	10ο		480	8.521	52.092	10ο		480	8.521	46.332	10ο		480	8.521	46.332
11ο		480	8.521	40.934	11ο		480	8.521	60.134	11ο		480	8.521	54.374	11ο		480	8.521	54.374
12ο		480	8.521	48.975	12ο		480	8.521	68.175	12ο		480	8.521	62.415	12ο		480	8.521	62.415
13ο		480	8.521	57.016	13ο		480	8.521	76.216	13ο		480	8.521	70.456	13ο		480	8.521	70.456
14ο		480	8.521	65.057	14ο		480	8.521	84.257	14ο		480	8.521	78.497	14ο		480	8.521	78.497
15ο		480	8.521	73.099	15ο		480	8.521	92.299	15ο		480	8.521	86.539	15ο		480	8.521	86.539
16ο		480	8.521	81.140	16ο		480	8.521	100.340	16ο		480	8.521	94.580	16ο		480	8.521	94.580
17ο		480	8.521	89.181	17ο		480	8.521	108.381	17ο		480	8.521	102.621	17ο		480	8.521	102.621
18ο		480	8.521	97.222	18ο		480	8.521	116.422	18ο		480	8.521	110.662	18ο		480	8.521	110.662
19ο		480	8.521	105.264	19ο		480	8.521	124.464	19ο		480	8.521	118.704	19ο		480	8.521	118.704
20ο		480	8.521	113.305	20ο		480	8.521	132.505	20ο		480	8.521	126.745	20ο		480	8.521	126.745
21ο		480	8.521	121.346	21ο		480	8.521	140.546	21ο		480	8.521	134.786	21ο		480	8.521	134.786
22ο		480	8.521	129.387	22ο		480	8.521	148.587	22ο		480	8.521	142.827	22ο		480	8.521	142.827
23ο		480	8.521	137.429	23ο		480	8.521	156.629	23ο		480	8.521	150.869	23ο		480	8.521	150.869
24ο		480	8.521	145.470	24ο		480	8.521	164.670	24ο		480	8.521	158.910	24ο		480	8.521	158.910
25ο		480	8.521	153.511	25ο		480	8.521	172.711	25ο		480	8.521	166.951	25ο		480	8.521	166.951

A=200m² / P=32.00kW

ΕΚΡΟΣ

ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ
10	64.000		€	€	10	-53.232		10.768	-53.232
20		640	10.768		20	-43.103		10.768	-43.103
30		640	10.768		30	-32.975		10.768	-32.975
40		640	10.768		40	-22.846		10.768	-22.846
50		640	10.768		50	-12.718		10.768	-12.718
60		640	10.768		60	-2.589		10.768	-2.589
70		640	10.768		70	7.539		10.768	7.539
80		640	10.768		80	17.667		10.768	17.667
90		640	10.768		90	27.796		10.768	27.796
100		640	10.768		100	37.924		10.768	37.924
110		640	10.768		110	48.053		10.768	48.053
120		640	10.768		120	58.181		10.768	58.181
130		640	10.768		130	68.310		10.768	68.310
140		640	10.768		140	78.438		10.768	78.438
150		640	10.768		150	88.566		10.768	88.566
160		640	10.768		160	98.695		10.768	98.695
170		640	10.768		170	108.823		10.768	108.823
180		640	10.768		180	118.952		10.768	118.952
190		640	10.768		190	129.080		10.768	129.080
200		640	10.768		200	139.209		10.768	139.209
210		640	10.768		210	149.337		10.768	149.337
220		640	10.768		220	159.465		10.768	159.465
230		640	10.768		230	169.594		10.768	169.594
240		640	10.768		240	179.722		10.768	179.722
250		640	10.768		250	189.851		10.768	189.851

A=200m² / P=32.00kW

ΕΚΡΟΣ

ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ
10	38.400		€	€	10	10.768		10.768	-27.632
20		640	10.768		20	10.768		10.768	-17.503
30		640	10.768		30	10.768		10.768	-7.375
40		640	10.768		40	10.768		10.768	2.754
50		640	10.768		50	10.768		10.768	12.882
60		640	10.768		60	10.768		10.768	23.011
70		640	10.768		70	10.768		10.768	33.139
80		640	10.768		80	10.768		10.768	43.267
90		640	10.768		90	10.768		10.768	53.396
100		640	10.768		100	10.768		10.768	63.524
110		640	10.768		110	10.768		10.768	73.653
120		640	10.768		120	10.768		10.768	83.781
130		640	10.768		130	10.768		10.768	93.910
140		640	10.768		140	10.768		10.768	104.038
150		640	10.768		150	10.768		10.768	114.166
160		640	10.768		160	10.768		10.768	124.295
170		640	10.768		170	10.768		10.768	134.423
180		640	10.768		180	10.768		10.768	144.552
190		640	10.768		190	10.768		10.768	154.680
200		640	10.768		200	10.768		10.768	164.809
210		640	10.768		210	10.768		10.768	174.937
220		640	10.768		220	10.768		10.768	185.065
230		640	10.768		230	10.768		10.768	195.194
240		640	10.768		240	10.768		10.768	205.322
250		640	10.768		250	10.768		10.768	215.451

A=200m² / P=32.00kW

ΕΚΡΟΣ

ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	Δάνιο (δότη + τόκοι)	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ
10	19.200		2.688	€	-11.120
20		640	2.688	10.768	-3.679
30		640	2.688	10.768	3.761
40		640	2.688	10.768	11.202
50		640	2.688	10.768	18.642
60		640	2.688	10.768	26.083
70		640	2.688	10.768	33.523
80		640	2.688	10.768	40.963
90		640	2.688	10.768	48.404
100		640	2.688	10.768	55.844
110		640		10.768	65.973
120		640		10.768	76.101
130		640		10.768	86.230
140		640		10.768	96.358
150		640		10.768	106.486
160		640		10.768	116.615
170		640		10.768	126.743
180		640		10.768	136.872
190		640		10.768	147.000
200		640		10.768	157.129
210		640		10.768	167.257
220		640		10.768	177.385
230		640		10.768	187.514
240		640		10.768	197.642
250		640		10.768	207.771



A=300m<sup>2</sup> / P=48.00kW

A=300m<sup>2</sup> / P=48.00kW

A=300m<sup>2</sup> / P=48.00kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ
€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
10	96.000		15.263	10	57.600		15.263	10	28.800		15.263	10	28.800		15.263
20		960	15.263	20		960	15.263	20		960	15.263	20		960	15.263
30		960	15.263	30		960	15.263	30		960	15.263	30		960	15.263
40		960	15.263	40		960	15.263	40		960	15.263	40		960	15.263
50		960	15.263	50		960	15.263	50		960	15.263	50		960	15.263
60		960	15.263	60		960	15.263	60		960	15.263	60		960	15.263
70		960	15.263	70		960	15.263	70		960	15.263	70		960	15.263
80		960	15.263	80		960	15.263	80		960	15.263	80		960	15.263
90		960	15.263	90		960	15.263	90		960	15.263	90		960	15.263
100		960	15.263	100		960	15.263	100		960	15.263	100		960	15.263
110		960	15.263	110		960	15.263	110		960	15.263	110		960	15.263
120		960	15.263	120		960	15.263	120		960	15.263	120		960	15.263
130		960	15.263	130		960	15.263	130		960	15.263	130		960	15.263
140		960	15.263	140		960	15.263	140		960	15.263	140		960	15.263
150		960	15.263	150		960	15.263	150		960	15.263	150		960	15.263
160		960	15.263	160		960	15.263	160		960	15.263	160		960	15.263
170		960	15.263	170		960	15.263	170		960	15.263	170		960	15.263
180		960	15.263	180		960	15.263	180		960	15.263	180		960	15.263
190		960	15.263	190		960	15.263	190		960	15.263	190		960	15.263
200		960	15.263	200		960	15.263	200		960	15.263	200		960	15.263
210		960	15.263	210		960	15.263	210		960	15.263	210		960	15.263
220		960	15.263	220		960	15.263	220		960	15.263	220		960	15.263
230		960	15.263	230		960	15.263	230		960	15.263	230		960	15.263
240		960	15.263	240		960	15.263	240		960	15.263	240		960	15.263
250		960	15.263	250		960	15.263	250		960	15.263	250		960	15.263
			ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ
			ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ				ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ				ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ				ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ
			€				€				€				€
			-80.737				-42.337				-13.537				766
			-66.434				-28.034								15.068
			-52.132				-13.732								29.371
			-37.829				571								43.674
			-23.526				14.874								57.977
			-9.223				29.177								72.280
			5.080				43.480								86.582
			19.382				57.782								100.885
			33.685				72.085								115.188
			47.988				86.388								129.491
			62.291				100.691								143.794
			76.594				114.994								158.097
			90.897				129.297								172.399
			105.199				143.599								186.702
			119.502				157.902								201.005
			133.805				172.205								215.308
			148.108				186.508								229.611
			162.411				200.811								243.913
			176.713				215.113								258.216
			191.016				229.416								272.519
			205.319				243.719								286.822
			219.622				258.022								301.125
			233.925				272.325								315.427
			248.227				286.627								329.730
			262.530				300.930								

A=350m<sup>2</sup> / P=56,00kW

A=350m<sup>2</sup> / P=56,00kW

A=350m<sup>2</sup> / P=56,00kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ
	€	€	€		€	€	€		€	€	€		€	€	€
			ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ				ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ
			ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ				ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ				ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ				ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ
1ο	112.000		17.510	1ο	67.200		17.510	1ο	33.600		17.510	1ο	33.600		-20.794
2ο		1.120	17.510	2ο		1.120	17.510	2ο		1.120	17.510	2ο		1.120	-9.108
3ο		1.120	17.510	3ο		1.120	17.510	3ο		1.120	17.510	3ο		1.120	2.578
4ο		1.120	17.510	4ο		1.120	17.510	4ο		1.120	17.510	4ο		1.120	14.264
5ο		1.120	17.510	5ο		1.120	17.510	5ο		1.120	17.510	5ο		1.120	25.950
6ο		1.120	17.510	6ο		1.120	17.510	6ο		1.120	17.510	6ο		1.120	37.636
7ο		1.120	17.510	7ο		1.120	17.510	7ο		1.120	17.510	7ο		1.120	49.322
8ο		1.120	17.510	8ο		1.120	17.510	8ο		1.120	17.510	8ο		1.120	61.008
9ο		1.120	17.510	9ο		1.120	17.510	9ο		1.120	17.510	9ο		1.120	72.694
10ο		1.120	17.510	10ο		1.120	17.510	10ο		1.120	17.510	10ο		1.120	84.380
11ο		1.120	17.510	11ο		1.120	17.510	11ο		1.120	17.510	11ο		1.120	100.770
12ο		1.120	17.510	12ο		1.120	17.510	12ο		1.120	17.510	12ο		1.120	117.160
13ο		1.120	17.510	13ο		1.120	17.510	13ο		1.120	17.510	13ο		1.120	133.550
14ο		1.120	17.510	14ο		1.120	17.510	14ο		1.120	17.510	14ο		1.120	149.940
15ο		1.120	17.510	15ο		1.120	17.510	15ο		1.120	17.510	15ο		1.120	166.330
16ο		1.120	17.510	16ο		1.120	17.510	16ο		1.120	17.510	16ο		1.120	182.720
17ο		1.120	17.510	17ο		1.120	17.510	17ο		1.120	17.510	17ο		1.120	199.110
18ο		1.120	17.510	18ο		1.120	17.510	18ο		1.120	17.510	18ο		1.120	215.500
19ο		1.120	17.510	19ο		1.120	17.510	19ο		1.120	17.510	19ο		1.120	231.890
20ο		1.120	17.510	20ο		1.120	17.510	20ο		1.120	17.510	20ο		1.120	248.280
21ο		1.120	17.510	21ο		1.120	17.510	21ο		1.120	17.510	21ο		1.120	264.670
22ο		1.120	17.510	22ο		1.120	17.510	22ο		1.120	17.510	22ο		1.120	281.060
23ο		1.120	17.510	23ο		1.120	17.510	23ο		1.120	17.510	23ο		1.120	297.450
24ο		1.120	17.510	24ο		1.120	17.510	24ο		1.120	17.510	24ο		1.120	313.840
25ο		1.120	17.510	25ο		1.120	17.510	25ο		1.120	17.510	25ο		1.120	330.230







A=450m<sup>2</sup> / P=72.00kW

A=450m<sup>2</sup> / P=72.00kW

A=450m<sup>2</sup> / P=72.00kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ
10	144.000		22.004	10	88.400		22.004	10	43.200		22.004	10	43.200		22.004
20		1.440	22.004	20		1.440	22.004	20		1.440	22.004	20		1.440	22.004
30		1.440	22.004	30		1.440	22.004	30		1.440	22.004	30		1.440	22.004
40		1.440	22.004	40		1.440	22.004	40		1.440	22.004	40		1.440	22.004
50		1.440	22.004	50		1.440	22.004	50		1.440	22.004	50		1.440	22.004
60		1.440	22.004	60		1.440	22.004	60		1.440	22.004	60		1.440	22.004
70		1.440	22.004	70		1.440	22.004	70		1.440	22.004	70		1.440	22.004
80		1.440	22.004	80		1.440	22.004	80		1.440	22.004	80		1.440	22.004
90		1.440	22.004	90		1.440	22.004	90		1.440	22.004	90		1.440	22.004
100		1.440	22.004	100		1.440	22.004	100		1.440	22.004	100		1.440	22.004
110		1.440	22.004	110		1.440	22.004	110		1.440	22.004	110		1.440	22.004
120		1.440	22.004	120		1.440	22.004	120		1.440	22.004	120		1.440	22.004
130		1.440	22.004	130		1.440	22.004	130		1.440	22.004	130		1.440	22.004
140		1.440	22.004	140		1.440	22.004	140		1.440	22.004	140		1.440	22.004
150		1.440	22.004	150		1.440	22.004	150		1.440	22.004	150		1.440	22.004
160		1.440	22.004	160		1.440	22.004	160		1.440	22.004	160		1.440	22.004
170		1.440	22.004	170		1.440	22.004	170		1.440	22.004	170		1.440	22.004
180		1.440	22.004	180		1.440	22.004	180		1.440	22.004	180		1.440	22.004
190		1.440	22.004	190		1.440	22.004	190		1.440	22.004	190		1.440	22.004
200		1.440	22.004	200		1.440	22.004	200		1.440	22.004	200		1.440	22.004
210		1.440	22.004	210		1.440	22.004	210		1.440	22.004	210		1.440	22.004
220		1.440	22.004	220		1.440	22.004	220		1.440	22.004	220		1.440	22.004
230		1.440	22.004	230		1.440	22.004	230		1.440	22.004	230		1.440	22.004
240		1.440	22.004	240		1.440	22.004	240		1.440	22.004	240		1.440	22.004
250		1.440	22.004	250		1.440	22.004	250		1.440	22.004	250		1.440	22.004



A=550m<sup>2</sup> / P=88.00kW

A=550m<sup>2</sup> / P=88.00kW

A=550m<sup>2</sup> / P=88.00kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ
1ο	176.000		26.499	1ο	105.600		26.499	1ο	52.800		26.499	1ο	52.800		26.499
2ο		1.760	26.499	2ο		1.760	26.499	2ο		1.760	26.499	2ο		1.760	26.499
3ο		1.760	26.499	3ο		1.760	26.499	3ο		1.760	26.499	3ο		1.760	26.499
4ο		1.760	26.499	4ο		1.760	26.499	4ο		1.760	26.499	4ο		1.760	26.499
5ο		1.760	26.499	5ο		1.760	26.499	5ο		1.760	26.499	5ο		1.760	26.499
6ο		1.760	26.499	6ο		1.760	26.499	6ο		1.760	26.499	6ο		1.760	26.499
7ο		1.760	26.499	7ο		1.760	26.499	7ο		1.760	26.499	7ο		1.760	26.499
8ο		1.760	26.499	8ο		1.760	26.499	8ο		1.760	26.499	8ο		1.760	26.499
9ο		1.760	26.499	9ο		1.760	26.499	9ο		1.760	26.499	9ο		1.760	26.499
10ο		1.760	26.499	10ο		1.760	26.499	10ο		1.760	26.499	10ο		1.760	26.499
11ο		1.760	26.499	11ο		1.760	26.499	11ο		1.760	26.499	11ο		1.760	26.499
12ο		1.760	26.499	12ο		1.760	26.499	12ο		1.760	26.499	12ο		1.760	26.499
13ο		1.760	26.499	13ο		1.760	26.499	13ο		1.760	26.499	13ο		1.760	26.499
14ο		1.760	26.499	14ο		1.760	26.499	14ο		1.760	26.499	14ο		1.760	26.499
15ο		1.760	26.499	15ο		1.760	26.499	15ο		1.760	26.499	15ο		1.760	26.499
16ο		1.760	26.499	16ο		1.760	26.499	16ο		1.760	26.499	16ο		1.760	26.499
17ο		1.760	26.499	17ο		1.760	26.499	17ο		1.760	26.499	17ο		1.760	26.499
18ο		1.760	26.499	18ο		1.760	26.499	18ο		1.760	26.499	18ο		1.760	26.499
19ο		1.760	26.499	19ο		1.760	26.499	19ο		1.760	26.499	19ο		1.760	26.499
20ο		1.760	26.499	20ο		1.760	26.499	20ο		1.760	26.499	20ο		1.760	26.499
21ο		1.760	26.499	21ο		1.760	26.499	21ο		1.760	26.499	21ο		1.760	26.499
22ο		1.760	26.499	22ο		1.760	26.499	22ο		1.760	26.499	22ο		1.760	26.499
23ο		1.760	26.499	23ο		1.760	26.499	23ο		1.760	26.499	23ο		1.760	26.499
24ο		1.760	26.499	24ο		1.760	26.499	24ο		1.760	26.499	24ο		1.760	26.499
25ο		1.760	26.499	25ο		1.760	26.499	25ο		1.760	26.499	25ο		1.760	26.499

A=600m² / P=96.00kW

A=600m² / P=96.00kW

A=600m² / P=96.00kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ
	€	€	€		€	€	€		€	€	€		€	€	€
1ο	192.000		28.746	1ο			-163.254	1ο	57.600		8.064	1ο			-36.918
2ο		1.920	28.746	2ο	115.200		-136.428	2ο		1.920	8.064	2ο			-18.156
3ο		1.920	28.746	3ο			-109.602	3ο		1.920	8.064	3ο			606
4ο		1.920	28.746	4ο			-82.776	4ο		1.920	8.064	4ο			19.368
5ο		1.920	28.746	5ο			-55.950	5ο		1.920	8.064	5ο			38.130
6ο		1.920	28.746	6ο			-29.124	6ο		1.920	8.064	6ο			56.892
7ο		1.920	28.746	7ο			-2.298	7ο		1.920	8.064	7ο			75.854
8ο		1.920	28.746	8ο			24.528	8ο		1.920	8.064	8ο			94.416
9ο		1.920	28.746	9ο			51.354	9ο		1.920	8.064	9ο			113.178
10ο		1.920	28.746	10ο			78.180	10ο		1.920	8.064	10ο			131.940
11ο		1.920	28.746	11ο			105.006	11ο		1.920	8.064	11ο			158.766
12ο		1.920	28.746	12ο			131.832	12ο		1.920	8.064	12ο			185.592
13ο		1.920	28.746	13ο			158.658	13ο		1.920	8.064	13ο			212.418
14ο		1.920	28.746	14ο			185.484	14ο		1.920	8.064	14ο			239.244
15ο		1.920	28.746	15ο			212.310	15ο		1.920	8.064	15ο			266.070
16ο		1.920	28.746	16ο			239.136	16ο		1.920	8.064	16ο			292.896
17ο		1.920	28.746	17ο			265.962	17ο		1.920	8.064	17ο			319.722
18ο		1.920	28.746	18ο			292.788	18ο		1.920	8.064	18ο			346.548
19ο		1.920	28.746	19ο			319.614	19ο		1.920	8.064	19ο			373.374
20ο		1.920	28.746	20ο			346.440	20ο		1.920	8.064	20ο			400.200
21ο		1.920	28.746	21ο			373.266	21ο		1.920	8.064	21ο			427.026
22ο		1.920	28.746	22ο			400.092	22ο		1.920	8.064	22ο			453.852
23ο		1.920	28.746	23ο			426.918	23ο		1.920	8.064	23ο			480.678
24ο		1.920	28.746	24ο			453.744	24ο		1.920	8.064	24ο			507.504
25ο		1.920	28.746	25ο			480.570	25ο		1.920	8.064	25ο			534.330



A=700m² / P=112,00kW

A=700m² / P=112,00kW

A=700m² / P=112,00kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΣ	
1ο	224.000		33.240	-190.760	1ο	134.400		33.240	-101.160	1ο	67.200		33.240	-43.368	
2ο		2.240	33.240	-159.760	2ο		2.240	33.240	-70.160	2ο		2.240	33.240	-21.776	
3ο		2.240	33.240	-128.760	3ο		2.240	33.240	-39.160	3ο		2.240	33.240	-184	
4ο		2.240	33.240	-97.760	4ο		2.240	33.240	-8.160	4ο		2.240	33.240	21.408	
5ο		2.240	33.240	-66.760	5ο		2.240	33.240	22.840	5ο		2.240	33.240	43.000	
6ο		2.240	33.240	-35.760	6ο		2.240	33.240	53.840	6ο		2.240	33.240	64.592	
7ο		2.240	33.240	-4.760	7ο		2.240	33.240	84.840	7ο		2.240	33.240	86.184	
8ο		2.240	33.240	26.240	8ο		2.240	33.240	115.840	8ο		2.240	33.240	107.776	
9ο		2.240	33.240	57.240	9ο		2.240	33.240	146.840	9ο		2.240	33.240	129.368	
10ο		2.240	33.240	88.240	10ο		2.240	33.240	177.840	10ο		2.240	33.240	150.960	
11ο		2.240	33.240	119.240	11ο		2.240	33.240	208.840	11ο		2.240	33.240	181.960	
12ο		2.240	33.240	150.240	12ο		2.240	33.240	239.840	12ο		2.240	33.240	212.960	
13ο		2.240	33.240	181.240	13ο		2.240	33.240	270.840	13ο		2.240	33.240	243.960	
14ο		2.240	33.240	212.240	14ο		2.240	33.240	301.840	14ο		2.240	33.240	274.960	
15ο		2.240	33.240	243.240	15ο		2.240	33.240	332.840	15ο		2.240	33.240	305.960	
16ο		2.240	33.240	274.240	16ο		2.240	33.240	363.840	16ο		2.240	33.240	336.960	
17ο		2.240	33.240	305.240	17ο		2.240	33.240	394.840	17ο		2.240	33.240	367.960	
18ο		2.240	33.240	336.240	18ο		2.240	33.240	425.840	18ο		2.240	33.240	398.960	
19ο		2.240	33.240	367.240	19ο		2.240	33.240	456.840	19ο		2.240	33.240	429.960	
20ο		2.240	33.240	398.240	20ο		2.240	33.240	487.840	20ο		2.240	33.240	460.960	
21ο		2.240	33.240	429.240	21ο		2.240	33.240	518.840	21ο		2.240	33.240	491.960	
22ο		2.240	33.240	460.240	22ο		2.240	33.240	549.840	22ο		2.240	33.240	522.960	
23ο		2.240	33.240	491.240	23ο		2.240	33.240	580.840	23ο		2.240	33.240	553.960	
24ο		2.240	33.240	522.240	24ο		2.240	33.240	611.840	24ο		2.240	33.240	584.960	
25ο		2.240	33.240	553.240	25ο		2.240	33.240	642.840	25ο		2.240	33.240	615.960	

A=750m² / P=120kW

A=750m² / P=120kW

A=750m² / P=120kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ	ΕΤΟΣ	Επενδυτικό κόστος	Λειτουργικά έξοδα	ΕΙΣΡΟΣ ΤΑΜΕΙΑΚΗΣ ΡΟΣ
€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
10	240.000		35.488	10	144.000		35.488	10	72.000		35.488	10	72.000		35.488
20		2.400	35.488	20		2.400	35.488	20		2.400	35.488	20		2.400	35.488
30		2.400	35.488	30		2.400	35.488	30		2.400	35.488	30		2.400	35.488
40		2.400	35.488	40		2.400	35.488	40		2.400	35.488	40		2.400	35.488
50		2.400	35.488	50		2.400	35.488	50		2.400	35.488	50		2.400	35.488
60		2.400	35.488	60		2.400	35.488	60		2.400	35.488	60		2.400	35.488
70		2.400	35.488	70		2.400	35.488	70		2.400	35.488	70		2.400	35.488
80		2.400	35.488	80		2.400	35.488	80		2.400	35.488	80		2.400	35.488
90		2.400	35.488	90		2.400	35.488	90		2.400	35.488	90		2.400	35.488
100		2.400	35.488	100		2.400	35.488	100		2.400	35.488	100		2.400	35.488
110		2.400	35.488	110		2.400	35.488	110		2.400	35.488	110		2.400	35.488
120		2.400	35.488	120		2.400	35.488	120		2.400	35.488	120		2.400	35.488
130		2.400	35.488	130		2.400	35.488	130		2.400	35.488	130		2.400	35.488
140		2.400	35.488	140		2.400	35.488	140		2.400	35.488	140		2.400	35.488
150		2.400	35.488	150		2.400	35.488	150		2.400	35.488	150		2.400	35.488
160		2.400	35.488	160		2.400	35.488	160		2.400	35.488	160		2.400	35.488
170		2.400	35.488	170		2.400	35.488	170		2.400	35.488	170		2.400	35.488
180		2.400	35.488	180		2.400	35.488	180		2.400	35.488	180		2.400	35.488
190		2.400	35.488	190		2.400	35.488	190		2.400	35.488	190		2.400	35.488
200		2.400	35.488	200		2.400	35.488	200		2.400	35.488	200		2.400	35.488
210		2.400	35.488	210		2.400	35.488	210		2.400	35.488	210		2.400	35.488
220		2.400	35.488	220		2.400	35.488	220		2.400	35.488	220		2.400	35.488
230		2.400	35.488	230		2.400	35.488	230		2.400	35.488	230		2.400	35.488
240		2.400	35.488	240		2.400	35.488	240		2.400	35.488	240		2.400	35.488
250		2.400	35.488	250		2.400	35.488	250		2.400	35.488	250		2.400	35.488



A=800m<sup>2</sup> / P=128kW

A=800m<sup>2</sup> / P=128kW

A=800m<sup>2</sup> / P=128kW

ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ				ΕΚΡΟΣ			
-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--	-------	--	--	--