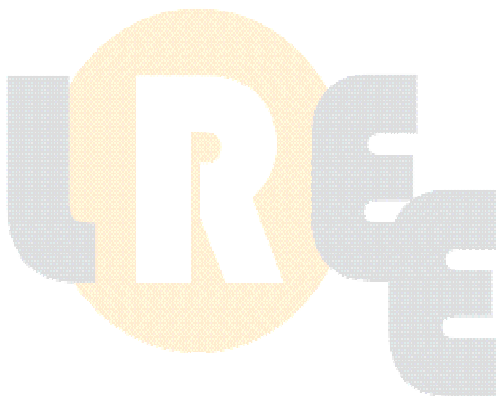




ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΕ ΕΞΟΧΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ



ΚΑΦΤΕΡΑΝΗΣ.Ι.ΧΑΡΙΣΙΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής
Εμμανουήλ Καραπιδάκης

Χανιά
Δεκέμβριος 2007

Ύστερα από μια τετραετή παρακολούθηση του προπτυχιακού προγράμματος του τμήματος Φυσικών πόρων και περιβάλλοντος στο ΤΕΙ Κρήτης παράρτημα Χανίων και την εκπόνηση της διπλωματικής αυτής εργασίας στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των σπουδών μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Εμμανουήλ Καραπιδάκη ο οποίος στάθηκε πρόθυμα σύμβουλος μου οποιαδήποτε στιγμή τον χρειάστηκα καθώς και για την κατανόηση και την υπομονή του. Επίσης, θα ήθελα να αναφερθώ στον μέντορά μου καθηγητή Πανεπιστημίου Μπιτζίνη Αριστείδη ο οποίος με ενέπνευσε με αισιοδοξία να ολοκληρώσω εγκαίρως αυτή την απαιτητική, χρονοβόρα αλλά ιδιαίτερος σημαντική διαδικασία. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Λυσικάτου Άννα για την καθοδήγησή της στην αναζήτηση υλικού για την εργασία αυτή.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αντώνιο Πατέλακη για την ευκαιρία που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πρακτική μου εξάσκηση στην εταιρία του. Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει για τους υπευθύνους της βιβλιοθήκης του παραρτήματος Χανίων για όλες τις παροχές τους. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Παταρέσκο Νικόλαο για την βοήθειά του στην διαμόρφωση της δομής της διπλωματικής αυτής. Επίσης, τον Σαριδάκη Γεώργιο για την ευγενική του παραχώρηση Η/Υ και χώρου εργασίας τους δύσκολους καλοκαιρινούς μήνες του 2007. Την οικογένεια Περιστέρη Παναγιώτη για την φιλοξενία τους, και τον Παναγιώτη Κόκκινο για την διευκόλυνση όσο αφορά την πρόσβαση στο διαδίκτυο τους καλοκαιρινούς μήνες, και τον Ελευθεριάδη Εφραίμ για την ταπεινή δωρεά του προς εμένα ενός φορητού υπολογιστή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου (τον πατέρα μου και τον αδερφό μου) η οποία είναι αυτή που αποτέλεσε τη δύναμη από την οποία στηρίχτηκα για να μπορέσω όχι απλά μόνο να συμμετάσχω, αλλά να προσπαθήσω και να επιμείνω ώστε να ολοκληρώσω όλη αυτή την προσπάθειά μου. Δε θα μπορούσα ποτέ να ξεχάσω μέσα σε όλα αυτά, την εύνοια και την ευλογία από τον Θεό καθ' όλη την διάρκεια της ζωής μου, αλλά και την λατρεμένη μου μητέρα, την οποία δυστυχώς έχασα νωρίς αλλά η προσφορά της σε μένα ήταν, είναι και θα είναι καταλυτική για όλη μου τη ζωή.

Αφιερώνω την διπλωματική αυτή στον Νατσούρα Αντώνη στον οποίο απλώς χρωστάω πολλά!

Χανιά, Δεκέμβριος 2007

Χαρίσιος Καφτεράνης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	1
<u>ABSTRACT</u>	2
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</u>	
1.1 Εισαγωγή	3
1.2 Αναφορά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	3
1.3 Πλεονεκτήματα Μειονεκτήματα Α.Π.Ε	8
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</u>	
2.1 Ηλιακή Ενέργεια	9
2.1.1 Δέκα σημαντικοί λόγοι για να στραφούμε στην Ηλιακή Ενέργεια	14
2.2 Το Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο	15
2.3 Ημιαγωγοί	16
2.4 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των Φ/Β στοιχείων	18
2.4.1 Συντελεστής απόδοσης Φ/Β στοιχείων	22
2.5 Χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίου	23
2.5.1 Συντελεστής απόδοσης Φ/Β πλαισίου	24
2.5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν το συντελεστή απόδοσης	24
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ</u>	
3.1 Γενικά για τα Φ/Β συστήματα	27
3.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Φ/Β Συστημάτων	28
3.3 Αυτόνομο Φ/Β σύστημα	30
3.4 Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα	33

3.5	Υβριδικό σύστημα	34
3.6	Εφαρμογές Φ/Β συστημάτων	35
3.6.1	Αυτόνομο	35
3.6.2	Διασυνδεδεμένο	36
3.6.3	Υβριδικό	38
3.7	Εγκατεστημένα Φ/Β συστήματα στην Ελλάδα	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

4.1	Ιστορική εξέλιξη Φ/Β συστημάτων	41
4.2	Τύποι Φ/Β υλικών	42
4.2.1	Τύποι στοιχείων πυριτίου «μεγάλου πάχους»	42
4.2.2	Φ/Β πλαίσια λεπτών επιστρώσεων	43
4.2.3	Άλλες Τεχνολογίες Φ/Β	45
4.3	Ρυθμιστής Φόρτισης	47
4.3.1	Προστασία από υπερφόρτιση	48
4.3.2	Προστασία από υπερβολική εκφόρτιση	49
4.4	Σύστημα αποθήκευσης (Συσσωρευτές)	50
4.4.1	Εκφόρτιση και επιτρεπόμενος βαθμός εκφόρτισης	52
4.4.2	Αυτοεκφόρτιση	53
4.4.3	Φόρτιση	53
4.4.4	Συντελεστής φόρτισης και απόδοση ισχύος	54
4.5	Μετατροπέας DC-AC (INVERTER)	55
4.6	Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου προστασίας	57

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΟΥΣ

5.1	Προϋποθέσεις εγκατάστασης Φ/Β πλαισίων	58
5.2	Προσανατολισμός του συλλέκτη	59
5.3	Η ιδανική κλίση των συλλεκτών	60
5.4	Τρόποι στήριξης των συλλεκτών	62
5.4.1	Στήριξη του συλλέκτη με σταθερή γωνία κλίσης	63
5.4.2	Στήριξη με δυνατότητα εποχικής ρύθμισης κλίσης του συλλέκτη	64
5.4.3	Στήριξη του συλλέκτη σε κινητές βάσεις	64
5.5	Τρόποι στήριξης Φ/Β πλαισίων σε κτήρια	65
5.6	Τρόποι σύνδεσης Φ/Β πλαισίων	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ Φ/Β

6.1	Θεσμικό πλαίσιο των Φ/Β	68
6.2	Οικονομικά οφέλη στην αγορά Φ/Β	69
6.2.1	Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας	70
6.3	Παράγοντες που συντελούν στην ανάπτυξη των Φ/Β στην Ελλάδα	71
6.4	Ανάλυση επιχειρηματικού ρίσκου Φ/Β (S.W.O.T ANALYSIS)	73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΞΟΧΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

7.1	Διαστασιολόγηση συστήματος	75
7.1.1	Σχεδιασμός κατανάλωσης Εξοχικής κατοικίας	75
7.1.2	Καθορισμός των Ενεργειακών Αναγκών	76
7.2	Επιλογή Κλίσης των Φ/Β Πλαισίων	77

7.3	Υπολογισμός των Φ/Β Πλαισίων του συστήματος	78
7.4	Υπολογισμός των απαιτούμενων συσσωρευτών	79
7.5	Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος	81
7.5.1	Φ/Β πλαίσιο SHARP	82
7.5.2	Μετατροπέας	83
7.5.3	Ρυθμιστής Φόρτισης	84
7.5.4	Συσσωρευτές	84
7.6	Οικονομική ανάλυση του συστήματος	85

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

A.1	Νόμοι του Ελληνικού Κράτους	86
A.2	Νόμος 3522/06 Νέος Επενδυτικός Νόμος	87
A.3	Νόμος 3468/06 Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ	99
A.4	Διαδικασίες εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων	110

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

B.1	Ορολογία Φ/Β	117
B.2	Απόδοση Αγγλικών όρων στα Ελληνικά	119

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Γ.1	Παραδείγματα Φ/Β εφαρμογών	136
-----	----------------------------	-----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες ολόκληρη η ανθρωπότητα δοκιμάζεται από τις συνέπειες των σαρωτικών αλλαγών που παρατηρούνται στο κλιματολογικό τοπίο του πλανήτη. Ταυτόχρονα, οι κυβερνήσεις του κόσμου εκδηλώνουν όλο και πιο έντονα το ενδιαφέρον τους για τη μείωση της εξάρτησής τους από τις συμβατικές πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο. Τα γεγονότα αυτά καθιστούν πολύ πιο επιτακτική την εξεύρεση εναλλακτικών πηγών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες θα είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Μία αξιόπιστη απάντηση στην αναζήτηση αυτή φαίνεται να είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες το τελευταίο διάστημα κερδίζουν συνεχώς έδαφος. Σχετικά με τη χρησιμοποίηση των ΑΠΕ ανακύπτει το ερώτημα του πόσο καλά θα μπορέσουν να αντικαταστήσουν τις συμβατικές πηγές ενέργειας, καθώς και του πόσο αποδοτική οικονομικά είναι η χρησιμοποίηση των ΑΠΕ.

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται τη χρησιμοποίηση μίας μορφής ΑΠΕ και πιο συγκεκριμένα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν απευθείας σε ηλεκτρική, μέσω κατάλληλων διατάξεων. Στην εργασία αυτή περιγράφεται η πρόοδος που σημειώθηκε τα τελευταία χρόνια στη χρησιμοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων, καθώς και το ερευνητικό ενδιαφέρον που υπάρχει σήμερα ως προς την ανάπτυξη όλο και πιο αποδοτικών φωτοβολταϊκών στοιχείων, τα οποία αποτελούν τη μικρότερη λειτουργική μονάδα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Ακόμα, στην εργασία περιγράφονται όλα τα επιμέρους τμήματα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Επίσης, στην εργασία περιγράφεται με πολύ μεγάλη λεπτομέρεια μία Τεχνοοικονομική Μελέτη Αυτόνομου Φ/Β Συστήματος στην περιοχή των Χανίων, με στόχο να δοθεί απάντηση στο ερώτημα του κατά πόσο είναι οικονομικά αποδοτική η χρησιμοποίηση τέτοιων συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

ABSTRACT

During the last three decades, the humanity is being tested from the dramatic changes that took place in the planet environment. As a result, the governments of the world show an increasing interest on being independent from the traditional power sources, such as petrol. These facts make much more imperative the need for establishing alternative sources of power production, which should be environmental friendly. A reliable answer to this search seems to be the renewable energy sources (RES), which seem to be gaining ground recently. Regarding the use of RES, the question arises as to what extend they are able to replace the traditional power sources and how profitable would be their use.

This thesis deals with the use of a particular form of RES, the photovoltaic systems. The photovoltaic systems collect the solar energy and convert it directly to electricity, through appropriate electronic devices. This thesis describes the progress that has been noted recently in the use of photovoltaic systems, as well as the research interest that exists nowadays for the improvement of photovoltaic cells, which consist the smallest operational unit of a photovoltaic system. In addition, a description of the crucial parts of a photovoltaic system is given.

Moreover, this thesis analytically describes a techno-economics project concerning stand-alone PV system in chania, in order to give an answer to the question of how profitable is the use of photovoltaic systems.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ζούμε μια περίοδο όπου η διόγκωση των περιβαλλοντολογικών προβλημάτων σε συνδυασμό με την εξάντληση των ορυκτών ενεργειακών πόρων και τα τεράστια βήματα στην τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών κάνουν πλέον εφικτή την χρήση τους. Τα τελευταία χρόνια η ηλιακή ενέργεια έχει βρει ποικίλες εφαρμογές σε κτιριακές εγκαταστάσεις για την αξιοποίησή της σε θερμότητα, ψύξη, παραγωγή ηλεκτρισμού, ακόμα και στην αποδοτικότερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού. Η σωστή περιβαλλοντική διαχείριση και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν έρθει στο προσκήνιο στην χώρα μας την τελευταία κυρίως πενταετία, μέσω των στόχων που επιβλήθηκαν από την σύνοδο του Κιότο αλλά και από την συνεχή αναζήτηση για αποδοτικότερη-φθηνότερη παραγωγή ενέργειας.

1.2 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

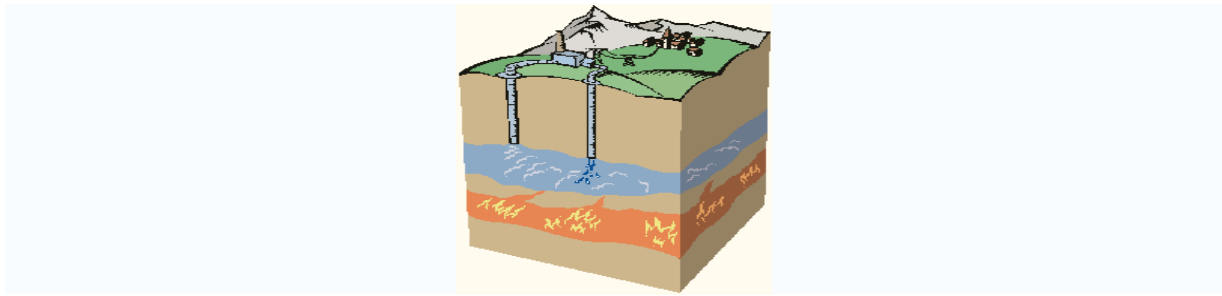
ΩΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΙ:

ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΗ

Η υδατόπτωση είναι ένας από τους καλύτερους και συγχρόνως πιο φυσικούς τρόπους παραγωγής μεγάλης ισχύς ηλεκτρικής ενέργειας με ανανεώσιμη συμπεριφορά. Το μειονέκτημα της υδατόπτωσης είναι ότι έχει περιορισμένη εφαρμογή και σε αρκετές περιπτώσεις με το να δημιουργείται κατάλληλος χώρος εγκατάστασης για την εκμετάλλευση της, καταστρέφει εύφορες εκτάσεις που σχετίζονται με την ύπαρξη του υδάτινου αυτού πλούτου. Καλύπτει περίπου το 7% της παγκόσμιας ενεργειακής παραγωγής.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η Γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Ισλανδία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών με γεωθερμική ενέργεια.



Σχήμα 1 Στρωματογραφία γεωθερμικού πεδίου

ΒΙΟΜΑΖΑ

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Μια μορφή βιομάζας: pellets (συσσωματώματα) τα οποία προκύπτουν από τη μηχανική συμπίεση πριονιδιού, χωρίς την προσθήκη χημικών ή συγκολλητικών ουσιών. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια (θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας. Αλλά και μέχρι σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί, τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, όσο και της Ευρώπης, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.). Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο, αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε ενέργεια.

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων και πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στη ξηρά.

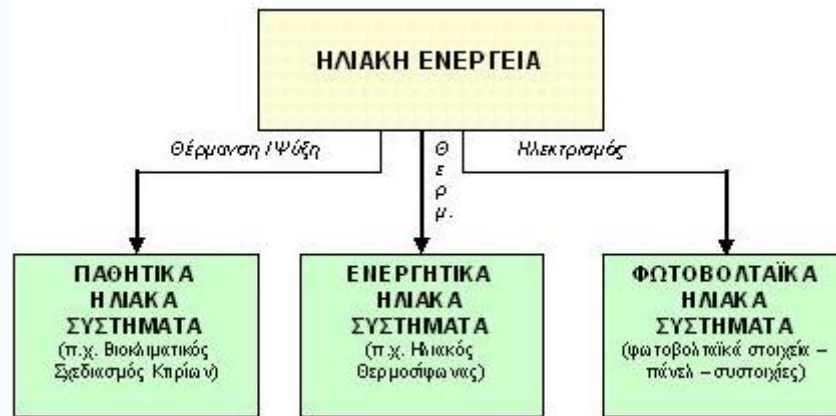


Σχήμα 1 Ανεμογεννήτρια

Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



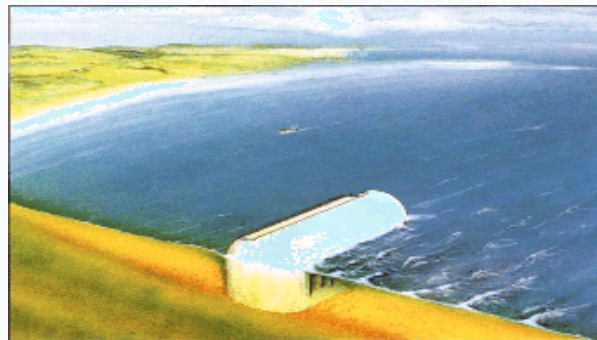
Σχήμα 3 Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΚΥΜΑΤΑ

Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.



Σχήμα 4 Μελλοντικός μηχανισμός εκμετάλλευσης κυματικής ενέργειας

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΩΚΕΑΝΟΥΣ

Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας

Οι πηγές αυτές υπάρχουν σε αφθονία στη χώρα μας και ιδιαίτερα το ηλιακό δυναμικό και το αιολικό δυναμικό στην νότια και νοτιανατολική νησιωτική Ελλάδα. Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών παρουσιάστηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973, ενισχύθηκε μετά την δεύτερη κρίση του 1979 και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά την συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούν οι συμβατικές πηγές ενέργειας, σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ένα σημαντικό μέρος της θερμικής

ρύπανσης οφείλονται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο).

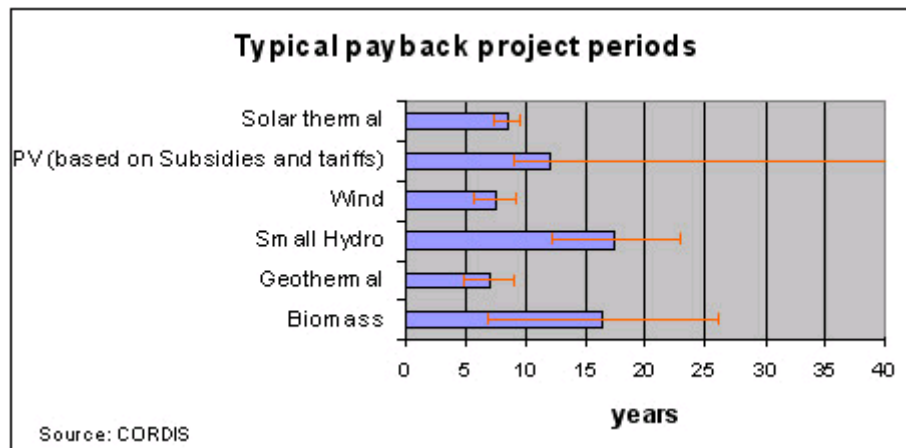
Ο μόνος δυνατός τρόπος για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη μέλη να ανταποκριθούν στους φιλόδοξους στόχους που έθεσαν το 1992 και 1997, στις συνδιασκέψεις του ΟΗΕ για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο και στο Κιότο, να περιορισθούν δηλαδή οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και των άλλων αέριων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990, για την περίοδο 2008-2012, είναι να αυξηθεί το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο και να εντείνει την ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι παραπάνω δεσμεύσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης μεταφράζονται σε ειδικότερους στόχους για τα κράτη-μέλη. Η Ελλάδα ανέλαβε την δέσμευση για την λήψη ιδιαίτερων μέτρων για αύξηση μόνο κατά 25% των εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου αντί αύξηση (έναντι αύξησης 48% χωρίς την λήψη μέτρων).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει δώσει ιδιαίτερη σημασία σε αυτό το θέμα με την έκδοση της "Λευκής Βίβλου για την ενεργειακή Πολιτική ΕΕ" και της "Λευκής Βίβλου για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας-Ενέργεια για το μέλλον" που καθορίζουν το πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για τις ΑΠΕ. Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η αύξηση της ενεργειακής συνεισφοράς των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο 20% το 2010.

Πίνακας 1 Απαιτήσεις εγκατάστασης ΑΠΕ για επίτευξη στόχου 2010

Τεχνολογία	Εγκατεστημένη ισχύς το 2010 σε MW	Παραγωγή ενέργειας το 2010 σε TWh	Συμμετοχή ανά τύπο ΑΠΕ το 2010 %
Αιολικά πάρκα	3.372	7,09	10,42
Μικρά υδροηλεκτρικά (< 15 MWe)	364	1,09	1,60
Μεγάλα υδροηλεκτρικά	3.325	4,58	6,74
Βιομάζα	103	0,81	1,19
Γεωθερμία	12	0,09	0,13
Φωτοβολταϊκά	18	0,02	0,03
Σύνολα	7.193	13,67	20,10



Σχήμα 5 Βλέπουμε αποτελέσματα από μία στατιστική έρευνα που διεξάγεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την ωριμότητα των τεχνολογιών ΑΠΕ και μεταξύ άλλων διαθέτει στοιχεία για τον μέσο όρο αποπληρωμής των επενδύσεων στην Ευρώπη

1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Αύξηση της ανταγωνιστικότητας, μετά την πλήρη απελευθέρωση αγοράς ηλεκ. ενέργειας
- Αύξηση θέσεων εργασίας σε όλα τα στάδια κατασκευής, μεταφοράς, εγκατάστασης, συντήρησης, φύλαξης των ανεμογεννητριών στα αιολικά και ηλιακά πάρκα.
- Αύξηση εισοδήματος αναπτυσσόμενων περιφερειών από την εισροή κεφαλαίων επενδυτών και επιδότησης από Ε.Ε.
- Αισθητική εναρμόνιση σε περιβάλλοντες χώρους μικρής κλίμακας ειδικά σε αποψιλωμένα βουνά.
- Συμβολή στην μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και επίτευξη του στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε μέχρι το 2010 στο 20%.
- Εξοικονόμησης ενέργειας ειδικά με τη θέρμανση νερού με ηλιακούς θερμοσίφωνες.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο ήλιος μας. Η ακτινοβολία του Ήλιου, η ηλιακή ακτινοβολία, όπως συνηθίζουμε να τη λέμε, έχει τροφοδοτήσει και εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ενέργεια του Ήλιου είναι όμως και από μόνη της μια σημαντική πηγή, την οποία αξιοποίησε ο άνθρωπος από τα αρχαία ακόμα χρόνια.



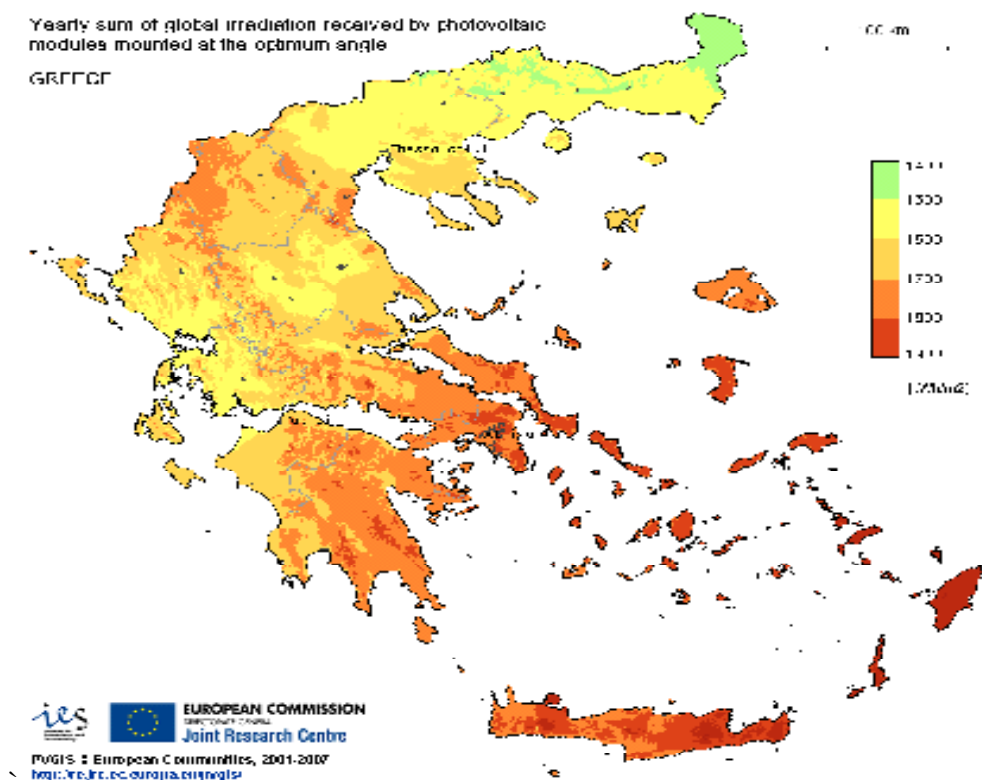
Σχήμα 6 Ο Αρχιμήδης, τον 3ο π.Χ. αιώνα, έκαψε το Ρωμαϊκό στόλο συγκεντρώνοντας τις ηλιακές ακτίνες με ασπίδες - κάτοπτρα.

Παρά το γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στα όρια της ατμόσφαιρας είναι παντού σταθερή, δεν συμβαίνει το ίδιο με αυτή που φτάνει στο έδαφος, η ισχύς της οποίας σπάνια ξεπερνά τα 1000Watt ανά τετραγωνικό μέτρο.

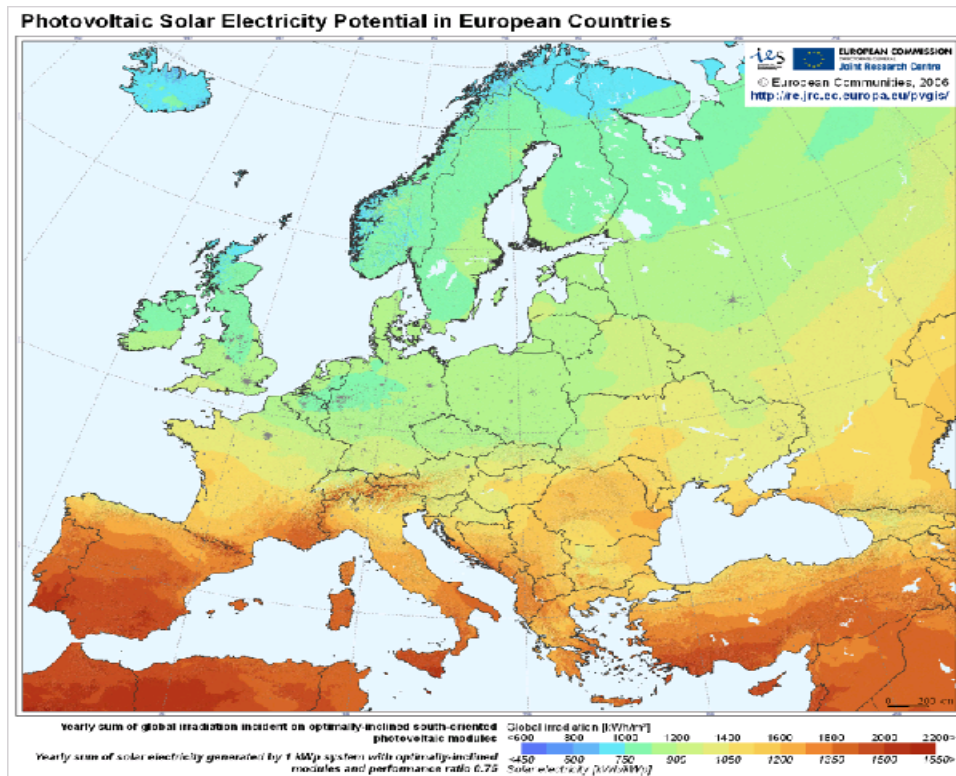
Αυτή εξαρτάται από την εποχή του έτους, την ώρα της ημέρας, την παρουσία νεφών, ομίχλης και σκόνης, ενώ εξασθενεί τόσο περισσότερη είναι η γωνία πρόσπτωσης της στην επιφάνεια του εδάφους και, συνεπώς, μεγαλύτερη η διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Ο τελευταίος αυτός παράγοντας είναι και ο σημαντικότερος για τη διαμόρφωση της μέσης έντασης της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στο έδαφος.

Γι' αυτό, άλλωστε, **το γεωγραφικό πλάτος** και **το υψόμετρο** μιας περιοχής παίζουν τόσο σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση του καιρού σ' αυτήν, καθώς επίσης και των

εποχών στα δύο ημισφαίρια της γης. Όσο πιο κοντά στον ισημερινό βρίσκεται αυτή, τόσο μικραίνει η διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας και αυξάνει η γωνία πρόσπτωσης έως τις 90°, με αποτέλεσμα οι συνέπειες της να γίνονται πιο έντονες. Από αυτή την άποψη, η Ελλάδα είναι μία από τις πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη μας. Ο συνδυασμός του γεωγραφικού πλάτους και της υψηλής ηλιοφάνειας έχει ως αποτέλεσμα να προσπίπτουν ημερησίως, κατά μέσο όρο, 4,3kWh ηλιακής ενέργειας σε κάθε τετραγωνικό μέτρο οριζόντιας επιφάνειας. Στο μεγαλύτερο τμήμα της Ελλάδας, η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές της, κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι δυνατή, σε όλη την ελληνική επικράτεια, η οικονομική επωφέλης εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει ετησίως περί τις 1.400-1.900 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (KWh/έτος/KW). Όπως αναφέραμε και ποιο πάνω στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1.700-1.800 KWh/έτος, στη Θεσσαλονίκη 1.500-1.600 KWh/έτος και στην Κρήτη ή στη Ρόδο 1.800-1.900 KWh/έτος.

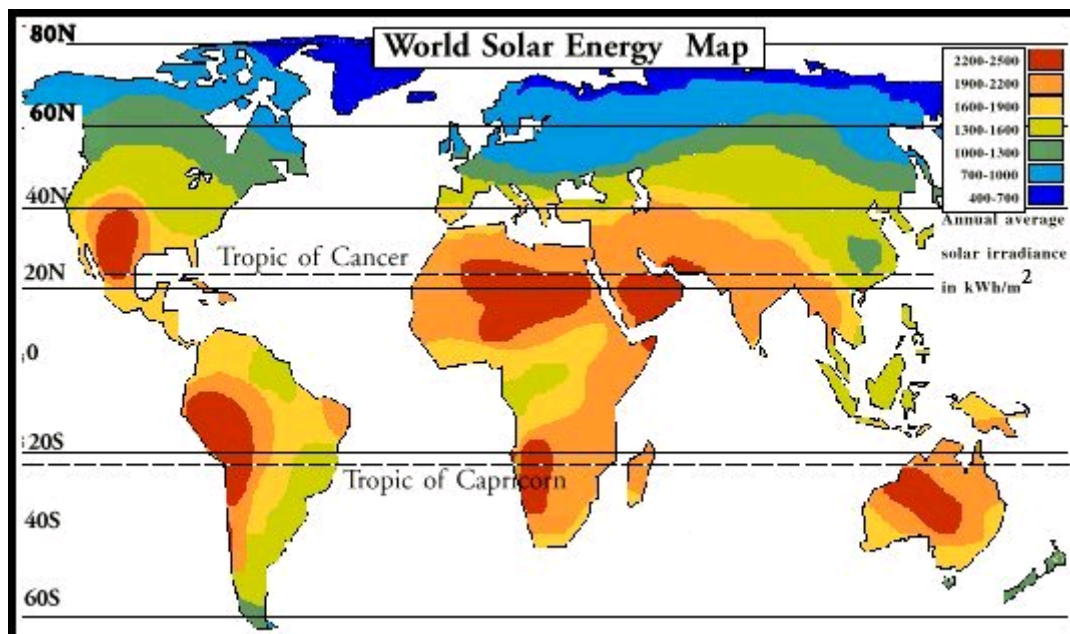


Σχήμα 7 Ηλιακό Δυναμικό της Ελλάδας

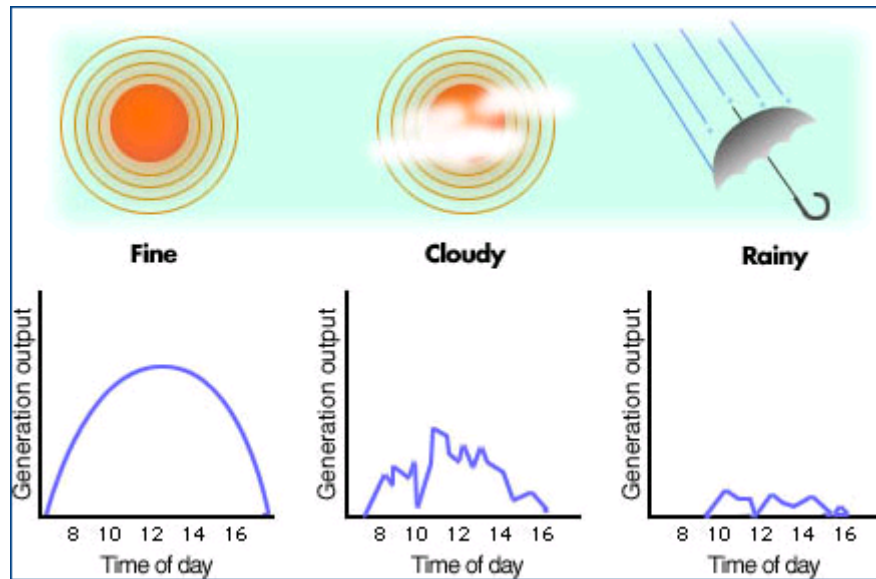


Σχήμα 8 Ηλιακό δυναμικό στην Ευρώπη

Βλέπουμε από τους πιο πάνω πίνακες ότι η Ελλάδα σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη είναι σε αρκετά καλή ενεργειακή θέση.



Σχήμα 9 Βλέπουμε την Παγκόσμια Ηλιακή Ακτινοβολία και τη Μέση Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας



Σχήμα 10 Βλέπουμε την συνολική παραγωγή ενέργειας σε συνάρτηση με τη διάρκεια των φωτεινών ωρών σε διάφορες συνθήκες ηλιοφάνειας (Αίθριος, Συννεφιασμένος, Βροχερός)

Πίνακας 2 Βλέπουμε την μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία σε τέσσερις πόλεις της Ελλάδος, με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος.

Μήνας	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Αθήνα [kwh/m ²]	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Θεσσαλονίκη [kwh/m ²]	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Κρήτη [kwh/m ²]	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Ρόδος [kwh/m ²]
Ιανουάριος	91.99	85.160	92.59	91.53
Φεβρουάριος	103.74	94.492	107.72	105.99
Μάρτιος	138.94	128.34	146.85	144.58
Απρίλιος	156.97	144.38	171.17	168.03
Μάιος	179.01	166.69	197.67	194.27
Ιούνιος	176.60	166.03	195.51	192.45
Ιούλιος	184.75	176.44	200.81	198.52
Αύγουστος	184.19	176.86	195.57	193.84
Σεπτέμβριος	166.22	157.38	173.61	171.81
Οκτώβριος	139.06	131.02	141.68	140.32
Νοέμβριος	107.64	95.92	111.38	109.30
Δεκέμβριος	88.51	80.42	89.71	88.40
Μέση ετήσια	143.13	133.59	152.02	149.92

Τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο έχουμε τη περισσότερη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία.

2.1.1 ΔΕΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΛΟΓΟΙ ΓΙΑ ΝΑ ΣΤΡΑΦΟΥΜΕ ΣΤΗΝ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Δοκιμασμένη Τεχνολογία από τους προηγούμενους αιώνες με μεγάλη διάρκεια ζωής που αγγίζει και ξεπερνά τα 30 έτη.

ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗ

Οι κεντρικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής έχουν έλλειψη ευελιξίας και απώλειες, ανασφάλεια στην τροφοδοσία και επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Η λύση βρίσκεται στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος στην ηλιακή ενέργεια, η οποία αποτελεί την πιο αξιόπιστη και καθαρή λύση.

ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ

Αποτρέπονται οι τεράστιες δαπάνες για εισαγωγή ενέργειας και η ανασφάλεια λόγω εξάρτησης από εισαγόμενους ενεργειακούς πόρους, τη στιγμή που ο ήλιος είναι δωρεάν και υπάρχει παντού.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Η ανεξαρτοποίηση από το ηλεκτρικό δίκτυο αποτελεί βασική εξέλιξη και βιώσιμη ανάπτυξη, που όλοι έχουμε το δικαίωμα σε αυτήν.

ΕΥΚΟΛΙΑ

Η τοποθέτηση των Φ/Β συστημάτων είναι απλή και η συντήρηση αυτών είναι ελάχιστη.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΧΡΗΜΑΤΩΝ

Για τον απλό καταναλωτή η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι απλή και συμφέρουσα λύση για να περικόψει τους λογαριασμούς ρεύματος.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στην Ελλάδα η εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ σημαντική. Ιδιαίτερα θα αντιμετωπιστούν οι συχνές διακοπές ρεύματος.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Κάθε κιλοβατώρα που προμηθευόμαστε από τη ΔΕΗ παράγεται από ορυκτά καύσιμα και επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι, ως γνωστόν, το σημαντικότερο «αέριο του θερμοκηπίου» που συμβάλλει στις επικίνδυνες κλιματικές αλλαγές.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

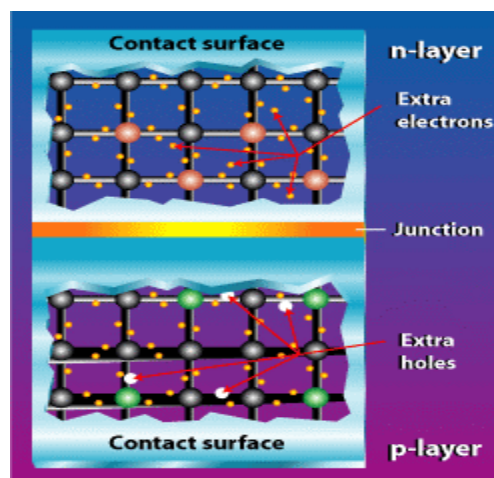
Η στροφή στις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως είναι η ηλιακή, αποτελεί τη μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές επικίνδυνων ρύπων (όπως τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, τις ενώσεις του θείου). Οι ρύποι αυτοί επιφέρουν σοβαρές βλάβες στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία.

ΧΡΗΣΗ ΩΣ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά παρέχοντας τη δυνατότητα για καινοτόμους αρχιτεκτονικούς σχεδιασμούς, καθώς διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, μεγεθών, σχημάτων και μπορούν να παρέχουν ευελιξία και πλαστικότητα στη φόρμα, ενώ δίνουν και δυνατότητα διαφορικής διαπερατότητας του φωτός ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιασμού. Αντικαθιστώντας άλλα δομικά υλικά συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους κατασκευής (ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των ηλιακών προσόψεων σε εμπορικά κτίρια, σε στέγαστρα, σε σκεπές).

2.2 ΤΟ ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Το 1839, ο Edmond Becquerel ανακάλυψε τη διαδικασία της δημιουργίας ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα στερεό υλικό χρησιμοποιώντας ηλιακό φως. Οι επιστήμονες κατάφεραν τελικά να μάθουν ότι το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο αναγκάζει κάποια υλικά να μετατρέπουν την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρική σε ατομικό επίπεδο. Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είναι η θεμελιώδης φυσική διαδικασία με την οποία ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε ένα Φ/Β στοιχείο, μπορεί να ανακλαστεί, απορροφηθεί ή να διέλθει δια μέσου αυτού. Μόνο όμως το μέρος της ακτινοβολίας που απορροφάται παράγει ηλεκτρισμό. Η ενέργεια του απορροφώμενου φωτός μεταφέρεται στα ηλεκτρόνια των ατόμων του Φ/Β στοιχείου. Χρησιμοποιώντας αυτή την ενέργεια τα ηλεκτρόνια διαφεύγουν από τις κανονικές τους θέσεις στα άτομα του ημιαγωγού του Φ/Β στοιχείου και σχηματίζουν μια ροή ηλεκτρονίων ή ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Μια χαρακτηριστική ιδιότητα του Φ/Β στοιχείου, αυτή που χαρακτηρίζεται σαν ενδογενές ηλεκτρικό πεδίο παρέχει τη δύναμη ή διαφορά δυναμικού που απαιτείται για να οδηγήσει το ρεύμα σε ένα εξωτερικό φορτίο όπως π.χ. ένας λαμπτήρας. Για την δημιουργία του ενδογενούς ηλεκτρικού πεδίου στο εσωτερικό του Φ/Β στοιχείου, δύο στρώματα διαφορετικών ημιαγωγίμων υλικών έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Το ένα στρώμα είναι ένας ημιαγωγός τύπου-n με πλεόνασμα ηλεκτρονίων τα οποία έχουν αρνητικό φορτίο. Το άλλο στρώμα είναι ένας ημιαγωγός τύπου-p με πλεόνασμα «οπών» οι οποίες έχουν θετικό φορτίο.



Σχήμα 11 Αρχή λειτουργίας του Φ/Β στοιχείου

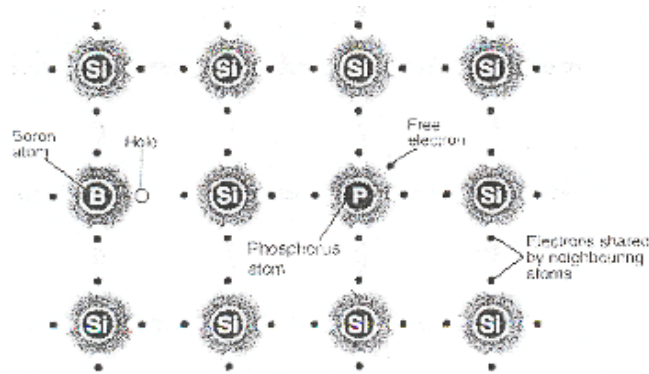
Παρόλο που τα δύο στρώματα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, ο ημιαγωγός τύπου-n με πλεόνασμα ηλεκτρονίων και ο τύπου-p με πλεόνασμα «οπών», φέρνοντας τα σε επαφή δημιουργείτε μια επαφή p/n δημιουργώντας ηλεκτρικό πεδίο. Όταν τύπου-n και -p πυρίτιο έρθει σε επαφή, ηλεκτρόνια από το ημιαγωγό τύπου-n μετακινούνται στην πλευρά του ημιαγωγού τύπου-p. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία θετικού φορτίου στη πλευρά του ημιαγωγού τύπου-n και αρνητικού φορτίου στην πλευρά του τύπου-p.

Εξαιτίας της ροής ηλεκτρονίων και οπών, οι δύο ημιαγωγοί συμπεριφέρονται σαν μια μπαταρία, δημιουργώντας ηλεκτρικό πεδίο στην επιφάνεια επαφής η οποία καλείται επαφή p/n. Το ηλεκτρικό πεδίο αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να κινούνται από τον ημιαγωγό προς την αρνητικά φορτισμένη επιφάνεια, όπου και γίνονται διαθέσιμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Ταυτόχρονα οι οπές κινούνται στην αντίθετη κατεύθυνση, προς τη θετική επιφάνεια όπου και «αναμένουν» εισερχόμενα ηλεκτρόνια.

2.3 ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία όπως αναφέρθηκε προηγουμένως κατασκευάζονται κυρίως από ημιαγωγούς που είναι στοιχεία τετρασθενή με τετραεδρική κρυσταλλική δομή όπως το πυρίτιο (Si). Στα στοιχεία αυτά δεν υπάρχουν ελεύθεροι φορείς ηλεκτρικού ρεύματος και δε διαθέτουν ηλεκτρική αγωγιμότητα στην υποθετική περίπτωση που ο ημιαγωγός βρίσκεται στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση, δηλαδή είναι εντελώς υποβαθμισμένος ενεργειακά. Όταν όμως απορροφήσουν κάποια αξιόλογη ενέργεια, π.χ. με τη μορφή θερμότητας ή ακτινοβολίας, πραγματοποιείται μια ριζική μεταβολή. Η ενέργεια που παρέχεται στο σώμα και κατανέμεται στα άτομα του, προκαλεί την ελευθέρωση πολλών ηλεκτρονίων από τους δεσμούς. Τα ηλεκτρόνια αυτά σθένους απομακρύνονται από την περιοχή του δεσμού τους στο κρυσταλλικό πλέγμα, χάρη στην κινητική ενέργεια που απόκτησαν και γίνονται ευκίνητοι φορείς του ηλεκτρισμού, δίνοντας στον ημιαγωγό μια αξιόλογη ηλεκτρική αγωγιμότητα. Είναι φανερό ότι το ενεργειακό διάκενο ανάμεσα στη ζώνη σθένους και στη ζώνη αγωγιμότητας εκφράζει την ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια για τη διέγερση ενός ηλεκτρονίου σθένους, ώστε να μετατραπεί σε ελεύθερο ηλεκτρόνιο, με ταυτόχρονη δημιουργία μιας οπής.

Αν στα ηλεκτρόνια των δεσμών του κρυστάλλου προσφερθεί μια ποσότητα ενέργειας π.χ. αν δεχθούν μια δέσμη ακτινοβολίας που αποτελείται από φωτόνια με ενέργεια $h\nu$ μικρότερη από το ενεργειακό διάκενο ($E_g > h\nu$), δε μπορούν να την απορροφήσουν και μένουν στη ζώνη σθένους. Αν όμως τα ενεργειακά κβάντα που προσφέρονται είναι ίσα ή μεγαλύτερα από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού ($E_g < h\nu$), τότε κάθε κβάντο μπορεί να απορροφηθεί από ένα ηλεκτρόνιο σθένους και να το διεγείρει προς τη ζώνη αγωγιμότητας, αφήνοντας στη ζώνη σθένους μία οπή. Ο παραπάνω μηχανισμός διέγερσης εξαρτάται και από το αν ο ημιαγωγός είναι άμεσος ή έμμεσος. Αν τώρα ο τετρασθενής ημιαγωγός Si, νοθευτεί με κάποιο πεντασθενές στοιχείο (φώσφορος, P) ή με κάποιο τρισθενές στοιχείο (βόριο, B), τότε έχουμε ημιαγωγό προσμίξεως τύπου-n και τύπου-p αντίστοιχα



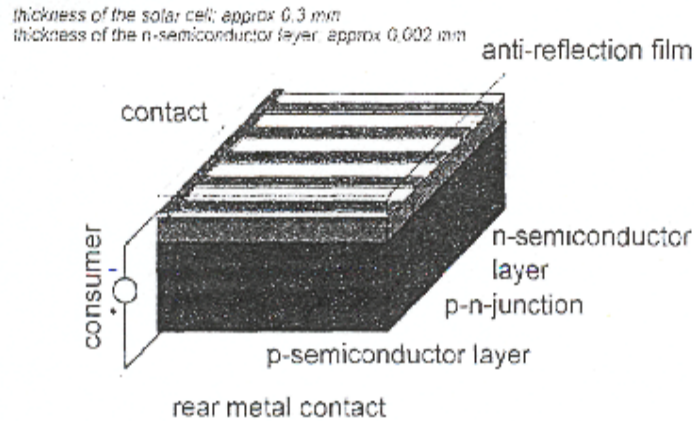
Σχήμα 12 Κρυσταλλικό πλέγμα πυριτίου με άτομα νόθευσης

Τέσσερα από τα πέντε ηλεκτρόνια σθένους κάθε ατόμου P, θα ενωθούν με ηλεκτρόνια σθένους των γειτονικών ατόμων Si και θα σχηματίσουν ομοιοπολικούς δεσμούς Σχήμα 12. Το πέμπτο ηλεκτρόνιο (φορέας πλειονότητας) θα συγκρατείται πολύ χαλαρά από το θετικό πυρηνικό φορτίο του P και με λίγη ενέργεια μπορεί να αποσπασθεί και να κινείται σαν ελεύθερο ηλεκτρόνιο, αφήνοντας ένα ανιόν (P^+) που μένει ακίνητο στο πλέγμα. Δηλαδή το πεντασθενές άτομο συμπεριφέρεται στο πλέγμα σαν δότης ηλεκτρονίων (τύπος-η ημιαγωγός). Αντίστοιχα, με την πρόσμιξη τρισθενών ατόμων B σε πλεγματικές θέσεις του Si, δημιουργούνται κενές θέσεις ηλεκτρονίων στους δεσμούς (Σχήμα 12). Με την απορρόφηση λίγης ενέργειας, ένα ηλεκτρόνιο από ένα γειτονικό πλήρη δεσμό μπορεί να καλύψει την κενή θέση, αφήνοντας παράλληλα στην προηγούμενη θέση του μια οπή και μετατρέποντας το άτομο B σε κατιόν (B^-). Δηλαδή το τρισθενές άτομο συμπεριφέρεται σαν αποδέκτης ηλεκτρονίων (φορείς μειονότητας) ή δότης οπών (τύπος-p ημιαγωγός).

Όταν σε μια περιοχή του ημιαγωγού υπάρχει δημιουργία ή έκχυση φορέων σε περίσσεια, αυτοί διαχέονται προς τις άλλες περιοχές του ημιαγωγού όπου η συγκέντρωση των αντίστοιχων φορέων είναι μικρότερη. Επίσης όταν έλθουν σε στενή επαφή ένα τεμάχιο ημιαγωγού τύπου-p με ένα τεμάχιο ημιαγωγού τύπου-n, δηλαδή σχηματίζεται μια ένωση p-n (διάταξη διόδου ημιαγωγού), τότε ένα μέρος από τις οπές του τεμαχίου τύπου-p διαχέεται προς το τεμάχιο τύπου-n όπου οι οπές είναι λιγότερες και συγχρόνως ένα μέρος από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του τεμαχίου τύπου-n διαχέεται προς το τεμάχιο τύπου-p όπου τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι πολύ λιγότερα. Η ανάμιξη αυτή των φορέων και η αύξηση της συγκέντρωσης των φορέων μειονότητας στις περιοχές κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια (περιοχή αραίωσης) των τεμαχίων τύπου-p και -n, ανατρέπουν την ισορροπία που υπήρχε πριν. Η αποκατάσταση των συνθηκών ισορροπίας γίνεται με επανασυνδέσεις των φορέων, μέχρι οι συγκεντρώσεις τους να πάρουν τιμές που να ικανοποιούν τον νόμο δράσης των μαζών. Η συγκέντρωση των κατιόντων στα οποία μετατράπηκαν οι αποδέκτες στο τμήμα τύπου-p και -n, παραμένουν αμετάβλητες αφού τα ιόντα, όπως συνήθως όλα τα άτομα στα στερεά, μένουν ακίνητα στο σώμα. Έτσι το υλικό χάνει τοπικά την ηλεκτρική ουδετερότητα και οι δύο πλευρές της ένωσης p-n φορτίζονται με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία. Δημιουργείται λοιπόν μια διαφορά δυναμικού, που η τιμή της είναι σχετικά

μικρή, αλλά το ενσωματωμένο αυτό ηλεκτροστατικό πεδίο εμποδίζει την παραπέρα διάχυση των φορέων πλειονότητας προς το απέναντι τμήμα της ένωσης. Το αποτέλεσμα είναι ότι η διόδος που περιέχει την ένωση p-n, παρουσιάζει εντελώς διαφορετική συμπεριφορά στη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος, ανάλογα με την φορά του.

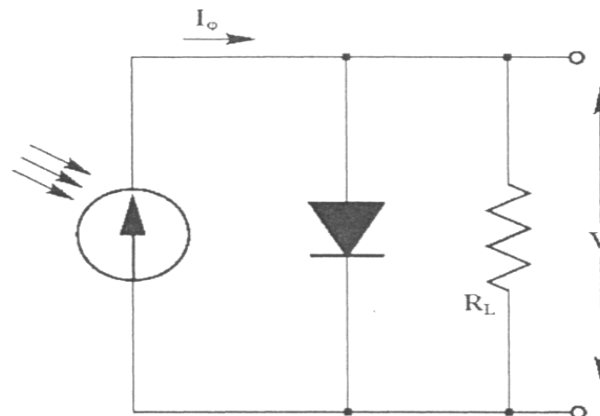
Στο Σχήμα 13 φαίνεται μία υλοποίηση διόδου σε ένα κρυσταλλικό ηλιακό κύτταρο πυριτίου.



Σχήμα 13 Ηλιακό κύτταρο κρυσταλλικού πυριτίου

2.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Για να γίνει μια εκτίμηση των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών και της λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί μια πηγή ρεύματος που ελέγχεται από μία διόδο και ότι περιγράφεται από το πολύ απλοποιημένο διάγραμμα στο Σχήμα 14. Στο ισοδύναμο αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται η αντίσταση λόγω της κίνησης των φορέων μέσα στον ημιαγωγό και στις επαφές με τα ηλεκτρόδια, όπως ακόμα και η μη άπειρη αντίσταση διαμέσου της διόδου και τα αναπόφευκτα ρεύματα διαρροής.



Σχήμα 14 Απλοποιημένο ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου.

Σε συνθήκες ανοιχτού κυκλώματος, θα αποκατασταθεί ισορροπία όταν η τάση που θα αναπτυχθεί ανάμεσα στις δύο όψεις του στοιχείου, θα προκαλεί ένα αντίθετο ρεύμα που θα αντισταθμίζει το φωτόρευμα, για το οποίο και θα ισχύει:

$$I_{\phi} = I_0 \left(e^{\frac{eV}{\gamma k T}} - 1 \right)$$

όπου I_0 , είναι το ανάστροφο ρεύμα κόρου, e το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο, k η σταθερά Boltzmann, T η απόλυτη θερμοκρασία και γ ένας συντελεστής που ανάλογα με την κατασκευή και την ποιότητα της διόδου παίρνει συνήθως τιμές μεταξύ 1 και 2. Από την παραπάνω σχέση, η τάση ανοιχτοκυκλώματος θα είναι:

$$V_{oc} = \frac{\gamma k T}{e} \ln \left(\frac{I_{\phi}}{I_0} - 1 \right), \quad I_0 < I_{\phi} \Rightarrow V_{oc} = \frac{\gamma k T}{e} \ln \left(\frac{I_{\phi}}{I_0} \right)$$

Η παραπάνω σχέση δείχνει τη λογαριθμική μεταβολή της V_{oc} σε συνάρτηση με το I_{ϕ} , δηλαδή με την ένταση της ακτινοβολίας που δέχεται το φωτοβολταϊκό στοιχείο και την εξάρτηση της από τις διάφορες ιδιότητες του ημιαγωγού. Στην άλλη ακραία περίπτωση, δηλαδή σε συνθήκες βραχυκύκλωσης ανάμεσα στις δύο όψεις του στοιχείου, το ρεύμα βραχυκύκλωσης θα ισούται με το παραγόμενο φωτόρευμα, $I_{sc} = I_{\phi}$.

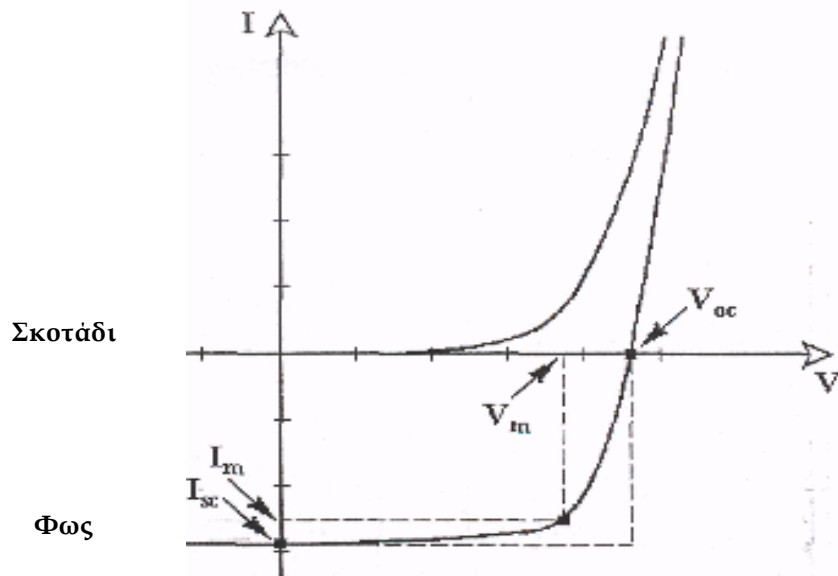
Όταν το κύκλωμα του φωτοβολταϊκού στοιχείου κλείσει διαμέσου μιας εξωτερικής αντίστασης R_L , το ρεύμα θα πάρει μια μικρότερη τιμή I_L που βρίσκεται με τη λύση της εξίσωσης :

$$I_L = I_{\phi} - I_0 \cdot \left(e^{\frac{e I_L R_L}{\gamma \cdot k \cdot T}} - 1 \right)$$

Προφανώς θα υπάρχει κάποια τιμή της αντίστασης, δηλαδή του φορτίου του κυκλώματος, για την οποία η ισχύς που παράγει το φωτοβολταϊκό στοιχείο θα γίνεται μέγιστη ($P_m = I_m \cdot V_m$). Στις συνθήκες αυτές, θα αντιστοιχεί μια βέλτιστη τάση V_m , που δίνεται από τη λύση της εξίσωσης:

$$\frac{I_{\phi}}{I_0} + 1 = \left(1 + \frac{e \cdot V_m}{\gamma \cdot k \cdot T} \right) \cdot e^{\frac{e \cdot V_m}{\gamma \cdot k \cdot T}}$$

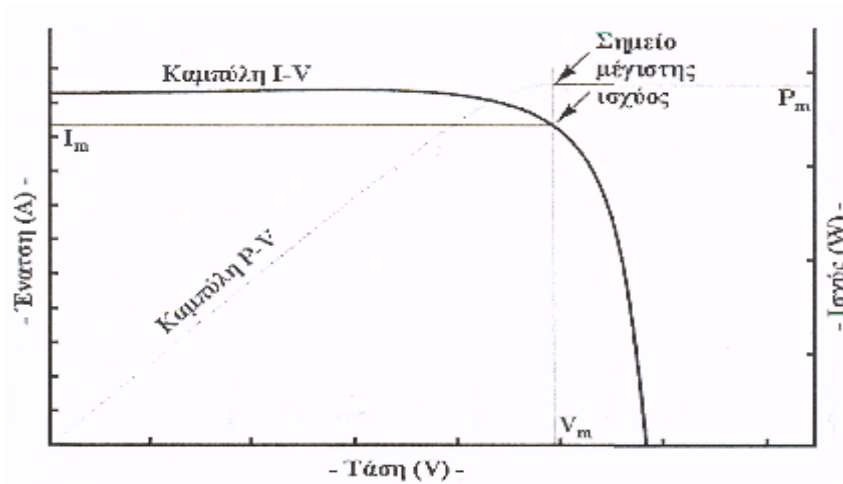
Στο διάγραμμα του Σχήμα 15, φαίνονται τα παραπάνω χαρακτηριστικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς και λειτουργίας των φωτοβολταϊκών στοιχείων και καθορίζουν την απόδοσή τους



Σχήμα 15 Χαρακτηριστική καμπύλη έντασης (I) - τάσης (V) ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου στο σκοτάδι και στο φως

Ως πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το φωτοβολταϊκό στοιχείο έχει μια αρκετά ασυνήθιστη συμπεριφορά. Δηλαδή, σε αντίθεση με τις περισσότερες κοινές ηλεκτρικές πηγές οι οποίες διατηρούν περίπου σταθερή τάση στην περιοχή κανονικής τους λειτουργίας, η τάση των φωτοβολταϊκών στοιχείων μεταβάλλεται ριζικά και μη γραμμικά σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος που δίνουν στο κύκλωμα, έστω και αν η ακτινοβολία παραμένει σταθερή. Επίσης ένας παράγοντας που επδρά αρνητικά στην απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι η θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, με την αύξηση της θερμοκρασίας προκαλείται αντίστοιχη αύξηση της ενδογενούς συγκέντρωσης των φορέων του ημιαγωγού, με αποτέλεσμα να πραγματοποιούνται περισσότερες επανασυνδέσεις φορέων. Έτσι, εκδηλώνεται ισχυρότερο ρεύμα διαρροής διαμέσου της διόδου, που συνεπάγεται μείωση της V_{oc} και αντίστοιχη μείωση της απόδοσης του στοιχείου.

Για σταθερές συνθήκες ακτινοβολίας (και θερμοκρασίας) και για μεταβαλλόμενες τιμές στην αντίσταση του κυκλώματος που τροφοδοτεί το ηλιακό κύτταρο, η τάση και η ένταση του ρεύματος του κυττάρου παίρνουν ενδιάμεσες τιμές ανάμεσα στις ακραίες που αντιστοιχούν σε μηδενική αντίσταση (βραχυκυκλωμένη κατάσταση με μέγιστη τιμή ρεύματος, I_{sc} και μηδενική τάση) και άπειρη αντίσταση (ανοιχτοκυκλωμένη κατάσταση με μηδενική τιμή ρεύματος και μέγιστη τιμή τάσης, V_{oc}), όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 16.



Σχήμα 16 Καμπύλες I-V και P-V φωτοβολταϊκού στοιχείου Si για σταθερές συνθήκες ακτινοβολίας και θερμοκρασίας.

Παράλληλα μεταβάλλεται ομαλά και η ισχύς που παράγει το στοιχείο, με μέγιστη τιμή P_m σε ένα ορισμένο ζεύγος τιμών τάσης V_m και έντασης I_m για το οποίο η καμπύλη της ισχύος ως προς την τάση (P-V) παρουσιάζει μέγιστο. Διαφορετικά μπορεί να ειπωθεί, ότι για τις τιμές αυτές των I_m και V_m , το εμβαδόν του ορθογωνίου που σχηματίζεται από την I-V καμπύλη και τους άξονες τάσης και έντασης ρεύματος, γίνεται μέγιστο. Η μαθηματική συνθήκη για το σημείο μέγιστης ισχύος είναι:

$$dP = \frac{\partial P}{\partial I} \cdot dI + \frac{\partial P}{\partial V} dV = 0 \rightarrow$$

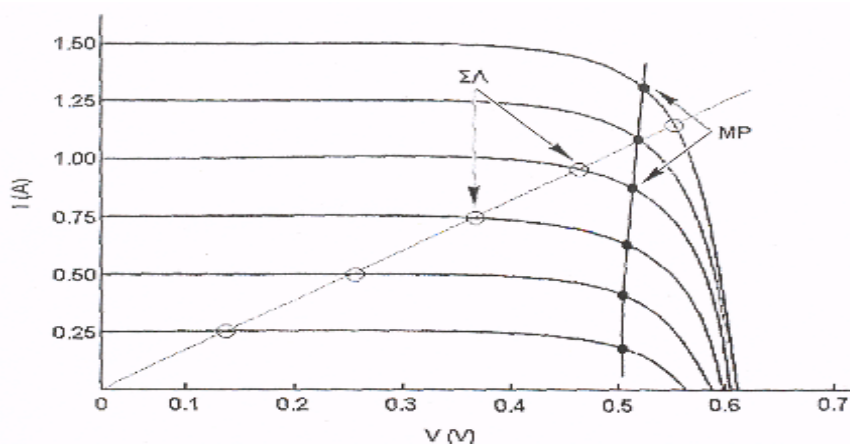
$$\left(\frac{\partial P}{\partial I} = V, \frac{\partial P}{\partial V} = I \right) \quad \frac{dV}{dI} = -\frac{V_m}{I_m} = R_m$$

όπου R_m είναι η δυναμική αντίσταση του φωτοβολταϊκού στοιχείου. Αυτή η δυναμική αντίσταση είναι μια συνάρτηση της ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας των στοιχείων. Επομένως για τη μεταφορά μέγιστης ισχύος από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια στο φορτίο ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, πρέπει να γίνεται ταιρίασμα του φορτίου στη μονίμως μεταβαλλόμενη δυναμική αντίσταση της γεννήτριας. Υπάρχει κατάλληλη συσκευή ρυθμιστή φόρτισης συσσωρευτών που παρακολουθεί αυτό το σημείο μέγιστης ισχύος, επιτρέποντας μια όσο το δυνατό μεγαλύτερη παροχή ηλεκτρικής ισχύος από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια προς το φορτίο και τη μπαταρία του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος για διάφορα επίπεδα εντάσεως της ηλιακής ακτινοβολίας και διαφορετικές θερμοκρασίες των ηλιακών κυττάρων.

Η μεταβολή της πυκνότητας της ισχύος της ακτινοβολίας συνεπάγεται αντίστοιχη μεταβολή της V_{oc} και της I_{sc} από το μηδέν για το σκοτάδι, μέχρι τις μέγιστες τιμές τους για τη μέγιστη ένταση της ακτινοβολίας. Επίσης, με την αύξηση της

θερμοκρασίας παρατηρείται αισθητή μείωση της ανοιχτοκυκλωμένης τάσης, V_{oc} των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

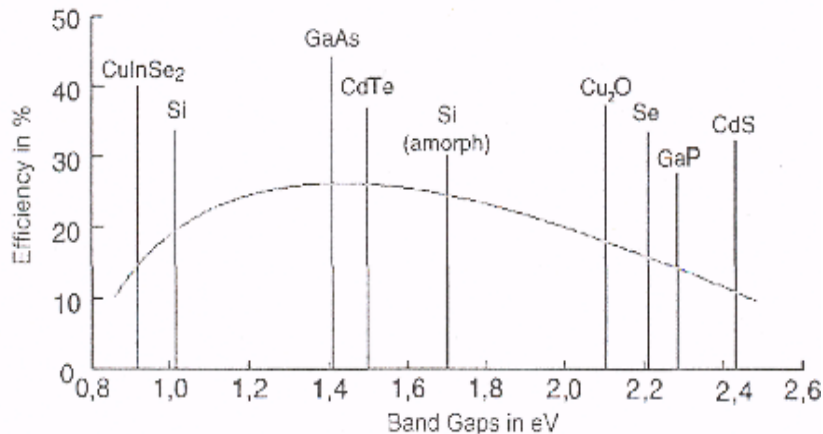
Παρατηρώντας το Σχήμα 17 που ακολουθεί, για την ακτινοβολία που δίνει $I_{SC}=1.25A$ έχουμε περίπου $I_m=1.1A$ και $V_m=0.5V$. Επομένως η κατάλληλη αντίσταση του κυκλώματος για να παράγεται η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς από το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι $R_L=V_m/I_m=0.5/1.1 = =0.455\Omega$. Η αντίσταση αυτή όπως φαίνεται και στο σχήμα, είναι εντελώς ακατάλληλη για όλες τις άλλες συνθήκες ακτινοβολίας, αφού η ευθεία με κλίση $1/0.455$ τέμνει τις αντίστοιχες καμπύλες I-V σε σημείο διαφορετικό από το σημείο μέγιστης ισχύος. Η τιμή της εσωτερικής αντίστασης του συσσωρευτή (και σε σχέση με το φορτίο κατανάλωσης) στο αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα καθορίζει κατά πόσο κοντά στο σημείο μέγιστης ισχύος θα λειτουργεί η φωτοβολταϊκή γεννήτρια στα μεταβαλλόμενα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στα ηλιακά στοιχεία.



Σχήμα 17 Η μετατόπιση των σημείων λειτουργίας (ΣΛ) ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου πυριτίου και η απομάκρυνση του από τα αντίστοιχα σημεία της μέγιστης ισχύος (MP) της I-V καμπύλης, για διαφορετικές συνθήκες ακτινοβολίας αλλά για σταθερή τιμή της αντίστασης του κυκλώματος που τροφοδοτεί το στοιχείο.

2.4.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Ως συντελεστής απόδοσης ή απλούστερα ως απόδοση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου ορίζεται ο λόγος της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το στοιχείο προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια του. Στο Σχήμα 18 βλέπουμε ότι οι μεγαλύτερες θεωρητικές αποδόσεις μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας είναι περίπου 25% και μπορούν να πραγματοποιηθούν με φωτοβολταϊκά στοιχεία από ημιαγωγούς με ενεργειακό διάκενο περίπου 1.5eV.



Σχήμα 18 Θεωρητικά μέγιστα επίπεδα της απόδοσης διαφόρων ηλιακών κυττάρων σε συνάρτηση με το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού από τον οποίο είναι κατασκευασμένα σε κανονικές συνθήκες

2.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Η σύνθεση του Φ/Β πλαισίου αποτελείται από ένα σύνολο ηλιακών στοιχείων που είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένα και συσκευασμένα σε στεγανή κατασκευή με κοινή ηλεκτρική έξοδο. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας.

Η ΙΣΧΥΣ ΑΙΧΜΗΣ (PEAK POWER)

Είναι η ισχύς που θα δώσει το πλαίσιο όταν φωτίζεται με ένταση ηλιακής ακτινοβολίας 1000 W/m^2 , και όταν η θερμοκρασία του πλαισίου είναι ίση με $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Η ισχύς που θα δώσει ένα πλαίσιο εξαρτάται από το εμβαδόν του, το είδος του που καθορίζει την απόδοση και από την θερμοκρασί. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, η ισχύς που δίνει το πλαίσιο ελαττώνεται κατά 0,4% για κάθε βαθμό Κελσίου πάνω από τους 25°C . Για παράδειγμα ένα πλαίσιο με μέγιστη ισχύ 40w στους 25°C , θα δώσει μόνο $36,8\text{w}$ στους 45°C . Εάν η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι 800 W/m^2 , που αποτελεί τη μέση ημερήσια πραγματική τιμή, τότε η μέγιστη ισχύς του πλαισίου πέφτει στα 28 W .

Η ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (OPERATING VOLTAGE)

Τα περισσότερα πλαίσια που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά είναι κατασκευασμένα ώστε να παρέχουν τάση λίγο μεγαλύτερη από 12 V και έτσι να μπορούν να φορτίζουν μπαταρία των 12 V . Για την κατασκευή των πλαισίων αυτών χρησιμοποιούνται 35 φωτοβολταϊκά στοιχεία για κάθε πλαίσιο. Εφόσον κάθε στοιχείο δίνει τάση $0,5 \text{ V}$ είναι επόμενο ότι η τάση του πλαισίου είναι γύρω στα 17 V .

ΤΟ ΡΕΥΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (OPERATING CURRENT)

Είναι το ρεύμα που καθορίζεται από την μέγιστη ισχύ που παρέχει το πλαίσιο και την τάση που δημιουργείται στα άκρα του όταν η ένταση της ακτινοβολίας είναι 1000 W/m^2 . Για ένα πλαίσιο με μέγιστη ισχύ 40W και τάση λειτουργίας 17V , το ρεύμα λειτουργίας θα είναι:

$$\frac{40\text{W}}{17\text{V}} = 2,3\text{A}$$

Πίνακας 3 Χαρακτηριστικά Φ/Β Πλαισίου, ονομαστικής τάσης εξόδου 12V

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΤΙΜΗ
Ισχύς αιχμής P_p (<i>peak Power</i>)	80W
Εγγύηση για ελάχιστο της ισχύος αιχμής	76W
Ηλεκτρική τάση στο σημείο ισχύος αιχμής (V_m, STC)	16.9V
Ηλεκτρικό ρεύμα στο σημείο ισχύος αιχμής (I_m, STC)	4,73A
Τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc}, STC)	21,5
Ρεύμα βραχυκυκλώσεως (I_{sc}, STC)	4,97
Θερμικός συντελεστής ρεύματος	0,05%/K
Θερμικός συντελεστής τάσης ανοικτού κυκλώματος	0,5%/K
Θερμικός συντελεστής μεταβολής ισχύος	-0,45%/K
NOTC (<i>Nominal operating cell temperature</i>)	49
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΤΙΜΗ
$L * B * H$ (Μήκος*Πλάτος*Πάχος)	1425*652*36
Βάρος	11,9Kg

2.5.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Το κάθε Φ/Β πλαίσιο παρουσιάζει τα δικά του ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (απόδοση, τάση, ισχύ, κλπ.) που διαμορφώνονται από τα αντίστοιχα μεγέθη των χωριστών ηλιακών στοιχείων που περιέχει. Ο συντελεστής απόδοσης του Φ/Β πλαισίου (n) εκφράζει το λόγο της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το Φ/Β πλαίσιο (P), προς την ισχύ (E) της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια του (F).

$$n = \frac{P}{E * F}$$

2.5.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ:

ΓΗΡΑΝΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ

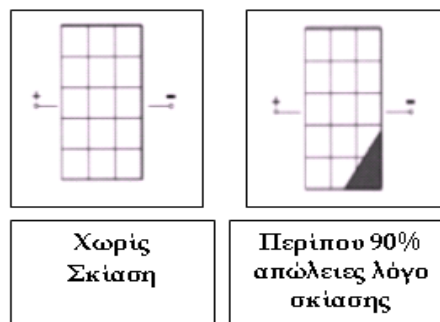
Αφορά στη μείωση της απόδοσης των Φ/Β πλαισίων στο χρόνο της ζωής τους και εκφράζεται, συνήθως, με το ποσοστό γήρανσης ανά έτος χρήσης. Προσδιορίζει την ελάττωση της απόδοσης του Φ/Β, άρα και της ισχύος αιχμής του.

Στο κρυσταλλικό πυρίτιο εμφανίζονται αλλοιώσεις στη δομή του υλικού των κρυσταλλικών Φ/Β στοιχείων του πλαισίου, που οφείλονται σε διάφορα αιτία, κυρίως σε υπερθέρμανση. Μετρήσεις μακράς διάρκειας μας δίνουν μείωση της αποδοτικότητας του κάτω από πρότυπες συνθήκες STC, ~1% κατ' έτος χρήσης (ρυθμός γήρανσης).

ΟΠΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Καθορίζονται από την απόκλιση της απόδοσης, σε σχέση με αυτή των πρότυπων συνθηκών, λόγω των επόμενων αιτιών:

- Διαφοροποίηση ανακλαστικότητας Φ/B πλαισίου σε σχέση με την αντίστοιχη σε STC.
- Επίδραση διαφοροποίησης φάσματος ακτινοβολίας σε σχέση με κάθετη πρόσπτωση.
- Διαφοροποίηση της πόλωσης της προσπίπτουσας – διερχόμενης ακτινοβολίας κατά την διάρκεια της ημέρας. Η μέση ετήσια επίδραση του παράγοντα αυτού προσδιορίζεται σε ~2%.
- Στις χαμηλές τιμές ηλιακής ακτινοβολίας, ιδιαίτερα κάτω από 200 W/m^2 , μειώνεται η απόδοση του Φ/B στοιχείου. Στα Φ/B πλαίσια καλής ποιότητας οι απώλειες είναι μικρής σημασίας. Σε άλλες όμως περιπτώσεις αποδεικνύονται σχετικά σημαντικές, υπολογίζονται σε 3%, κατά μέσο όρο στο έτος.
- Καθαρότητα όψεως του Φ/B πλαισίου είναι πολύ σημαντική γιατί η επικάλυψη σκόνης στην όψη του Φ/B πλαισίου και διάφορων άλλων αντικειμένων, π.χ. φύλλων, κλαδιών η νάϊλον κ.α., που σκιάζουν ένα η περισσότερα Φ/B στοιχεία ενός πλαισίου δημιουργούν εντονότατο πρόβλημα λειτουργίας και απόδοσης. Η μείωση της απόδοσης είναι ιδιαίτερα αισθητή.

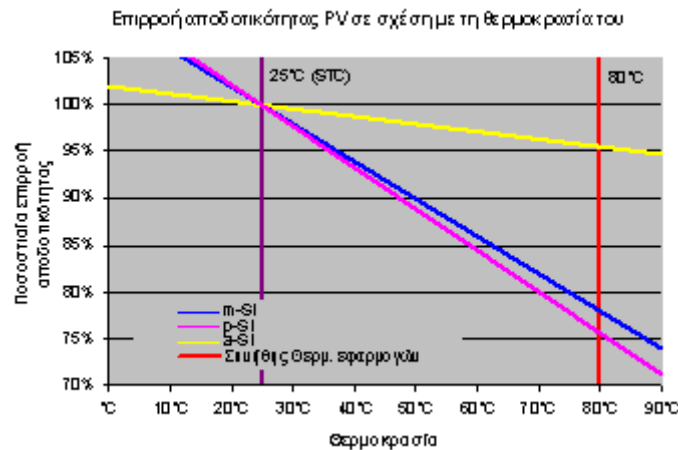


Σχήμα 19 Απώλειες λόγω μερικής σκίασης του Φ/B στοιχείου

- Είναι σημαντικό να αποφεύγεται η ολική και η μερική σκίαση ενός Φ/B συστήματος
- Η χρήση διόδων παράκαμψης (Bypass diodes) μειώνει και την επίδραση από σκίαση
- Η μερική σκίαση μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση και καταστροφή του Φ/B πλαισίου (hot spot effect)

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ Φ/B ΚΥΨΕΛΗΣ

Η απόδοση τους επηρεάζεται από την θερμοκρασία που αναπτύσσονται κατά την διάθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Η επιρροή αυτή διαφέρει με τον τύπο του φωτοβολταϊκού. Σε γενικές γραμμές η αποδοτικότητα μεταβάλλεται σε σχέση με την θερμοκρασία του φωτοβολταϊκού όπως στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 20 Απόδοση Φ/Β τεχνολογίας συγκριτικά με την θερμοκρασία λειτουργίας

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΔΟ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

Οι απώλειες ενέργειας στη δίοδο αντεπιστροφής εκτιμώνται σε ~1%.

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΗΣ ΚΗΛΙΔΑΣ

Ένα Φ/Β πλαίσιο αποτελείται από Φ/Β στοιχεία ίδιων, κατά το δυνατόν ηλεκτρικών χαρακτηριστικών, συνδεδεμένων σε σειρά. Συνεπώς, η σκίαση ή βλάβη ενός και μόνο Φ/Β στοιχείου του, θα μπορούσε να επιφέρει ολική αχρήστευση του.

Στην πράξη, για τα Φ/Β πλαίσια, που αποτελούνται από 36 ή 72 Φ/Β στοιχεία σε σειρά, η σκιασμένη κυψελίδα λειτουργεί ως μια μεγάλη αντίσταση, όπου αποδίδεται η ενέργεια, που προσφέρουν οι υπόλοιπες. Παρατεταμένος σκιασμός της, σε συνδυασμό με έντονο φωτισμό των υπόλοιπων κυψελίδων, μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του στοιχείου αυτού και κατά συνέπεια στην αχρήστευση όλου του πλαισίου, επειδή δεν υπάρχει δυνατότητα αντικατάστασης ενός κατεστραμμένου στοιχείου του.

ΕΙΣΧΩΡΗΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Η εισχώρηση της υγρασίας στο εσωτερικό τους και οι συνακόλουθες αλλοιώσεις δομής της Φ/Β κυψελίδας, μειώνουν σταδιακά την ενεργειακή απόδοσή τους. Το μέγεθος της επίδρασης εξαρτάται από το υλικό του Φ/Β στοιχείου τον τύπο του και τη διαχρονική αξιοπιστία της μηχανικής κατασκευής και των ηλεκτρολογικών και μονωτικών υλικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα σήμερα προσφέρουν μια ελκυστική λύση για έναν διαρκώς αυξανόμενο αριθμό εφαρμογών που απαιτούν οικονομική και αξιόπιστη παροχή ενέργειας, ακόμη και κάτω από εξαιρετικά δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες. Με την τεχνολογία αυτή μπορούμε να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να καταναλώνουμε συμβατικά καύσιμα. Εκμεταλλευόμαστε μόνο την ανανεώσιμη, ηλιακή ακτινοβολία που άφθονα και δωρεάν μας παρέχεται.

Το βασικό χαρακτηριστικό των Φ/Β συστημάτων, είναι η αυτόνομη λειτουργία τους χωρίς την χρήση οποιασδήποτε καύσιμης ύλης, η υψηλή ανθεκτικότητα και αξιοπιστία, καθώς και η ικανότητα να λειτουργούν για μακρύ χρονικό διάστημα χωρίς συντήρηση, τα καθιστά ενδεδειγμένη οικονομικά λύση για όλους τους τύπους εφαρμογών που είναι απομακρυσμένες από το δίκτυο ηλεκτρισμού

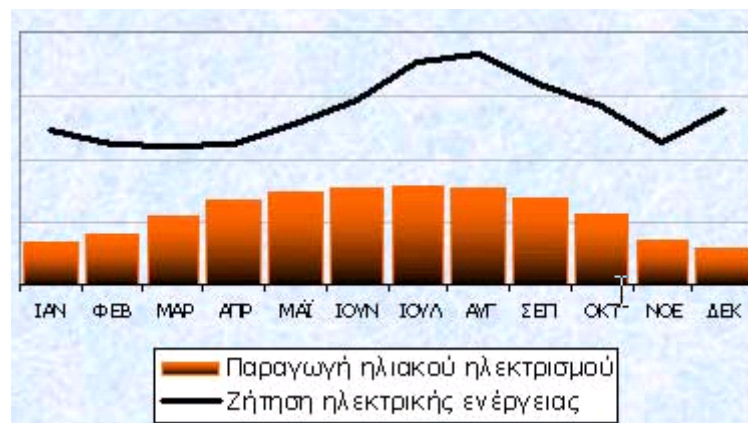
Τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τον απόλυτο έλεγχο στον καταναλωτή και την άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. Τον καθιστούν έτσι πιο προσεκτικό στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια και συμβάλλουν μ' αυτό τον τρόπο στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση της ενέργειας. Δεδομένου ότι η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνονται τοπικά, αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του δικτύου

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι πολύ υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

Η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 Εκατομμύρια Ευρώ.



Σχήμα 21 Τα Φ/Β καλύπτουν τη μεσημεριανή αιχμή της κατανάλωσης



Σχήμα 22 Η παραγωγή Ηλιακού ηλεκτρισμού ακολουθεί την εποχική ζήτηση

3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Παράγουν δωρεάν ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο.
- Δεν έχουν κινούμενα μέρη και λειτουργούν αθόρυβα.
- Μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα, χωρίς την παρουσία χειριστή.
- Μπορούν να εγκατασταθούν και να λειτουργήσουν σε απομονωμένες περιοχές.
- Δεν καταναλώνουν κάποιο είδος καυσίμου.

- Μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Λειτουργούν χωρίς προβλήματα κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
- Χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής που φθάνει έως και τα 30 έτη.
- Είναι λειτουργικά, καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα ανάλογα με τις ανάγκες σε φορτίο και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας(σε δίκτυο η συσσωρευτές).
- Δεν ελέγχονται από κανένα (η κάποια εταιρεία) και αποτελεί ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο που δίνει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.
- Βοηθούν στην ορθολογική χρήση και εξοικονομήσει ενέργειας, κάνοντας τον καταναλωτή που διαθέτει φωτοβολταϊκά πιο προσεκτικό και ενήμερο στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια, αλλά και τα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια.
- Βοηθούν στην αποκέντρωση τις ενέργειας σε μικρές τοπικές μονάδες που δεν έχουν τις μεγάλες ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το κυρίως ηλεκτρικό δίκτυο(~12 % στην Ελλάδα). Η εφαρμογή τους σε νησιά με αδύναμα δίκτυα είναι ιδιαίτερα σημαντική.
- Βοηθούν στην αποφυγή black out, εφόσον η μέγιστη παραγωγή γίνεται το καλοκαίρι και μεσημέρι, ώρες που έχουμε τις ημερήσιες αιχμές ζώνης, βοηθώντας στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου(μέχρι και 20%) και τη μείωση του συνολικού κόστους ηλεκτροπαραγωγής από την ΔΕΗ, δεδομένου ότι η κάλυψη των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.
- Δίνουν κύρος στον χρήστη τους (τουλάχιστον στις προηγμένες χώρες !)και βελτιώνουν το «πρόσωπο» των επιχειρήσεων που τα χρησιμοποιούν. Στις ανεπτυγμένες αγορές η εγκατάσταση Φ/Β αποτελεί πλέον τον κανόνα σε κάθε νέα κτιριακή εφαρμογή.
- Δημιουργούν σήμερα περισσότερες θέσεις εργασίας ανά MW η και ανά ώρα επενδυμένο € από οποιαδήποτε άλλη ενεργειακή τεχνολογία. Η εγχώρια παραγωγή Φ/Β συνεπάγεται εκατοντάδες θέσεις εργασίας.
- Αποτελούν μέσο εισόδου ξένων επενδύσεων στην Ελλάδα.
- Συμβάλουν στην περιφερειακή ανάπτυξη και την τοπική απασχόληση, λόγω του αποκεντρωμένου χαρακτήρα της.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Όχι μόνο δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια η αλλά κατάλοιπα, αλλά αποτρέπουν κατά μέσο όρο την έκλυση 1,5 t CO₂ κατ'έτος, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν περίπου δυο στρέμματα δασούς Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ένα τοπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν

το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Το πιο σημαντικό **μειονέκτημα** που θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι το υψηλό κόστος κατασκευής τους, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις, το κόστος παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 8000 Ευρώ ανά εγκατεστημένο **κιλοβάτ (Kw)** ηλεκτρικής ισχύος.
- Η έλλειψη επιδοτήσεων στον οικιακό καταναλωτή (κάτι που ισχύει σήμερα στην Ελλάδα, όχι όμως και σε άλλες χώρες).
- Τα συστήματα αυτά είναι νέας τεχνολογίας και ο συντελεστή απόδοσης δεν είναι ικανός ώστε με μικρό αρχικό κόστος εγκατάστασης να καλύψει μια μόνιμη κατοικία. Συνεπώς απαιτείται μεγαλύτερο αρχικό κόστος εφαρμογής. Γι'αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας. Με τη συνεχή όμως έρευνα πάνω σε αυτούς τους τομείς τα συστήματα αυτά γίνονται αποδοτικότερα.

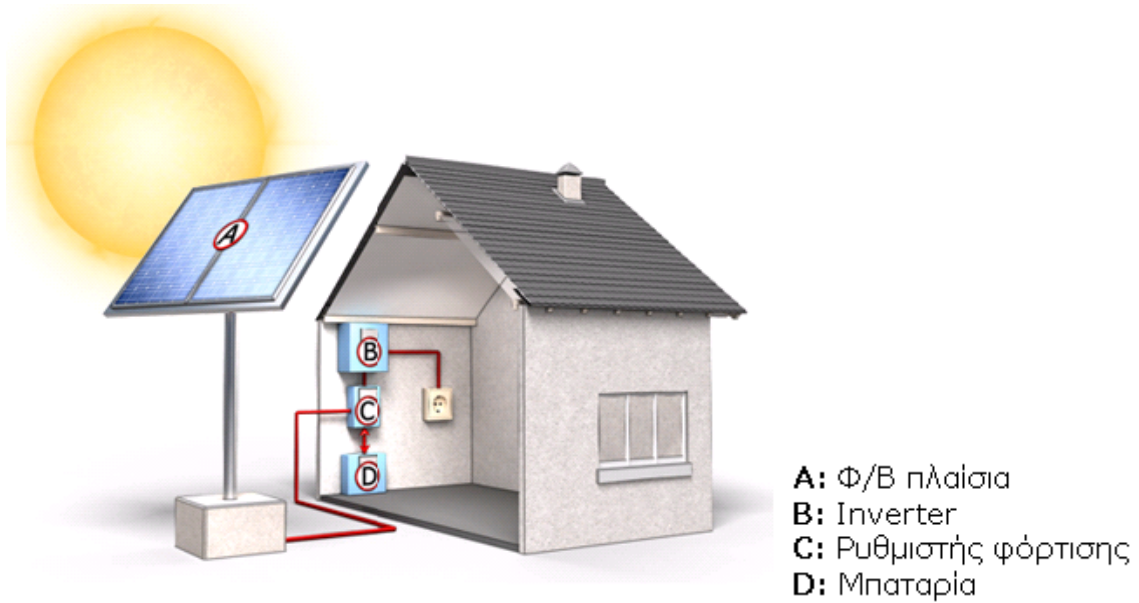
3.3 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το αυτόνομο σύστημα (ή σύστημα εκτός δικτύου) αποσκοπεί στο να προσφέρει ενεργειακή αυτονομία σε μια εγκατάσταση. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες απομονωμένων από το δίκτυο συστημάτων.

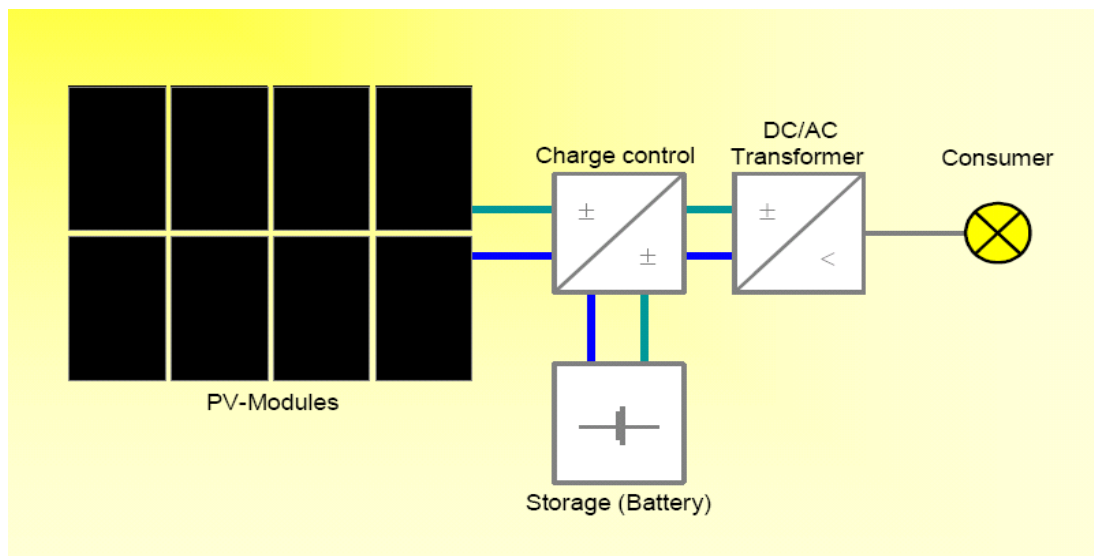
Κάποιες από αυτές είναι:

- Οικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο σε τέτοια απόσταση που το κόστος διασύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ είναι απαγορευτικά υψηλό
- Οικίες που για κάποιους λόγους δεν δύναται να ηλεκτροδοτηθούν
- Κτηνοτροφικές ή γεωργικές μονάδες απομακρυσμένες από το δίκτυο της ΔΕΗ
- Τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις
- Αντλητικά συστήματα υδροδότησης
- Κινητές εγκαταστάσεις (τροχόσπιτα, πλωτά κ.α)
- Εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλή διαθεσιμότητα (αμυντικές εφαρμογές, διαστημικές εφαρμογές)

Η μεθοδολογία για την ηλεκτροδότηση μιας αυτόνομης εγκατάστασης είναι η ακόλουθη:



Σχήμα 23 Οι συσκευές συγκρότησης ενός Αυτόνομου Φ/Β συστήματος



Σχήμα 24 Σχηματική Διάταξη Αυτόνομου Φ/Β συστήματος



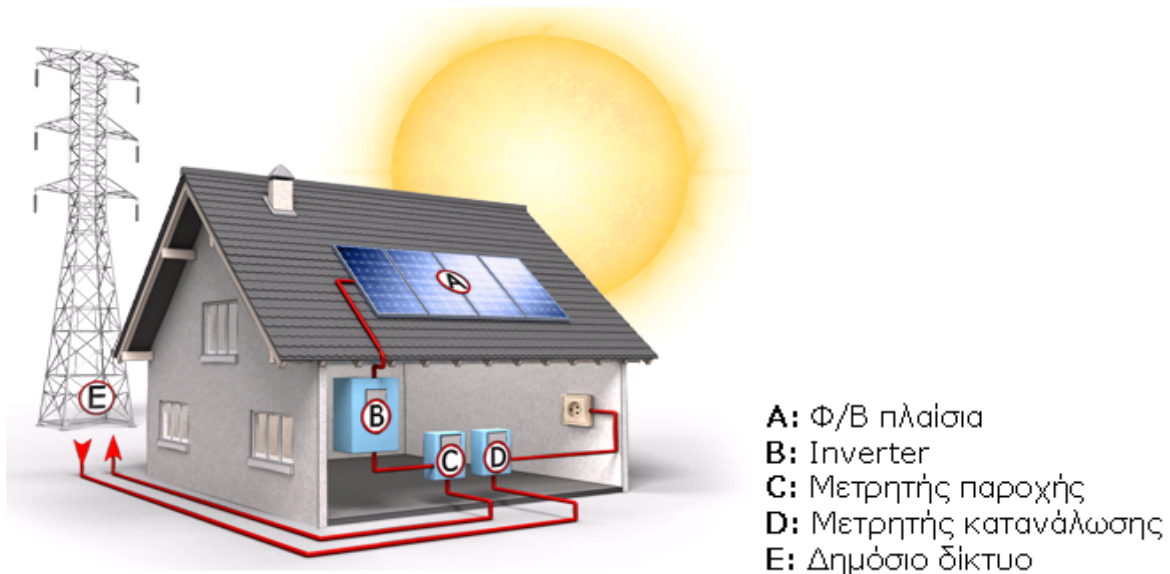
Σχήμα 25 Παράδειγμα Αυτόνομου Φ/Β συστήματος

Σε αυτό το Φ/Β σύστημα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται σε μπαταρίες. Το σύστημα μπορεί και λειτουργεί ανεξάρτητα από το κεντρικό δίκτυο.

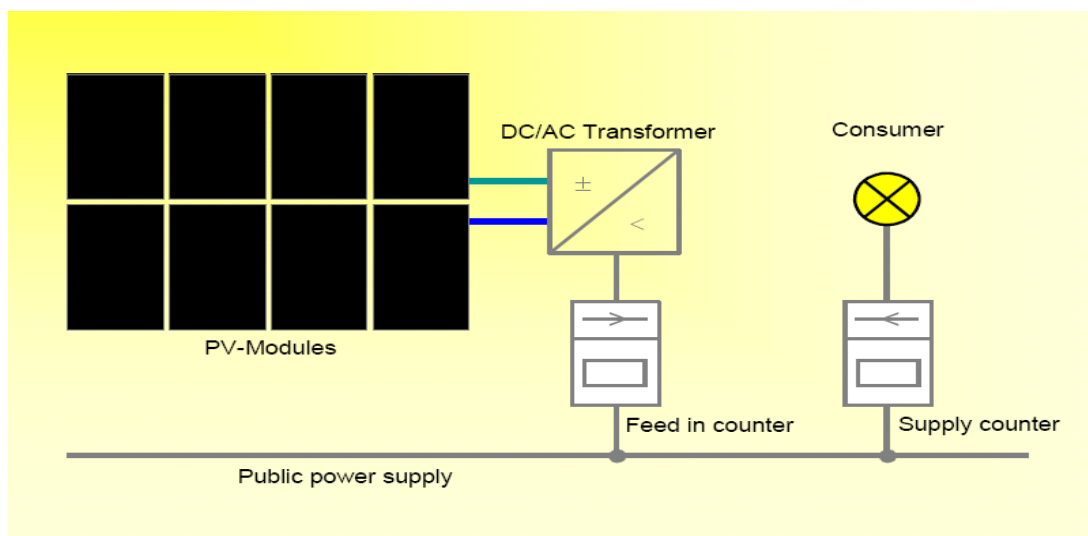
Οι ηλιογεννήτριες παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα (DC) από το φως. Το ρεύμα αυτό, φορτίζει τις μπαταρίες, με τη βοήθεια του ρυθμιστή φόρτισης. Ο μετατροπέας αλλάζει το ρεύμα των συσσωρευτών από συνεχές DC, σε εναλλασσόμενο AC 230V. Τα αυτόνομα συστήματα έχουν εφαρμογή εκεί όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, σε απομακρυσμένες περιοχές, φάρους, αγροτικές εγκαταστάσεις και οπουδήποτε υπάρχει ανάγκη για ηλεκτρικό ρεύμα. Κάθε αυτόνομο σύστημα σχεδιάζεται για να εξυπηρετήσει συγκεκριμένες ενεργειακές ανάγκες. Οι ηλεκτρικές συσκευές που έχετε και ο χρόνος που τις χρησιμοποιείται, καθορίζουν τις απαιτήσεις σας, για ηλεκτρικό ρεύμα.

3.4 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑ

Το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ. Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στη ΔΕΗ έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα. Έχει δηλαδή ένα διπλό μετρητή για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για **παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας (δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής - UPS)**. Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες (συν όλα τα απαραίτητα ηλεκτρονικά) για να αναλαμβάνει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος και για όσο διαρκεί αυτή.



Σχήμα 26 Οι συσκευές συγκρότησης ενός Διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος



Σχήμα 27 Σχηματική Διάταξη Διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος



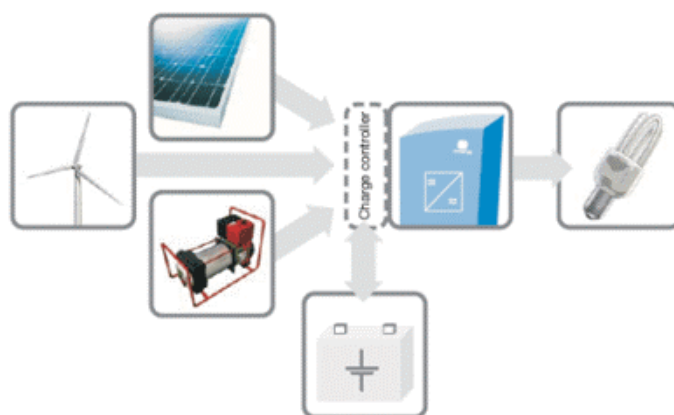
Σχήμα 28 Παράδειγμα Διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος

3.5 ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Συνδυάζουν ηλεκτρικό ρεύμα που προέρχεται από πετρελαιογεννήτριες, ανεμογεννήτριες, μικρές υδροηλεκτρικές γεννήτριες και φωτοβολταϊκά συστήματα, ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες που υπάρχουν, αξιοποιώντας τα γεωγραφικά πλεονεκτήματα της περιοχής. Είναι ιδανικά συστήματα για εφαρμογές σε απομακρυσμένες τοποθεσίες όπως:

- τηλεπικοινωνιακοί σταθμοί και αναμεταδότες
- στρατιωτικές εγκαταστάσεις και παραμεθόρια χωριά.

Με το υβριδικό σύστημα στην περίπτωση που δεν έχουμε ηλιοφάνεια για ένα διάστημα 4 ημερών, με την εγκατάσταση, της Α/Γ και σύμφωνα με τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής έχουμε την δυνατότητα να καλύψουμε τις ανάγκες μας σε ενέργεια από τον άνεμο, είναι πολύ δύσκολο να έχουμε συνεχή άπνοια και συννεφιά για μια εβδομάδα. Συνεπώς κάθε τεχνολογία στην περίπτωση των υβριδικών συστημάτων καλύπτει τα κενά που δημιουργεί η άλλη.



Σχήμα 29 Απεικόνιση υβριδικού συστήματος

3.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

3.6.1 ΑΥΤΟΝΟΜΟ



Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα σε κατοικία μόνιμης διαμονής στο Ρέθυμνο Κρήτης.



Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στην Κόμη Ευβοίας, που ηλεκτροδοτεί μοναστηριακό μετόχι μόνιμης διαμονής.



Αυτόνομο σύστημα στην Ελούντα (Κρήτη), το οποίο από τον Ιούνιο του 1996 ηλεκτροδοτεί το Elunda Island Villas, ένα ξενοδοχειακό συγκρότημα 50 κλινών. Για την αξιοπιστία και τη συμβολή του στην ανάπτυξη του Οικολογικού Τουρισμού, επιλέχτηκε και αναφέρεται στο "Renewable Energy: Best Practice Projects Yearbook" της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.



Αυτόνομο σύστημα που ηλεκτροδοτεί τον παραδοσιακό τουριστικό Οικισμό 14 οικιών "Άσπρος Ποταμός", στο Μακρύ Γιαλό της Κρήτης. Αυτή η εφαρμογή τιμήθηκε το 1995 από την EUROSOLAR με το Ευρωπαϊκό Βραβείο Φωτοβολταϊκών Εφαρμογών, για την τεχνολογία, την άψογη λειτουργία, την αισθητική και την οικολογική ευαισθησία του ιδιοκτήτη.



Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα που ηλεκτροδοτεί εξοχική κατοικία

3.6.2 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ



Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα, ισχύος 11,9 Kw, σε πολυκατοικίες στον Ταύρο. Εγκαταστάθηκε τον Απρίλιο του 2002. Η φωτοβολταϊκή αυτή εγκατάσταση της ΣΕΝΕΡΣ, αποτελεί πρωτοπορία στην εφαρμογή ενσωμάτωσης στο κτίριο και ως προς την ηλεκτρονική σύνδεση διαφορετικών φωτοβολταϊκών γεννητριών μεταξύ τους. Για πρώτη φορά, έγινε μίξη στην σύνδεση φωτοβολταϊκών γεννητριών με διαφορετικές διαστάσεις, διαφορετική τάση και ισχύ, δίνοντας έτσι μια νέα διάσταση και ελευθερία στον σχεδιασμό ενσωμάτωσης των φωτοβολταϊκών στα κτίρια. Το έργο χρηματοδοτήθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ και την Ε.Ε. στα πλαίσια του προγράμματος Thermie.



Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα στο ξενοδοχείο ΠΑΡΟΣ ΦΙΛΟΞΕΝΙΑ στη Νέα Χρυσή Ακτή της Πάρου. Είναι ισχύος 10 Kw και καλύπτει μέρος των ηλεκτρικών αναγκών του ξενοδοχείου. Εγκαταστάθηκε τον Μάιο του 1999 και επιχορηγήθηκε από το Υπουργείο Ανάπτυξης με 55%.



Διασυνδεδεμένο σύστημα 4,5 Kw στο 5ο Γυμνάσιο Νίκαιας. Εγκαινιάστηκε από τον υπουργό ΠΕΧΩΔΕ στις 2 Ιουνίου 1997. Για την αξιοπιστία του, αναφέρεται στο Renewable Energy: Best Practice Projects Yearbook της Ε.Ε.



Διασυνδεδεμένο σύστημα με ενσωματωμένες τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες στην οροφή του κτιρίου (αντί για κεραμίδια) στο Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΚΠΕ) Καστοριάς. Πρωτοποριακή εφαρμογή για τον ελλαδικό χώρο διότι οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες είναι ενσωματωμένες στην οροφή του κτιρίου ως δομικά υλικά (αντί για κεραμίδια), συμβάλλοντας έτσι εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας, στη μείωση κόστους των δομικών υλικών, αλλά και στην αισθητική του κτιρίου. Παρόμοια εγκατάσταση έχει πραγματοποιηθεί από τη ΣΕΝΕΡΣ και στο 3ο Δημοτικό Σχολείο Σχηματαρίου.

3.6.3 ΥΒΡΙΔΙΚΟ



Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα με Η/Ζ, που ηλεκτροδοτεί Ιερό καλύβι στο Άγιον Όρος.



Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα με Η/Ζ, που ηλεκτροδοτεί Κελί στο Άγιον Όρος.

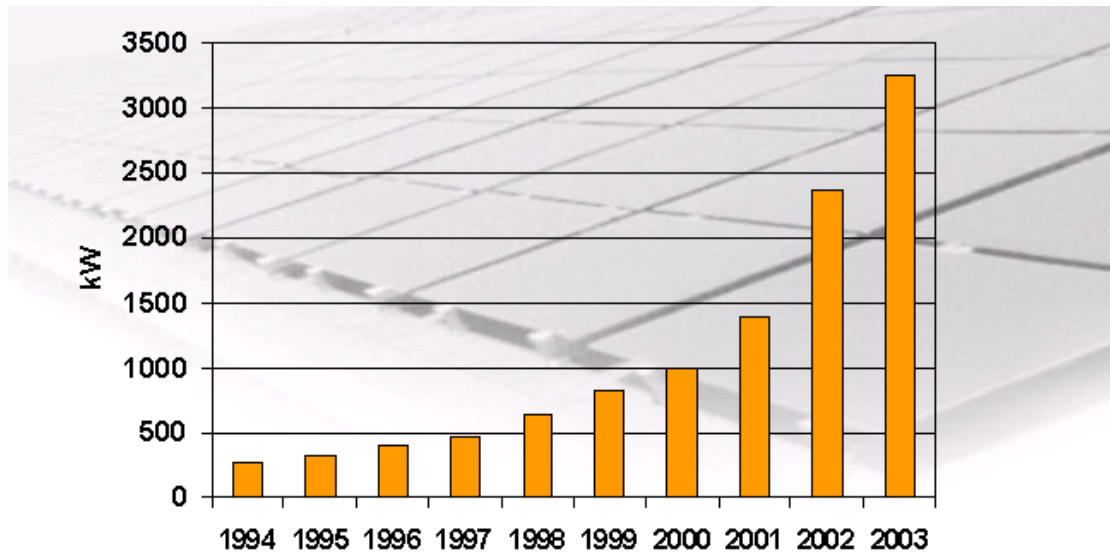


Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα σε συνδυασμό με το κεντρικό δίκτυο σε Ιερά Μονή της Καλύμνου.



Υβριδικό σύστημα σε συνδυασμό με το κεντρικό δίκτυο σε εργαστήριο στον Μαρουλά Ρεθύμνου.

3.7 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Σχήμα 30 Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύς στην Ελλάδα έως το 2003



Σχήμα 31 Κατανομή Φ/Β εφαρμογών στην Ελλάδα έως το 2004

Πίνακας 4 Εγκατεστημένη ισχύ Φ/Β έως το 2006

Χώρα	Φ/Β Δυναμικό (MWp)					
	Συσσωρευτικός			Εγκατεστημένος 2006		
	Αυτόνομο Σύστημα	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Σύνολο	Αυτόνομο Σύστημα	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Σύνολο
Γερμανία	32	3,031	3,063	3	1,150	1,153
Ηνωμένες Πολιτείες	275	340	615	60	100	160
Ισπανία	15	103	118	1	59	60
Ιταλία	13	45	58	0	11	11
Ολλανδία	5	46	51	0.2	0.3	0.4
Νότια Κορέα			36			21
Γαλλία	20.4	12.3	32.7	0.3	6.1	6.4
Αυστρία	3.1	25.9	29	0.2	4.8	5
Λουξεμβούργο	0	23.6	23.6	0	0.04	0.04
Ηνωμένο Βασίλειο	1.1	12.6	13.6	0.2	2.6	2.8
Ελλάδα	5.1	1.6	6.7	1.0	0.2	1.2
Σουηδία	4.2	0.7	4.9	0.2	0.4	0.6
Βέλγιο	0.1	4.1	4.2	0	2.1	2.1
Φινλανδία	3.8	0.3	4.1	0	0.06	0.06
Πορτογαλία	2.7	0.8	3.5	0.25	0.23	0.48
Δανία	0.3	2.6	2.9	0.03	0.2	0.23
Κύπρος	0.45	0.53	0.98	0.08	0.44	0.52

Από τα σχήματα 30,31 και τον πίνακα 4 παρατηρούμε την ανοδική αύξηση της εγκατάστασης των Φ/Β πλαισίων. Το έτος 2003 είχαμε 3500 Kw, ενώ το 2006 είχαμε 7900 Kw. Έχουμε μια αύξηση της τάξεως του 120%, είναι πολύ σημαντικό το ποσοστό αυτό μέσα σε μια τριετία. Μας αφήνει μόνο θετικά συμπεράσματα για το μέλλον, και σύγχρονος μας βοηθάει στο να καταλάβουμε τι νέα τεχνολογία, και να αποβάλουμε τις φοβίες που τυχών μας προκαλεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ Φ/Β

Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός **Edmond Becquerel** (1820 - 1891) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια.

Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν οι **Adams** (1836 - 1915) και ο φοιτητής του **Day** παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως. Το 1918 ο Πολωνός **Czochralski** (1885 - 1953) πρόσθεσε την μέθοδο παραγωγής ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si) με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα. Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι **Mott** και **Schottky** ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο Δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους **Chapin, Fuller και Pearson**. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Τέσσερα χρόνια μετά το 1958 η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών προσαρτάται στον χώρο των διαστημικών εφαρμογών όταν τοποθετήθηκε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο **Vanguard I**. Το σύστημα αυτό λειτούργησε επιτυχώς για 8 ολόκληρα χρόνια. Στη δεκαετία του 80, τα φωτοβολταϊκά έγιναν μια δημοφιλής ενεργειακή πηγή για ηλεκτρονικές συσκευές του εμπορίου όπως οι υπολογιστές τσέπης, τα ρολόγια, τα ραδιόφωνα και άλλες μικροσυσκευές. Μετά την ενεργειακή κρίση του 70, αυξήθηκαν διεθνώς οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών για την ηλεκτροδότηση επαρχιακών κλινικών, ψυγείων, αντλιών νερού, τηλεπικοινωνιών και κατοικιών εκτός δικτύου ηλεκτροδότησης. Αυτές οι εφαρμογές παραμένουν ένα μεγάλο κομμάτι της σημερινής αγοράς φωτοβολταϊκών. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι παρόμοια με οποιαδήποτε άλλα συστήματα παραγωγής ενέργειας, απλά ο εξοπλισμός διαφέρει. Ωστόσο, οι αρχές λειτουργίας και διασύνδεσης με άλλα ηλεκτρικά συστήματα παραμένουν οι ίδιες.

4.2 ΤΥΠΟΙ Φ/Β ΥΛΙΚΩΝ

Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΥΡΙΤΙΟΥ (SI)

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο στην φωτοβολταϊκή βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ίσως και το μοναδικό που παράγεται με μαζικό τρόπο. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά του είναι:

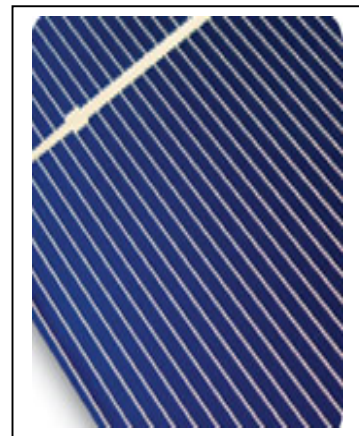
- Μπορεί να βρεθεί πάρα πολύ εύκολα στην φύση. Είναι το δεύτερο σε αφθονία υλικό που υπάρχει στον πλανήτη μετά το οξυγόνο. Το οξείδιο του πυριτίου (ή κοινώς η άμμος) και ο χαλαζίτης αποτελούν το 28% του φλοιού της γης. Είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον.
- Μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί. Επίσης είναι σχετικά εύκολο να μετατραπεί στην μονοκρυσταλλική του μορφή.
- Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους 125 C κάτι που επιτρέπει την χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Μια κατηγοριοποίηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων θα μπορούσε να γίνει με βάση το πάχος του υλικού που χρησιμοποιείται.

4.2.1. ΤΥΠΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΥΡΙΤΙΟΥ «ΜΕΓΑΛΟΥ ΠΑΧΟΥΣ»

- **ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΠΥΡΙΤΙΟ (Monocrystalline Silicon,sc-Si)**

Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3 χιλιοστά. Η απόδοσή τους στην βιομηχανία κυμαίνεται από 15 - 18% για το πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%. Τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία χαρακτηρίζονται από καλύτερη σχέση απόδοσης / επιφάνειας. Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) καθώς και η μέθοδος FZ (float zone) και οι δύο πάντως βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου.



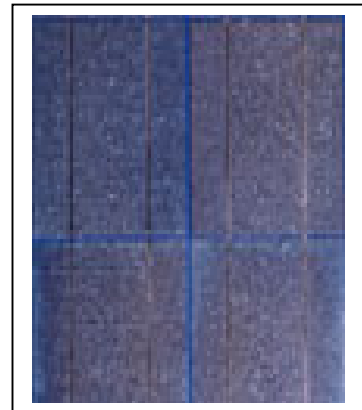
- **ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΠΥΡΙΤΙΟ (Polycrystalline Silicon, mc-Si)**

Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3 χιλιοστά. Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές. Όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση οι μονοκρυσταλλικές περιοχές τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση των πολυκρυσταλλικών στοιχείων. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20% ενώ στο εμπόριο τα πολυκρυσταλλικά διατίθενται με αποδόσεις από 13 έως και 15% για το Φ/Β πλαίσιο. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι η ανάπτυξη φύλλων πολυκρυσταλλικού υλικού και η μέθοδος εναπόθεσης.



- **ΤΑΙΝΙΑΣ ΠΥΡΙΤΙΟΥ (Ribbon Silicon)**

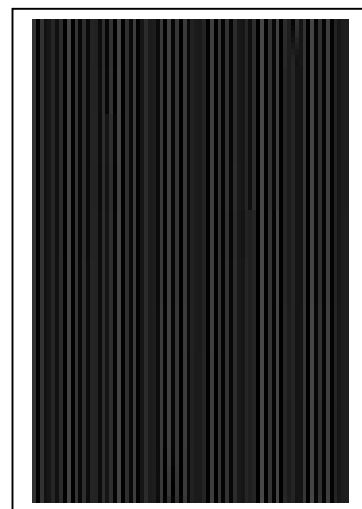
Πρόκειται ουσιαστικά για μια ταινία πολυκρυσταλλικού υλικού. Δεν υπάρχει προς το παρόν εμπορική εκμετάλλευση λόγω του εξαιρετικά υψηλού κόστους παραγωγής του. Η απόδοσή του είναι γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 χιλιοστά.



4.2.2 Φ/Β ΥΛΙΚΑ ΛΕΠΤΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ

- **ΔΙΣΕΛΗΝΟΪΝΔΙΟΥΧΟΣ ΧΑΛΚΟΣ (CuInSe₂ ή CIS με προσθήκη γαλλίου CIGS)**

Ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοσή του με τις σύγχρονες τεχνικές κυμαίνεται στο 11% (πλαίσιο). Εργαστηριακά έγινε εφικτή απόδοση στο επίπεδο του 18,8% η οποία είναι και η μεγαλύτερη που έχει επιτευχθεί μεταξύ των τεχνολογιών λεπτής επιστρώσεως. Με την πρόσμιξη γαλλίου η απόδοσή του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο CIGS. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ινδίο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση. Στα επόμενα χρόνια πάντως αναμένεται το κόστος του να είναι αρκετά χαμηλότερο.



- **ΑΜΟΡΦΟ ΠΥΡΙΤΙΟ (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)**

Τα στοιχεία αυτά έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Πρόκειται για ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) 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. Η λέξη άμορφο προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. Οι επιδόσεις που επιτυγχάνονται με την χρήση των thin films πυριτίου κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6 έως 8% ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις ακόμα και 14%. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό της τεχνολογίας αυτής είναι η αρκετά μικρότερη διάρκεια ζωής. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001 χιλιοστά ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 έως 3 χιλιοστά.



- **ΤΕΛΟΥΡΙΟΥΧΟ ΚΑΔΜΙΟ (CdTe)**

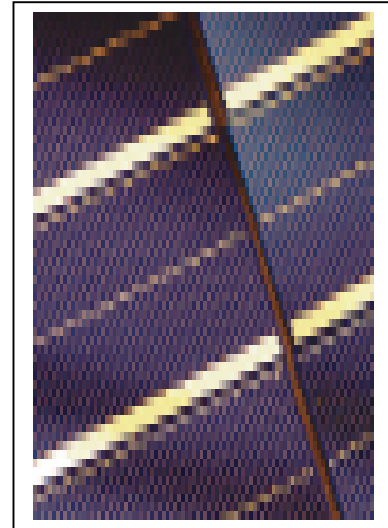
Το Τελουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%. Στο εργαστήριο η απόδοση φωτοβολταϊκών στοιχείων έχει φθάσει το 16%. Μελλοντικά αναμένεται το κόστος του να πέσει αρκετά. Τροχοπέδη για την χρήση του αποτελεί το γεγονός ότι το κάδμιο σύμφωνα με κάποιες έρευνες είναι καρκινογόνο με αποτέλεσμα να προβληματίζει το ενδεχόμενο της εκτεταμένης χρήσης του. Ήδη η Greenpeace έχει εναντιωθεί στην χρήση του. Επίσης προβληματίζει ή έλλειψη του Τελλουρίου. Σημαντικότερη χρήση του είναι η ενθυλάκωση του στο γυαλί ως δομικό υλικό (BIPV Building Integrated Photovoltaic).



- **ΑΡΣΕΝΙΚΟΥΧΟ ΓΑΛΙΟ (GaAs)**

Το Γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Το Αρσένιο δεν είναι σπάνιο αλλά έχει το μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδες.

Το αρσενικούχο γάλλιο έχει ενεργειακό διάκενο 1,43eV που είναι ιδανικό για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Επίσης είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση του σε εφαρμογές ηλιακών concentrators. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι αντέχει σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.



- **ΥΒΡΙΔΙΚΑ Φ/Β**


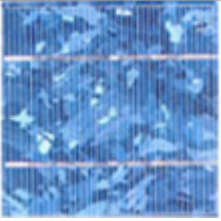


Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών. Το πιο γνωστό εμπορικά υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης του πλαισίου που φτάνει σε εμπορικές εφαρμογές στο 17,2% και το οποίο σημαίνει ότι χρειαζόμαστε μικρότερη επιφάνεια για να έχουμε την ίδια εγκατεστημένη ισχύ. Ένα άλλο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι η υψηλή του απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες.

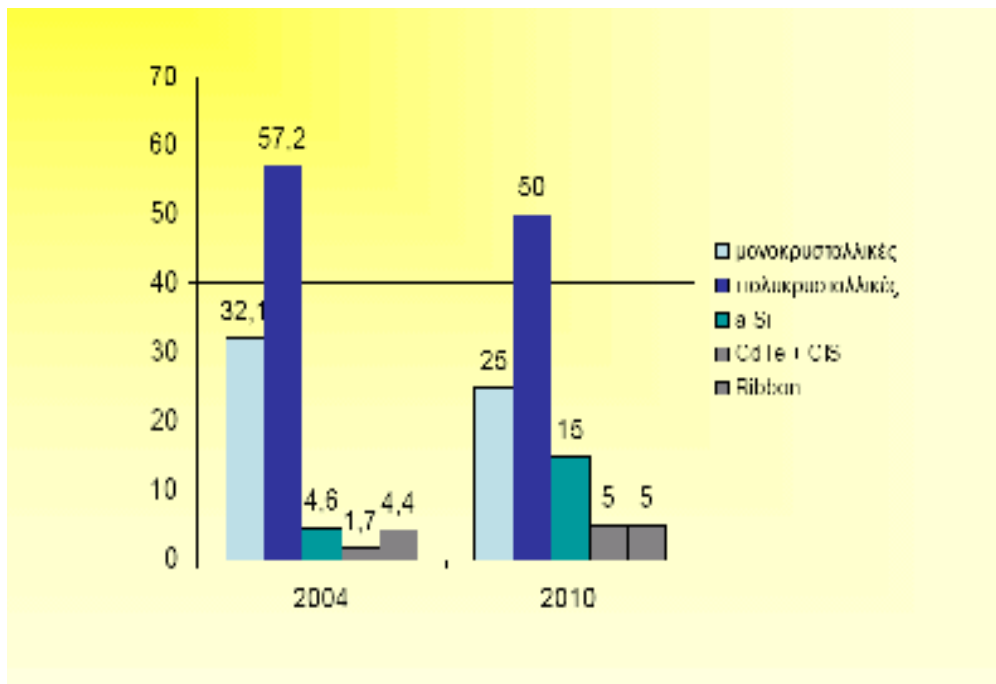
4.2.3 ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και διάφορα εργαστήρια στον κόσμο παρουσιάζουν νέες πατέντες. Κάποιες από τις τεχνολογίες που φαίνεται να ξεχωρίζουν και μελλοντικά πιθανώς να γίνει ευρεία η χρήση τους είναι:

- Νανοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου (nc-Si)
- Οργανικά / Πολυμερή στοιχεία

Πίνακας 5 Συγκριτικός πίνακας Φωτοβολταϊκών Τεχνολογιών

Τύπος	Thin Film	Πολυκρυσταλικά	Μονοκρυσταλικά	Υβριδικά
Εμφάνιση				
Απόδοση	Άμορφα: 5~7% CIS: 7~10% CdTe: 8~9%	11~14%	13~16%	16~17%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά KWp	10~20 m ²	8~10 m ²	7~8 m ²	6~7 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (KWh ανά KWp)	1300~1400	1300	1300	1350
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (KWh ανά m ²)	65~140	130~160	160~185	190~225
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Kg CO2 ανά KWp)	1380~1485	1380	1380	1435



Σχήμα 32 Μεριδίο αγοράς ανάλογα με τον τύπο του Φ/Β

4.3 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Η πρωταρχική λειτουργία ενός ρυθμιστή φόρτισης σε ένα αυτόνομο σύστημα είναι να διατηρεί την μπαταρία σε μια όσο το δυνατό μέγιστη κατάσταση φόρτισης προστατεύοντας την ταυτόχρονα από υπερφόρτιση από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια και από υπερβολική εκφόρτιση από το φορτίο. Αν και μερικά φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν χωρίς ρύθμιση φόρτισης, κάποιο σύστημα που περιλαμβάνει μη προβλέψιμο φορτίο, επέμβαση από τον χρήστη και βελτιστοποιημένη ως προς το κόστος μπαταρία, τυπικά χρειάζεται έναν ρυθμιστή φόρτισης μπαταρίας ώστε να υποβοηθείται η καλή λειτουργία και η αυξημένη απόδοση του. Ο αλγόριθμος ή η στρατηγική ελέγχου του ρυθμιστή καθορίζει την αποτελεσματικότητα φόρτισης της μπαταρίας και την ωφέλιμη λειτουργικότητα της φωτοβολταϊκής συστοιχίας και εναλλακτικά την ικανότητα του συστήματος να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις του φορτίου. Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά, όπως θερμοκρασιακή αντιστάθμιση, μετρητές και ειδικοί αλγόριθμοι μπορούν να βελτιώσουν την ικανότητα ενός ρυθμιστή φόρτισης να διατηρούν την καλή λειτουργία και να επιμηκύνουν τη διάρκεια ζωής μιας μπαταρίας, όπως ακόμα να παρέχουν ενδείξεις της λειτουργικής κατάστασης στον συντηρητή του συστήματος.

Υπάρχουν ακόμα υλοποιήσεις οι οποίες έχουν βασικό στόχο να ανεξαρτητοποιήσουν εντελώς την τάση φόρτισης των συσσωρευτών από την τάση εξόδου της φωτοβολταϊκής γεννήτριας. Αυτό επιτυγχάνεται με την παρεμβολή ενός μετατροπέα συνεχούς ρεύματος (DC-DC converter). Ο μετατροπέας αυτός παραλαμβάνει την τάση που δίνει η γεννήτρια, που είναι αναγκαστικά ασταθής λόγω των διακυμάνσεων της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας, τη

μετατρέπει στην ευνοϊκή τάση για τη φόρτιση των συσσωρευτών και τη σταθεροποιεί ώστε να εξασφαλίζονται οι βέλτιστες συνθήκες φόρτισης. Για την κατάλληλη εκλογή ενός ρυθμιστή τάσεως σε ένα Φ/Β σύστημα, λαμβάνονται υπόψη τα έξι χαρακτηριστικά του:

Η ΙΣΧΥΣ

Αυτή καθορίζεται από τη τάση που δίνουν τα Φ/Β πλαίσια και την ένταση του ρεύματος στον καταναλωτή.

Η ισχύς του ρυθμιστή πρέπει να ξεπερνά την ισχύ που δίνουν τα πλαίσια και την ισχύ που καταναλώνει το φορτίο. Πρέπει το μέγεθος του φορτιστή να είναι τέτοιο ώστε να μπορεί να δεχθεί ρεύμα 1,25 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος βραχυκυκλώσεως των πλαισίων και η τάση λειτουργίας του να περίπου ίση με τη τάση που δίνουν τα πλαίσια.

ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ ΑΠΟΚΟΠΗΣ

Όταν η τάση της μπαταρίας πέσει αρκετά κάτω από την κανονική της τιμή, τότε ο ρυθμιστής αποσυνδέει τη μπαταρία από το φορτίο ώστε να διατηρηθεί η καλή κατάσταση της μπαταρίας και να προληφθεί οποιαδήποτε βλάβη συμβεί στον καταναλωτή (φορτίο) όταν στα άκρα του εφαρμοσθεί τάση μικρότερη από την κανονική τάση λειτουργίας του. Σε μια μπαταρία των 12 V, η χαμηλή τάση αποκοπής του συνδεδεμένου ρυθμιστή είναι μεταξύ 11 και 12 V.

ΥΨΗΛΗ ΤΑΣΗ ΑΠΟΚΟΠΗΣ

Όταν η τάση της μπαταρίας μεγαλώσει αρκετά, τότε ο ρυθμιστής την αποσυνδέει από τα πλαίσια και έτσι εμποδίζει την υπερφόρτιση της. Σε μια μπαταρία των 12 V η υψηλή τάση αποκοπής είναι μεταξύ 14,5 και 15 V.

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ

Ο ρυθμιστής προσαρμόζει αυτόματα το σημείο τερματισμού της φόρτισης της μπαταρίας ώστε το φορτίο που θα διοχετευθεί στη μπαταρία να είναι μέγιστο σε σχέση με τη θερμοκρασία της.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΑΠΟ ΑΝΤΙΘΕΤΟ ΡΕΥΜΑ

Ο ρυθμιστής περιέχει ένα μηχανισμό που εμποδίζει κάποιο ρεύμα να κινηθεί από την μπαταρία προς τα πλαίσια όταν δεν φωτίζονται ή κατά τη διάρκεια της νύκτας. Το μέγεθος του ρυθμιστή έχει επίσης σημασία ιδίως στην περίπτωση που θα τοποθετηθεί στον ίδιο κλειστό χώρο με τις μπαταρίες.

4.3.1 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ

Σε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα, όταν η φωτοβολταϊκή γεννήτρια λειτουργεί κάτω από ιδανικές συνθήκες ηλιοφάνειας, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται πολλές φορές ξεπερνάει τις απαιτήσεις κατανάλωσης του φορτίου. Για να αποφευχθεί κάποια ζημιά στην μπαταρία από υπερφόρτιση, χρησιμοποιείται ο ρυθμιστής φόρτισης ο οποίος παράγει κατάλληλα σήματα και διακόπτει τη φόρτιση της αποσυνδέοντας τη συστοιχία από αυτήν και το φορτίο. Ένας

ρυθμιστής φόρτισης θα πρέπει να αποτρέπει την υπερφόρτιση της μπαταρίας ανεξάρτητα από το μέγεθος σχεδίασης του συστήματος, τις μεταβολές στο προφίλ του φορτίου, τις μεταβολές στην θερμοκρασία λειτουργίας και τις μεταβολές στην ηλιακή ακτινοβολία.

Ο έλεγχος φόρτισης είναι η πρωταρχική λειτουργία του ρυθμιστή και το πιο σημαντικό μέλημα που σχετίζεται με την απόδοση και διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Χωρίς έλεγχο φόρτισης, το ρεύμα από τη συστοιχία θα φόρτιζε ανάλογα με την ένταση της ακτινοβολίας την μπαταρία ανεξάρτητα αν αυτή χρειάζεται φόρτιση ή όχι. Αν η μπαταρία είναι πλήρως φορτισμένη, με χωρίς έλεγχο φόρτισης θα προκαλούσε υπερβολική στάθμη της τάσης της μπαταρίας, προκαλώντας βαριές αναθυμιάσεις, απώλεια ηλεκτρολύτη, εσωτερική υπερθέρμανση και επιτάχυνση στη διάβρωση του πλέγματος της μπαταρίας, οπότε και σταδιακά την καταστροφή της μπαταρίας όπως και τη βλάβη στο φορτίο.

Η ρύθμιση φόρτισης πραγματοποιείται συνήθως με την οριοθέτηση της μέγιστης τιμής τάσης της μπαταρίας, διακόπτοντας με την υπέρβαση του ορίου αυτού την τροφοδότηση της με ρεύμα από τη γεννήτρια. Ανάλογα με τη μέθοδο ρύθμισης, το ρεύμα είναι δυνατό να περιορίζεται σταδιακά όσο πλησιέστερα στην ανώτατη τιμή της βρίσκεται η τάση της μπαταρίας, όπως ακόμα υπάρχει η δυνατότητα να υπάρχει κάποιο όριο τάσης, μικρότερο από την τάση προστασίας από υπερφόρτιση, για το οποίο θα επανασυνδεθεί η φωτοβολταϊκή γεννήτρια στην μπαταρία όταν αυτή έχει πάψει να είναι πλήρως φορτισμένη, ξεκινώντας έναν νέο κύκλο φόρτισης. Η κατάλληλη επιλογή της τάσης πλήρους φόρτισης εξαρτάται κυρίως από τη συγκεκριμένη χημεία της μπαταρίας, από το μέγεθος του φορτίου και της συστοιχίας με πρόληψη για την προστασία της, από τη θερμοκρασία λειτουργίας και από τις επιθυμητές ποσότητες ηλεκτρολύτη που χάνεται.

4.3.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ

Κατά τη διάρκεια ηλιακής ακτινοβολίας με πυκνότητα κάτω του μέσου όρου και ή κατά τη διάρκεια εκτεταμένης κατανάλωσης του φορτίου, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η φωτοβολταϊκή γεννήτρια μπορεί να μην επαρκεί αρκετά ώστε να διατηρεί την μπαταρία σε ικανοποιητική κατάσταση φόρτισης. Όταν η μπαταρία εκφορτίζεται έντονα η χημική αντίδραση στην μπαταρία λαμβάνει μέρος κοντά στο πλέγμα και με τον τρόπο αυτό εξασθενεί η σύνδεση των ηλεκτροδίων και του πλέγματος. Όταν η μπαταρία επαναλαμβανόμενα εκφορτίζεται υπερβολικά, επιταχύνεται η απώλεια στη χωρητικότητα και στη διάρκεια ζωής. Επίσης όταν η μπαταρία εκφορτιστεί υπερβολικά, η τάση πέφτει κάτω από το όριο λειτουργίας του φορτίου του συστήματος και το φορτίο μπορεί να υπολειτουργήσει ή να μη λειτουργήσει καθόλου. Για την προστασία των μπαταριών από την υπερβολική εκφόρτιση, οι περισσότεροι ρυθμιστές φόρτισης περιλαμβάνουν μία επιπλέον λειτουργία να αποσυνδέουν το φορτίο του συστήματος από τη στιγμή που η μπαταρία φτάσει μία χαμηλή τάση λειτουργίας ή ένα χαμηλό επίπεδο φόρτισης. Το επίπεδο αυτό προσδιορίζει το μέγιστο βάθος εκφόρτισης και διαθέσιμης χωρητικότητας της μπαταρίας σε λειτουργία εντός φωτοβολταϊκού συστήματος. Η κατάλληλη στάθμη τάσης αποκοπής του φορτίου θα διατηρήσει την καλή

κατάσταση της μπαταρίας ενώ θα παρέχει τη μέγιστη χωρητικότητα και διαθεσιμότητα του φορτίου. Για να καθοριστεί αυτή η τάση, ο σχεδιαστής θα πρέπει να λάβει υπόψη τον βαθμό εκφόρτισης της μπαταρίας σε σχέση με την κατανάλωση του φορτίου.

Η προστασία από υπερβολική εκφόρτιση σε έναν ρυθμιστή φόρτισης, πραγματοποιείται συνήθως με την ανοιχτοκύκλωση της σύνδεσης μεταξύ της μπαταρίας και του φορτίου όταν η τάση φτάσει μία προεπιλεγμένη χαμηλή τιμή. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με κάποιο relay. Οι περισσότεροι ρυθμιστές έχουν κάποια φωτεινή ένδειξη ή κάποια ακουστική ειδοποίηση ώστε να προειδοποιούν τον χρήστη/διαχειριστή του συστήματος για την αποσύνδεση του φορτίου.

Μόλις η μπαταρία επαναφορτιστεί σε κάποιο επιθυμητό επίπεδο τάσης υψηλότερο από την τάση αποκοπής του φορτίου, ο ρυθμιστής φόρτισης επαναφέρει τη σύνδεση του φορτίου με τη μπαταρία και αυτό διότι αμέσως μετά την αποκοπή του φορτίου από τη μπαταρία στην τάση αποκοπής του φορτίου, η τάση της μπαταρίας αυξάνει στην τιμή ανοιχτού κυκλώματος της, προκαλώντας έτσι μια πολύ πιθανή κυκλική σύνδεση και επανασύνδεση του φορτίου και ριψοκινδυνεύοντας μια πιθανή βλάβη του. Η επιλογή της τάσης επανασύνδεσης του φορτίου θα πρέπει να είναι αρκετά μεγαλύτερη από την τάση αποκοπής του, ώστε να εξασφαλιστεί η επαναφόρτιση της μπαταρίας χωρίς όμως να θυσιαστεί η διαθεσιμότητα του φορτίου

4.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ (ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ)

Η μπαταρία είναι απαραίτητη σε ένα Φ/Β σύστημα για να αποθηκεύει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στα Φ/Β πλαίσια και να τη δίνει στον καταναλωτή κατά τα χρονικά διαστήματα που δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία (νυκτερινές ώρες, συννεφιασμένες μέρες). Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται σε Φ/Β σύστημα είναι όμοιες με τις κοινές μπαταρίες αυτοκινήτων, δηλαδή φόρτισης, εκφόρτισης. Οι πιο συνηθισμένες είναι με ηλεκτρόδια (πόλους) μολύβδου σε διάλυμα θεικού οξέως. Αυτές είναι και η πιο οικονομικές για τα Φ/Β συστήματα. Σε περιπτώσεις όμως μεγάλων αυξομειώσεων της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους χρησιμοποιούνται αλκαλικές νικελίου-καδμίου.

Κάθε μπαταρία έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη σύνδεση της σε ένα Φ/Β σύστημα:

ΟΛΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Δείχνει το συνολικό φορτίο που είναι αποθηκευμένο στη μπαταρία και μετριέται σε αμπερώρια (Ah). Αν μια μπαταρία είναι φορτισμένη πλήρως και μπορεί να δώσει ρεύμα έντασης 5A για χρόνο (συνεχόμενο ή μη) 20h, έχει χωρητικότητα 100 A.h.

Η ΤΑΣΗ

Η τάση της μπαταρίας όταν είναι φορτισμένη εξαρτάται από το είδος του ηλεκτρολύτη που περιέχει και το είδος και τον αριθμό των πλακών. Η μπαταρίες περιέχουν πολλά ζεύγη πλακών στη σειρά και δίνουν ανάλογα αυξημένη τάση. Κάθε ζεύγος πλακών μπαταρίας μολύβδου μπορεί να δώσει τάση περίπου 2V. Έτσι μια

μπαταρία μολύβδου με 6 ζεύγη πλακών δίνει τάση 12V. Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στα Φ/Β συστήματα μπορεί να έχουν 100 ή και 150 ζεύγη πλακών στη σειρά, που δίνουν τάση συνεχούς ρεύματος 200 V ή 300 V αντίστοιχα.

ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΚWh

Για να βρεθεί η ολική ηλεκτρική ενέργεια $E_{ολ}$ που θα δώσει μια μπαταρία για όλη τη διάρκεια της ζωής της, πρέπει να πολλαπλασιαστεί η χρήσιμη χωρητικότητα C_x με την τάση U και το συνολικό αριθμό N φορτίσεων-εκφορτίσεων:

$$E_{ολ} = C_x \cdot U \cdot N$$

Όταν διαιρεθεί η τιμή της μπαταρίας με την $E_{ολ}$, βρίσκεται το κόστος κάθε KWh που δίνει η μπαταρία. Όσο πιο χαμηλό είναι το κόστος αυτό τόσο πιο συμφέρουσα θα είναι η αγορά της μπαταρίας.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η θερμοκρασία λειτουργίας ενός συσσωρευτή αποτελεί πολύ σημαντική παράμετρο, που επηρεάζει χαρακτηριστικά το χρόνο ζωής και τη χωρητικότητα του.

Ο ΧΡΟΝΟΣ ΖΩΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗ

Ο συσσωρευτής δεν πρέπει να υφίστανται παρατεταμένη φόρτιση σε πολλή υψηλή τάση (overcharging), ούτε να εκφορτίζονται κάτω από ένα όριο (overdischarging). Ο κανόνας αυτός είναι πολύ σημαντικός και καθορίζει το χρόνο ζωής του. Η υπερφόρτωση έχει ως αποτέλεσμα την ηλεκρόλυση και συνακόλουθα, την παραγωγή υδρογόνου (Υδρογόνο στην ατμόσφαιρα, σε ποσοστό 4 έως 94%, δημιουργεί εκρηκτικό μείγμα) με ταυτόχρονη έντονη ελάττωση της στάθμης του ηλεκτρολυτικού διαλύματος (απώλεια νερού). Ο χρόνος ζωής των συσσωρευτών εκφράζεται σε κύκλους λειτουργίας, καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει τις διαδοχικές διαδικασίες εκφορτίσης και φόρτισης. Η χωρητικότητα, C , του συσσωρευτή δεν παραμένει σταθερή. Μειώνεται όσο αυξάνουν οι κύκλοι λειτουργίας. π.χ. περιοδική εκφόρτιση-φόρτιση ενός, καλής ποιότητας, συσσωρευτή, σε ποσοστό 20% κάτω από την ονομαστική χωρητικότητά του, αντιστοιχεί σε 4500 κύκλους λειτουργίας. Αν το βάθος εκφορτίσης αυξηθεί σε 40%, οι κύκλοι λειτουργίας ελαττώνονται κάτω από τους μισούς.

ΤΟ ΒΑΘΟΣ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗΣ

Είναι το ποσοστό της εκφόρτισης, στο οποίο μπορεί να φθάνει καθημερινά η μπαταρία, για να διατηρείται σε καλή κατάσταση και να μην ελαττωθεί ο κανονικός χρόνος ζωής της. Το βάθος εκφόρτισης εξαρτάται από την κατασκευή της μπαταρίας. Οι πλάκες μπορεί να κατασκευασθούν με διαφορετικό πάχος και από διάφορα κράματα μετάλλων, όπως μολύβδου-ασβεστίου, μολύβδου-αντιμονίου για να ανταποκριθούν σε ορισμένες εφαρμογές. Όσο πιο χοντρές είναι οι πλάκες τόσο περισσότερο μπορεί να εκφορτισθεί μια μπαταρία και μετά να ξαναφορτισθεί.

Υπάρχουν μπαταρίες για τις οποίες συστήνεται από τον κατασκευαστή ότι είναι δυνατό να εκφορτίζονται καθημερινά κατά 10-20% μετά από καθημερινή πλήρη φόρτιση. Υπάρχουν άλλες που μπορεί να εκφορτίζονται μέχρι και 80% του αρχικού φορτίου τους. Μια κατηγορία μπαταριών που μπορούν να εκφορτισθούν πλήρως

(100%) χωρίς καμία βλάβη και να ξαναφορτισθούν είναι εκείνες που έχουν πλάκες από νικέλιο-κάδμιο. Οι τελευταίες προτιμούνται, στα Φ/Β συστήματα, διότι με την πλήρη φόρτιση και εκφόρτιση τους εξυπηρετούν με όλο το φορτίο τους.

Κάθε μπαταρία εκτός από την ολική χωρητικότητα της, έχει και τη χρήσιμη (αξιοποίηση) χωρητικότητα της, που είναι το γινόμενο του βάθους εκφόρτισης του επί την ολική χωρητικότητα:

$$C_x = B * C_{ολ}$$

Όπου C_x η χρήσιμη χωρητικότητα, B το εκφόρτισης και $C_{ολ}$ η ολική χωρητικότητα.

4.4.1 ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗΣ

Το επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης (depth of discharge ή DOD) είναι το μέγιστο ποσοστό της χωρητικότητας το οποίο μπορεί να αποδοθεί από τη μπαταρία. Συνήθως καταδεικνύεται από την τάση αποκοπής ή τάση βάθους εκφόρτισης και από τον ρυθμό εκφόρτισης. Στα τυπικά φωτοβολταϊκά συστήματα, προβλέπεται μία τάση αποκοπής του φορτίου από τη συσκευή του ρυθμιστή φόρτισης συσσωρευτών και έτσι καθορίζεται το επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης για δεδομένο ρυθμό εκφόρτισης. Οι τιμές του επιτρεπόμενου DOD μπορούν να είναι από 80% έως και 15% της χωρητικότητας ανάλογα με τον τύπο της μπαταρίας.

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, κατά την εκφόρτιση της μπαταρίας μειώνεται η πυκνότητα του διαλύματος του ηλεκτρολύτη, δηλαδή μειώνεται το ειδικό του βάρος. Το φαινόμενο της μείωσης του ειδικού βάρους του ηλεκτρολύτη πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για λειτουργία του συσσωρευτή σε θερμοκρασίες που πλησιάζουν τη θερμοκρασία στερεοποίησης του νερού (0°C). Σε έναν πλήρως φορτισμένο συσσωρευτή μολύβδου, η συγκέντρωση ηλεκτρολύτη στο διάλυμα είναι περίπου 35% κατά βάρος και το σημείο στερεοποίησης του διαλύματος είναι πολύ χαμηλό (περίπου -60°C). Καθώς ο συσσωρευτής εκφορτίζεται, το διάλυμα του ηλεκτρολύτη αραιώνεται και το σημείο στερεοποίησης του διαλύματος πλησιάζει το σημείο στερεοποίησης του νερού (0°C). Υπάρχει λοιπόν το ενδεχόμενο της στερεοποίησης του με αποτέλεσμα τη διαστολή και την πιθανή διάρρηξη των τοιχωμάτων του δοχείου της κυψελίδας. Για να αποφευχθεί αυτή η εξέλιξη, το επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης πρέπει να μειώνεται θέτοντας την τάση αποκοπής του φορτίου στην συσκευή ρυθμιστή φόρτισης σε κατάλληλο σημείο. Το αποτέλεσμα θα είναι ο συσσωρευτής να μην εκφορτίζεται πλήρως και η θερμοκρασία στερεοποίησης να διατηρείται χαμηλά. Το κόστος θα είναι η μείωση της αυτονομίας του συστήματος μπαταρίας-συσσωρευτή.

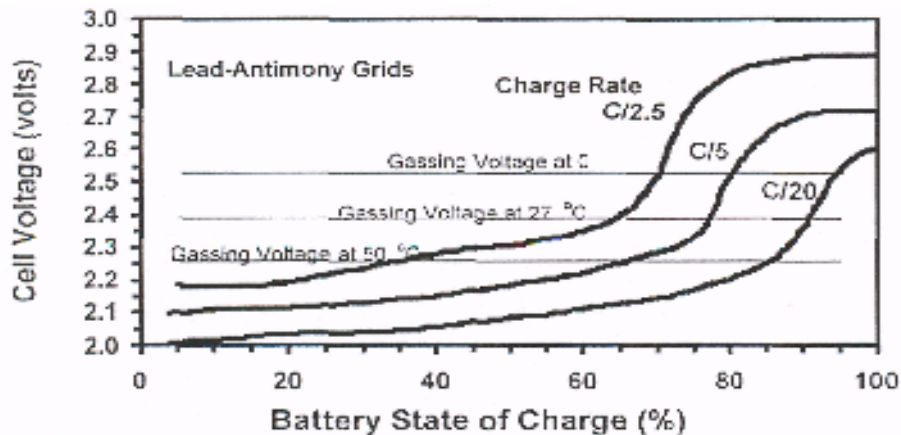
Για να διατηρείται η αυτονομία, η χωρητικότητα του συσσωρευτή πρέπει να επιλέγεται λαμβάνοντας υπόψη, τόσο τη μείωση της σε χαμηλές θερμοκρασίες όσο και το DOD στις θερμοκρασίες αυτές. Η τάση του βάθους εκφόρτισης σχετίζεται με τον ρυθμό εκφόρτισης για τον οποίο είναι καθορισμένη η χωρητικότητα.

4.4.2 ΑΥΤΟΕΚΦΟΡΤΙΣΗ

Η αυτοεκφόρτιση είναι η διαδικασία κατά την οποία ο συσσωρευτής υφίσταται μείωση του SOC (state of charge), χωρίς να είναι συνδεδεμένος με κάποια κατανάλωση. Τα αιτία είναι οι εσωτερικοί χημικοί μηχανισμοί ή άλλες απώλειες της μπαταρίας και σημαντικοί παράγοντες στη διαδικασία της αυτοεκφόρτισης είναι τα ενεργά υλικά και τα στοιχεία του κράματος του πλέγματος που επιλέχθηκαν κατά τον σχεδιασμό του συσσωρευτή. Τυπικό μέγεθος αυτοεκφόρτισης είναι η απώλεια του 0.7% του SOC ανά ημέρα και για τον λόγο αυτό, οι συσσωρευτές πρέπει να βρίσκονται σε συνθήκες συντηρητικής φόρτισης ακόμα και αν δεν υπάρχει κατανάλωση

4.3.3 ΦΟΡΤΙΣΗ

Η φόρτιση του συσσωρευτή είναι η διαδικασία αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με παροχή ηλεκτρικού ρεύματος προς τον συσσωρευτή. Οι μέθοδοι φόρτισης που εφαρμόζονται από τους ρυθμιστές φόρτισης στα φωτοβολταϊκά συστήματα (και που αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο), διαφέρουν γενικά από αυτές που εφαρμόζουν οι κατασκευαστές για να καθορίσουν τις επιδόσεις της μπαταρίας. Οι προδιαγραφές δεν περιορίζουν κατά κανόνα το ρεύμα φόρτισης του συσσωρευτή εφόσον δεν γίνει υπέρβαση της τάσης εκλύσεως αερίων. Ωστόσο, η τάση εκλύσεως αερίων γίνεται μικρότερη καθώς το ρεύμα φόρτισης γίνεται μεγαλύτερο. Γενικά η έκλυση αερίων είναι αναπόφευκτη αφού συμβαίνει τόσο κατά τη διάρκεια της φόρτισης όσο και μετά την υπέρβαση της τάσης εκλύσεως αερίων. Για σωστή φόρτιση του συσσωρευτή ένα σωστό σημείο ισορροπίας πρέπει να αναζητείται μεταξύ της μέγιστης δυνατής φόρτισης και της τάσης εκλύσεως αερίων, αφού και οι δύο είναι παράγοντες που σχετίζονται με τη διάρκεια ζωής του συσσωρευτή. Άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για το επιδιωκόμενο SOC είναι η - θερμοκρασία λειτουργίας του συσσωρευτή. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται η χωρητικότητα του συσσωρευτή, μειώνεται όμως η τάση εκλύσεως αερίων. Έτσι, το μέγιστο SOC που μπορεί να επιτευχθεί σε δεδομένη θερμοκρασία, κατά κάποιο τρόπο φράσσεται από την τάση εκλύσεως αερίων. Στο **Σχήμα 33** που ακολουθεί, παρουσιάζεται η σχέση της τάσης ανά κυψελίδα και του SOC που μπορεί να επιτευχθεί με τρεις διαφορετικούς ρυθμούς φόρτισης (C/2.5, C/5, C/20) καθώς και οι τάσεις εκλύσεως αερίων σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες λειτουργίας για συσσωρευτή μολύβδου-αντιμονίου (Pb-Sb).



Σχήμα 33 Διάγραμμα cell voltage - SOC και επίπεδα τάσης εκλύσεως αερίων για συσσωρευτή Pb-Sb.

Από το παραπάνω διάγραμμα γίνεται προφανής η ανάγκη αντιστάθμισης ως προς τη θερμοκρασία λειτουργίας του συσσωρευτή και της κατάστασης πλήρους φόρτισης. Η μείωση της εκλύσεως αερίων για συσσωρευτές δεσμευμένου ηλεκτρολύτη είναι σημαντική και είναι αυτή που καθορίζει τη διάρκεια ζωής τους

4.4.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΙΣΧΥΟΣ

Τα αμπερώρια (Ah) που είναι απαραίτητα για τη φόρτιση ενός συσσωρευτή και την αύξηση του SOC κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό είναι, κατά κανόνα, περισσότερα από τα Ah που αποδίδει όταν εκφορτιστεί κατά το ίδιο ποσοστό του SOC. Έτσι, ορίζεται ο συντελεστής φόρτισης ως το κλάσμα της εισερχόμενης ποσότητας Ah προς την εξερχόμενη ποσότητα Ah, δηλαδή ισχύει:

$$\text{Συντελεστής φόρτισης} = \frac{\text{εισερχόμενη ποσότητα Ah}}{\text{εξερχόμενη ποσότητα Ah}}$$

Αντίστοιχα, ο λόγος της ισχύος που δίνει ένας πλήρως φορτισμένος συντελεστής προς την ενέργεια που απαιτείται για να φορτιστεί πλήρως ονομάζεται απόδοση ισχύος. Δηλαδή ισχύει:

$$\text{Απόδοση ισχύος} = \frac{\text{εξερχόμενη ενέργεια (KW)}}{\text{εισερχόμενη ενέργεια (KW)}}$$

4.5 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ DC - AC (INVERTER)

Η χρησιμοποίηση του εναλλασσόμενου ρεύματος επιβάλλεται εξαιτίας της επικράτησης του, κατά γενικό τρόπο, σε κάθε είδους οικιακές χρήσεις και εφαρμογές καθώς και στη βιομηχανία. Ο κύριος τρόπος με τον οποίο μπορούμε να μετατρέψουμε συνεχές ρεύμα DC σε εναλλασσόμενο AC, είναι με τον ηλεκτρονικό μετατροπέα DC-AC (Inverter). Ανάλογα με το είδος του Φ/Β συστήματος χρησιμοποιείται και ο κατάλληλος μετατροπέας. Σε ένα Φ/Β σύστημα συνδέεται μετατροπέας που έχει τέτοια κατασκευή ώστε να λειτουργεί με την ηλεκτρική ενέργεια που δίνουν τα Φ/Β πλαίσια και να μετατρέπει τη συνεχή μορφή της ενέργειας αυτής σε εναλλασσόμενη.

Τα κύρια χαρακτηριστικά Μετατροπέα (Inverter) αυτοτελούς φωτοβολταϊκού συστήματος είναι τα εξής:

- Η τάση εισόδου, είναι η τάση των Φ/Β πλαισίων
- Η ισχύς του που καθορίζεται από το μέγεθος του Φ/Β συστήματος
- Η απόδοση του κυμαίνεται μεταξύ 80 και 95 %
- Η ικανότητα του να μετατρέπει όσο το δυνατό καλύτερα τη συνεχή τάση εισόδου σε εναλλασσόμενη, χωρίς να εμφανίζονται σήματα παραμόρφωσης και να διατηρεί μια σχετική σταθερότητα στη συχνότητα.

Βασικό κριτήριο στην εκλογή κατάλληλου μετατροπέα που θα τοποθετηθεί σε αυτοτελές Φ/Β σύστημα είναι το είδος της εναλλασσόμενης τάσης που χρειάζεται για να λειτουργήσει ο καταναλωτής. Πολλές συσκευές λειτουργούν και με εναλλασσόμενη τάση διαφορετική της ημιτονοειδούς, υπάρχουν όμως συσκευές, όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, που χρειάζονται τέλεια ημιτονοειδή τάση για να λειτουργήσουν κανονικά. Άλλες συσκευές που έχουν κινητήρα χρειάζονται σταθερότητα στη συχνότητα γι' αυτό και ο μετατροπέας πρέπει να δίνει εναλλασσόμενη τάση σταθερής συχνότητας.

Αποτελεί βασικό κριτήριο για την εκλογή του μετατροπέα η όσο το δυνατό μεγαλύτερη απόδοση του. Αν ένας μετατροπέας έχει 90% απόδοση τότε στην είσοδο του θα χρειαστεί ισχύς 3,3 Kw για να δώσει στην έξοδο του ισχύ 3 Kw. Συνήθως η απόδοση είναι μικρότερη αν η ισχύς που του δίνεται είναι μικρότερη από τη τιμή για την οποία κατασκευάστηκε. Είναι πλεονέκτημα για ένα μετατροπέα να έχει σταθερή απόδοση για μεγάλη περιοχή διαφορετικών τιμών ισχύος.

Ένα άλλο πλεονέκτημα που πρέπει να έχει ένας μετατροπέας είναι η αυτόματη διακοπή της λειτουργίας του όταν δεν είναι συνδεδεμένος με καταναλωτή σε λειτουργία. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται ενέργεια γιατί δεν θα υπάρχουν απώλειες στον ίδιο τον μετατροπέα όταν δεν περνά ρεύμα από αυτόν.

Επίσης, σε περίπτωση που ο μετατροπέας χρειαστεί να τροφοδοτήσει μεγάλο κινητήρα σαν αυτόν που βρίσκεται σε ηλεκτρική αντλία νερού η σε συμπιεστή ψυγείου, πρέπει να είναι σε θέση να δώσει στην αρχή την απαραίτητη ισχύ που χρειάζεται ο κινητήρας για να ξεκινήσει, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Για παράδειγμα ένας κινητήρας ισχύος 1 ίππου (HP), ανάλογα με την απόδοση του, χρειάζεται 1 μέχρι 1,5 Kw για να λειτουργήσει κανονικά. Για να ξεκινήσει όμως είναι δυνατό να χρειασθεί 5 Kw η ακόμη και περισσότερη ισχύ. Κάθε μετατροπέας έχει τη μέγιστη στιγμιαία ισχύ που μπορεί να δώσει σε ένα κινητήρα για να τον ξεκινήσει και τη συνεχή ισχύ που δίνει στον ίδιο κινητήρα για να λειτουργήσει κανονικά.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι η σταθερότητα της τάσης που δίνει ο μετατροπέας (Inverter) αυτοτελούς συστήματος στον καταναλωτή. Η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας δεν είναι πάντοτε η ίδια, υπάρχουν αυξομειώσεις στη τάση που δέχεται ο μετατροπέας. Για προστασία τόσο του ίδιου του μετατροπέα, της μπαταρίας αλλά και του καταναλωτή (για να μην καεί κάποια συσκευή με την αυξομείωση της τάσης), ένας καλής ποιότητας μετατροπέας έχει μηχανισμό διακοπής της λειτουργίας του εφόσον η τάση στην είσοδο του έχει αστάθεια. Ένας καλής ποιότητας μετατροπέας παρουσιάζει συντελεστή ισχύος 0,7 κατά τη σύνδεση του με τους διάφορους καταναλωτές. Πολλοί μετατροπέες παρουσιάζουν προβλήματα στη διατήρηση σταθερότητας μιας αποδεκτής τιμής του συντελεστή ισχύος κάτω από διαφορετικές συνθήκες φόρτισης. Για παράδειγμα αν στο κύκλωμα του καταναλωτή υπάρχουν Φώτα και πλυντήριο, είναι δυνατό να χαμηλώσουν τα Φώτα λόγω μικρότερης ισχύος που δέχονται αν λειτουργήσει συγχρόνως και το πλυντήριο. Πολλοί μετατροπέες, όταν λειτουργούν, προκαλούν ηλεκτρομαγνητική ενόχληση σε ηλεκτρονικές συσκευές. Για να αποφευχθεί το άσχημο αυτό επακόλουθο πρέπει να γίνει καλή εκλογή του μετατροπέα ώστε το βασικό εσωτερικό κύκλωμα να μην προκαλεί ηλεκτρομαγνητική εκπομπή. Ακόμη πρέπει να προσέξουμε ο μετατροπέας να μην προκαλεί θόρυβο κατά την λειτουργία του. Στην περίπτωση που προκαλεί κάποιο θόρυβο, πρέπει να τοποθετηθεί μακριά από χώρους στους οποίους ο θόρυβος θα είναι ενοχλητικός. Είναι πολύ σημαντικό ο μετατροπέας να λειτουργήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υποστεί βλάβη αλλά και σε περίπτωση βλάβης να έχουμε την δυνατότητα επιδιόρθωσης του.



Σχήμα 34 Συντελεστής απόδοσης και απώλειες στους Μετατροπέες DC-AC

4.6 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Το Φ/Β σύστημα συμπληρώνουν οι ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου, η γείωση, οι καλωδιώσεις (συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος) και σχετικό ηλεκτρολογικό υλικό, οι διατάξεις ασφαλείας, ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας και σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος.

Η ΔΕΗ απαιτεί την ύπαρξη προστασίας απόζευξης του σταθμού μέσω διατάξεων του αντιστροφέα, ώστε ο σταθμός να αποσυνδέεται τόσο σε περίπτωση έλλειψης τάσης από το δίκτυο της ΔΕΗ, (προς αποφυγή του φαινομένου της νησιοδότησης) όσο και στην περίπτωση που η τάση και η συχνότητα αποκλίνουν των ακολούθων ορίων:

- Τάση: από +15% έως -20% επί της ονομαστικής (230V)
- Συχνότητα: $\pm 0,5\text{Hz}$ της ονομαστικής (50Hz)
- Σε περίπτωση υπέρβασης των πιο πάνω ορίων ο αντιστροφέας θα τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις:
- Θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5sec
Επανάζευξη του αντιστροφέα μετά από 3min

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΟΥΣ

5.1 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

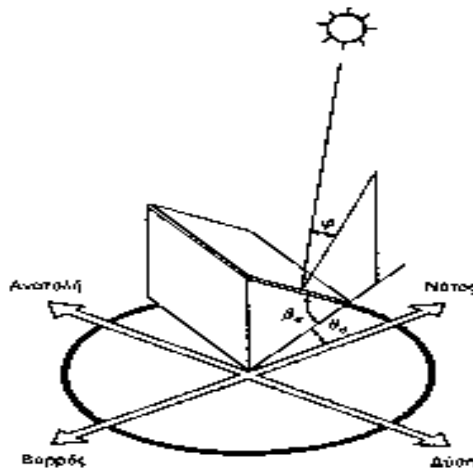
- Αρχικά θα πρέπει να γίνει υπολογισμός της ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή για όλη την διάρκεια του έτους και σε κάποιες περιπτώσεις και κατά μήνα του έτους. Σε αντίθεση με τα διασυνδεδεμένα συστήματα όπου στόχος είναι η μέγιστη ετήσια ενεργειακή απολαβή, στα απομονωμένα συστήματα υπάρχουν εφαρμογές όπου η ενεργειακές ανάγκες είναι μεγαλύτερες σε κάποιους συγκεκριμένους μήνες του χρόνου ή ακόμα και σε κάποιες συγκεκριμένες ώρες της ημέρας
- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Ως ένα πρόχειρο κανόνα υπολογίστε πως χρειάζεστε περίπου 0,8 τετραγωνικά μέτρα για κάθε 100Watt . Προσέξτε ιδιαίτερα ο χώρος να είναι κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Διαφορετικά το σύστημά θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση. Επίσης πρέπει να υπολογιστεί η απόσταση που πρέπει να έχουν μεταξύ τους οι συστοιχίες των πλαίσιων για την επισκευσιμότητα και την αποφυγή σκίασης.
- Η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Σχεδόν πάντα επιλέγεται μια κλίση που να δίνει καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι η σωστή κλίση είναι ίση με τον γεωγραφικό παράλληλο του τόπου. Επειδή βέβαια κάθε κανόνας έχει και την εξαίρεσή του, την βέλτιστη κλίση θα την αποφασίσει ο τεχνικός που θα κάνει την εγκατάσταση.
- Να είστε σίγουροι ότι έχετε τον απαιτούμενο χώρο για τα ηλεκτρονικά συστήματα και τις μπαταρίες, αν επιλέξετε το αυτόνομο σύστημα.
- Λάβετε υπ' όψιν τις κατασκευές στις οποίες θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, εκτός από το δικό τους βάρος(περίπου 15-20 κιλά ανά τετραγωνικό μέτρο), πρέπει να είναι ικανές να αντέξουν στο βάρος των φωτοβολταϊκών στοιχείων, καθώς και των φορτίων που οφείλονται στη δυναμική δράση του ανέμου και στη συσσώρευση του χιονιού. Πρόκειται για μεταλλικά προφίλ από αλουμίνιο και γαλβανισμένο ή ανοξείδωτο χάλυβα.
- Καλό είναι να γνωρίζουμε εάν υπάρχουν ενδείξεις για διαφοροποίηση του μικροκλίματος στην περιοχή (π.χ αυξημένες βροχοπτώσεις, αυξημένη υγρασία - ομίχλες λόγω γειτονικού ποταμού, ενδεχόμενη ύπαρξη έλους κλπ),αυτό γιατί θα επηρεάσουν την απόδοση του Φ/Β συστήματος.

5.2 ΚΛΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Πίνακας 6 Συσχέτιση απόδοσης Φ/Β συστήματος με την κλίση του επί τις %.

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

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία κάθε συστήματος που εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια είναι ο προσανατολισμός του ηλιακού συλλέκτη σε σχέση με την κατεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας. Όπως η θέση του ήλιου στον ουρανό, έτσι και ο προσανατολισμός ενός επιπέδου στην επιφάνεια της γης περιγράφεται από δύο γωνίες: την κλίση και την αζιμούθια γωνία Σχήμα 35. Η **κλίση** του συλλέκτη (β_{σ}) είναι η διέδρη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο του συλλέκτη και στον οριζοντα. Δείχνει πόσο γέρνει ο συλλέκτης και μπορεί να πάρει τιμές από 0 μέχρι 180°. Για γωνίες $\beta_{\sigma} > 90^{\circ}$ το επίπεδο του συλλέκτη είναι στραμμένο προς τα κάτω.



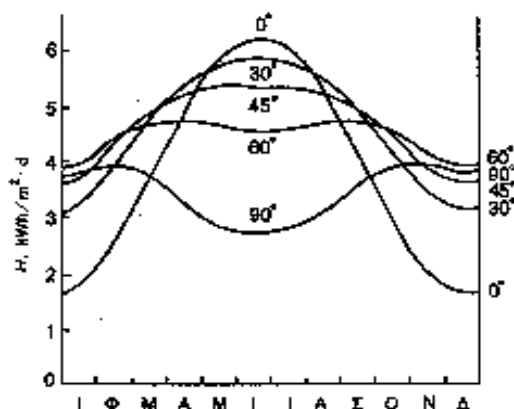
Σχήμα 35 Η κλίση (β_{σ}) και η αζιμούθια γωνία (θ_{σ}) που χαρακτηρίζουν τον προσανατολισμό ενός επιπέδου ηλιακού συλλέκτη στην επιφάνεια της γης.

Η αζιμούθια γωνία του συλλέκτη (θ_{σ}) είναι η γωνία που σχηματίζεται πάνω από οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κατακόρυφου του συλλέκτη και στον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου. Παίρνει τιμές από -180° μέχρι $+180^{\circ}$.

Η γωνία -180° (που συμπίπτει με την $+180^\circ$) αντιστοιχεί σε τοποθέτηση του συλλέκτη προς τον βορρά, η γωνία -90° προς την ανατολή, η γωνία 0° προς τον νότο και η γωνία 90° προς τη δύση. Προφανώς, η πυκνότερη ισχύς μιας δέσμης ηλιακής ακτινοβολίας πάνω σε έναν επίπεδο συλλέκτη θα πραγματοποιείται όταν η επιφάνειά του είναι κάθετη προς την κατεύθυνση της ακτινοβολίας, δηλαδή όταν η γωνία πρόσπτωσης (φ) είναι 0° . Η συνθήκη όμως αυτή δεν είναι εύκολο να εξασφαλιστεί καθώς ο ήλιος συνεχώς μετακινείται στον ουρανό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έχουν κατασκευαστεί μηχανικές διατάξεις που επαναπροσανατολίζουν συνεχώς τον συλλέκτη (π.χ. με τη βοήθεια υπολογιστή ή φωτοκύτταρων) ώστε η επιφάνειά του να αντικρίζει πάντα κάθετα τον ήλιο. Οι διατάξεις όμως αυτές είναι πολύπλοκες και δαπανηρές. Έτσι, η χρήση τους δικαιολογείται μόνον σε ειδικές περιπτώσεις εφαρμογών, όπως στα συστήματα συγκεντρωμένης ακτινοβολίας με φακούς ή κάτοπτρα.

5.3 Η ΙΔΑΝΙΚΗ ΚΛΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

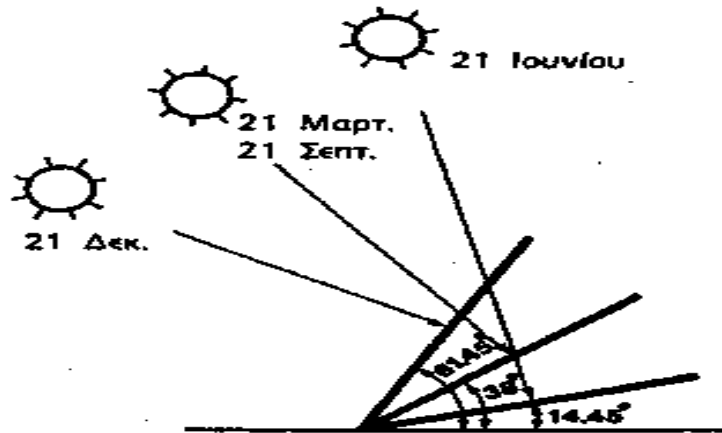
Στις συνηθισμένες περιπτώσεις οι συλλέκτες τοποθετούνται σε σταθερή κλίση και αζιμούθια γωνία, που επιλέγονται ώστε η γωνία της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας να είναι όσο το δυνατό μικρότερη, κατά τη διάρκεια του έτους. Στο βόρειο ημισφαίριο, η βέλτιστη κλίση του συλλέκτη, για τη διάρκεια ολόκληρου του έτους, είναι ίση με τον γεωγραφικό παράλληλο του τόπου, και η αζιμούθια γωνία είναι 0° (προς το νότο). Αλλά λόγω της μεταβολής της απόκλισης του ήλιου στη διάρκεια του έτους, η βέλτιστη κλίση του συλλέκτη είναι διαφορετική για κάθε εποχή Σχήμα 36.



Σχήμα 36 Παράδειγμα της εξάρτησης της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας H , που δέχεται μια επίπεδη επιφάνεια κατά τη διάρκεια των διαφόρων μηνών του έτους, σε συνάρτηση με την κλίση της. Το παράδειγμα είναι για τοποθεσία με γεωγραφικό πλάτος 45° και αφορά σε κλίσεις του ηλιακού συλλέκτη (β_0) ίσες με 0° (οριζόντιο επίπεδο), 30° , 45° , 60° , και 90° (κατακόρυφο επίπεδο).

Έτσι, αν επιδιώκεται να παράγει το σύστημα όσο το δυνατόν περισσότερη ενέργεια στη διάρκεια του καλοκαιριού, η κλίση του συλλέκτη επιλέγεται περίπου 10° ως 15° μικρότερη από την παράλληλο του τόπου, ενώ για τον χειμώνα η κλίση επιλέγεται περίπου 10° ως 15° μεγαλύτερη από την παράλληλο του τόπου.

Στο Σχήμα 37 δίνεται ένα παράδειγμα της βέλτιστης κλίσης για τον ηλιακό συλλέκτη στις χαρακτηριστικότερες ημερομηνίες του έτους.



Σχήμα 37 Η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη στο θερινό (21 Ιουνίου) και το χειμερινό (21 Δεκεμβρίου) ηλιοστάσιο και στην εαρινή (21 Μαρτίου) και τη φθινοπωρινή (21 Σεπτεμβρίου) ισημερία, σε μια τοποθεσία με γεωγραφικό πλάτος 35° , όπως τα Χανιά. Τα ύψη του ήλιου που ακονίζονται αφορούν στα αντίστοιχα ηλιακά μεσημέρια.

Παρατηρούμε στον Πίνακα 7 ότι η κλίση 30° πλεονεκτεί επί 7 μήνες (Μάρτης μέχρι Σεπτέμβρη), η κλίση 60° πλεονεκτεί επί 3 μήνες (Ιανουάριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος), ενώ η κλίση 45° πλεονεκτεί επί 2 μήνες (Φεβρουάριος και Οκτώβριος), και το πλεονέκτημα της ασήμαντο σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές της κλίσης 60° στους ίδιους μήνες. Επομένως, επιλέγουμε την κλίση 30° για του μήνες Μάρτη μέχρι Σεπτέμβρη, και την κλίση 60° για τους μήνες Οκτώβρη μέχρι Φεβρουάριο. Προβλέπουμε, δηλαδή για μια κατάλληλη κατασκευή στήριξης των Φ/Β συλλεκτών π.χ. με αρθρωτά στηρίγματα, που να είναι εύκολη με ένα απλό χειροκίνητο μηχανισμό, η αλλαγή από τη μια κλίση στην άλλη, δύο φορές τον χρόνο.

Πίνακας 7 Η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία (KWh/d) για διαφορετικές κλίσεις του συλλέκτη, και η μέση θερμοκρασία του αέρα (°C) στη διάρκεια των φωτεινών ωρών της ημέρας.

ΜΗΝΑΣ	ΚΛΙΣΗ 30°	ΚΛΙΣΗ 45°	ΚΛΙΣΗ 60°	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C
ΙΑΝ.	2,22	2,39	2,45	10,1
ΦΕΒ.	2,94	3,09	3,07	10,8
ΜΑΡ.	3,74	3,73	3,56	12,1
ΑΠΡ.	4,82	4,58	4,11	17,0
ΜΑΙΟΣ	5,74	5,20	4,45	20,7
ΙΟΥΝΙΟΣ	6,19	5,50	4,59	25,0
ΙΟΥΛ.	6,42	5,74	4,82	27,3
ΑΥΓ	6,37	5,93	5,20	27,0
ΣΕΠΤ.	5,54	5,47	5,10	23,5
ΟΚΤ.	4,12	4,30	4,26	19,2
ΝΟΕΜ.	3,00	3,27	3,36	15,4
ΔΕΚΕΜ.	2,30	2,54	2,65	11,9

5.4 ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Διακρίνουμε τρεις διαφορετικούς τρόπους στήριξης συλλεκτών:

1. Σταθερής στήριξης,
2. Εποχιακά ρυθμιζόμενης στήριξης
3. Συνεχούς παρακολούθησης της θέσης του ηλίου, με διάταξη που ονομάζεται ηλιοτρόπιο (Tracker).

5.4.1 ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ

Με την απουσία κινητών μερών στη στήριξη της συστοιχίας με σταθερή κλίση, προσδίδουμε στη διάταξη περισσότερη μηχανική αντοχή, χαρακτηριστικό που συμβάλλει στην αναξιόπιστη συμπεριφορά της, ιδιαίτερα αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι. Χρησιμοποιούνται επίσης στατικές συλλεκτικές επιφάνειες, ενσωματωμένες σε κτίρια.

Την πιο απλή περίπτωση την έχουμε όταν ο χώρος εγκατάστασης της συστοιχίας των συλλεκτών δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, όλο το έτος. Κατά κανόνα επιλέγουμε νότιο αζιμουθιακό προσανατολισμό για τη συστοιχία και κλίση κοντά στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου εγκατάστασης.

Όταν η κλίση ισούται ακριβώς με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, οι ακτίνες του ηλίου πέφτουν κάθετα στο συλλέκτη δύο φορές το χρόνο.

Σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της βέλτιστης γωνίας συλλέκτη με σταθερή κλίση, παίζουν οι επικρατούσες στην περιοχή μετεωρολογικές συνθήκες και η ανακλαστικότητα του εδάφους. Έτσι για να βρούμε τη βέλτιστη γωνία του συλλέκτη, χρειάζεται να συλλέξουμε στοιχεία σχετικά με τους παράγοντες αυτούς και ιδιαίτερα μετρήσεις της ολικής ακτινοβολίας, τουλάχιστον σε οριζόντια προσανατολισμένο αισθητήρα, για μια σειρά ετών για αυτή την περιοχή. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε μετρήσεις που έχουν συλλεχθεί στην πλησιέστερη προς αυτή περιοχή, εμπλουτισμένες με πρόσφατες μετρήσεις στην περιοχή αυτή. Με βάση τώρα τις μετρήσεις αυτές αλλά και με χρήση κατάλληλων προγραμμάτων, προσδιορίζουμε την ολική ακτινοβολία σε κάθε γωνία κλίσης ενός συλλέκτη, απ' όπου προκύπτει η βέλτιστη γωνία κλίσης του συλλέκτη για συγκεκριμένη περιοχή. Επίσης έχει διαπιστωθεί ότι η κλίση του συλλέκτη για βέλτιστη ετήσια ενεργειακή απολαβή, για τόπους με μέσα ή μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, για παράδειγμα των 20° , είναι μέσα στην περιοχή: {γεωγραφικό πλάτος - (10° - 15°)}. Για μικρά γεωγραφικά πλάτη, γύρω από τον Ισημερινό, η καλύτερη θέση για συλλέκτη είναι η οριζόντια ή ελάχιστα κεκλιμένη.

Η θέση της καλύτερης δυνατής εκμετάλλευσης της ημερήσιας ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας ετησίως, κατά πάσα πιθανότητα είναι σε γεωγραφικό πλάτος 10° . Για αυτό το λόγο, αν δεν διατίθενται δεδομένα για τον τόπο εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος, το καλύτερο που έχουμε να κάνουμε είναι να επιλέξουμε κλίση συλλέκτη ίση με το παραπάνω γεωγραφικό πλάτος. Αν επιπλέον ενδιαφερόμαστε για πλήρη κάλυψη των ηλεκτρικών απαιτήσεων μιας εφαρμογής την περίοδο του χειμώνα, όπου κατά την οποία η ημερήσια ενεργειακή απολαβή από το συλλέκτη είναι η χαμηλότερη του έτους, τότε η καταλληλότερη κλίση για σταθερούς συλλέκτες είναι μέσα στην περιοχή γεωγραφικού πλάτους $+(10^\circ - 15^\circ)$.

Τέλος, αν τώρα υπάρχουν φυσικά εμπόδια που σκιάζουν το συλλέκτη ορισμένη περίοδο της ημέρας, για παράδειγμα από το μεσημέρι και μετά, τότε προσανατολίζουμε το συλλέκτη αζιμουθιακά, μετά από σχετική μελέτη του κλίματος και των στοιχείων ηλιοφάνειας της περιοχής, σε ορισμένη νοτιοανατολική

κατεύθυνση. Αν τώρα η σκίαση γίνεται το πρωί και από το μεσημέρι και μετά δεν υπάρχει πρόβλημα σκίασης, τότε η συστοιχία προσανατολίζεται νοτιοδυτικά.



Σχήμα 38 Παράδειγμα στήριξης του συλλέκτη με σταθερή γωνία κλίσης.

5.4.2 ΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΟΧΙΚΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Υπάρχει μια διάταξη συλλεκτών με νότιο προσανατολισμό, η οποία εκ κατασκευής έχει τη δυνατότητα εποχιακής ρύθμισης της κλίσης της. Προσδιορίζονται οι κατάλληλες κλίσεις και ο χρόνος αλλαγών. Οι θέσεις του συλλέκτη είναι δύο : μια για το θερινό εξάμηνο, δηλαδή από **21 Μαρτίου** έως **22 Σεπτεμβρίου**, με κλίση ίση με $\alpha_{\epsilon} = (\text{γεωγραφικό πλάτος} - (10^{\circ} - 15^{\circ}))$ και μια για το χειμερινό, δηλαδή από **22 Σεπτεμβρίου** έως **21 Μαρτίου**, με κλίση ίση με $\alpha_{\mu} = (\text{γεωγραφικό πλάτος} + (10^{\circ} - 15^{\circ}))$. Όπως και στην περίπτωση συλλέκτη σταθερής κλίσης όλο το έτος, έτσι και στην περίπτωση επιλογής χειμερινής και θερινής θέσης, η επιλογή της βέλτιστης γωνίας για το συλλέκτη σε κάθε περίοδο απαιτεί γνώση των τοπικών μετεωρολογικών συνθηκών και της μορφολογίας και κάλυψης του εδάφους, που καθορίζει την ανακλαστικότητα του.

5.4.3 ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΣΕ ΚΙΝΗΤΕΣ ΒΑΣΕΙΣ

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες τοποθετούνται σε κινητές βάσεις. Στόχος της κατασκευής είναι η βελτιστοποίηση του αποτελέσματος όπως προκύπτει από την συνεχή παρακολούθηση του ηλίου με περιστροφή κατά το επίπεδο που ορίζεται από τους άξονες X και Ψ (οριζόντια), στον άξονα Z η κλίση της κατασκευής είναι 30° . Η περιστροφή γίνεται πάνω σε σιδηροτροχιά η οποία εδράζεται σε κυκλικό θεμέλιο από οπλισμένο σκυρόδεμα πλάτους 0,40 m και βάθους 0,80 m. Στην κατασκευή αυτή τοποθετείται σκελετός από γαλβανισμένο εν θερμό χάλυβα. Η κίνηση του μηχανισμού γίνεται με την βοήθεια ενός κινητήρα ισχύος 0,37 Kw. Ο μηχανισμός παρακολουθεί την κίνηση του ηλίου με βάση τα στοιχεία που είναι καταχωρημένα στο λογισμικό που συνοδεύει την συσκευή, ήτοι δεν γίνεται χρήση αισθητήρων έντασης φωτός αλλά χρήση αστρονομικών δεδομένων.



Σχήμα 39 Σύστημα παρακολούθησης ηλιακής ακτινοβολίας(ηλιοτρόπιο, san trucking system)

5.5 ΤΡΟΠΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ

Οι κατασκευές στήριξης πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια, όπως αντοχή στα φορτία που προέρχονται απ'το βάρος των πλαισίων και τους τοπικούς ανέμους, να μην προκαλούν σκίασμό στα πλαίσια, να επιτρέπουν την προσέγγιση στα πλαίσια, αλλά ταυτόχρονα να διασφαλίζουν την ασφάλειά τους. Η ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στην οροφή ή στην πρόσοψη ενός κτιρίου γίνεται με πολλούς τρόπους. Στις καινοτόμες λύσεις που έχουν υιοθετηθεί κατά καιρούς περιλαμβάνεται και η χρήση Φ/Β στοιχείων στη θέση άλλων δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου ή στα σκιάστρα.

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων σε ένα κτίριο:

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΑ ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από ξύλινα ή μεταλλικά είδη στηριγμάτων και οι περισσότεροι κατασκευαστές Φ/Β συστημάτων προσφέρουν στηρίγματα που ταιριάζουν ακριβώς στα Φ/Β πλαίσια. Σε μερικές περιπτώσεις, η κλίση είναι ρυθμιζόμενη. Η τοποθέτηση αυτή προσφέρει εύκολη πρόσβαση τόσο στο εμπρός όσο και στο πίσω μέρος των Φ/Β πλαισίων, όταν χρειάζεται να γίνει συντήρηση, βοηθά επίσης, στον καλό αερισμό και στο δροσισμό των στοιχείων, αυξάνοντας έτσι την απόδοσή τους. Εντούτοις, το κόστος είναι σχετικά υψηλό, γιατί απαιτείται η χρήση πρόσθετων υλικών και επιπλέον εργασία.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΕ ΕΙΔΙΚΗ ΒΑΣΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου. Χρειάζεται, όμως, προσοχή για την καλή μόνωση των σημείων στα οποία στηρίζεται η βάση. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει επίσης τον καλό αερισμό και την ψύξη των Φ/Β στοιχείων. Το κόστος είναι συνήθως μικρότερο σε σύγκριση με το κόστος που απαιτεί η τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα, αλλά μεγαλύτερο από το κόστος των

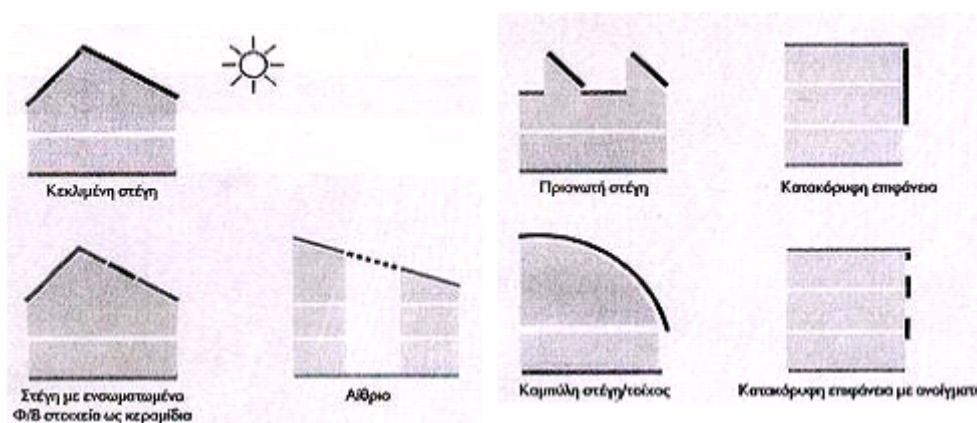
μεθόδων που περιγράφονται στη συνέχεια. Αποτελεί μια καλή λύση, ειδικά σε ανακαινιζόμενα κτίρια, στα οποία δεν είναι δυνατόν να γίνουν μεγάλες αλλαγές στο εξωτερικό του κελύφους.

ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Στην περίπτωση αυτή, η εξωτερική επίστρωση του κτιρίου αντικαθίσταται από Φ/Β πλαίσια. Παραδείγματος χάριν, τα Φ/Β στοιχεία τοποθετούνται με τρόπο που το ένα να επικαλύπτει εν μέρει το άλλο, όπως ακριβώς τα κεραμίδια. Το φωτοβολταϊκό κάλυμμα προστατεύει το κτίριο, αλλά δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα για τη στεγανοποίησή του. Το κόστος όμως αυτής της μεθόδου είναι σχετικά χαμηλό, γιατί απαιτεί ελάχιστα πρόσθετα υλικά. Επίσης, η υποκατάσταση ορισμένων δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την εξωτερική κάλυψη του κελύφους του από τα Φ/Β πλαίσια μειώνει το συνολικό κόστος.

ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτιριακού κελύφους από Φ/Β πλαίσια. Η καλή εφαρμογή αυτής της τεχνικής απαιτεί τη στεγανή σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους. Παραδείγματος χάριν, Φ/Β στοιχεία χωρίς μεταλλικό σκελετό τοποθετούνται σε στηρίγματα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για τη στήριξη συμβατικών διαφανών οροφών ή προσόψεων. Τα νέα τύπου ημιδιαφανή στοιχεία είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στη θέση υαλοπινάκων ή αδιαφανών στοιχείων, παρέχοντας στο σχεδιαστή τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών φωτισμού και ηλιοπροστασίας παράλληλα με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση των Φ/Β παρέχει δυνατότητες για σημαντική μείωση του κόστους, καθώς εξοικονομείται το κόστος των δομικών στοιχείων του κελύφους τα οποία αντικαθίστανται από τα Φ/Β στοιχεία.



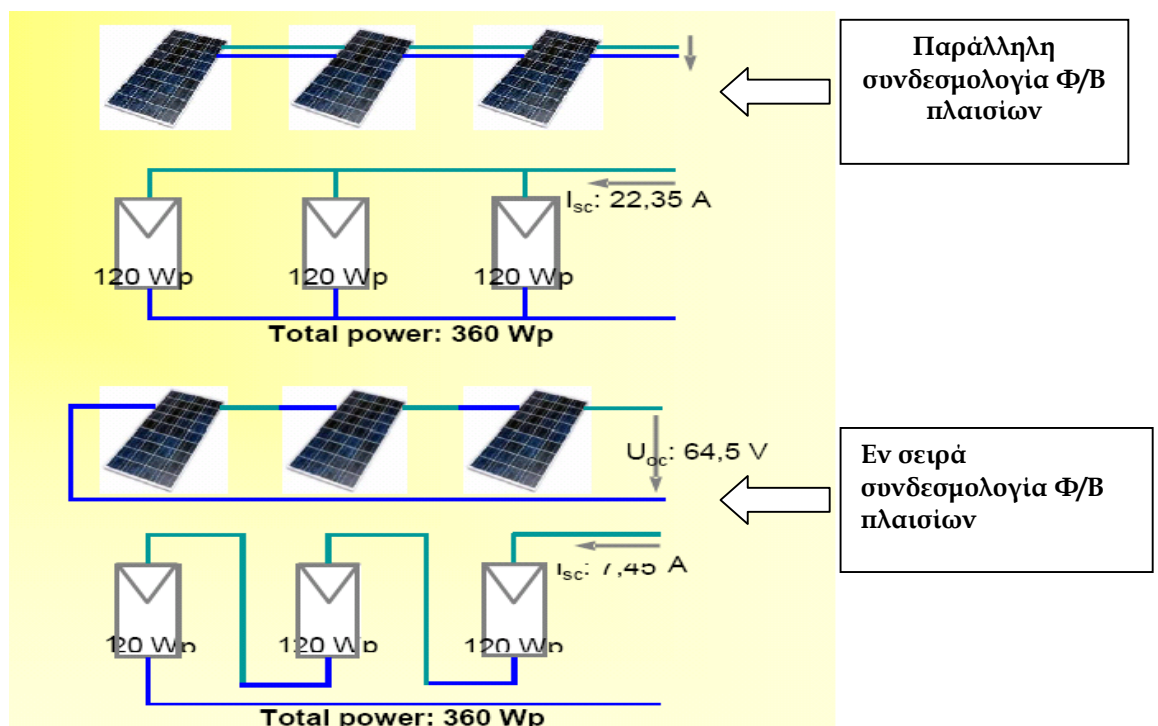
Σχήμα 40 Στήριξη Φ/Β πλαισίων σε επιφάνειες και στέγες κτηρίων με διαφορετική γωνία κλίσης

5.6 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μπορούν να συνδεθούν σε σειρά, παράλληλα, είτε ταυτόχρονα και με τους δυο τρόπους. Στην περίπτωση της **εν σειρά σύνδεσης** ο στόχος είναι να επιτευχθεί τάση μεγαλύτερη από την τάση που παρέχει κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο χωριστά. Έτσι ο θετικός πόλος του ενός στοιχείου συνδέεται με τον αρνητικό πόλο του επόμενου και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συνδεθούν μεταξύ τους όλα. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που θα συνδεθούν σε σειρά πρέπει να έχουν το ίδιο ρεύμα βραχυκυκλώματος και το ίδιο ρεύμα μέγιστης ισχύος.

Η σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων παράλληλα χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε να επιτύχουμε ρεύμα μεγαλύτερο από το ρεύμα που παρέχει κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο χωριστά. Η σύνδεση πραγματοποιείται συνδέοντας τον θετικό πόλο του ενός στοιχείου με τον θετικό πόλο του άλλου και ο αρνητικός πόλος με τον αρνητικό του άλλου. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συνδεθούν μεταξύ τους όλα. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που θα συνδεθούν παράλληλα να έχουν την ίδια τάση ανοικτού κυκλώματος.

Με την μικτή σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων μπορούμε να αυξήσουμε το ρεύμα και την τάση ταυτόχρονα, σε τιμές που δεν είναι διαθέσιμες από απλά φωτοβολταϊκά πλαίσια. Η μικτή σύνδεση στην ουσία είναι συνδυασμός της συνδέσεως σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης και κατά συνέπεια ισχύει ότι ισχύει σε αυτές τις συνδέσεις.



Σχήμα 41 Συνδεσμολογία Φ/Β Πλαισίων Παράλληλα και σε Σειρά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ Φ/Β

6.1 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Ο νέος νόμος

Μετά από ενάμιση χρόνο διαβουλεύσεων τον Ιούνιο 2006 ψηφίστηκε ο Νόμος 3468/06 (ΦΕΚ Α΄ 129/27-6-06) με τίτλο: «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις»

Σε αυτόν περιέχεται το πλαίσιο διαδικασιών αδειοδότησης, μέτρων προώθησης των ΑΠΕ αλλά και ελέγχου της προέλευσης και προόδου διείσδυσης των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Τα Φ/Β συστήματα προμοδοτούνται με υψηλή τιμή πώλησης της kWh για τον ηλεκτρο-παραγωγό, ιδιαίτερα ελκυστική για τις συνθήκες ηλιοφάνειας της χώρας μας. Το μέτρο αυτό εφαρμόζεται ήδη σε χώρες όπως η Γερμανία, Ισπανία, Ιταλία, Κύπρος κλπ και πρόσφατα στην Ελλάδα, έχει στόχο να αυξηθεί η ζήτηση Φ/Β συστημάτων με αποτέλεσμα να γίνουν επενδύσεις για την μαζική παραγωγή τους που θα οδηγήσει σε οικονομικότερα προϊόντα λόγω της οικονομίας κλίμακας που θα πετύχουν.

Η προοπτική είναι τα διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα να παράγουν στην Νότια Ευρώπη ηλεκτρισμό σε τιμές ανταγωνιστικές των μονάδων βάσης συμβατικών καυσίμων μέσα σε 15 με 20 χρόνια. Όσον αφορά το κόστος παραγωγής ενέργειας από τις μονάδες που χρησιμοποιούν οι ηλεκτρικές εταιρίες για να καλύψουν τα φορτία αιχμής εκεί τα φωτοβολταϊκά θα γίνουν συντομότερα ανταγωνιστικά στην Νότια Ευρώπη καθώς τώρα οι τιμές κόστους παραγωγής κυμαίνονται από 0,08-0,20 €/kWh.

Στα δε περισσότερα αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα των Ελληνικών νησιών η εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων είναι ήδη συμφέρουσα καθώς το κόστος παραγωγής για όλα τα νησιά με εγκατεστημένη ισχύ μηχανών μικρότερη των 10 GW, το κόστος παραγωγής για την ΔΕΗ ξεπερνά τα 0,20 €/kWh. Με τις σημερινές τιμές των Φ/Β συστημάτων και χωρίς καμία επιχορήγηση το κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού από τον ήλιο στην Νότια Ευρώπη κυμαίνεται στα 0,25-0,35 €/kWh.

ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΓΙΑ ΙΔΙΩΤΕΣ

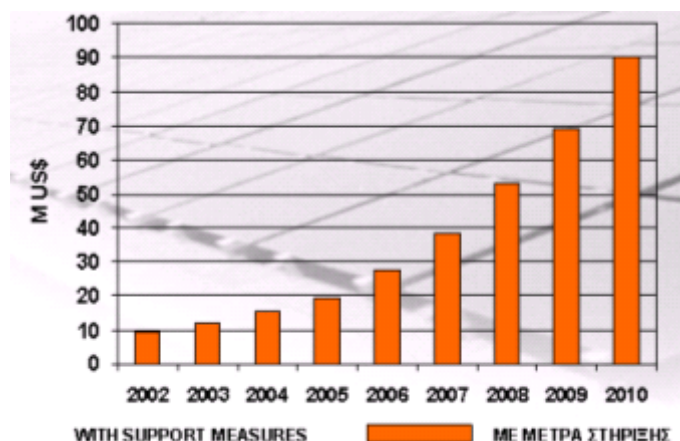
Η τιμολόγηση παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα θεωρείται εξαιρετική για τις επιχειρήσεις αλλά παραμένει σαν εμπόδιο η συμμετοχή των φυσικών προσώπων, δηλαδή των μικρών ιδιωτικών και οικιακών Φ/Β εγκαταστάσεων καθώς ο ιδιώτης θεωρείται αυτοπαραγωγός και εξορισμού έχει δικαίωμα να πουλά το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας, μέχρι το 20% της

συνολικής ετήσια παραγόμενης ενέργειας. Η σύμβαση για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται ανάμεσα στον διαχειριστή του δικτύου και νομικό πρόσωπο που σημαίνει ότι ο ιδιώτης θα πρέπει να ιδρύσει επιχείρηση, με ότι αυτό συνεπάγεται, για την εκμετάλλευση της ηλεκτρικής ενέργειας σαν ανεξάρτητος παραγωγός. Η έκπτωση δαπάνης για τα φυσικά πρόσωπα, μέχρι ποσοστού 20%, και μέχρι του ανώτατου ποσού 500 Ευρώ, ή μέχρι 700 Ευρώ όπως ισχύει από 1/1/2007 για την αγορά φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν θεωρείται κίνητρο, την στιγμή που ένα φωτοβολταϊκό σύστημα 1 kWp κοστίζει 8000 Ευρώ.

Ας σημειώσουμε, ότι η μεγάλη διείσδυση των Φ/Β συστημάτων στην Γερμανία, Ιαπωνία και άλλες ανεπτυγμένες χώρες οφείλεται κυρίως στις μικρές ιδιωτικές εφαρμογές και όχι σε μεγάλες εγκαταστάσεις οι οποίες καταλαμβάνουν εκτάσεις γης, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται παράλληλα για άλλη εκμετάλλευση, όπως αγροτική ή κτηνοτροφική. Μια εφαρμογή μεγάλης κλίμακας η οποία χρησιμοποιείται και για δεύτερη υπηρεσία είναι η κάλυψη των χώρων στάθμευσης με Φ/Β στέγαστρα. Επίσης μεγάλες εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων μπορούν να γίνουν στις οροφές κτιρίων μεγάλης επιφάνειας, όπως εργοστάσια και εμπορικά κέντρα. Οι επενδύσεις σε τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ εκτός από την προστασία του κλίματος και της ατμόσφαιρας και το βιώσιμο ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας θα πρέπει να συμβάλλουν και στην επίτευξη της αειφόρου και ορθολογικής ανάπτυξης.

Η ένταξη των Φ/Β συστημάτων σε κατοικίες και λοιπά κτίρια αποτελεί την πλέον φιλική προς το περιβάλλον εφαρμογή και θα πρέπει να δοθούν κίνητρα για να εφαρμοσθεί και στην Ελλάδα

6.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ Φ/Β



Σχήμα 41 Άμεσα οικονομικά οφέλη αγοράς Φ/Β στην Ελλάδα

ΕΜΜΕΣΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ Φ/Β

- Προστασία περιβάλλοντος
- Νέες θέσεις εργασίας
- Νέες ειδικότητες
- Ενίσχυση έρευνας και τεχνολογίας
- Τεχνολογική αναβάθμιση
- Διευρυνση εκπαίδευσης

ΤΑ Φ/Β ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΝΕΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΑΜΕΣΕΣ

- Βιομηχανική παραγωγή
- Προμήθεια
- Κατασκευή και εγκατάσταση
- Διεύθυνση έργων
- Λειτουργία και συντήρηση

ΕΜΜΕΣΕΣ

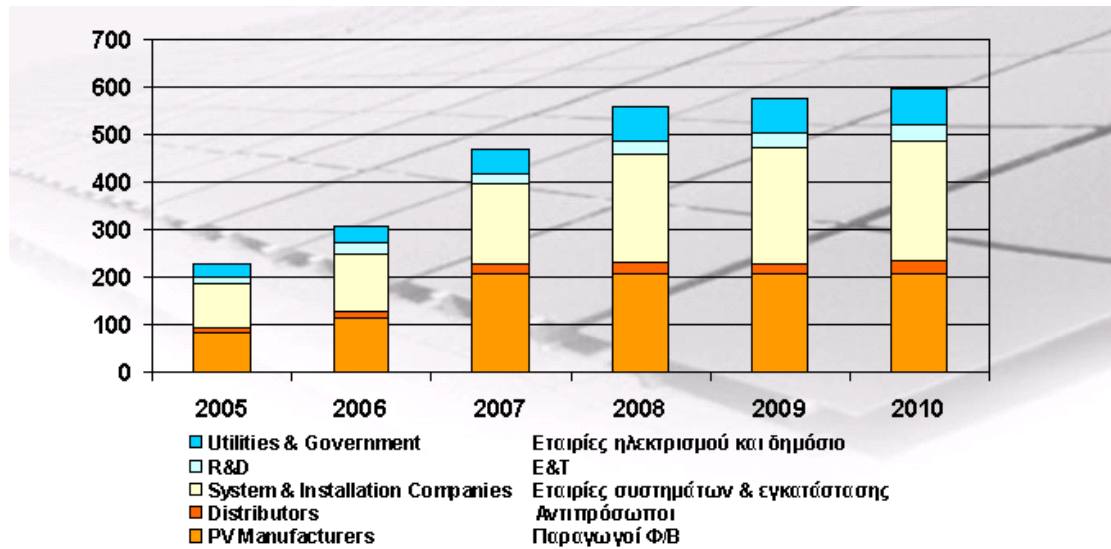
- Σχεδιασμός και μελέτες
- Ηλεκτρικές εταιρίες
- Κυβερνητικές Θέσεις

6.2.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Πίνακας 8 Μ.Ο άμεσης απασχόλησης για διάφορες τεχνολογίες ενέργειας

Technology	Model Project Scale	Person - Years per MW	
Solar PV	2 kW	35,5	Φωτοβολταϊκά
Wind	37,5 MW	4,8	Αιολικά
Biomass co-firing	100 - 750 MW	3,8 - 21,8	Βιομάζα
Gas cogeneration	>100 MW	1,5 - 9,0	Φυσικό αέριο
Coal	300 MW	1,0	Λιγνίτης
	Κλίμακα Εφαρμογής	Ανθρωπο - έτη ανά MW	Τεχνολογία

Τα Φ/Β δημιουργούν περισσότερες θέσεις εργασίας από οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα παραγωγής ενέργειας.



Σχήμα 42 Νέες θέσεις εργασίας με μέτρα στήριξης.

ΤΑ Φ/Β ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΝΕΕΣ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΕΣ

ΑΜΕΣΕΣ

- Βιομηχανία
- Συστήματα
- Εγκατάσταση
- Συντήρηση

ΕΜΜΕΣΕΣ

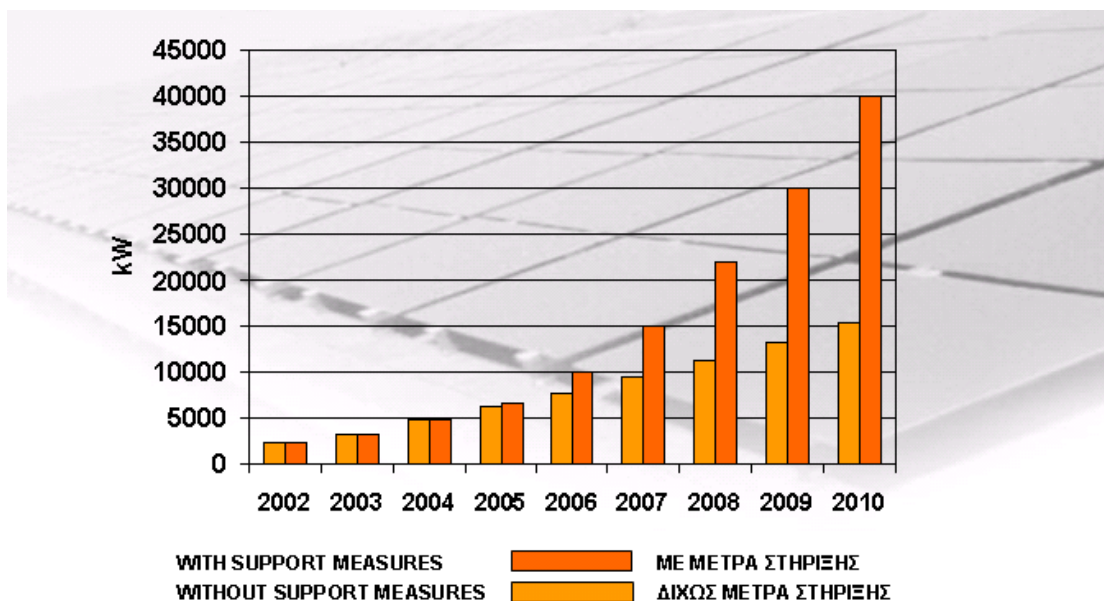
- Σχεδιασμός και μελέτες
- Ερευνά
- Προώθηση

6.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ Φ/Β ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα παρουσιάζει αξιοσημείωτες προϋποθέσεις για ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Οι λόγοι για την προώθηση της Φ/Β τεχνολογίας, της έρευνας και των εφαρμογών στην Ελλάδα συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Αξιοποίηση μιας εγχώριας και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που είναι σε αφθονία, με συμβολή στην ασφάλεια παροχής ενέργειας.
- Υποστήριξη του τουριστικού τομέα για ανάπτυξη φιλική προς το περιβάλλον και οικολογικό τουρισμό, ιδιαίτερα στα νησιά. Η ενεργειακή εξάρτηση των νησιωτικών σταθμών παραγωγής ενέργειας από το πετρέλαιο και το τεράστιο κόστος μεταφοράς της, έχουν άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, στην τουριστική ανάπτυξη και στο κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο τελικώς χρεώνεται η ΔΕΗ.

- Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου τις ώρες των μεσημβρινών αιχμών, όπου τα Φ/Β παράγουν το μεγάλο μέρος ηλεκτρικής ενέργειας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο που παρατηρείται έλλειψη ή πολύ υψηλό κόστος ενέργειας.
- Μείωση των απωλειών του δικτύου, με την παραγωγή ενέργειας στον τόπο της κατανάλωσης, ελάφρυνση των γραμμών και χρονική μετάθεση των επενδύσεων στο δίκτυο.
- Περιορισμός του ρυθμού ανάπτυξης νέων κεντρικών σταθμών ισχύος συμβατικής τεχνολογίας. Συμβολή στη μείωση των διακοπών ηλεκτροδότησης λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου.
- Σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο και κάθε μορφής εισαγόμενη ενέργεια και εξασφάλιση της παροχής ενέργειας μέσω αποκεντρωμένης παραγωγής.
- Κοινωνική προσφορά του παραγωγού/καταναλωτή και συμβολή στην αειφόρο ανάπτυξη, την ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην περιφέρεια.
- Ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων με σημαντική συμβολή σε αναπτυξιακούς και κοινωνικούς στόχους.
- Ανάπτυξη της Ελληνικής Βιομηχανίας Φ/Β Συστημάτων με άριστες προοπτικές για πλήρη κάλυψη της Ελληνικής αγοράς και εξαγωγικές δραστηριότητες. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και ανάπτυξη Ελληνικής τεχνογνωσίας. Εκτίμηση 2004: 2 βιομηχανίες για κατασκευή Φ/Β, 3 ΜΜΕ για ανάπτυξη ηλεκτρονικών ισχύος και 3 μονάδες παραγωγής μπαταριών για Φ/Β εφαρμογές.
- Προώθηση των στόχων της ΕΕ και του Κyoto σχετικά με τη μείωση των αερίων ρύπων και τη διείσδυση των ΑΠΕ στη συνολική ηλεκτροπαραγωγή, σε ποσοστό 20% έως το 2010.



Σχήμα 43 Το διάγραμμα μας δείχνει την πρόβλεψη αγοράς Φ/Β στην Ελλάδα έως το 2010

6.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΡΙΣΚΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ S.W.O.T ANALYSIS

Εν συντομία θα δούμε μια πλήρη ανάλυση του επιχειρηματικού ρίσκου της εγκατάστασης και εκμετάλλευσης φωτοβολταϊκών πάρκων. Η ανάλυση αυτή παρουσιάζει όλες της πτυχές που πρέπει να λάβει υπ' όψιν του ο επενδυτής πριν πάρει την απόφαση να προχωρήσει ενεργά στον χώρο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ (STRENGTH)

- Innovative – καινοτόμο
- Α.Π.Ε
- Κλίμα (θερμ.\ ηλιοφ.)
- Πεπατημένη οδός (ηλιακοί θερμ.)
- Μεγάλη Ηλιοφάνεια Ελλαδικού χώρου
- Μεγάλη ενεργειακή απόδοση
- Εγκατάσταση παντού
- Πλήθος επιχειρήσεων (μεγ. Καταναλ. ξεν.)
- Πληθώρα ανεκμετάλλετων αγροτεμαχίων
- Νέος Αναπτυξιακός νόμος
- 20ετές συμβόλαιο
- Ελάχιστα έξοδα συντήρησης
- Προνομιακή τιμή αγοράς από ΔΕΣΜΗΕ
- Διεθνείς συνθήκες και πρόστιμα
- Δεσμεύσεις κυβέρνησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση για επίτευξη ποσοστών 20% από ΑΠΕ

ΑΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ(WEAKNESS)

- Μεγάλο κόστος
- Πιθανότητα απόρριψης από Ρ.Α.Ε
- Έλλειψη τεχνογνωσίας του επενδυτή
- Πλήθος διαδικασιών για την ολοκλήρωση του έργου
- Χωράφι υψηλής αποδοτικότητας
- Διαφθορά
- Χρόνος αποπεράτωσης έργου

ΑΠΕΙΛΕΣ - ΚΙΝΔΥΝΟΙ (THREATS)

- Πολλοί "Ειδικοί". Φαινόμενο Χρηματιστηρίου
- Κακή χωροταξική μελέτη
- Κακή ενεργειακή μελέτη
- Κακή επιλογή υλικών
- Λάθος κατάθεση φακέλου Αναπτυξιακού

- Μη σωστή διαχείριση του Αναπτυξιακού και καθυστέρηση εκταμίευσης του ποσού
- Εμπλοκή τραπεζών
- "Κρυφά" έξοδα
- Κακόβουλες πράξεις
- Φυσικές καταστροφές

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ / ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ (OPPORTUNITIES)

- Μικρό επιχειρηματικό ρίσκο
- Μόνιμο εισόδημα για 20 χρόνια
- Δυνατότητα απόσβεσης σε 5-7 χρόνια
- Δυνατότητα επέκτασης
- Φορολογικές απαλλαγές
- Επιδότηση επιτοκίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΦΒ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΞΟΧΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

7.1 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Διαστασιολόγηση συστήματος σημαίνει το πόσα φωτοβολταϊκά πλαίσια και πόσοι συσσωρευτές απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών μιας συγκεκριμένης εφαρμογής. Ένα ηλιακό σύστημα πρέπει να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια αρκετή για να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες μιας εφαρμογής για μερικές μέρες, όπως είναι ο φωτισμός και η λειτουργία συσκευών και επιπρόσθετα να καλύψει τις κάποιες απώλειες του συστήματος.

7.1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΞΟΧΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Έχουμε ένα εξοχικό σπίτι κτισμένο στην ύπαιθρο μακριά από το δίκτυο της ΔΕΗ (350m). Όπως θα δούμε στο παρακάτω Πίνακα 9. Η κατανάλωση του σε ηλεκτρική ενέργεια περιορίζεται στις πιο απαραίτητες ηλεκτρικές συσκευές,. Τις άλλες ανάγκες του σπιτιού θα τις καλύπτουμε με συσκευές γκαζιού (κουζίνα, θέρμανση) και με τον ηλιακό θα αντικαταστήσουμε το θερμοσίφωνα ώστε να έχουμε ζεστό νερό. Ο σχεδιασμός του συστήματος γίνεται πρώτα για το Θερινό εξάμηνο, και μετά εξετάζεται αν το σύστημα ικανοποιεί και τις ανάγκες του Εαρινού. Στην δική μας περίπτωση αυτό γίνεται, γιατί πρώτα πρέπει να καλύψουμε τις ανάγκες μας την περίοδο που χρησιμοποιείται περισσότερες μέρες η κατοικία μας όπως θα δούμε στο Πίνακα 9. Για την εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες. Η μελέτη των παραγόντων αυτών θα βοηθήσει σε μια σωστή απόφαση για την τοποθέτηση Φ/Β συστήματος σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

Παρά το γεγονός ότι πολλές φορές διάφοροι παράγοντες είναι αποτρεπτική, πρέπει να έχουμε υπόψη ότι, είναι δυνατό ένας μόνο τέτοιος παράγοντας, όπως για παράδειγμα είναι η μεγάλη απόσταση της περιοχής από το κεντρικό δίκτυο, να είναι καθοριστικός στην απόφαση για την κατασκευή του Φ/Β συστήματος. Στο δικό μας σύστημα θα δούμε ότι η μεγάλη απόσταση από το κεντρικό δίκτυο, είναι ένα από τα βασικά στοιχεία που μας ώθησε στην εγκατάσταση του αυτόνομου συστήματος, γιατί το κόστος ενώσεις με το δίκτυο είναι το ίδιο με την υπάρχων εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος.

7.1.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ.

Πίνακας 9 Υπολογισμοί Ισχύος και Ενέργειας

Περιγραφή Ηλεκτρικών συσκευών	Ισχύς σε Kw	Ώρες χρήσης ανά ημέρα	Ημέρες χρήσης την εβδομάδα	Σύνολο κατανάλωσης ενέργειας ανά μήνα
8 λαμπτήρες οικονομικού τύπου 15 W	0.120	EAPINO 4	2	EAPINO $120*4*2*4=3,9Kw$
		ΘΕΡΙΝΟ 3	5	ΘΕΡΙΝΟ $120*3*5*4=7,2Kw$
Μικρό ψυγείο	0,100	EAPINO 4	2	EAPINO $100*4*2*4=3,2Kw$
		ΘΕΡΙΝΟ 11	5	ΘΕΡΙΝΟ $100*11*5*4=22Kw$
Έγχρωμη Τηλεόραση	0,110	EAPINO 3	5	EAPINO $110*3*5*4=6,6Kw$
		ΘΕΡΙΝΟ 3	5	ΘΕΡΙΝΟ $110*3*5*4=6,6Kw$
Μικρό πλυντήριο	0,100	EAPINO 1	1	EAPINO $100*1*1*4=0.4Kw$
		ΘΕΡΙΝΟ 2	2	ΘΕΡΙΝΟ $100*2*2*4=1,6Kw$
Στερεοφωνικό	0,50	EAPINO 2	2	EAPINO $50*2*2*4=0,8Kw$
		ΘΕΡΙΝΟ 3	5	ΘΕΡΙΝΟ $50*3*5*4=3Kw$
DVD	0,20	EAPINO 2	1	EAPINO $20*2*1*4=0,2Kw$
		ΘΕΡΙΝΟ 3	2	ΘΕΡΙΝΟ $20*3*2*4=0,5Kw$

ΣΥΝΟΛΟ ΙΣΧΥΣ	500W 0,5Kw		ΕΑΡΙΝΟ=15,1Kw ΘΕΡΙΝΟ=41 Kw
-----------------	---------------	--	-------------------------------

Βλέπουμε από τους ποιο πάνω υπολογισμούς τη μέγιστη ισχύ που πρέπει να καλύπτει το φωτοβολταϊκό σύστημα : **41 Kw/month**
Στο Θερινό εξάμηνο η κατανάλωση ανά ημέρα θα είναι :

$$\frac{41Kw}{Month} = 1,4Kw/day$$

ενώ για την κατανάλωση του Εαρινού θα έχουμε :

$$\frac{15,1Kw}{Month} = 0,5Kw/day$$

7.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΛΙΣΗΣ ΤΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Η κλίση των Φ/Β πλαισίων θα επιλεγεί ώστε να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του καταναλωτή. Το εξοχικό σπίτι θα χρησιμοποιείται περισσότερο τους καλοκαιρινούς μήνες η καλύτερα το **θερινό εξάμηνο (από 21 Μαρτίου έως 22 Σεπτεμβρίου)**. Παρατηρούμε από τον Πίνακα 10 ότι στη κλίση των **30°** έχουμε την μεγαλύτερη Συνολική Μηνιαία και Ετήσια Ακτινοβολία. Άρα η κλίση που θα τοποθετηθούν τα Φ/Β πάνελ είναι στις **30°**. Ο σχεδιασμός γίνεται για τους καλοκαιρινούς μήνες και μετά εξετάζεται αν το σύστημα ικανοποιεί και τις άνγκες του χειμώνα. Αυτό είναι και το ποιο πιθανό μια και το χειμώνα το σπίτι χρησιμοποιείται μόνο μια μέρα τη βδομάδα. Για το **Εαρινό εξάμηνο** θα αλλάξουμε την κλίση των Φ/Β πλαισίων και μπορούμε να τα τοποθετήσουμε σε κλίση **45°** η και **60°** μια και η διάφορα της Συνολικής Μηνιαίας Ακτινοβολίας δεν έχει μεγάλες διαφορές.

Πίνακας 10 Συνολική Μηνιαία και Ετήσια Ακτινοβολία (KWh/m²) των Χανίων σε διαφορές κλίσεις.

ΜΗΝΕΣ	ΚΛΙΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ		
	30°	45°	60°
Ι	83	90	91
Φ	97	100	99
Μ(21)	128	127	119
Α	152	143	127
Μ	183	164	138
Ι	191	167	137
Ι	208	183	151
Α	207	190	164
Σ(22)	172	168	155
Ο	127	131	128
Ν	107	115	117
Δ	83	90	93

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	145	139	126
ΣΥΝΟΛΙΚΗ	1738	1667	1517



Σχήμα 43 Βλέπουμε την ρυθμιζόμενη κλίση των Φ/Β πλαισίων στα δεξιά της εικόνας, έχουμε τοποθετήσει τρεις βάσεις στήριξης 30°, 45°, 60° μοίρες. Η κλίση των πλαισίων που απεικονίζεται είναι στις 30°

7.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Λαμβάνουμε υπόψη:

1. Την μέγιστη Θερινή κατανάλωση 41 KWh / Month
2. Την απόδοση του Μετατροπέα 90%, και με απώλειες στα σύρματα 5%
3. Τις απώλειες στο ρυθμιστή τάσης 10%
4. Και τον συντελεστή ζώνης της περιοχής

Ο **συντελεστής ζώνης** μας δείχνει την ετήσια ηλιοφάνεια ενός τόπου και προσδιορίζει την απόδοση ενός Φ/Β πλαισίου. Στην περιοχή των Χανίων είναι: **4,8 KWh/m² ≈ 5 KWh/m²**



Σχήμα 44 Ηλιακά Δυναμικό της ΕΛΛΑΔΑΣ

Θα υπολογίσουμε την μέγιστη ημερήσια Θερινή κατανάλωση :

$$\frac{41KWh}{Month} = 1,4KWh/day$$

Χρησιμοποιείται Μετροπέας (Inverter STUDER) με απόδοση 90% και απώλειες στα σύρματα 5%, η ενέργεια που πρέπει να φτάσει στην είσοδο του πρέπει να είναι:

$$\frac{1,4KWh/day}{0,85} = 1,7KW$$

Ο Ρυθμιστής Τάσης (ISOFOTON) που Χρησιμοποιείται έχει απώλειες 10%, τα ΦΒ πρέπει να παρέχουν ενέργεια :

$$\frac{1,7KW}{0,90} = 1,9KWh$$

Η μέγιστη ισχύ των πλαισίων που θα τοποθετηθούν είναι:

$$\frac{1,9KWh}{5h} = 0,38KWp \approx 400Wp$$

Για να καλύψουμε τις ανάγκες μας θα τοποθετήσουμε 4 Φ/Β πλαίσια Sharp ND-L3E6E 12V των 123Wp

$$4 * 123Wp = 492Wp$$

Το σύστημα θα έχει ένα σημαντικό πλεόνασμα ισχύς 92 Wp, ώστε να μπορεί να καλύψει κάποιες απρόοπτες ανάγκες που ίσως προκύψουν.

Τα Φ/Β πλαίσια θα τοποθετηθούν ανά δυο σε σειρά ώστε να έχουμε τάση ίση με 24V.

7.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ

Λαμβάνουμε υπόψη:

- 1.Τις καθημερινές ενεργειακές απαιτήσεις (στην περίπτωση μας **1400W**)
- 2.Το συντελεστής εφεδρείας (αντιστοιχεί στον αριθμό των ημερών που θέλουμε οι μπαταρίες να τροφοδοτούν τα φορτία χωρίς να υποστηρίζονται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια π.χ σε περίπτωση συννεφιάς) Θέλουμε η εφεδρεία να κρατάει 4 μέρες αρα **ο συντελεστής εφεδρείας είναι 4**
- 3.Την τάση των Φωτοβολαϊκών **24V**

Εφόσον η τάση είναι **24V** η βασική σειρά αποτελείται από **2 συσσωρευτές των 12V**

Το ηλεκτρικό φορτίο που πρέπει να δώσουν οι συσσωρευτές για να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες της ημέρας είναι:

$$\frac{1400W}{24V} = 58,3Ah$$

Για να καλυφθούν οι ανάγκες 4 ημερών συννεφιάς πρέπει να υπάρχουν :

$$4day * 58,3Ah = 233,3Ah \text{ στους συσσωρευτές.}$$

Τα χαρακτηριστικά των συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται είναι:

- 1.Ταση **12V**
- 2.Χωρητικότητα **200 Ah**
- 3.Είναι βαθιάς εκφόρτισης με μέγιστο ποσοστό ασφαλούς εκφόρτισης **80%**.

Η χρήσιμη χωρητικότητα που δίνει ο συσσωρευτής κάθε φορά που εκφορτίζεται είναι:

$$200Ah * 0.8 = 160Ah$$

Επόμενος ο αριθμός σειρών των συσσωρευτών είναι:

$$\frac{233Ah}{160Ah} = 1,5 \approx 2$$

Θα τοποθετηθούν :

$$2 \text{ Σειρές} * 2 \text{ Συσσωρευτές} = 4 \text{ Συσσωρευτές.}$$

Οι συσσωρευτές όταν είναι φορτισμένη πλήρως μπορούν να δώσουν ηλεκτρικό φορτίο :

$$2 * 160Ah = 320Ah \text{ υπό τάση } 24V$$

Η ηλεκτρική ενέργεια του φορτίου αυτού είναι:

$$320Ah * 24V = 7680Wh$$

Τα Φ/Β πλαίσια παράγουν την ημέρα :

$$492Wp * 5h = 2460W$$

Οι απώλειες στο ρυθμιστή τάσης είναι 10% η ενέργεια που παίρνουν οι συσσωρευτές είναι :

$$2460W * 0.90 = 2214W$$

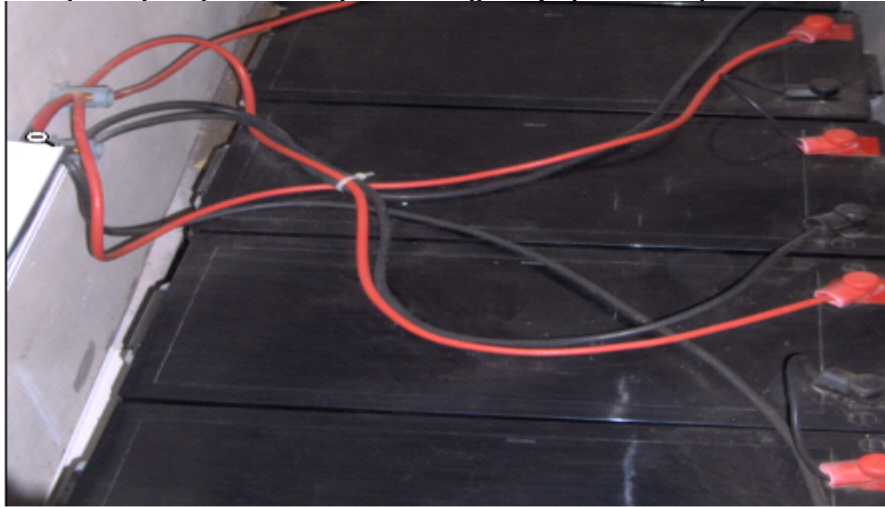
7.5 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



Σχήμα 44 Βλέπουμε δυο σειρές Φ/Β πλαίσιων αποτελούμενες από δυο Φ/Β πλαίσια συνδεδεμένα σε σειρά ώστε να έχουμε τάση ίση με 24V στο σύστημα μας
Η μελέτη & εγκατάσταση του συστήματος έγινε από την ΔΥΝΑΜΙΣ



Σχήμα 45 Βλέπουμε τον πίνακα ελέγχου του Φ/Β συστήματος, το Μετατροπέα(inverter), το Ρυθμιστή Φόρτισης, και ένα μετρητή κατανάλωσης ενέργειας
Η μελέτη & εγκατάσταση του συστήματος έγινε από την ΔΥΝΑΜΙΣ

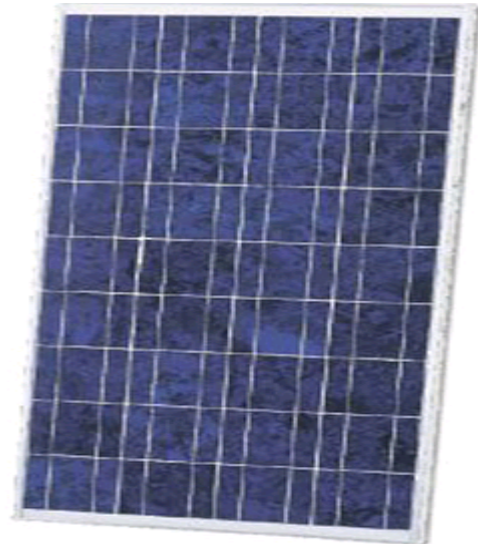


Σχήμα 46 Βλέπουμε συνδεδεμένες τις τέσσερις μπαταρίες του συστήματος
Η μελέτη & εγκατάσταση του συστήματος έγινε από την ΔΥΝΑΜΙΣ

7.5.1 Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟ SHARP

Πίνακας 11 χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίου.

Κατασκευαστής	Sharp
Ονομασία	ND-L3E6E / 123U1
Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Ονομαστική ισχύς	123 Watt
Μέγιστη τάση	600 V
Μήκος σε μέτρα	1499 mm
Φάρδος	662 mm
Πάχος συλλέκτη	46 mm
Ρεύμα βραχυκυκλώσεως	8.12 A
Τάση ανοιχτού κυκλώματος	21.3 V
Τάση στο σημείο μέγιστης ισχύος (MPP)	17.2 V
Ένταση στο σημείο μέγιστης ισχύος (MPP)	7.16 A
Θερμοκρασιακή απόκλιση τάσεως ανοιχτού κυκλώματος	-0.34 % / °C
Θερμοκρασιακή απόκλιση τάσης MPP	-71.57 mV / °C



Σχήμα 47 Φ/Β πλαισίου SHARP

7.5.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ (INVERTER)



Σχήμα 48 Μετατροπέας Inverter STUDER

Πίνακας 12 Μετατροπέας Inverter STUDER C 2600-24 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.

Technical data			
Model	C 1600-12	C 2600-24	C 4000-48
<i>Inverter</i>			
Nominal battery voltage	12V	24V	48V
Input voltage range	9.5 - 16V	19 - 32V	38 - 64V
Continuous power @ 25°C	1300VA	2300VA	3500VA
Power 30 min. @ 25°C	1600VA	2600VA	4000VA
Maximum power load 5 sec.	3 x P _{nom}		
Maximum load	up to short circuit		
Maximum asymmetric load	up to P _{cont.}		
Stand-by adjustment	1 to 25W		
Cos φ	0.1 - 1		
Maximum efficiency	94%		95%
Consumption OFF/Stand-by/ON	0.5/0.6/6W	0.8/0.9/9W	1.2/1.4/12W
Output voltage	230Vac (- 10% / 0)		
Output frequency crystal controlled	50Hz +/- 0.05%		
Total harmonic distortion	< 2%		
Dynamic behaviour on load change 0 to 100%	0.5 ms		
Overload and short circuit protection	Automatic disconnection with 3 time restart attempt		
Overheat protection	Acoustic warning before shut-off - with automatic restart		

7.5.3 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ



Σχήμα 49 Ρυθμιστής φόρτισης (Isolet)

Πίνακας 13 χαρακτηριστικά ρυθμιστή φόρτισης

CHARACTERISTICS	ISOLER D 10	ISOLER D 20	ISOLER D 30
PHYSICAL			
Length		172 mm	
Height		155 mm	
Depth		24 mm	
Weight		700 gr	
ELECTRICAL			
Nominal voltage	Dual voltage: automatic selection 12/24V		
Maximum generation current	10 A	20 A	30 A
Maximum load current	10 A	20 A	30 A
Overload allowed	25%		
Autoconsumption	< 30 mA		
Maximum loss generation/load	< 1 W / 1 W	< 2 W / 2 W	< 3 W / 3 W

7.5.4 ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ



VRLA Solar Batteries

Σχήμα 50 Μπαταρία VRLA 12V – 200Ah

Πίνακας 14 χαρακτηριστικά Συσσωρευτή

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	VRLA
Χωρητικότητα	200Ah
Τάση	12V
Κύκλοι λειτουργίας	4800

7.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται αναλυτικά και συνολικά το κόστη των συσκευών και υλικών που χρησιμοποιούνται στη μελέτη αυτή. Στο κόστος συμπεριλαμβάνεται και ο Φ.Π.Α 19%.

Πίνακας 15 Συνολικό κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστήματος

Συσκευές και Υλικά Εγκατάστασης Αυτόνομου Συστήματος	Χαρακτηριστικά Συσκευών	Ποσότητα	Κόστος εγκατάστασης (Εργατικά)	Τιμή σε ΕΥΡΟ
ΦΒ ΠΛΑΙΣΙΑ	Sharp ND-12V L3E6E 123Wp	4 *123Wp = 492 Wp	300€	4*123*7€ = 4100€
ΡΥΘΜ. ΦΟΡΤΙΣΗΣ	ISOFOTON 12 V - 24 Ah	1	100€	180€
ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ	VRLA 12 V - 200 Ah	10	100€	1620€
INVERTER	STUDER 2,6 Kw με 90% απόδοση	1	200€	1790€
ΑΛΟΥΜΙΝΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ	Γωνιές Αλουμινίου	6 * 5m		90 + 60 = 150€
ΣΥΝΟΛΟ			700€	8500€



Σχήμα 51

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

A.1 ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ

Ο **Νόμος** του ελληνικού κράτους **3299/04 (ΦΕΚ 261/Α'/23-12-2004)** είναι ο τρέχων νόμος για τις κρατικές ενισχύσεις των επενδυτικών σχεδίων σε ολόκληρη την Ελλάδα, και για τον λόγο αυτό αποκαλείται συχνά ως ο "**νέος αναπτυξιακός νόμος**". Οι αναπτυξιακοί νόμοι που προηγήθηκαν του **3299/04** (από τον πιο πρόσφατο έως τον παλαιότερο) είναι οι: **2601/98**, **1892/90** και **1262/82**. Βλέπουμε λοιπόν ότι από την ένταξη της χώρας μας στην (τότε) Ε.Ο.Κ., έχουν εκδοθεί τέσσερις αναπτυξιακοί νόμοι, περίπου ένας ανά οκταετία. Στο μεσοδιάστημα μεταξύ των εκδόσεων νέων αναπτυξιακών νόμων ψηφίζονται τροποποιητικοί νόμοι, όπως για παράδειγμα ο **Ν. 3522/06**, τροποποιητικός του **3299/04**.

Σκοπός του αναπτυξιακού νόμου είναι ο καθορισμός της επενδυτικής, αναπτυξιακής και βιομηχανικής πολιτικής του ελληνικού κράτους. Στον νόμο περιγράφονται και οριοθετούνται οι δαπάνες που επιδοτούνται ανά τομέα δραστηριότητας (πρωτογενής, δευτερογενής, τριτογενής) και καθορίζεται η ενίσχυση που δικαιούται ο υποψήφιος επιχειρηματίας ανάλογα με την περιοχή της χώρας στην οποία δραστηριοποιείται, το ποσό της επένδυσης που επιθυμεί να πραγματοποιήσει, τον αριθμό των υπαλλήλων που απασχολεί κ.ο.κ.

Τα τελευταία χρόνια - και ειδικότερα από το 2006 που ψηφίστηκε ο σχετικός νόμος (**Νόμος 3468/2006**) - διαπιστώνεται μεγάλο ενδιαφέρον για επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή, ο υποψήφιος επενδυτής - ανάλογα με την περιοχή της χώρας και το μέγεθος της επιχείρησής του - μπορεί να επιδοτηθεί σε ποσοστό μέχρι και **60%**.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα επιδοτούνται από το Ελληνικό κράτος μέσω του νέου επενδυτικού νόμου **Ν. 3522/06**

Ο νόμος του ελληνικού κράτους **3522/06 (ΦΕΚ 276/22-12-06)** αποκαλείται συχνά ο "**νέος επενδυτικός νόμος**". Στην ουσία αποτελεί τροποποίηση του νέου αναπτυξιακού νόμου **3299/04 (ΦΕΚ 261 Α'/23-1**

02-2004). Οι αλλαγές που επέφερε σε σχέση με τον **3299/04** έγκεινται κυρίως στο διαχωρισμό της χώρας σε **τρεις** περιοχές ενίσχυσης επενδυτικών σχεδίων (έναντι τεσσάρων), και στα **ποσοστά** των ενισχύσεων ανάλογα με την **περιοχή** και το **ύψος** της επένδυσης.

Ο **Νόμος 3468/2006** Ο νόμος του ελληνικού κράτους **3468/2006** για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις (**ΦΕΚ Α' 129/27.06.2006**) είναι ο νόμος που διέπει τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία

μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Βασικές ρυθμίσεις του νόμου είναι ότι επιτρέπεται σε ιδιώτες η δημιουργία μονάδας παραγωγής ηλεκτρισμού με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά απαιτεί κατά κανόνα άδεια από το Υπουργείο Ανάπτυξης και ότι ο διαχειριστής του δικτύου διανομής ηλεκτρικού ρεύματος είναι υποχρεωμένος να αγοράζει την ενέργεια που παράγουν νόμιμα αδειοδοτημένες μονάδες. Ο νόμος μεταγράφει μεταξύ άλλων και την Οδηγία 2001/77/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Ο 3468 προδιαγράφει τις **άδειες** (παραγωγής, εγκατάστασης, λειτουργίας, δόμησης) και τις **εγκρίσεις** (περιβαλλοντικών όρων, εργασιών μικρής κλίμακας από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία) που απαιτούνται (ή δεν απαιτούνται) ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας (κατηγορία) και την περιοχή στην οποία δημιουργείται. Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι ανεξαρτήτως της κατηγορίας ενός έργου, απαιτείται έγκριση περιβαλλοντικών όρων αν το έργο βρίσκεται σε περιοχή Ramsar, Natura 2000, εθνικούς δρυμούς και αισθητικά δάση.

Ο ίδιος νόμος καθορίζει τις **συμβάσεις** (αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με ΔΕΣΜΗΕ ή ΔΕΗ) και τις **τιμές πώλησης** σε (Ευρώ/μεγαβατώρα) της ενέργειας που παράγεται στον ΔΕΣΜΗΕ ή στη ΔΕΗ αντίστοιχα. Σημειώνεται εδώ ότι η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για 10 έτη και μπορεί να παρατείνεται για 10 επιπλέον έτη, μονομερώς, με έγγραφη δήλωση του παραγωγού, εφόσον αυτή υποβάλλεται τρεις τουλάχιστον μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης.

Ας σημειωθεί ότι ένα επενδυτικό σχέδιο ΑΠΕ ύψους 100.000 Ευρώ και άνω μπορεί να ενταχθεί στο καθεστώς του αναπτυξιακού **Ν. 3299/04** με τις τροποποιήσεις του επενδυτικού **Νόμου 3522/2006** και να επωφεληθεί από κρατική ενίσχυση σε ποσοστό έως και 60%.

A.2 ΝΟΜΟΣ 3522/2006

ΦΕΚ 276 Α', 22-12-2006

Άρθρο 37

Τροποποίηση διατάξεων του ν. 3299/2004

1. Στο άρθρο 1 του ν. 3299/2004 (ΦΕΚ 261 Α') προστίθενται παράγραφοι 4 και 5 ως εξής:

«4. Το καθεστώς περιφερειακών ενισχύσεων του παρόντος νόμου είναι σύμφωνο με τον Κανονισμό (ΕΚ) αριθμ. 1628/2006 της Επιτροπής της 24ης Οκτωβρίου 2006 για την εφαρμογή των άρθρων 87 και 88 της Συνθήκης στις εθνικές επενδυτικές ενισχύσεις περιφερειακού χαρακτήρα.

5. Ο Υπουργός Οικονομίας και Οικονομικών υποβάλλει προς έγκριση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή το Χάρτη Περιφερειακών Ενισχύσεων.

Με απόφαση του ίδιου Υπουργού εξειδικεύονται ως εθνικό καθεστώς ο παραπάνω εγκεκριμένος Χάρτης, καθώς και οι κατευθυντήριες Γραμμές και οι Κανονισμοί σχετικά με τις Κρατικές Ενισχύσεις περιφερειακού Χαρακτήρα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.»

2. Η παράγραφος 1 του άρθρου 2 αντικαθίσταται ως εξής:

«Διαιρέση της Επικράτειας

1. Για την εφαρμογή των διατάξεων του παρόντος νόμου, η Επικράτεια κατανέμεται σε τρεις περιοχές ως εξής:

ΠΕΡΙΟΧΗ Α'. Περιλαμβάνει τους Νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης πλην των Βιομηχανικών Επιχειρηματικών Περιοχών (Β.Ε.ΠΕ.) και των νησιών των Νομών αυτών που εντάσσονται στην Περιοχή Β'.

ΠΕΡΙΟΧΗ Β'. Περιλαμβάνει τους Νομούς της Περιφέρειας Θεσσαλίας (Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων), τους Νομούς της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου (Κυκλάδων, Δωδεκανήσου), τους Νομούς της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων (Κέρκυρας, Λευκάδας, Κεφαλληνίας, Ζακύνθου), τους Νομούς της Περιφέρειας Κρήτης (Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνου, Χανίων), τους Νομούς της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (Χαλκιδικής, Σερρών, Κιλκίς, Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας), τους Νομούς της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας (Γρεβενών, Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς), καθώς και τους Νομούς της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδος (Φθιώτιδας, Φωκίδας, Εύβοιας, Βοιωτίας, Ευρυτανίας).

ΠΕΡΙΟΧΗ Γ'. Περιλαμβάνει τους Νομούς της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (Καβάλας, Δράμας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου), τους Νομούς της Περιφέρειας Ηπείρου (Άρτας, Πρέβεζας, Ιωαννίνων, Θεσπρωτίας), τους Νομούς της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου (Λέσβου, Χίου, Σάμου), τους Νομούς της Περιφέρειας Πελοποννήσου (Λακωνίας, Μεσσηνίας, Κορινθίας, Αργολίδας, Αρκαδίας), καθώς και τους Νομούς της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδος (Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας).»

3. α. Η υποπερίπτωση (χι) της περίπτωσης ε' της παραγράφου 1 του άρθρου 3 αντικαθίσταται ως ακολούθως:

«(χι) Επενδυτικά σχέδια υλοποίησης ολοκληρωμένου πολυετούς (2–5 ετών) επιχειρηματικού σχεδίου φορέων (για τους οποίους έχει παρέλθει πενταετία από τη σύστασή τους) των μεγάλων και μεσαίων μεταποιητικών

και μεταλλευτικών επιχειρήσεων ελάχιστου συνολικού κόστους 3.000.000 ευρώ και επιχειρήσεων ανάπτυξης λογισμικού ελάχιστου συνολικού κόστους 1.500.000 ευρώ και επενδυτικά σχέδια υλοποίησης ολοκληρωμένου πολυετούς (2–5 ετών) επιχειρηματικού σχεδίου φορέων (για τους οποίους έχει παρέλθει τριετία από τη σύστασή τους) των μικρών και πολύ μικρών μεταποιητικών και μεταλλευτικών επιχειρήσεων ελάχιστου συνολικού κόστους 1.500.000 ευρώ και επιχειρήσεων ανάπτυξης λογισμικού ελάχιστου συνολικού κόστους 1.500.000 ευρώ που περιλαμβάνουν τον τεχνολογικό, διοικητικό, οργανωτικό και επιχειρησιακό εκσυγχρονισμό και ανάπτυξη, καθώς και τις αναγκαίες ενέργειες κατάρτισης των εργαζομένων, με έναν ή περισσότερους από τους επόμενους στόχους:

- Ενίσχυση της ανταγωνιστικής τους θέσης στη διεθνή αγορά.
- Παραγωγή και προώθηση Επώνυμων Προϊόντων ή και Υπηρεσιών.
- Καθετοποίηση παραγωγής, ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων προϊόντων, υπηρεσιών ή συμπληρωματικών προϊόντων και υπηρεσιών.
- Παραγωγή προϊόντων ή και παροχή υπηρεσιών σημαντικά ή τελείως διαφοροποιημένων των υφιστάμενων βασικών προϊόντων ή υπηρεσιών της επιχείρησης.
- Μεταφορά παραγωγικών – ερευνητικών δραστηριοτήτων από το εξωτερικό στην Ελληνική Επικράτεια.

Παραγωγή προϊόντων ή και παροχή υπηρεσιών από τη σύμπραξη μη ομοειδών επιχειρήσεων (κατά προτίμηση από διαφορετικούς κλάδους) με στόχο την παραγωγή, σημαντικά ή τελείως διαφοροποιημένων των υφιστάμενων, προϊόντων ή υπηρεσιών των επιχειρήσεων αυτών. – ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 5.»

β. Το τελευταίο εδάφιο της περίπτωσης ε' της παραγράφου 1 του άρθρου 3 αριθμείται ως περίπτωση στ' και αντικαθίσταται ως εξής:

«στ. Με κοινή απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού, ορίζονται προδιαγραφές, όροι και προϋποθέσεις για την εξειδίκευση επενδυτικών σχεδίων των περιπτώσεων α' έως ε'.»

γ. Στην παράγραφο 4 του άρθρου 3 προστίθενται περιπτώσεις ε' και στ' ως εξής:

«ε. ενισχύσεις σε επενδυτικά σχέδια που πραγματοποιούνται με πρωτοβουλία και για λογαριασμό του Δημοσίου από ιδιώτη βάσει σχετικής συμβάσεως εκτελέσεως έργου, παραχώρησης ή παροχής υπηρεσιών.

στ. ενισχύσεις σε φορείς επενδυτικών σχεδίων για τους οποίους εκκρεμεί εντολή ανάκτησης ενισχύσεων κατόπιν προηγούμενης απόφασης της Επιτροπής με την οποία οι ενισχύσεις κηρύσσονται παράνομες και ασυμβίβαστες με την Κοινή Αγορά.»

δ. Η υποπερίπτωση ii) της περίπτωσης α' της παραγράφου 5 του άρθρου 3 αντικαθίσταται ως εξής:

«ii. την αγορά πάγιων στοιχείων ενεργητικού που συνδέονται άμεσα με μία παραγωγική μονάδα και υπό την προϋπόθεση ότι:

- η μονάδα αυτή έχει παύσει τη λειτουργία της,
- αποκτάται από ανεξάρτητο επενδυτή,
- η σχετική συναλλαγή πραγματοποιείται υπό τους συνήθεις όρους της αγοράς,
- αφαιρούνται ενισχύσεις που έχουν ήδη χορηγηθεί πριν την αγορά.»

ε. Στην περίπτωση α' της παραγράφου 5 του άρθρου 3 προστίθεται υποπερίπτωση (xxiv):

«xxiv. αγορά γηπέδων, έως 10% της ενισχυόμενης δαπάνης της επένδυσης, αποκλειστικά για μικρές επιχειρήσεις».

στ. Στην περίπτωση γ' της παραγράφου 5 του άρθρου 3, όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 25 του ν. 3470/2006 (ΦΕΚ 132 Α'), αντικαθίσταται η φράση «σε ποσοστό που δεν υπερβαίνει το οκτώ τοις εκατό (8%) του κόστους του επενδυτικού σχεδίου» με τη φράση «σε ποσοστό που δεν θα υπερβαίνει το δέκα τοις εκατό (10%) του κόστους του επενδυτικού σχεδίου».

ζ. Η περίπτωση θ' της παραγράφου 6 του άρθρου 3 καταργείται.

η. Στο άρθρο 3 προστίθεται παράγραφος 7 με το ακόλουθο περιεχόμενο:

«7. Περιεχόμενο Επενδυτικών Σχεδίων

Τα επενδυτικά σχέδια που περιλαμβάνονται στο άρθρο αυτό, πλην αυτών που διέπονται από άλλον του υπ' αριθμ. 1628/2006 ειδικό Κανονισμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, θα πρέπει να αφορούν:

- τη δημιουργία νέας μονάδας,
- την επέκταση υπάρχουσας μονάδας,
- τη διαφοροποίηση της παραγωγής μίας μονάδας προς νέα, πρόσθετα προϊόντα,
- τη θεμελιώδη αλλαγή στη συνολική παραγωγική διαδικασία υπάρχουσας μονάδας.

Επενδυτικά σχέδια δεν ενισχύονται εφόσον δεν ικανοποιούν μία τουλάχιστον από τις ως άνω προϋποθέσεις.»

4. Το άρθρο 4 αντικαθίσταται ως εξής:

**«Άρθρο 4
Παρεχόμενες Ενισχύσεις**

1.α. Για τα επενδυτικά σχέδια της παραγράφου 1 του άρθρου 3 παρέχονται κατά περιοχή και κατηγορία οι ακόλουθες ενισχύσεις:

Για την εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου αυτού στην κατηγορία 1 περιλαμβάνονται οι κατηγορίες 3, 4 και 5 της κατάταξης των επενδυτικών σχεδίων του άρθρου 3 παράγραφος 1 και στην κατηγορία 2 περιλαμβάνονται οι αντίστοιχες κατηγορίες 1 και 2.

Επιχορήγηση ή και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης ή επιδότηση του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης:

Περιοχή Α' -	Κατηγορία 1 – 20% Κατηγορία 2 – 15%
Περιοχή Β' -	Κατηγορία 1 – 30% Κατηγορία 2 – 25%
Περιοχή Γ'	Κατηγορία 1 – 40% Κατηγορία 2 – 35%

Η εναλλακτικά Φορολογική απαλλαγή

Περιοχή Α' -	Κατηγορία 1 – 60% Κατηγορία 2 – 50%
Περιοχή Β' -	Κατηγορία 1 – 100% Κατηγορία 2 – 100%
Περιοχή Γ'	Κατηγορία 1 – 100% Κατηγορία 2 – 100%

β. Οι παρεχόμενες ενισχύσεις της περίπτωσης α', αναγόμενες σε ακαθάριστο Ισοδύναμο Επιχορήγησης, δεν επιτρέπεται να υπερβούν τα ποσοστά του εγκεκριμένου από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Χάρτη Περιφερειακών Ενισχύσεων.

γ. Στις μεσαίες επιχειρήσεις παρέχεται επιπλέον ποσοστό ενίσχυσης έως δέκα τοις εκατό (10%).

δ. Στις πολύ μικρές και μικρές επιχειρήσεις παρέχεται επιπλέον ποσοστό ενίσχυσης έως είκοσι τοις εκατό (20%).

2. α. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, καθορίζονται τα επιπλέον ποσοστά ενίσχυσης των περιπτώσεων γ' και δ'

της προηγούμενης παραγράφου για τις πολύ μικρές, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, σε Περιφέρειες, Νομούς ή τμήματα αυτών, ανά είδος επενδυτικού σχεδίου, βάσει

των κριτηρίων του κατά κεφαλή Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Α.Ε.Π.), του ποσοστού ανεργίας και της γεωγραφικής θέσης των αντίστοιχων περιοχών.

β. Με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών δύναται να μετατάσσονται κατηγορίας τα επενδυτικά σχέδια της παραγράφου 1 του άρθρου 3. Ενισχύσεις μεγάλων επενδυτικών σχεδίων

α. Για την εφαρμογή των διατάξεων του νόμου αυτού ς «Μεγάλο επενδυτικό σχέδιο» νοείται επένδυση της παραγράφου 2 του άρθρου 2 του παρόντος, με ενισχυόμενες δαπάνες άνω των πενήντα εκατομμυρίων (50.000.000) ευρώ, υπολογιζόμενες με τις τιμές και τις συναλλαγματικές ισοτιμίες που ισχύουν κατά το χρόνο χορήγησης της ενίσχυσης.

β. Για τον υπολογισμό του συνολικού ποσού των ενισχυόμενων δαπανών θα λαμβάνεται υπόψη η υλοποίηση για περίοδο τριών (3) ετών, σε μία εγκατάσταση, εκ μέρους μίας ή περισσότερων επιχειρήσεων, πάγιων περιουσιακών στοιχείων συνδυαζόμενων κατά αδιαίρετο από οικονομική άποψη τρόπο.

γ. Στα επενδυτικά σχέδια της παραγράφου αυτής δεν παρέχονται οι προσαυξήσεις των ποσοστών ενίσχυσης που χορηγούνται στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις.

δ. Για επενδυτικά σχέδια που υπερβαίνουν τα πενήντα εκατομμύρια (50.000.000) ευρώ το ανώτατο χορηγούμενο ποσό ενίσχυσης προσδιορίζεται ως εξής:

i. για το τμήμα μέχρι πενήντα εκατομμύρια (50.000.000) ευρώ παρέχεται το 100% του κατά περίπτωση ανώτατου ορίου περιφερειακής ενίσχυσης,

ii. για το τμήμα που υπερβαίνει τα πενήντα εκατομμύρια (50.000.000) ευρώ έως εκατό εκατομμύρια (100.000.000) ευρώ παρέχεται το 50% του κατά περίπτωση ανώτατου ορίου περιφερειακής ενίσχυσης,

iii. για το τμήμα που υπερβαίνει τα εκατό εκατομμύρια (100.000.000) ευρώ παρέχεται το 34% του κατά περίπτωση ανώτατου ορίου περιφερειακής ενίσχυσης.

4. Οι ανωτέρω ενισχύσεις δεν σωρεύονται με οποιαδήποτε άλλη κρατική ενίσχυση κατά την έννοια του άρθρου 87 παράγραφος 1 της Συνθήκης ή με οποιαδήποτε άλλη κοινοτική ή εθνική χρηματοδότηση, σε σχέση με τις ίδιες επιλέξιμες δαπάνες, εάν η εν λόγω σώρευση θα είχε ως αποτέλεσμα η ένταση της ενίσχυσης να

υπερβεί την ένταση της ενίσχυσης που προβλέπει ο κανονισμός.

5. Για τα επενδυτικά σχέδια της υποπερίπτωσης (ix) της περίπτωσης δ' και των υποπεριπτώσεων (vi), (vii), (viii), (ix), (x) και (xi) της περίπτωσης ε' της παραγράφου 1 του άρθρου 3 παρέχεται η ενίσχυση της επιχορήγησης ή της φορολογικής απαλλαγής.

6. Για τα επενδυτικά σχέδια των περιπτώσεων α' και β' της παραγράφου 3 του άρθρου 3, που πραγματοποιούνται στην αλλοδαπή, παρέχεται μόνο η ενίσχυση της επιχορήγησης, το ποσοστό της οποίας ορίζεται με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών σύμφωνα με την Κοινοτική Νομοθεσία.»

5. α. Το πρώτο εδάφιο της παραγράφου 4 του άρθρου 5 αντικαθίσταται ως εξής:
«Με την απόφαση πιστοποίησης της ολοκλήρωσης και έναρξης της παραγωγικής λειτουργίας, είναι δυνατόν, μετά από αίτηση του επενδυτή, να αναμορφωθεί το ενισχυόμενο κόστος αυτής, το οποίο σε περίπτωση αύξησης δεν δύναται να υπερβεί το πέντε τοις εκατό (5%) αυτού που έχει εγκριθεί.»

β. Η παράγραφος 6 του άρθρου 5 αντικαθίσταται ως εξής:
«6.α. Η έναρξη της υλοποίησης των επενδυτικών σχεδίων γίνεται μετά τη δημοσίευση της απόφασης υπαγωγής στις διατάξεις του παρόντος νόμου. Ως έναρξη νοείται είτε η έναρξη των κατασκευαστικών εργασιών είτε η πρώτη βέβαιη ανάληψη δέσμευσης για παραγγελία εξοπλισμού, εκτός των προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας.

β. Έναρξη πραγματοποίησης του επενδυτικού σχεδίου πριν τη δημοσίευση της απόφασης υπαγωγής δύναται να γίνει, με αποκλειστική ευθύνη του επενδυτή, μόνο εφόσον του χορηγηθεί επιβεβαίωση επιλεξιμότητας σύμφωνα με τις διατάξεις της παραγράφου 5 του άρθρου 7 του παρόντος νόμου.

γ. Η εφαρμογή του επενδυτικού σχεδίου χωρίς την πλήρωση των προϋποθέσεων των περιπτώσεων α' και β' της παραγράφου αυτής επιφέρει απόρριψη του συνόλου του επενδυτικού σχεδίου.»

γ. Στο τελευταίο εδάφιο της παραγράφου 23 του άρθρου 5 αντικαθίστανται η λέξη «εγκατάστασης» με την λέξη «παραγωγής».

δ. Ο τίτλος της παραγράφου 24 του άρθρου 5 αντικαθίσταται ως εξής:
«24. Προϋποθέσεις, περιορισμοί και όροι για την εφαρμογή των ενισχύσεων σε επενδύσεις εξόρυξης και θραύσης αδρανών υλικών και βιομηχανικών ορυκτών της υποπερίπτωσης (i) της περίπτωσης α' της παραγράφου 1 του άρθρου 3».

ε. Στην παράγραφο 26 του άρθρου 5 προστίθεται περίπτωση στ' ως εξής:
«στ. Οι φορείς επενδύσεων που επιλέγουν την ενίσχυση της φορολογικής απαλλαγής υποχρεούνται, όπου απαιτείται, να εφοδιαστούν, με ίδια πρωτοβουλία, με τις αναγκαίες γνωμοδοτήσεις, χαρακτηρισμούς ή εγκρίσεις των επενδυτικών σχεδίων τους, από τις Ειδικές Επιτροπές ή άλλες αρμόδιες υπηρεσίες του Δημοσίου, σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου. Επίσης υποχρεούνται στην υποβολή Δήλωσης Φορολογικής Απαλλαγής (Δ.Φ.Α.).»

6. α. Στην παράγραφο 1 του άρθρου 7 προστίθεται περίπτωση γ' ως εξής:

«γ. Οι ανωτέρω αιτήσεις υποβάλλονται και ηλεκτρονικά.»

β. Μετά το δεύτερο εδάφιο της παραγράφου 5 του άρθρου 7 προστίθενται τα ακόλουθα εδάφια:

«Με την υποβολή της αίτησης υπαγωγής και των απαιτούμενων δικαιολογητικών προς τις αρμόδιες προς την εξέτασή της υπηρεσίες ή φορείς, ο φορέας της επένδυσης δύναται να ζητήσει τη χορήγηση επιβεβαίωσης

επιλεξιμότητας προκειμένου να προχωρήσει σε έναρξη υλοποίησης της επένδυσης. Εντός προθεσμίας πέντε (5)

εργάσιμων ημερών το αίτημά του αυτό εξετάζεται από την Υπηρεσία, η οποία προβαίνει σε τυπικό έλεγχο του υποβληθέντος φακέλου και εφόσον αυτός περιέχει τα δικαιολογητικά των παραγράφων 3 και 4 του παρόντος άρθρου δίδεται έγγραφη επιβεβαίωση προς τον αιτούντα ότι το επιχειρηματικό σχέδιο που υποβλήθηκε ικανοποιεί κατ' αρχήν τους όρους επιλεξιμότητας που τίθενται από το νόμο. Η παραπάνω επιβεβαίωση δεν συνεπάγεται και την τελική υπαγωγή του επιχειρηματικού σχεδίου, η οποία θα κριθεί μετά την αξιολόγηση αυτού, σύμφωνα με τις διατάξεις των επόμενων παραγράφων του παρόντος άρθρου. Μετά τη χορήγηση της επιβεβαίωσης επιλεξιμότητας δύνανται να αρχίσει η πραγματοποίηση επενδυτικών δαπανών με αποκλειστική ευθύνη του επενδυτή, δεδομένου ότι αυτή δεν δεσμεύει την κρίση της Γνωμοδοτικής Επιτροπής ούτε την απόφαση της Διοίκησης σχετικά με την υπαγωγή ή μη της επένδυσης στις διατάξεις του νόμου.»

Το μετά την παραπάνω προσθήκη έβδομο εδάφιο της ίδιας παραγράφου αντικαθίσταται ως εξής:

«Κατά την εξέταση της αίτησης υπαγωγής οι υπηρεσίες ή οι φορείς δύνανται, εφόσον τούτο κρίνεται αναγκαίο, να αποστέλλουν με απόδειξη στο φορέα της επένδυσης ή τον αντίκλητό του, έγγραφο με το οποίο ζητείται η προσκόμιση τυχόν πρόσθετων στοιχείων και πληροφοριών, καθώς και η παροχή περαιτέρω διευκρινήσεων, προς υποβοήθηση του έργου της αξιολόγησης της αίτησης υπαγωγής.»

γ. Η περίπτωση α' της παραγράφου 13 του άρθρου 7 αντικαθίσταται ως εξής:

«α. Με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών που εκδίδεται κάθε Ιανουάριο και με την επιφύλαξη της επόμενης περίπτωσης και των παραγράφων 1 και 3 του άρθρου 9, καθορίζεται το συνολικό ποσό των επιχορηγήσεων, επιδοτήσεων χρηματοδοτικής μίσθωσης και του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης, από εθνικούς και κοινοτικούς πόρους, που εγκρίνεται ετησίως και κατανέμεται μεταξύ των αρμόδιων φορέων υπαγωγής της παραπάνω παραγράφου 11.

Με την ίδια απόφαση καθορίζεται και το συνολικό ποσό ενισχύσεων των επιχειρηματικών σχεδίων διάσωσης και αναδιάρθρωσης του άρθρου 9.

Επίσης, με την ίδια απόφαση είναι δυνατό να κατανέμεται το ως άνω ποσό, κατά τομέα δραστηριότητας και ανάλογα με το μέγεθος των επιχειρήσεων.

Ο Υπουργός Οικονομίας και Οικονομικών είναι δυνατόν με όμοιες αποφάσεις να αναπροσαρμόζει κατά τη διάρκεια του έτους το παραπάνω ποσό. Με όμοια απόφαση καθορίζεται το συνολικό ποσό των επιχορηγήσεων που εγκρίνεται ετησίως για κάθε κράτος προκειμένου για τις επενδύσεις της παραγράφου 3 του άρθρου 3.»

δ. Το δεύτερο εδάφιο της υποπερίπτωσης (i) της περίπτωσης β' της παραγράφου 15 του άρθρου 7 αντικαθίσταται ως εξής:

«Μέλη της Επιτροπής είναι ο Γενικός Γραμματέας Βιομηχανίας ως Πρόεδρος, ο Γενικός Γραμματέας Επενδύσεων και Ανάπτυξης του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, ο προϊστάμενος της αρμόδιας Γενικής Διεύθυνσης ή Διεύθυνσης του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, ο προϊστάμενος της αρμόδιας Γενικής Διεύθυνσης ή Διεύθυνσης της Γενικής Γραμματείας Βιομηχανίας, εκπρόσωπος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, δύο εμπειρογνώμονες αναγνωρισμένου κύρους σε θέματα βιομηχανικών επενδύσεων, ένας εκπρόσωπος του Σ.Ε.Β., ένας εκπρόσωπος της Γ.Σ.Ε.Ε. και ένας εκπρόσωπος της Ένωσης Ελληνικών Τραπεζών.

Στις συνεδριάσεις της επιτροπής παρίσταται ως μέλος άνευ ψήφου και Νομικός Σύμβουλος του Υπουργείου Ανάπτυξης ή Πάρεδρος του ίδιου Υπουργείου. Όταν η Ειδική Γνωμοδοτική Επιτροπή εξετάζει επενδυτικά σχέδια που έχουν υποβληθεί στο Ε.Λ.Κ.Ε., στη σύνθεσή της παρίσταται και εκπρόσωπος αυτού, ως μέλος άνευ ψήφου.»

ε. Το δεύτερο εδάφιο της υποπερίπτωσης (ii) της περίπτωσης β' της παραγράφου 15 του άρθρου 7 αντικαθίσταται ως εξής:

«Μέλη της Επιτροπής είναι ο Γενικός Γραμματέας Βιομηχανίας ως Πρόεδρος, δύο προϊστάμενοι Γενικών Διευθύνσεων ή αρμόδιων Διευθύνσεων της Γενικής Γραμματείας Βιομηχανίας, εκπρόσωπος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, δύο εμπειρογνώμονες αναγνωρισμένου κύρους σε ζητήματα βιομηχανικών επενδύσεων, ένας εκπρόσωπος του Σ.Ε.Β. και ένας της Γ.Σ.Ε.Ε.. Στις συνεδριάσεις της επιτροπής παρίσταται ως μέλος άνευ ψήφου και Νομικός Σύμβουλος του Υπουργείου Ανάπτυξης ή Πάρεδρος του ίδιου Υπουργείου. Όταν η Ειδική Γνωμοδοτική Επιτροπή εξετάζει επενδυτικά σχέδια που έχουν υποβληθεί στο Ε.Λ.Κ.Ε., στη σύνθεσή της παρίσταται και εκπρόσωπος αυτού, ως μέλος άνευ ψήφου.»

στ. Η περίπτωση δ' της παραγράφου 15 του άρθρου 7 αντικαθίσταται ως εξής:

«δ. Οι καθοριζόμενες πιο πάνω γνωμοδοτικές επιτροπές γνωμοδοτούν επίσης επί αιτημάτων ολοκλήρωσης και πιστοποίησης έναρξης της παραγωγικής λειτουργίας επενδύσεων, αιτημάτων παράτασης της προθεσμίας ολοκλήρωσης για λόγους ανώτερης βίας, καθώς και για την ανάκληση αποφάσεων υπαγωγής και επιστροφής ενισχύσεων που έχουν καταβληθεί και αφορούν σε επενδυτικά σχέδια, για την υπαγωγή των οποίων γνωμοδότησαν κατά περίπτωση, ως και για θέματα επενδύσεων που έχουν υπαχθεί σε προγενέστερους επενδυτικούς νόμους, εφόσον οι σχετικοί φάκελοι των επενδύσεων αυτών είναι της αρμοδιότητας των κατά περίπτωση αντίστοιχων υπηρεσιών ή φορέων και τηρούνται σε αυτούς.»

ζ. Η περίπτωση ζ' της παραγράφου 15 του άρθρου 7 αντικαθίσταται ως εξής:

«ζ. Δεν μπορούν να συμμετέχουν στις συνεδριάσεις των παραπάνω γνωμοδοτικών επιτροπών τα μέλη, σύμβουλοι ή φυσικά πρόσωπα που συμμετέχουν στο εταιρικό ή μετοχικό κεφάλαιο ή στη διοίκηση επιχειρήσεων ή έχουν καταρτίσει ή συμμετάσχει στην κατάρτιση επενδυτικών σχεδίων ή έχουν αξιολογήσει ή ελέγξει αιτήσεις υπαγωγής, κατά την τελευταία πενταετία, που

έχουν υπαχθεί στους νόμους 3299/2004 και 2601/1998 ή έχουν υποβάλει αίτηση για να υπαχθούν στις διατάξεις του παρόντος, εφόσον στις συνεδριάσεις αυτές εξετάζονται θέματα των επιχειρήσεων αυτών ή θέματα άλλων επιχειρήσεων ίδιου ή συναφούς αντικειμένου.»

η. Η παράγραφος 21 του άρθρου 7 αντικαθίσταται ως εξής:

«21. Σύστημα υποβολής, αξιολόγησης και παρακολούθησης

Για την υποστήριξη των διαδικασιών ηλεκτρονικής υποβολής των αιτημάτων των επενδυτών που αφορούν τις ενισχύσεις επιχορήγησης ή και επιδότησης χρηματοδοτικής μίσθωσης ή επιδότησης του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης και των δηλώσεων που αφορούν την ενίσχυση της φορολογικής απαλλαγής, καθώς και των διαδικασιών αξιολόγησης, παρακολούθησης και ελέγχου των επενδύσεων, προβλέπεται η λειτουργία πληροφοριακού συστήματος εγκατεστημένου στους κατά τόπους αρμόδιους φορείς και υπηρεσίες.

Οι επενδυτές και οι αρμόδιοι φορείς και υπηρεσίες υποχρεούνται να καταχωρούν στο Πληροφοριακό Σύστημα τις απαραίτητες πληροφορίες που σχετίζονται με την εφαρμογή του παρόντος νόμου. Με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών ρυθμίζονται θέματα σχετικά με την οργάνωση, διαχείριση και λειτουργία του Πληροφοριακού Συστήματος και προσδιορίζονται τα στοιχεία που καταχωρούνται, ο χρόνος υποβολής τους, οι υποχρεώσεις των φορέων και κάθε άλλη σχετική λεπτομέρεια.»

7. α. Η υποπερίπτωση iii της περίπτωσης α' της παραγράφου 1 του άρθρου 8 αντικαθίσταται ως εξής:

«iii. Παρέχεται η δυνατότητα προκαταβολής που συνολικά δεν μπορεί να υπερβαίνει το 50% της προβλεπόμενης στη σχετική απόφαση υπαγωγής της επένδυσης επιχορήγησης, με την προσκόμιση ισόποσης εγγυητικής επιστολής προσαυξημένης κατά 10% από τράπεζα που είναι εγκατεστημένη και λειτουργεί νόμιμα στην Ελλάδα. Η ανωτέρω προκαταβολή αποτελεί μέρος της συνολικά καταβαλλόμενης επιχορήγησης. Σε περίπτωση χορήγησης του συνόλου της προκαταβολής δεν εφαρμόζεται η ανωτέρω υποπερίπτωση (i).»

β. Τα δύο πρώτα εδάφια της παραγράφου 7 του άρθρου 8 αντικαθίστανται ως εξής:

«Οι επιχορηγήσεις επενδύσεων, οι επιδοτήσεις χρηματοδοτικής μίσθωσης, οι επιχορηγήσεις του μισθολογικού κόστους της απασχόλησης καταβάλλονται με βάση τις διατάξεις του παρόντος και καλύπτονται από τον προϋπολογισμό Δημοσίων Επενδύσεων στον οποίο εγγράφεται η σχετική προβλεπόμενη δαπάνη για κάθε οικονομικό έτος ή και από κοινοτικά κονδύλια. Στην περίπτωση της συγχρηματοδότησης επένδυσης ή της χρηματοδότησης αυτής αποκλειστικά από κοινοτικά κονδύλια γνωστοποιείται αυτό στον φορέα της επένδυσης, ο οποίος οφείλει να τηρεί τις οριζόμενες από την Κοινοτική Νομοθεσία διαδικαστικές προϋποθέσεις καταβολής της επιχορήγησης.

Οι παραπάνω ενισχύσεις που καταβάλλονται με βάση τις διατάξεις του παρόντος απαλλάσσονται από κάθε φόρο, τέλος χαρτοσήμου ή δικαίωμα, καθώς και από κάθε άλλη επιβάρυνση σε όφελος του Δημοσίου ή τρίτου.»

8.α. Το εδάφιο β' της παραγράφου 3 του άρθρου 9 διαγράφεται.

β. Στο ίδιο άρθρο προστίθεται παράγραφος 4 με το εξής περιεχόμενο:

«4. Ίδρυση μικρών επιχειρήσεων

Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, κατόπιν προηγούμενης έγκρισης από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ενισχύεται η δημιουργία πολύ μικρών ή μικρών επιχειρήσεων, καθώς και η υλοποίηση δαπανών των επιχειρήσεων αυτών που έχουν ιδρυθεί κατά την τελευταία πενταετία. Οι παρεχόμενες ενισχύσεις της παραγράφου αυτής δεν θα υπερβαίνουν το ποσό των δύο εκατομμυρίων (2.000.000) ευρώ για κάθε πολύ μικρή ή μικρή επιχείρηση που είναι εγκατεστημένη στις περιφέρειες της υποπερίπτωσης (i) της περίπτωσης β' της παρούσας παραγράφου και του ενός εκατομμυρίου (1.000.000) ευρώ στις περιφέρειες της υποπερίπτωσης (ii) της ίδιας περίπτωσης.

Το ετήσιο ποσό των χορηγούμενων ενισχύσεων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 33% των συνολικών ποσών ενίσχυσης σε κάθε επιχείρηση.

Με την ίδια απόφαση ορίζονται:

α. Δαπάνες που μπορεί να αφορούν είτε

i. υπηρεσίες νομικές, διοικητικής υποστήριξης και παροχής συμβουλών που έχουν άμεση σχέση με τη δημιουργία της επιχείρησης είτε και

ii. δαπάνες που πραγματοποιούνται κατά τα πρώτα πέντε έτη μετά την ίδρυση της επιχείρησης και αναφέρονται σε:

- τόκους εξωτερικής χρηματοδότησης και μερίσματα των χρησιμοποιούμενων ιδίων κεφαλαίων, με επιτόκιο που δεν υπερβαίνει το επιτόκιο αναφοράς,
- έξοδα μίσθωσης εγκαταστάσεων/εξοπλισμού παραγωγής,
- δαπάνες για ενέργεια, ύδρευση και θέρμανση, οι φόροι (εκτός του Φ.Π.Α. και των εταιρικών φόρων) και οι διοικητικές επιβαρύνσεις,
- αποσβέσεις, έξοδα χρηματοδοτικής μίσθωσης εγκαταστάσεων/εξοπλισμού παραγωγής, καθώς και έξοδα μισθοδοσίας, συμπεριλαμβανομένων των υποχρεωτικών εισφορών κοινωνικής ασφάλισης, υπό την προϋπόθεση ότι για τις συναφείς επενδύσεις ή μέτρα δημιουργίας θέσεων εργασίας και πρόσληψης δεν έχουν δοθεί άλλου είδους ενισχύσεις.

β. Τα ποσοστά ενίσχυσης που δεν δύνανται να υπερβαίνουν:

i. στις περιφέρειες του άρθρου 87 παράγραφος 3 στοιχείο α' της συνθήκης Ε.Ε. το 35% των ενισχυόμενων δαπανών που πραγματοποιούνται κατά τα τρία πρώτα έτη μετά την ίδρυση της επιχείρησης και το 25% κατά τα δύο επόμενα έτη,

ii. στις περιφέρειες του άρθρου 87 παράγραφος 3 στοιχείο γ' της συνθήκης Ε.Ε. το 25% των ενισχυόμενων δαπανών που πραγματοποιούνται κατά τα τρία πρώτα έτη μετά την ίδρυση της επιχείρησης και το 15% κατά τα δύο επόμενα έτη. Τα

παρεχόμενα ποσοστά της υποπερίπτωσης (i) είναι δυνατόν να προσαυξάνονται κατά 5%

- στις περιφέρειες που το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. είναι μικρότερο του 60% του μέσου όρου των 25 Κρατών

- Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης,

- στα μικρά νησιά με πληθυσμό μικρότερο των πέντε χιλιάδων (5.000) κατοίκων.

γ. Με την ίδια απόφαση δύναται να καθορίζονται περιοχές της Επικράτειας στις οποίες θα παρέχονται οι ενισχύσεις της παραγράφου αυτής, τομείς στους οποίους θα δραστηριοποιούνται οι ενισχυόμενες επιχειρήσεις, η διάρκεια του καθεστώτος, το είδος και τα ποσοστά των χορηγούμενων ενισχύσεων, το σύνολο ή μέρος των οριζόμενων στην περίπτωση α' δαπανών, οι αναγκαίες παρεκκλίσεις από τις ρυθμίσεις των λοιπών διατάξεων του παρόντος νόμου που αφορούν τη νομική μορφή των επιχειρήσεων, το ελάχιστο κόστος ενισχυόμενου επενδυτικού σχεδίου, την ίδια συμμετοχή, τον τρόπο και τα κριτήρια αξιολόγησης, τη διαδικασία παροχής των ενισχύσεων, καθώς και κάθε άλλη λεπτομέρεια που θα συμβάλλει στην εφαρμογή της μορφής αυτής χορήγησης κινήτρων σε ιδιωτικές επιχειρήσεις.»

9. α. Η υποπερίπτωση α' της περίπτωσης Β' της παραγράφου 1 του άρθρου 10 καταργείται.

Στην περίπτωση Δ' της παραγράφου 2 προστίθεται εδάφιο:

«Κάθε αλλαγή της εταιρικής σύνθεσης του φορέα της επένδυσης οφείλει να γνωστοποιείται στην αρμόδια υπηρεσία.

Εάν διαπιστωθεί κατά την ολοκλήρωση της επένδυσης ότι λόγω αλλαγής της εταιρικής σύνθεσης ο φορέας του επενδυτικού σχεδίου έπαυσε να είναι μεσαία ή μικρή επιχείρηση, αφαιρείται από την ενίσχυση το αντιστοιχο ποσοστό που όριζε η απόφαση υπαγωγής λόγω αυτής της ιδιότητας.»

10. α. Η περίπτωση ζ' της παραγράφου 2 του άρθρου 12 αντικαθίσταται ως εξής:

«ζ. Μέχρι την έκδοση της προβλεπόμενης στην παράγραφο 18 του άρθρου 5 κοινής υπουργικής απόφασης για τον καθορισμό του είδους και της έκτασης των έργων ολοκληρωμένης μορφής εκσυγχρονισμού: α) ξενοδοχειακής μονάδας ή: β) των τουριστικών οργανωμένων κατασκηνώσεων (campings), διατηρούνται σε ισχύ και εφαρμόζονται για τον παρόντα νόμο αα) η κανονιστική απόφαση 43965/30.11.1994 που έχει εκδοθεί κατ' εφαρμογή της περίπτωσης λβ' της παραγράφου 1 του άρθρου 2 του κ.ν. 1892/1990 και διατηρήθηκε σε ισχύ σύμφωνα με τη μεταβατική διάταξη της περίπτωσης ε' της παραγράφου 2 του άρθρου 14 του ν. 2601/1998, όπως ίσχυε και ββ) η υπ' αριθμ. 58692/5.8.1998 κανονιστική απόφαση που είχε εκδοθεί σύμφωνα με το εδάφιο β' της παραγράφου 20 του άρθρου 6 του ν. 2601/1998, αντιστοίχως.

Η παραπάνω απόφαση της υποπερίπτωσης ββ' της περίπτωσης αυτής έχει εφαρμογή και για τα επενδυτικά σχέδια τουριστικών οργανωμένων κατασκηνώσεων (campings) που έχουν υποβληθεί έως την ημερομηνία λήξης υποβολής των αιτήσεων στις διατάξεις του ν. 3299/ 2004.»

β. i. Στην περίπτωση στ' της παραγράφου 2 του άρθρου 12 αντί της αναφοράς στην παράγραφο 16 του άρθρου 6 του ν. 2601/1998 νοείται αναφορά στην παράγραφο 18 του παραπάνω άρθρου.

ii. Στις περιπτώσεις ιγ' και ιδ' της παραγράφου 2 του άρθρου 12, όπου γίνεται αναφορά στο άρθρο 8 του παρόντος νόμου νοείται αναφορά στο άρθρο 7 του ίδιου νόμου.

iii. Στην περίπτωση κ' της παραγράφου 2 του άρθρου 12 αντικαθίσταται η φράση «περίπτωση β' της παραγράφου 1» με τη φράση «περίπτωση α' της παραγράφου 4».

11. Η ισχύς των διατάξεων του άρθρου αυτού αρχίζει την 1η Ιανουαρίου 2007.

A.3 ΝΟΜΟΣ 3468/2006

ΝΟΜΟΣ 3468/2006

**Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
και λοιπές διατάξεις
(Φ.Ε.Κ. Α' 129/27.06.2006)**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α'

Άρθρο 1

Σκοπός

Με τις διατάξεις του παρόντος νόμου αφ' ενός μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2001 για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» (ΕΕΕΚ L 283) και αφ' ετέρου προωθείται, κατά προτεραιότητα, στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και μονάδες Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).

Άρθρο 2

Ορισμοί

Για την εφαρμογή του παρόντος νόμου, οι όροι που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις του έχουν την ακόλουθη έννοια:

1. Αδειούχος: Ο κάτοχος άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α..

2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.): Οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η βιομάζα, τα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, τα βιοαέρια, η γεωθερμική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

3. Αρμόδια Αρχή κράτους – μέλους: Ο αρμόδιος Φορέας που είναι ανεξάρτητος από τις δραστηριότητες παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και έχει οριστεί για την επίβλεψη της έκδοσης των Εγγυήσεων Προέλευσης.

4. Αυτόνομος Παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.: Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Α.Π.Ε. και του οποίου ο σταθμός δεν είναι συνδεδεμένος με το Σύστημα ή το Δίκτυο.

5. Αυτόνομο Ηλεκτρικό Σύστημα Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών: Το ηλεκτρικό σύστημα που τροφοδοτεί τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας ενός ή περισσότερων νησιών, διασυνδεδεμένων μεταξύ τους, το οποίο δεν είναι συνδεδεμένο με το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο ή το Σύστημα και περιλαμβάνει, ιδίως, σταθμούς παραγωγής, δίκτυο χαμηλής, μέσης ή και υψηλής τάσης, υποσταθμούς υποβιβασμού της τάσης και κάθε άλλο εξοπλισμό αναγκαίο για τη λειτουργία του.

6. Αυτοπαραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α: Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από μονάδες Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α, κυρίως για δική του χρήση και διοχετεύει τυχόν πλεόνασμα της ενέργειας αυτής στο Σύστημα ή στο Δίκτυο.

7. Βιοκαύσιμο: Το υγρό ή αέριο καύσιμο που παράγεται από βιομάζα και ειδικότερα:

α) Βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης): Οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (ΜΛΟ-FAME) που παράγονται από φυτικά ή και ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητας πετρελαίου ντίζελ, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

β) Βιοαιθανόλη: Η αιθανόλη που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

γ) Βιοαέριο: Το καύσιμο αέριο που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαριστεί και να αναβαθμισθεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως Βιοκαύσιμο, ή το ξυλαέριο.

δ) Βιομεθανόλη: Η μεθανόλη που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

ε) Βιοδιμεθυλαιθέρας: Ο διμεθυλαιθέρας που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

στ) Βιο-ΕΤΒΕ: Ο αιθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (ΕΤΒΕ) που παράγεται από βιοαιθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-ΕΤΒΕ που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 47% επί του συνόλου του.

ζ) Βιο-ΜΤΒΕ: Ο μεθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (ΜΤΒΕ) που παράγεται από βιομεθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-ΜΤΒΕ που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 36% επί του συνόλου του.

η) Συνθετικά Βιοκαύσιμα: Οι συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή τα μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγονται από Βιομάζα.

θ) Βιοϋδρογόνο: Το υδρογόνο που παράγεται από Βιομάζα ή βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

ι) Καθαρά Φυτικά Έλαια: Τα έλαια που παράγονται από ελαιούχα φυτά μέσω συμπίεσης, έκθλιψης ή ανάλογων μεθόδων, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητήρα ή εξοπλισμού και τις αντίστοιχες απαιτήσεις εκπομπών αερίων ρύπων, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

8. Βιομάζα: Το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχονται από τις γεωργικές, συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών, τις δασοκομικές και τις συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων.

9. Δίκτυο: Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού Α.Ε. (Δ.Ε.Η. Α.Ε.) που είναι εγκατεστημένο στην ελληνική επικράτεια, το οποίο αποτελείται από γραμμές μέσης και χαμηλής τάσης και εγκαταστάσεις διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και από γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης, που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο αυτό. Το Δίκτυο, εκτός από το δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, συνδέεται στο Σύστημα μέσω των υποσταθμών υψηλής τάσης και μέσης τάσης (ΥΤ/ΜΤ). Όριο μεταξύ Συστήματος και Δικτύου αποτελεί το διακοπτικό μέσο που βρίσκεται στην πλευρά της ΥΤ του μετασχηματιστή ισχύος του υποσταθμού και το οποίο αποτελεί στοιχείο του Δικτύου. Για τις περιοχές, στο Δίκτυο των οποίων ανήκουν γραμμές ΥΤ, το όριο μεταξύ Συστήματος και Δικτύου καθορίζεται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από εισήγηση του Διαχειριστή του Συστήματος και του Διαχειριστή του Δικτύου και γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), καθώς και του Κυρίου του Συστήματος και του Δικτύου.

10. Εγγύηση Προέλευσης ή Εγγύηση: Το έγγραφο που εκδίδεται από το Φορέα Έκδοσης και πιστοποιεί την παραγωγή συγκεκριμένης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε..

11. Εγκατεστημένη Ισχύς σταθμού Α.Π.Ε.: Το άθροισμα της ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος όλων των μονάδων παραγωγής που περιλαμβάνει ο σταθμός Α.Π.Ε.. Ως ονομαστική ισχύς κάθε μονάδας παραγωγής ορίζεται η μέγιστη

ηλεκτρική ισχύς της μονάδας, που προκύπτει από τα σχετικά πιστοποιητικά έγγραφα των κατασκευαστών των μονάδων αυτών και των φορέων που είναι αρμόδιοι για την πιστοποίηση των μονάδων παραγωγής, όταν η μονάδα λειτουργεί, συνεχώς, για χρονικό διάστημα τουλάχιστον δεκαπέντε λεπτών.

12. Ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε: Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από:

α) εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Α.Π.Ε. ή

β) εγκαταστάσεις συμπαραγωγής με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Α.Π.Ε. ή

γ) Υβριδικούς Σταθμούς, κατά την έννοια της παραγράφου 25, κατά το μέρος που η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Α.Π.Ε.. Στην ενέργεια αυτή περιλαμβάνεται και η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσης του σταθμού, εφόσον αυτή παράγεται από Α.Π.Ε., μη συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στα συστήματα αποθήκευσης του σταθμού.

13. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη Χώρα: Η εγχώρια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής των Αυτοπαραγωγών, στην οποία προστίθενται οι εισαγωγές και αφαιρούνται οι εξαγωγές (ακαθάριστη εθνική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας).

14. Μέγιστη Ισχύς Παραγωγής Σταθμού Α.Π.Ε.: Η ηλεκτρική ισχύς που επιτρέπεται να παρέχεται, κατά ανώτατο όριο, από σταθμό Α.Π.Ε. στο σημείο σύνδεσής του με το Δίκτυο. Επιτρέπεται υπέρβαση της μέγιστης ισχύος παραγωγής μέχρι ποσοστού 5%, εφόσον η υπέρβαση αυτή εμφανίζεται σε μικρή συχνότητα, κατά τα καθοριζόμενα στον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής που προβλέπεται στην παράγραφο 3 του άρθρου 5. Για τον έλεγχο της υπέρβασης, ως μέγιστη τιμή ισχύος θεωρείται η μέση τιμή ισχύος των μετρήσεων που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια χρονικού διαστήματος δεκαπέντε λεπτών.

15. Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά: Τα νησιά της Ελληνικής Επικράτειας των οποίων το Δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας δεν συνδέεται με το Σύστημα και το Δίκτυο διανομής της ηπειρωτικής χώρας.

16. Μηχανισμός Διασφάλισης: Ο μηχανισμός με τον οποίο διασφαλίζεται από τον Φορέα Ελέγχου η αξιόπιστη λειτουργία του Συστήματος Εγγύησης, καθώς και η ακρίβεια και η εγκυρότητα των Εγγυήσεων που εκδίδονται από τους οικείους φορείς.

17. Οδηγία: Η Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 για την «Προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας».

18. Παραγωγός από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.: Ο παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ή από μονάδες Συμπαγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).

19. Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας (Σ.Η.Θ.): Η ταυτόχρονη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ή και μηχανικής ενέργειας στο πλαίσιο μιας μόνο διαδικασίας.

20. Συμπαγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α): Η συμπαγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 10 %, σε σχέση με τη θερμική και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών, καθώς και η παραγωγή από Μονάδες Συμπαγωγής Μικρής και Πολύ Μικρής Κλίμακας που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ανεξάρτητα από το ποσοστό της εξοικονόμησης. Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, όπου αυτός απαιτείται, γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στην περίπτωση β' του Παραρτήματος ΙΙΙ της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ (L 52).

21. Συμπαγωγή Μικρής Κλίμακας: Η μονάδα συμπαγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη του ενός (1) MW_e.

22. Συμπαγωγή Πολύ Μικρής Κλίμακας: Η μονάδα συμπαγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη των πενήντα (50) kW_e.

23. Σύστημα: Οι γραμμές υψηλής τάσης, οι εγκατεστημένες στην ελληνική επικράτεια διασυνδέσεις, χερσαίες ή θαλάσσιες και όλες οι συναφείς εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις ελέγχου που απαιτούνται για την ομαλή, ασφαλή και αδιάλειπτη διακίνηση ηλεκτρικής ενέργειας από έναν σταθμό παραγωγής σε έναν υποσταθμό, από έναν υποσταθμό σε άλλον υποσταθμό ή προς ή από οποιαδήποτε διασύνδεση. Στο Σύστημα δεν περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο, καθώς και το Δίκτυο των μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

24. Σύστημα Εγγύησης: Το σύνολο των κανόνων και των διαδικασιών που ορίζονται από τον παρόντα νόμο, καθώς και τις κανονιστικές διατάξεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του, για την έκδοση των Εγγυήσεων Προέλευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

25. Υβριδικός Σταθμός: Κάθε σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που:

α) Χρησιμοποιεί μία, τουλάχιστον, μορφή Α.Π.Ε..

β) Η συνολική ενέργεια που απορροφά από το Δίκτυο, σε ετήσια βάση, δεν υπερβαίνει το 30% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσης του σταθμού αυτού. Ως ενέργεια που απορροφά ο Υβριδικός Σταθμός από το Δίκτυο, κατά το προηγούμενο εδάφιο, ορίζεται η διαφορά μεταξύ της ενέργειας που μετράται κατά την είσοδό της στο

σταθμό και της ενέργειας που αποδίδεται απευθείας στο Δίκτυο από τις μονάδες Α.Π.Ε. του Υβριδικού Σταθμού. Η διαφορά αυτή υπολογίζεται, για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, σε ωριαία βάση. Αν για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας εφαρμόζεται τεχνολογία διαφορετική από αυτή των φωτοβολταϊκών, μπορεί να χρησιμοποιείται και συμβατική ενέργεια που δεν απορροφάται στο Δίκτυο, εφόσον η χρήση της ενέργειας αυτής κρίνεται αναγκαία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η χρησιμοποιούμενη συμβατική ενέργεια δεν μπορεί να υπερβαίνει το 10% της συνολικής ενέργειας που παράγεται, σε ετήσια βάση, από τις μονάδες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.

γ) Η μέγιστη ισχύς παραγωγής των μονάδων του σταθμού Α.Π.Ε. δεν μπορεί να υπερβαίνει την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων αποθήκευσης του σταθμού αυτού, προσαυξημένη κατά ποσοστό μέχρι 20%.

26. Φορείς Έκδοσης: Οι φορείς που ορίζονται στην παράγραφο 1 του άρθρου 16.

27. Φορέας Ελέγχου: Ο φορέας που ορίζεται στην παράγραφο 2 του άρθρου 16.

28. Κατά τα λοιπά, για την εφαρμογή των διατάξεων του παρόντος νόμου, ισχύουν οι ορισμοί των διατάξεων του ν. 2773/1999 (ΦΕΚ 286 Α'), όπως ισχύει, καθώς και των σχετικών διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας και των κανονιστικών πράξεων που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β' **ΑΔΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Άρθρο 3 **Άδεια Παραγωγής**

1. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α απαιτείται σχετική άδεια.

Η άδεια αυτή χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), με βάση τα κριτήρια:

α) Της εθνικής ασφάλειας.

β) Της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας.

γ) Της εν γένει ασφάλειας των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του Συστήματος και του Δικτύου.

δ) Της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου για το οποίο υποβάλλεται η σχετική αίτηση, όπως η αποδοτικότητα αυτή προκύπτει, για τα έργα Α.Π.Ε., από μετρήσεις του δυναμικού Α.Π.Ε. και για τις μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. από τα ενεργειακά ισοζύγιά τους. Ειδικά, για το αιολικό δυναμικό, οι υποβαλλόμενες μετρήσεις πρέπει να έχουν εκτελεστεί από πιστοποιημένους φορείς, σύμφωνα με το πρότυπο DIN-EN ISO/IEC 17025 του 2000, όπως αυτό ισχύει κάθε φορά.

ε) Της ωριμότητας της διαδικασίας υλοποίησης του έργου, όπως αυτή προκύπτει από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, γνωμοδοτήσεις αρμόδιων υπηρεσιών, καθώς και από άλλα συναφή στοιχεία.

στ) Της εξασφάλισης ή της δυνατότητας εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

ζ) Της δυνατότητας του αιτούντος να υλοποιήσει το έργο με βάση την οικονομική, επιστημονική και τεχνική επάρκειά του. Αν ο αιτών είναι νεοσύστατο νομικό πρόσωπο, η δυνατότητα αυτή αξιολογείται στα πρόσωπα που συμμετέχουν, σε αυτό, ως εταίροι ή μέτοχοι.

η) Της διασφάλισης παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και προστασίας των Πελατών.

θ) Της προστασίας του περιβάλλοντος, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε..

2. Η Ρ.Α.Ε., μπορεί, πριν εκδώσει τη γνωμοδότησή της κατά την παράγραφο 1, να συνεργάζεται με τον Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου ή των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών για τον, καταρχάς, καθορισμό του τρόπου και του σημείου σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα ή το Δίκτυο.

Η Ρ.Α.Ε. εξετάζει αν πληρούνται τα κριτήρια των περιπτώσεων α' - η' της παραγράφου 1 και, πριν διατυπώσει τη γνώμη της, διαβιβάζει την Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.) στις περιπτώσεις που αυτή απαιτείται σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις, στην αρχή που είναι αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση. Η αρχή αυτή γνωμοδοτεί επί της Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και διαβιβάζει τη γνωμοδότησή της στη Ρ.Α.Ε. εντός εξήντα (60) ημερών από τη συμπλήρωση του φακέλου της Π.Π.Ε..

Η Ρ.Α.Ε., μετά την έκδοση της γνωμοδότησης κατά το προηγούμενο εδάφιο, υποβάλλει τη γνώμη της στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός τεσσάρων (4) μηνών από τη γνωστοποίηση, σε αυτήν, της δημοσίευσης της αίτησης κατά τα οριζόμενα στην απόφαση που εκδίδεται σύμφωνα με τις παραγράφους 1 και 3 του άρθρου 5, εφόσον ο φάκελος της αίτησης είναι πλήρης ή από τη συμπλήρωση του φακέλου, όταν αυτή ολοκληρώνεται μετά τη γνωστοποίηση, σύμφωνα με την ίδια απόφαση.

Ο Υπουργός Ανάπτυξης εκδίδει τη σχετική απόφαση εντός δεκαπέντε (15) ημερών από την υποβολή, σε αυτόν, της γνώμης της Ρ.Α.Ε..

3. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- α) τον κάτοχο της, παραγωγό ή αυτοπαραγωγό, φυσικό ή νομικό πρόσωπο,
- β) τον τόπο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,
- γ) την Εγκατεστημένη Ισχύ και τη Μέγιστη Ισχύ Παραγωγής,

δ) τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή τη μορφή Α.Π.Ε., αν χορηγείται για σταθμό Α.Π.Ε.,

ε) τη διάρκεια ισχύος της,

στ) το ή τα πρόσωπα τα οποία έχουν την οικονομική δυνατότητα για τη χρηματοδότηση και υλοποίηση του έργου.

4. Η άδεια παραγωγής χορηγείται για χρονικό διάστημα μέχρι είκοσι πέντε (25) ετών και μπορεί να ανανεώνεται, μέχρι ίσο χρόνο. Εάν εντός είκοσι τεσσάρων (24) μηνών και, στις περιπτώσεις της παραγράφου 9, εντός τριάντα έξι (36) μηνών, από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής δεν έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, η άδεια παραγωγής ανακαλείται.

Στο χρονικό διάστημα των είκοσι τεσσάρων (24) μηνών δεν υπολογίζονται:

α) Ο χρόνος δικαστικής αναστολής της εκτέλεσης οποιασδήποτε άδειας ή έγκρισης που απαιτείται για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης.

β) Ο χρόνος καθυστέρησης για τη λήψη της άδειας εγκατάστασης, εφόσον η καθυστέρηση δεν οφείλεται, αποδεδειγμένα, σε παράλειψη ή σε οποιαδήποτε μορφής υπαιτιότητα του κατόχου της άδειας παραγωγής.

Στις ανωτέρω περιπτώσεις, το χρονικό διάστημα των είκοσι τεσσάρων (24) μηνών μπορεί να παρατείνεται μετά από αίτηση του Αδειούχου, που υποβάλλεται στη Ρ.Α.Ε. πριν από την παρέλευσή του, για όσο χρόνο εξακολουθούν να υφίστανται οι λόγοι των ανωτέρω περιπτώσεων.

Δεν συνιστούν λόγο παράτασης του ανωτέρω χρονικού διαστήματος η τροποποίηση της άδειας παραγωγής λόγω μεταβολής της μετοχικής σύνθεσης του κατόχου αυτής ή του τόπου εγκατάστασης ή της Εγκατεστημένης ή της Μέγιστης Ισχύος, καθώς και η μεταβίβαση της άδειας σε άλλο πρόσωπο.

5. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. μπορεί να τροποποιείται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., ύστερα από σχετική αίτηση του κατόχου της. Η άδεια παραγωγής τροποποιείται σε περίπτωση μεταβολής των στοιχείων της που αναφέρονται στην παράγραφο 3, πλην του στοιχείου της περίπτωσης ε' της παραγράφου αυτής.

Δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας:

α) Αν η Εγκατεστημένη Ισχύς ή η Μέγιστη Ισχύς Παραγωγής σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέεται με το Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο μεταβληθεί, μία μόνο φορά, σε ποσοστό μέχρι 10%, χωρίς εκ της μεταβολής αυτής να επέρχεται αύξηση του εμβαδού του γηπέδου. Στην περίπτωση αυτή, η άδεια εγκατάστασης που προβλέπεται στο άρθρο 8 τροποποιείται, μετά από επαναδιατύπωση των όρων σύνδεσης του σταθμού από το Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου. Η διάταξη της παρούσας περίπτωσης δεν ισχύει για περιοχές με κορεσμένα δίκτυα. Η δυνατότητα απορρόφησης ισχύος για τις περιοχές με κορεσμένα δίκτυα διαπιστώνεται με απόφαση της Ρ.Α.Ε., μετά από εισήγηση του Διαχειριστή του Συστήματος ή του

Δικτύου. Η απόφαση αυτή δημοσιοποιείται, με επιμέλεια της Ρ.Α.Ε., στο διαδίκτυο ή με οποιονδήποτε άλλο πρόσφορο τρόπο.

β) Αν μεταβληθεί η κατοικία ή η έδρα του Αδειούχου.

Στις περιπτώσεις που δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής, ο κάτοχος αυτής ενημερώνει τη Ρ.Α.Ε. και τον Υπουργό Ανάπτυξης για τις σχετικές μεταβολές. Αν ο Αδειούχος παραλείψει την ενημέρωση αυτή, επιβάλλονται σε βάρος του οι κυρώσεις που προβλέπονται στο άρθρο 22.

Για την τροποποίηση της άδειας παραγωγής, η Ρ.Α.Ε. υποβάλλει τη γνώμη της στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός εξήντα (60) ημερών από τη δημοσίευση της αίτησης, κατά τα οριζόμενα στην απόφαση που εκδίδεται σύμφωνα με τις παραγράφους 1 και 3 του άρθρου 5, εφόσον ο φάκελος της αίτησης είναι πλήρης ή από τη συμπλήρωση του φακέλου, όταν αυτή ολοκληρώνεται μετά τη δημοσίευση της αίτησης, σύμφωνα με την προαναφερόμενη απόφαση.

γ) Αν από τις επερχόμενες μεταβολές των στοιχείων της άδειας παραγωγής που ορίζονται στην παράγραφο 3 δεν επηρεάζεται η αξιολόγηση των κριτηρίων που προβλέπονται στην παράγραφο 1.

6. Ο κάτοχος άδειας παραγωγής μπορεί, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., να μεταβιβάσει την άδειά του σε άλλο πρόσωπο, εφόσον πληρούνται τα κριτήρια που ορίζονται στην παράγραφο 1.

7. Κατά τη χορήγηση της άδειας παραγωγής για σταθμούς Α.Π.Ε. στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά ή σε περιοχές με κορεσμένα ηλεκτρικά δίκτυα ή άλλους υφιστάμενους περιορισμούς που αφορούν την εγκατάσταση σταθμών Α.Π.Ε., οι αιτήσεις Αυτοπαραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ικανοποιούνται, κατά προτεραιότητα, έναντι άλλων αιτήσεων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε..

8. Η χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. δεν απαλλάσσει τον κάτοχό της από την υποχρέωση λήψης άλλων αδειών ή εγκρίσεων που προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία, όπως η έγκριση περιβαλλοντικών όρων και οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας. Η χορήγηση άδειας παραγωγής αποτελεί προϋπόθεση της υποβολής αιτήματος για τη χορήγηση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.). Επιτρέπεται, πριν από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής, η εξέταση, από τις αρμόδιες υπηρεσίες, αιτήσεων για την έκδοση γνωμοδοτήσεων σχετικών με την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που απαιτούνται στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

9. Κατά την αξιολόγηση των αιτήσεων για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., που υποβάλλονται από νομικά πρόσωπα, στο μετοχικό ή εταιρικό κεφάλαιο των οποίων μετέχουν τουλάχιστον είκοσι (20) πρόσωπα, το καθένα από τα οποία έχει μετοχική ή εταιρική

συμμετοχή, κατ' ανώτατο όριο, μέχρι εκατό χιλιάδες (100.000) ευρώ, ισχύουν τα ακόλουθα:

α) Η οικονομική δυνατότητα υλοποίησης του έργου από τον αιτούντα κατά την περίπτωση ζ' της παραγράφου 1 καθορίζεται σε ποσοστό μικρότερο από το οριζόμενο στην απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται κατά την παράγραφο 3 του άρθρου 5. Το ποσοστό αυτό δεν μπορεί να υπολείπεται του 15% επί του προϋπολογιζόμενου κόστους κατασκευής του έργου.

β) Συνεκτιμάται η συμμετοχή, στο νομικό πρόσωπο, φυσικών προσώπων που είναι δημότες του οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) πρώτου ή δεύτερου βαθμού ή επιχειρήσεων των οργανισμών αυτών, ή τοπικών συλλόγων ή αστικών μη κερδοσκοπικών εταιρειών, που έχουν την έδρα τους εντός των διοικητικών ορίων του οικείου Ο.Τ.Α., όπου πρόκειται να εγκατασταθεί το έργο.

10. Κατά τη διαδικασία αξιολόγησης των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής, καθώς και του έλεγχου τήρησης των όρων που περιλαμβάνονται στην άδεια αυτή, η Ρ.Α.Ε. μπορεί να συνεργάζεται με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), στο πλαίσιο σχετικής συμφωνίας για την παροχή, από αυτό, υπηρεσιών τεχνικού συμβούλου υπό την εποπτεία και τις οδηγίες της.

Άρθρο 4

Εξαιρέσεις από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής

1. Εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής πρόσωπα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από σταθμούς οι οποίοι εγκαθίστανται σε ακίνητο ή όμορα ακίνητα τα οποία ανήκουν, κατά κυριότητα ή βρίσκονται στη νόμιμη κατοχή των προσώπων αυτών, για όσο χρόνο τα πρόσωπα αυτά είναι κύριοι ή νόμιμοι κάτοχοι, εφόσον η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται:

α) Από φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των εκατόν πενήντα (150) kW_{peak}.

β) Από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των είκοσι (20) kW_e, εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται σε Απομονωμένα Μικροδίκτυα, όπως αυτά ορίζονται στο άρθρο 2 του ν. 2773/1999 ή από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των σαράντα (40) kW_e, εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται στα λοιπά Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των πενήντα (50) KW_e, εφόσον οι σταθμοί αυτοί εγκαθίστανται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα.

γ) Από σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ έως πέντε (5) MW_e, που εγκαθίστανται από εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς φορείς, του δημόσιου ή ιδιωτικού τομέα, για όσο χρόνο οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν αποκλειστικά για εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς σκοπούς.

δ) Από σταθμούς που εγκαθίστανται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), για όσο χρόνο οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν για τη διενέργεια πιστοποιήσεων ή μετρήσεων.

ε) Από λοιπούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των πενήντα (50) kW_e, εφόσον οι σταθμοί αυτοί χρησιμοποιούν Α.Π.Ε., από τις οριζόμενες στην παράγραφο 2 του άρθρου 2, με μορφή διαφορετική από αυτή των ανωτέρω περιπτώσεων.

Οι εξαιρέσεις των περιπτώσεων α', β', γ', δ', και ε' ισχύουν, εφόσον δεν υφίσταται κορεσμός των δικτύων, σύμφωνα με απόφαση της Ρ.Α.Ε. που εκδίδεται κατά την περίπτωση α' της παραγράφου 5 του άρθρου 3.

2. Οι περιπτώσεις εξαιρέσεως από τη λήψη άδειας παραγωγής διαπιστώνονται με απόφαση της Ρ.Α.Ε. που εκδίδεται εντός δέκα (10) εργασίμων ημερών από την υποβολή σχετικής αίτησης, εφόσον η αίτηση αυτή συνοδεύεται από όλα τα αναγκαία στοιχεία ή από τη συμπλήρωση των στοιχείων αυτών.

Η απόφαση αυτή δεν απαιτείται για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., με Εγκατεστημένη Ισχύ έως είκοσι (20) kW_e, εκτός εάν πρόκειται για σταθμούς που εγκαθίστανται σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά όπου υφίσταται κορεσμός του δικτύου, ο οποίος διαπιστώνεται με απόφαση της Ρ.Α.Ε. που εκδίδεται κατά την περίπτωση α' της παραγράφου 5 του άρθρου 3. Τα πρόσωπα που έχουν την ευθύνη της λειτουργίας των σταθμών για τους οποίους δεν εκδίδεται διαπιστωτική απόφαση κατά το προηγούμενο εδάφιο, υποχρεούνται, πριν εγκαταστήσουν τους σταθμούς, να ενημερώνουν τον αρμόδιο Διαχειριστή για τη θέση, την ισχύ και την τεχνολογία των σταθμών αυτών. Αν παραλειφθεί η υποχρέωση ενημέρωσης, η λειτουργία των σταθμών αποβαίνει παράνομη. Ο αρμόδιος Διαχειριστής ενημερώνει, στο τέλος κάθε διμήνου, τον Υπουργό Ανάπτυξης και τη Ρ.Α.Ε. για την εγκατάσταση των ανωτέρω σταθμών.

3. Εξαιρούνται, επίσης, από τη λήψη άδειας παραγωγής οι αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. οι οποίοι δεν συνδέονται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, με Εγκαταστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των πέντε (5) MW_e. Για αυτόνομους σταθμούς με Εγκαταστημένη Ισχύ έως πενήντα (50) kW δεν απαιτείται διαπιστωτική απόφαση της Ρ.Α.Ε. κατά την παράγραφο 2.

4. Ο αρμόδιος Διαχειριστής υποχρεούται, μετά από αίτηση του Αδειούχου, να προβαίνει στις αναγκαίες ενέργειες για τη σύνδεση των σταθμών που αναφέρονται στην παράγραφο 1 με το Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο ή το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εκτός αν συντρέχουν, αποδεδειγμένα, τεχνικοί λόγοι που δικαιολογούν την άρνηση της σύνδεσης, κατά τα οριζόμενα στους αντίστοιχους Κώδικες Διαχείρισης. Με τη αίτηση που υποβάλλεται κατά το προηγούμενο εδάφιο συνυποβάλλονται, υποχρεωτικά,

ο τίτλος της νόμιμης κατοχής του χώρου εγκατάστασης του σταθμού, καθώς και η άδεια ανέγερσης, στο χώρο αυτόν, τυχόν αναγκαίων κτισμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ' ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Άρθρο 13

Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. και από Υβριδικούς Σταθμούς

1. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή μέσω Υβριδικού Σταθμού και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 9, 10 και 12, τιμολογείται, σε μηνιαία βάση, κατά τα ακόλουθα:

α) Η τιμολόγηση γίνεται με βάση την τιμή, σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (MWh), της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου και του Δικτύου Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

β) Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την προηγούμενη περίπτωση γίνεται με βάση τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα:

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμέ-να Νησιά
(α) Αιολική ενέργεια	73	84,6
(β) Αιολική ενέργεια από αιολικά πάρκα στη θάλασσα		90
(γ) Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ έως δεκαπέντε (15) MW _e	73	84,6
(δ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των εκατό (100) kW _{peak} , οι οποίες εγκαθίστανται σε ακίνη ιδιοκτησίας ή νόμιμης κατοχής ή όμορα ακίνητα του ίδιου ιδιοκτήτη ή νομίμου κατόχου	450	500
(ε) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από φωτοβολταϊκές μονάδες, με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των εκατό (100) kW _{peak}	400	450
(στ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ έως πέντε (5) MW _e	250	270
(ζ) Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από μονάδες άλλης τεχνολογίας, πλην αυτής των φωτοβολταϊκών, με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των πέντε (5) MW _e	230	250
(η) Γεωθερμική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια	73	84,6
(θ) Λουπές Α.Π.Ε.	73	84,6
(ι) Σ.Η.Θ.Υ.Α.	73	84,6

Οι τιμές του ανωτέρω πίνακα για τους Αυτοπαραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας ισχύουν μόνο για σταθμούς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. με Εγκατεστημένη Ισχύ έως 35 MW και για το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, το οποίο μπορεί να ανέλθει μέχρι ποσοστό 20% της συνολικά παραγόμενης, από τους σταθμούς αυτούς, ηλεκτρικής ενέργειας, σε ετήσια βάση.

2. Ειδικά, η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο χαμηλής τάσης, γίνεται κάθε τέσσερις (4) μήνες.

A.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΔΕΗ Α.Ε.

Σύνδεση Φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος άνω των 100 kW με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ Α.Ε.

Η διαχείριση των αντίστοιχων αιτημάτων διενεργείται από τη Διεύθυνση Διαχείρισης Δικτύου της ΔΕΗ Α.Ε. οδός Πατησίων 27 Τ.Κ. 104 32 Αθήνα τηλ. 210-5292403.

Σύνδεση Φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος μέχρι και 100 kW με το δίκτυο χαμηλής τάσης της ΔΕΗ Α.Ε.

Η διαδικασία για τη σύνδεσή τους διεκπεραιώνεται από τα κατά τόπους γραφεία της ΔΕΗ Α.Ε. (Έδρες Περιτοχών Διανομής), όπου ο ενδιαφερόμενος μπορεί να απευθύνεται για τυχόν λεπτομέρειες. Τα τηλέφωνα αναγράφονται στους λογαριασμούς ρεύματος. Ακολουθεί Πληροφοριακό Δελτίο και Αίτηση για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού με το δίκτυο.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΧΡΙ 100 kW

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Βήμα 1: Υποβολή αίτησης σύνδεσης (το ειδικό έντυπο διατίθεται από τη ΔΕΗ) στην τοπική μονάδα της ΔΕΗ (Περιοχή), με επισύναψη των εγγράφων και στοιχείων υπ' αριθ. 1 έως και 9 του εντύπου αίτησης.⁽¹⁾

Βήμα 2: Έγγραφη διατύπωση της ΔΕΗ προς τον ενδιαφερόμενο των τεχνικών και οικονομικών όρων σύνδεσης.

Βήμα 3: Έγγραφη αποδοχή των όρων σύνδεσης από τον ενδιαφερόμενο με ταυτόχρονη υποβολή αιτήματος κατάρτισης της Σύμβασης Σύνδεσης.⁽²⁾

Βήμα 4: Κατάρτιση από τη ΔΕΗ της Σύμβασης Σύνδεσης και τηλεφωνική ειδοποίηση του ενδιαφερόμενου να προσέλθει για την υπογραφή της. Καταβολή της προϋπολογιστικής δαπάνης των έργων σύνδεσης ταυτόχρονα με την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης.

Βήμα 5: Έγγραφο αναγγελία της ΔΕΗ προς τον ενδιαφερόμενο της περάτωσης των έργων σύνδεσης.

Βήμα 6: Έγγραφο δήλωση ετοιμότητας της εγκατάστασης από τον ενδιαφερόμενο, προκειμένου να ενεργοποιηθεί η σύνδεση μετά από έλεγχο της ΔΕΗ, αφού προηγουμένως (ή ταυτόχρονα) υποβάλει πλήρη τα στοιχεία υπ' αριθ. 10 έως και 14 του εντύπου αίτησης⁽³⁾ και έχει υπογράψει συμβόλαιο κατανάλωσης ρεύματος.⁽⁴⁾

Βήμα 7: Τηλεφωνική ειδοποίηση του ενδιαφερόμενου από τη ΔΕΗ για τον ορισμό του χρόνου διενέργειας του αναγκαίου ελέγχου της εγκατάστασης, προ της ενεργοποίησης της σύνδεσης, παρουσία του ενδιαφερόμενου ή του εκπροσώπου του.

Βήμα 8: Ενεργοποίηση της σύνδεσης, μετά από την επιτυχή ολοκλήρωση του ελέγχου.⁽⁵⁾

ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

- Σε περίπτωση που τα στοιχεία της αίτησης δεν είναι πλήρη, ή τα συνυποβαλλόμενα έγγραφα και στοιχεία είναι ελλιπή, η αίτηση δεν παραλαμβάνεται. Σε περίπτωση αλλαγής της θέσης εγκατάστασης ή επαύξησης της ισχύος του σταθμού, θα πρέπει να υποβληθεί νέα αίτηση με τα αντίστοιχα δικαιολογητικά. Αλλαγές στην ισχύουσα αίτηση γίνονται δεκτές μόνο σε περιπτώσεις μεταβολής της επωνυμίας του αιτούντος ή μείωσης της ισχύος του σταθμού με υποχρέωση έγγραφης ενημέρωσης για τα αντίστοιχα στοιχεία που μεταβάλλονται, καθώς και μεταβολές του τύπου ή και του κατασκευαστή των πλαισίων και των αντιστροφών με προσκόμιση των αντίστοιχων στοιχείων τους.
- Η υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης προηγείται και είναι προαπαιτούμενη της υπογραφής της Σύμβασης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας (η τελευταία υπογράφεται με το ΔΕΣΜΗΕ προκειμένου για το διασυνδεδεμένο σύστημα ή με τη ΔΕΗ προκειμένου για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά). Η υπογραφή της Σύμβασης Πώλησης προηγείται και είναι προαπαιτούμενη της ενεργοποίησης της σύνδεσης.
- Στο έγγραφο της αρμόδιας Πολεοδομικής Υπηρεσίας (υπ' αριθ. 14 του εντύπου αίτησης) θα επισυνάπτονται και τα στοιχεία υπ' αριθ. 5 του εντύπου αίτησης (**τοπογραφικό σχέδιο και χάρτης ΓΥΣ**), θεωρημένα από την Πολεοδομική Υπηρεσία. Σε περίπτωση που τα στοιχεία υπ' αριθ. 5 του εντύπου αίτησης είναι αθεώρητα, θα πρέπει να ταυτίζονται πλήρως με τα συνυποβαλλόμενα με το υπ' αριθ. 14 έγγραφο της Πολεοδομικής Υπηρεσίας για την πλήρη ταυτοποίηση του υπό σύνδεση σταθμού.

Η Υπεύθυνη Δήλωση Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη (Υ.Δ.Ε.) που θα προσκομιστεί (υπ' αριθ. 11 του εντύπου αίτησης), θα συνοδεύεται από βεβαίωση της αρμόδιας ΔΟΥ.

- Για την υπογραφή συμβολαίου κατανάλωσης ρεύματος χαμηλής τάσης, ο ενδιαφερόμενος θα προσκομίσει έγγραφο του Δήμου για τον καθορισμό των Δημοτικών Τελών (εφόσον υφίσταται υποχρέωση καταβολής), ή απαλλακτικό.
- Εάν κατά τη διενέργεια του ελέγχου διαπιστωθούν ελλείψεις ή δυσλειτουργίες στις εγκαταστάσεις του ενδιαφερόμενου, η σύνδεση θα παραμείνει ανενεργή μέχρις ότου ο ενδιαφερόμενος προβεί στις διορθωτικές ενέργειες που θα του υποδείξει η ΔΕΗ.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ Σταθμοί ισχύος μέχρι 100 kW συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης, μέσω μονοφασικής παροχής προκειμένου για ισχύ μέχρι 5 kW και τριφασικής παροχής προκειμένου για ισχύ άνω των 5 kW και μέχρι τα 100 kW.

Οι προεπιλεγμένες τιμές ρυθμίσεων των προστασιών ορίων τάσεως και συχνότητας θα πρέπει να είναι οι εξής:

	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
Τάση	-20% έως +15% της ονομαστικής	-20% έως +15% της ονομαστικής
Συχνότητα	+/- 0,5 Hz	από 51 Hz έως 47,5 Hz

- Η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση (THD) του ρεύματος των αντιστροφών δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%.
- Εφόσον οι αντιστροφείς δεν διαθέτουν μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυση συνεχούς ρεύματος θα πρέπει να περιορίζεται στο 0,5% του ονομαστικού.
- Η προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης είναι υποχρεωτική. Στο αντίστοιχο πεδίο του εντύπου αίτησης θα περιγράφεται η ακολουθούμενη μέθοδος, η οποία θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο VDE 0126.
- Οι ανωτέρω προστασίες θα εμφανίζονται είτε στα τεχνικά εγχειρίδια των αντιστροφών είτε στα πιστοποιητικά τους.

Για την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, απαιτείται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τη φορολογική νομοθεσία η έκδοση από τον ενδιαφερόμενο τιμολογίων πώλησης και επομένως θα πρέπει να έχει προβεί στην ανάλογη έναρξη επιτηδεύματος ως παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας.



ΔΕΗ/Περιοχή

Αρ. Αίτησης:
Ημερομηνία:

**ΑΙΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ
ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΧΤ**

Στοιχεία Παραγωγού	
Όνομα/επωνυμία ενδιαφερόμενου φυσικού/νομικού προσώπου	
Κατοικία/έδρα ενδιαφερομένου φυσικού/νομικού προσώπου	
ΑΦΜ και ΔΟΥ ενδιαφερόμενου φυσικού/νομικού προσώπου	
Εκπρόσωπος επικοινωνίας με τη ΔΕΗ	
Ταχυδρομική και ηλεκτρονική διεύθυνση	
Τηλέφωνο	
Fax	
Στοιχεία Εγκατάστασης	
Είδος Παραγωγού	<input type="checkbox"/> Αυτοπαραγωγός <input type="checkbox"/> Ανεξάρτητος Παραγωγός
Θέση εγκατάστασης (θέση - τοπωνύμιο, δήμος, νομός)	
Διεύθυνση εγκατάστασης	
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (kW)	

Στοιχεία αδειούχου εγκαταστάτη (επωνυμία, ειδικότητα, διεύθυνση, τηλέφωνο)	
Στοιχεία Φωτοβολταϊκών πλαισίων	
Κατασκευαστής, προέλευση	
Τύπος - μοντέλο	
Ονομαστική ισχύς πλαισίου	
Αριθμός πλαισίων	
Πιστοποιήσεις	
Στοιχεία αντιστροφέα (inverter)	
Κατασκευαστής, προέλευση	
Τύπος - Μοντέλο	
Ονομαστική ισχύς εξόδου	0
Μέγιστη ισχύς εξόδου	
Μέγιστος βαθμός απόδοσης	
Συντελεστής ισχύος	
Διακύμανση τάσης εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)	(προεπιλεγμένη)
	(εύρος ρύθμισης)

Διακύμανση συχνότητας εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)	(προεπιλεγμένη)
	(εύρος ρύθμισης)
Ολική αρμονική παραμόρφωση ρεύματος (THD)	
Έγχυση DC	
Μετασχηματιστής απομόνωσης	Ναι / Όχι
Προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης (Islanding) κατά VDE 0126 ή ισοδύναμης μεθόδου	Ναι / Όχι
Πλήρης περιγραφή τρόπου προστασίας	
Πιστοποιήσεις	
Έγγραφα και στοιχεία που συνοποβάλλονται κατά την αρχική αίτηση	
1. Τεχνικά εγχειρίδια φωτοβολταϊκών στοιχείων	<input type="checkbox"/>
2. Τεχνικά εγχειρίδια και πιστοποιητικά αντιστροφών	<input type="checkbox"/>
3. Μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο του σταθμού (υπογεγραμμένο από μελετητή κατάλληλης ειδικότητας)	<input type="checkbox"/>
4. Αντίγραφο πρόσφατου λογαριασμού κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος (μόνο για την περίπτωση αυτοπαραγωγών)	<input type="checkbox"/>

5. Τοπογραφικό σχέδιο της ακριβούς θέσης της εγκατάστασης και χάρτη ΓΥΣ 1:5000 με απεικόνιση του πολυγώνου του γηπέδου (προκειμένου για οικοπέδα εκτός σχεδίου πόλεως)	<input type="checkbox"/>
6. Τίτλος κυριότητας ή κατοχής του γηπέδου εγκατάστασης (σε περίπτωση μίσθωσης, το μισθωτήριο θεωρημένο από τη ΔΟΥ και αντίγραφο του τίτλου κυριότητας του ιδιοκτήτη)	<input type="checkbox"/>
7. Έγγραφο εξαιρέσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής εκδοθέν από τη ΡΑΕ (για σταθμούς ισχύος άνω των 20 kW)	<input type="checkbox"/>
8. Υπεύθυνη Δήλωση του Ν. 1599/86, στην οποία ο αιτών να βεβαιώνει ότι η συγκεκριμένη έκταση βρίσκεται εκτός περιοχών NATURA 2000, εθνικών δρυμών, παραδοσιακών οικισμών και περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος σύμφωνα με τις διατάξεις της ΚΥΑ υπ' αριθ. 145799/2005 (για οικοπέδα)	<input type="checkbox"/>
9. Υπεύθυνη Δήλωση του Ν. 1599/86 στην οποία ο αιτών να δηλώνει ότι όλα τα στοιχεία που υποβάλλει με την αίτησή του είναι αληθή	<input type="checkbox"/>

Έγγραφα και στοιχεία που θα πρέπει να προσκομιστούν προ της σύνδεσης του σταθμού με το Δίκτυο	
10. Αντίγραφο της Σύμβασης Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας μεταξύ Παραγωγού και ΔΕΣΜΗΕ ή μεταξύ Παραγωγού και Διαχειριστή μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά)	<input type="checkbox"/>
11. Υπεύθυνη Δήλωση Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη (Υ.Δ.Ε.) για τη συνολική εγκατάσταση, με συνημμένη τεχνική περιγραφή του τρόπου αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης και συνημμένο μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο της εγκατάστασης	<input type="checkbox"/>
12. Υπεύθυνη Δήλωση του Ν. 1599/86, στην οποία ο Παραγωγός θα αναφέρει τις ρυθμίσεις των ορίων τάσεως και συχνότητας στην έξοδο του αντιστροφέα τα οποία σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν για την τάση το +15% έως -20% της ονομαστικής τάσης, ενώ για την συχνότητα τα +/- 0,5 Hz καθώς επίσης και την πρόβλεψη ότι σε περίπτωση υπέρβασης των πιο πάνω ορίων ο αντιστροφέας θα τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις : <ul style="list-style-type: none"> - Θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5 δευτερόλεπτα, - Επανάζευξη του αντιστροφέα μετά από τρία λεπτά. <p>Επίσης θα αναφέρει το χρόνο λειτουργίας της προστασίας έναντι νησιδοποίησης</p>	<input type="checkbox"/>

13. Αντίγραφο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης (Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων) από την αρμόδια υπηρεσία, για σταθμούς άνω των 20 kW	<input type="checkbox"/>
14. Έγγραφο της αρμόδιας Πολεοδομικής υπηρεσίας (σύμφωνα με το Ν. 1512/85 και τις σχετικές εγκυκλίους του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ), ότι η συγκεκριμένη εγκατάσταση μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο της ΔΕΗ. (εξαιρούνται οι ήδη ηλεκτροδοτούμενοι πελάτες που αιτούν σύνδεση αυτοπαραγωγού)	<input type="checkbox"/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Β.1 ΟΡΟΛΟΓΙΑ Φ/Β

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο Η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic - PV).

Φωτοβολταϊκό στοιχείο Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).

Φωτοβολταϊκό πάνελ η πάνελ Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (PV panel).

Φωτοβολταϊκή συστοιχία Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πάνελα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).

Φωτοβολταϊκή γεννήτρια

Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV generator).

Αντιστροφέας (inverter) Ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

Ρυθμιστής φόρτισης

(charge controller) Συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών.

Απόδοση Φ/Β στοιχείου - Ο λόγος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ενός Φ/Β στοιχείου (σε συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας ή 1 kW/m^2) προς την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.

Ρυθμιστής Φόρτισης - Η συνιστώσα που ελέγχει την ροή του ρεύματος και βρίσκεται πριν τις μπαταρίες τις οποίες προστατεύει από υπερφορτίσεις και υπερεκφορτίσεις . Ο ρυθμιστής φόρτισης μπορεί ακόμα να ελέγξει και να

παρέχει προστασία στο σύστημα.

Διάχυτη Ακτινοβολία - Είναι η ακτινοβολία που προσπίπτει σε κάποια επιφάνεια εντός της ατμόσφαιρας, αφού προηγουμένως η κατεύθυνση της έχει υποστεί αλλαγές από ανάκλαση και διασπορά στην ατμόσφαιρα.

Άμεση ακτινοβολία - Είναι η ακτινοβολία που προσπίπτει σε κάθε επιφάνεια εντός της ατμόσφαιρας και προέρχεται κατ' ευθείαν από τον ήλιο.

Flat-plate array - A photovoltaic array in which the incident solar radiation strikes a flat surface and no concentration of sunlight is involved.

Φακοί Διάθλασης - Φακοί που τοποθετούνται πάνω από το Φ/Β ώστε να συγκεντρώνουν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.

Σύνδεση στο δίκτυο - Ένα Φ/Β σύστημα το οποίο διαθέτει όλα τα εφόδια ώστε να συνδεθεί στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Υβριδικό σύστημα - Ένα σύστημα ισχύος το οποίο συνδυάζει δύο πηγές ενέργειας (π.χ συνδυασμός ανεμογεννήτριας με Φ/Β σύστημα).

Ηλιακή ακτινοβολία στα όρια της ατμόσφαιρας - Είναι η ηλιακή ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που προσπίπτει σε ένα οριζόντιο επίπεδο, κατά την διάρκεια μιας μέρας στα όρια της ατμόσφαιρας .

Φορτίο - Η ηλεκτρική ισχύς που απαιτείται ανά πάσα στιγμή ώστε να λειτουργήσει μία συσκευή. Το φορτίο που τροφοδοτείται από ένα ηλεκτρικό σύστημα παραγωγής κάποιες ώρες ημερησίως το χρόνο.

Παράλληλη σύνδεση - Μία μέθοδος σύνδεσης Φ/Β πλαισίων που χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε να επιτύχουμε ρεύμα μεγαλύτερο από το ρεύμα που παρέχει κάθε Φ/Β πλαίσιο χωριστά. Η σύνδεση γίνεται ως εξής: Ο θετικός πόλος του ενός στοιχείου συνδέεται με τον θετικό πόλο του άλλου και ο αρνητικός πόλος με τον αρνητικό του άλλου. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συνδεθούν μεταξύ τους όλα. Έτσι προκύπτει μία συστοιχία Φ/Β πλαισίων συνδεδεμένων παράλληλα.

Φωτοβολταϊκό στοιχείο - Μπορεί να χαρακτηριστεί σαν το στοιχειώδες μέσον μετατροπής άμεσα της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Σύνδεση σε σειρά - Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε να επιτύχουμε τάση μεγαλύτερη από την τάση που παρέχει κάθε

φωτοβολταϊκό πλαίσιο χωριστά. Η σύνδεση γίνεται ως εξής : Ο θετικός πόλος του ενός στοιχείου συνδέεται με τον αρνητικό πόλο του επομένου και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συνδεθούν μεταξύ τους όλα.

Ηλιακή Σταθερά - Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης, αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό εκείνης που υπάρχει στο ανώτατο όριο της ατμόσφαιρας. Η ηλιακή σταθερά ισοδυναμεί με την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που δέχεται επιφάνεια 1 m^2 , εκτός των ορίων της ατμόσφαιρας, προσανατολισμένη κάθετα στις ακτίνες του ηλίου, σε χρόνο 1 Second . Η μέση τιμή της ηλιακής σταθεράς είναι $J_{sc} = 1.353 \text{ (kW / m}^2\text{)}$

Πάχος Φ/Β στοιχείου - Συμβατικά στοιχεία, με τα στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου, τα οποία τυπικά έχουν πάχος από 4 έως 17 mm. Η λεπτή μεμβράνη του στοιχείου είναι πολύ μικρή και το πάχος της είναι της τάξεως των μm .

Μεμβράνη Φ/β στοιχείου - Τα Φ/Β στοιχεία μπορούν να χαρακτηριστούν σαν το στοιχειώδες μέσον μετατροπής, άμεσα της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το υλικό κατασκευής τους ανήκει στους ημιαγωγούς. Στις πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται περισσότερο στοιχεία βασισμένα στο πυρίτιο (Si).

Τάση Ρυθμιστή - Μία συσκευή η οποία ελέγχει την τάση λειτουργίας της Φ/Β εγκατάστασης.

kW (κιλοβάτ)

kWp (κιλοβάτ πικ-peak)

kWh (κιλοβατώρα)

μονάδα ισχύος [$1 \text{ kW} = 1.000 \text{ Watt}$, $1 \text{ MW} = 1.000 \text{ kW}$]

μονάδα ονομαστικής ισχύος του φωτοβολταϊκού (ίδιο με το kW)

μονάδα ενέργειας

B.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΓΓΛΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ

AC LINE FILTER

Φίλτρο γραμμής AC: Ένα κύκλωμα φίλτρου που τοποθετείται στην γραμμή AC για απαλοιφή διαφόρων ηλεκτρονικών θορύβων που υφίστανται στην γραμμή.

AGENT UPS

Μια μονάδα που διαθέτει σύστημα επικοινωνίας μέσω παράλληλης θύρας. SNMP εφαρμογές σε δίκτυα.

Το agent UPS διενεργεί εκείνες τις λειτουργίες ελέγχου δικτύου οι οποίες καθορίζονται από το σύστημα διαχείρισης δικτύου.

ALTERNATING CURRENT (AC)

Εναλλασσόμενο Ρεύμα: Ηλεκτρικό ρεύμα που αναστρέφει την πολικότητα του τουλάχιστον μια φορά σε μια περίοδο.

AMERICAN WIRE GAUGE (AWG)

Μια συγκεκριμένη τιμή διαμέτρου και πάχους καλωδίων καθορισμένη με βάση τα δεδομένα της Αμερικής.

AMPERE (A)

Μονάδα μέτρησης έντασης ($I = V \cdot R$).

AMPERE-HOUR CAPACITY

Χωρητικότητα αμπερωρίου: Ο αριθμός που προσδιορίζει πόσα ampere μπορεί να δίνει μια πηγή ανά ώρα, σε σχέση με την θερμοκρασία.

AUTOTRANSFORMER

Μετασχηματιστής μονής περιτύλιξης ενός ή πολλών συνδέσμων.

BACKUP POWER SUPPLY

Εφεδρική Πηγή Τροφοδοσίας: Μια δευτερεύουσα πηγή ενέργειας που μας καλύπτει σε περίπτωση πτώσης της πρωτεύουσας πηγής ενέργειας.

BATTERY CAPACITY

Χωρητικότητα Συσσωρευτή: Η τιμή αποθηκευμένης ενέργειας που υπάρχει σε έναν συσσωρευτή. Η ενέργεια αυτή μετρείται σε Amperehours.

BATTERY CELL

Κελί Συσσωρευτή: Το μικρότερο στοιχείο του συσσωρευτή. Η συνήθης τιμή υπολογισμού για αυτό το στοιχείο είναι 2 Volt [για συσσωρευτές Μολύβδου Κλειστού Τύπου (SLA)].

BATTERY CHARGE

Φόρτιση Συσσωρευτή: Η διαδικασία φόρτισης ηλεκτρικής ενέργειας στα στοιχεία του συσσωρευτή.

BATTERY C-RATE

Ρεύμα Φόρτισης Συσσωρευτή: Το ρεύμα φόρτισης ή εκφόρτισης των συσσωρευτών το οποίο μετρείται σε Ampere ή mili Ampere.

BATTERY CONSTANT CURRENT CHARGE

Συνεχές Ρεύμα Φόρτισης Συσσωρευτή: Η διαδικασία φόρτισης του συσσωρευτή με ρεύμα χαμηλής τιμής. Συνήθως χρησιμοποιείται σε συσσωρευτές κλειστού τύπου.

BATTERY CONSTANT VOLTAGE CHARGE

Συνεχής Τάση Φόρτισης Συσσωρευτή: Η διαδικασία φόρτισης συσσωρευτών με σταθερή τάση και μεταβαλλόμενο ρεύμα. Χρησιμοποιείται σε συσσωρευτές τύπου οξέος.

BATTERY CUT OFF VOLTAGE

Τάση Αποκοπής Συσσωρευτή: Η τιμή της τάσης ενός συσσωρευτή ή ενός στοιχείου του στο στάδιο της πλήρους εκφόρτισής του.

BATTERY CYCLE

Κύκλος Συσσωρευτή: Μια πλήρης φόρτιση και εκφόρτιση συσσωρευτή ή στοιχείου του.

BATTERY DISCHARGE RATE

Ρυθμός Εκφόρτισης Συσσωρευτή: Είναι ο ρυθμός με τον οποίο απορροφάται ισχύς από έναν συσσωρευτή ή από ένα στοιχείο του.

BATTERY END OF CHARGE VOLTAGE

Τάση Πλήρους Φόρτισης Συσσωρευτή: Είναι η τιμή της τάσης του συσσωρευτή όπου σταματάει η φόρτισή του.

BATTERY END OF DISCHARGE VOLTAGE

Τάση Πλήρους Εκφόρτισης Συσσωρευτή: Η τελική τάση του στοιχείου ή του συσσωρευτή στην πλήρη εκφόρτισή του.

BATTERY FAILURE MODE

Βλάβη Συσσωρευτή: Συνήθως οφείλεται σε φυσική αποφόρτιση των στοιχείων λόγω γήρανσης ή λόγω αποξήρανσης του ηλεκτρολύτη.

BATTERY HIGH RATE DISCHARGE

Η ταχεία εκφόρτιση του συσσωρευτή.

BATTERY LIFE

Ο χρόνος ζωής του συσσωρευτή μέχρι αυτός να χάσει τα χαρακτηριστικά του.

BATTERY SHELF LIFE

Ο χρόνος ζωής του συσσωρευτή όταν αυτός βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

BATTERY NOMINAL VOLTAGE

Ονομαστική Τάση Συσσωρευτή: Η ενδεικτική τιμή της τάσης του συσσωρευτή σε κανονική κατάσταση. Για τους συσσωρευτές κλειστού τύπου Μολύβδου Οξέως είναι περίπου 2.0 Volt/cell.

BATTERY OPEN CIRCUIT VOLTAGE

Τάση Συσσωρευτή σε ανοικτό κύκλωμα: Η μετρούμενη τάση του συσσωρευτή ή στοιχείου του χωρίς φορτίο.

BATTERY OVERCHARGE

Η υπερφόρτιση του συσσωρευτή.

BATTERY OVERCHARGE CURRENT

Ρεύμα Υπερφόρτισης Συσσωρευτή: Το ρεύμα που παρέχεται στον συσσωρευτή κατά την διάρκεια της υπερφόρτισης. Το ρεύμα αυτό είναι δεκτό από τον συσσωρευτή σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας.

BATTERY SEALED CELL

Κλειστό Κελί Συσσωρευτή: Ένα σφραγισμένο στοιχείο ή συσσωρευτής που δεν μπορεί να δεχθεί προσθήκη ηλεκτρολύτη.

BATTERY SELF DISCHARGE

Η εκφόρτιση του συσσωρευτή εφ' όσον αυτός μείνει αχρησιμοποίητος για αρκετό καιρό.

BATTERY STANDARD CHARGE

Κανονική Φόρτιση Συσσωρευτή: Οι κανονικές παράμετροι φόρτισης που χρειάζονται για να γίνει μια σωστή φόρτιση συσσωρευτών σε χρόνο περίπου 16 ωρών.

BI-DIRECTIONAL CONVERTER

Μετατροπέας Διπλής Κατεύθυνσης: Ένας ειδικός σχεδιασμός μετατροπέα που μετατρέπει το DC σε AC και παράλληλα το AC σε DC για τη φόρτιση των συσσωρευτών.

BLACK OUT

Η απώλεια ηλεκτρικού ρεύματος για διάρκεια μεγαλύτερη από ένα κύκλο.

BOOSTER

Ανυψωτής τάσης.

BRIDGE

Γεφύρωμα: Γενικά, ένα βραχυκύκλωμα σε κάποια πλακέτα.

BRIDGE RECTIFIER

Ανορθωτής Γέφυρας: Διάταξη γέφυρας πλήρους ανόρθωσης με 2 διόδους.

BYPASS AUTOMATIC

Σε περίπτωση υπερφόρτωσης ή βλάβης του μηχανήματος υπάρχει ένας αυτόματος διακόπτης που κάνει την μεταγωγή από τον μετατροπέα στη γραμμή bypass.

BYPASS MANUAL

Ένας χειροκίνητος διακόπτης που ενώνει την είσοδο με την έξοδο του μηχανήματος επιτρέποντας έτσι την απευθείας τροφοδότηση της συσκευής από την κεντρική παροχή. Συνήθως εφαρμόζεται κατά την συντήρηση ή επισκευή του εξοπλισμού.

BYPASS STATIC

Ένας ηλεκτρονικά "ενεργοποιήσιμος" διακόπτης που χρησιμοποιείται για να δώσει ροή ρεύματος στο φορτίο από άλλη δίοδο, σε περίπτωση υπερφόρτωσης ή κάποιας άλλης δυσλειτουργίας που μπορεί να παρατηρηθεί στο UPS.

BYPASS SWITCH, BREAK BEFORE MAKE (BBM)

Διακόπτης που αποσυνδέει στιγμιαία το φορτίο από την παροχή και έπειτα ενεργοποιεί την άλλη γραμμή.

BYPASS SWITCH, MAKE BEFORE BREAK (MBB)

Διακόπτης που μεταβάλλει αδιάλειπτα την τροφοδοσία του φορτίου από το UPS σε μια βοηθητική γραμμή και έπειτα διακόπτει την προηγούμενη γραμμή τροφοδοσίας.

BYPASS SWITCH EXTERNAL

Εξωτερικός διακόπτης Bypass τοποθετημένος κοντά στο UPS (στον πίνακα). Ο διακόπτης αυτός είναι Bypass BBM ή Bypass MBB.

BYPASS SWITCH

Χειροκίνητος διακόπτης Bypass τοποθετημένος στο UPS.

CAPACITANCE

Η δυνατότητα στιγμιαίας αποθήκευσης ενέργειας.

CAPACITOR

Πυκνωτής.

CAPACITY

Χωρητικότητα: Η δυνατότητα ενός εξαρτήματος να αποθηκεύει ενέργεια σε ορισμένο χρόνο. (Ah ή Wh).

CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU)

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας ενός υπολογιστή για την σωστή εκτέλεση των λειτουργιών του.

CHARGE / DISCHARGE CYCLE

Κύκλος φόρτισης και εκφόρτισης κάτω από ορισμένες συνθήκες.

CHARGE RATE

Ρυθμός Φόρτισης: Το ρεύμα που δίδεται σε ένα δευτερεύον στοιχείο ή σε συσσωρευτή προκειμένου αυτά να επανακτήσουν την χωρητικότητά τους. Συνήθως η τιμή της χωρητικότητας είναι πολλαπλάσιο των στοιχείων του συσσωρευτή.

CHARGE VOLTAGE

Η τάση φόρτισης των συσσωρευτών μέχρι αυτοί να φτάσουν στο ανώτερο σημείο φόρτισης.

CHARGER

Φορτιστής: Η συσκευή που χρησιμοποιείται για την φόρτιση των συσσωρευτών με το απαιτούμενο ρεύμα ώστε να διασφαλιστεί ο χρόνος αυτονομίας.

CHOKER

Πηνίο

CIRCUIT BREAKER

Διακόπτης Κυκλώματος: Ένας ειδικά σχεδιασμένος διακόπτης, που χρησιμοποιείται για να ανοίγει το κύκλωμα σε περίπτωση υπερφόρτωσης. Η λειτουργία αυτή δεν βλάπτει το διακόπτη, εφόσον το ρεύμα κατά τη διάρκεια της υπερφόρτωσης, βρίσκεται εντός των ορίων του διακόπτη.

CLOCK

Ένας ταλαντωτής που παράγει παλμούς συγχρονισμού για να συγχρονίσει διάφορα στοιχεία του συστήματος.

COMMUNICATION PORT

Θύρα επικοινωνίας μιας κεντρικής μονάδας με μια περιφερειακή μονάδα. Τέτοιες θύρες είναι οι RS-232.

COMPATIBILITY

Η συμβατότητα επικοινωνίας του UPS με μια μονάδα ελέγχου ή με λογισμικό διάγνωσης και τερματισμού λειτουργίας.

CONSTANT CURRENT CHARGE

Σταθερό ρεύμα φόρτισης.

CONSTANT CURRENT LIMITING CIRCUIT

Κύκλωμα περιορισμού του ρεύματος σε περίπτωση υπερφόρτωσης.

CONSTANT CURRENT LOAD

Σταθερό Φορτίο Ρεύματος: Ηλεκτρονικό φορτίο με μια διακλάδωση ελέγχου που σταθεροποιεί τη ροή του ρεύματος εξόδου μιας πηγής ενέργειας.

CONSTANT CURRENT POWER SUPPLY

Πηγή Τροφοδοσίας Σταθερού Ρεύματος: Ένα τροφοδοτικό που λειτουργεί με σταθερό ρεύμα εξόδου εντός προκαθορισμένων ορίων ανεξάρτητα από τις πιθανές μεταβολές στη θερμοκρασία.

CONVERTER

Μετατροπέας: Μια συσκευή που μετατρέπει το εναλλασσόμενο σε συνεχές ρεύμα και αντίστροφα.

COSΦ

Συνφ: Η μέτρηση της διαφοράς φάσης μεταξύ της κυματομορφής του ρεύματος και της κυματομορφής της τάσης στην είσοδο ενός φορτίου που του παρέχουμε ac τάση με μια συγκεκριμένη συχνότητα.

COSΦ1

Συνφ1: Η μέτρηση της διαφοράς φάσης μεταξύ της θεμελιώδους κυματομορφής του ρεύματος και της θεμελιώδους κυματομορφής της τάσης που παρατηρείται σε ένα μη γραμμικό φορτίο.

CREST FACTOR

Συντελεστής Κορύφωσης: Ο λόγος της μέγιστης τιμής ρεύματος προς την πραγματική του τιμή (ή η σχέση μεταξύ της μέγιστης τιμής του ρεύματος με την πραγματική του τιμή).

CURRENT

Ρεύμα:

Η προσανατολισμένη ροή ηλεκτρονίων μέσα σε έναν αγωγό. Μετράται σε Ampere. Το μαθηματικό σύμβολο είναι I.

Η μεταφορά ηλεκτρικού φορτίου ανά μονάδα χρόνου.

CURRENT INRUSH

Ρεύμα εκκίνησης: Το στιγμιαίο ρεύμα που παρατηρείται όταν ενεργοποιούνται ηλεκτρικές συσκευές, οφείλεται και στα μαγνητικά κυκλώματα των συσκευών.

CURRENT LIMITING

Μια διάταξη περιορισμού ρεύματος σε προκαθορισμένη τιμή, για την περίπτωση υπερφόρτωσης.

CURRENT RATED

Το ρεύμα που αποτελεί την βάση για τα χαρακτηριστικά απόδοσης ενός φορτίου.

CUT OFF FREQUENCY

Η κατώτατη αποδεκτή συχνότητα λειτουργίας.

CYCLE

Ένας κύκλος θετικής και αρνητικής εναλλαγής ρεύματος ή τάσης.

DECIBEL

Η αριθμητική έκφραση της σχετικής έντασης δυο σημάτων, όπως ο ήχος. Η διαφορά των δύο σημάτων εκφράζεται ως δεκαπλάσιο του κοινού λογάριθμου της διαίρεσης των δυο ισχύων.

DEEP DISCHARGE

Εκφόρτιση (σε μεγάλο βαθμό):

- Πτώση της χωρητικότητας ενός συσσωρευτή ή ενός στοιχείου, σε βαθμό τουλάχιστον 80%.
- Η εκφόρτιση του συσσωρευτή σε σημείο μικρότερο από το προκαθορισμένο ελάχιστο σημείο, οπότε ο συσσωρευτής χρήζει αντικατάστασης.

DEPTH OF DISCHARGE

Βαθμός εκφόρτισης.

DIFFERENTIAL MODE NOISE

Η τιμή του θορύβου που μετριέται σε δύο γραμμές με σημείο αναφοράς τον ουδέτερο.

DIODE

Εξάρτημα που διαθέτει μια άνοδο και μια κάθοδο και έτσι επιτρέπει την διέλευση της θετικής ή αρνητικής ημιπεριόδου του ηλεκτρικού ρεύματος από την μια άκρη στην άλλη.

DISCHARGE POWER

Ισχύς Εκφόρτισης: Η μετατροπή της χημικής ενέργειας ενός συσσωρευτή σε ηλεκτρική, που χρησιμοποιείται για να παρέχει ενέργεια σε φορτίο.

DISCHARGE RATE

Ρυθμός Εκφόρτισης: Ο ρυθμός ροής ρεύματος που παίρνουμε από έναν συσσωρευτή και που εκφράζεται σε ampere/ χρόνο.

DISTORTION

Παραμόρφωση κυματομορφής ρεύματος ή τάσης.

EFFICIENCY

Απόδοση: Η σύγκριση της ενέργειας εξόδου με την ενέργεια εισόδου εκφραζόμενη επί τοις εκατό (%).

ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE

Ηλεκτρομαγνητικά διαταραχές που επηρεάζουν μια συσκευή.

ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE (EMI)

Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές που ενοχλούν την κανονική λειτουργία συστημάτων.

ELECTRON

Ηλεκτρόνιο: Αρνητικά φορτισμένο στοιχείο.

EMI FILTER

Φίλτρο αποκοπής ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

EMI FILTERING

Φιλτράρισμα για τον περιορισμό ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών που παράγονται από διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές.

FEEDBACK

Επιστροφή Ρεύματος.

FILTER

Φίλτρο: Διατάξεις από εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται ώστε να κόβουν διάφορες περιοχές συχνοτήτων.

FINAL CHARGING VOLTAGE

Τάση Τελικής Φόρτισης: Το μέγιστο ρεύμα που αποκτάει ένας συσσωρευτής μετά την φόρτιση της.

FLOAT VOLTAGE

Συντηρητική Τάση: Η τάση που χρειάζεται ένας φορτισμένος συσσωρευτής για τη διατήρησή του σε κατάσταση πλήρους φόρτισης.

FORWARD TRANSFER

Απευθείας Μεταγωγή: Η ικανότητα του UPS να αλλάξει κατάσταση από την κανονική λειτουργία σε στατικό by-pass.

FREQUENCY

Συχνότητα: Ο αριθμός των εναλλαγών ενός εναλλασσόμενου σήματος ανά δευτερόλεπτο (η μέτρηση γίνεται σε Hertz).

FULL BRIDGE RECTIFIER

Ανορθωτής: Ο ανορθωτής που χρησιμοποιεί τουλάχιστον 4 διόδους ανά φάση.

FUNCTIONAL END POINT

Οριακή Τάση Λειτουργίας: Η κατώτερη τάση των συσσωρευτών που μπορεί να επιφέρει δυσλειτουργία στην συσκευή.

FUSE

Ασφάλεια: Προστατευτική συσκευή που ανοίγει (διακόπτει τη συνέχεια σε) ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε περίπτωση υπερφόρτωσης.

GLITCH

Ανεπιθύμητες στιγμιαίες αιχμές της τάσης σε ένα σήμα.

GROUND

Γείωση: Μια αγώγιμη επαφή όπου μια συσκευή συνδέεται με την γη.

GROUND BUS

Δίαυλος Γης: Ο δίαυλος στον οποίο ξεχωριστές γειώσεις σε ένα σύστημα είναι προσκολλημένες και αυτό με την σειρά του είναι γειωμένο σε ένα σημείο επαφής.

GROUND LOOP

Επιστροφή Γης:

- Επιστροφές ρεύματος ή μαγνητικών πεδίων από σχετικά υψηλής ισχύος κυκλώματα ή εξαρτήματα τα οποία παράγουν θορυβώδη σήματα στον ουδέτερο των κυκλωμάτων που λειτουργούν με σχετικά χαμηλή στάθμη σήματος.
- Μια κατάσταση που προκαλεί ανεπιθύμητες στάθμες τάσης όταν δύο ή περισσότερα κυκλώματα μοιράζονται κοινές γραμμές γείωσης.

GROUND POTENTIAL

Το δυναμικό γείωσης.

HARMONIC

Αρμονική: Η συνοδευτική συχνότητα ενός ημιτονοειδούς σήματος AC που είναι πολλαπλάσιο της κύριας συχνότητας.

HARMONICS (VOLTAGE AND CURRENT)

Αρμονικές Τάσης και Ρεύματος: Όλα τα εναλλακτικά ρεύματα που δεν είναι τελείως ημιτονοειδή παράγονται από μια κύρια συχνότητα και συγκεκριμένο αριθμό αρμονικών του ρεύματος, οι οποίες είναι και η αιτία της παραμόρφωσης, όταν συγκρίνονται με την θεωρητική κυματομορφή.

HARMONIC DISTORTION

Αρμονική Παραμόρφωση: Υπερβολική περιεκτικότητα αρμονικών που παρεμβάλλεται στην κανονική ημιτονοειδή κυματομορφή. Αυτό μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση ενός αγωγού, ή μπορεί ακόμη και να φανεί στο μηχάνημα ως θόρυβος με μορφή δεδομένων.

HARMONIC DISTORTION, TOTAL (THD)

Συνολική Αρμονική Παραμόρφωση: Η συνολική παραμόρφωση μιας ημιτονοειδούς κυματομορφής, η οποία χαρακτηρίζεται από την παρουσία αρμονικών στην κύρια συχνότητα.

HERTZ

Μονάδα μέτρησης συχνότητας. Μια περιοδική ταλάντωση έχει συχνότητα εκφραζόμενη σε Hertz αν γίνει εντός ενός δευτερολέπτου.

HOT SWAP

Εύκολη Αντικατάσταση: Εξαρτήματα (π.χ. συσσωρευτές) που μπορούν να αντικατασταθούν χωρίς να διενεργηθεί αποσύνδεση και κλείσιμο της τροφοδοσίας της υποστηριζόμενης συσκευής.

IEC (International Electrotechnical Commission)

Εγκεκριμένος οργανισμός που ορίζει διεθνή πρότυπα στον τομέα της ηλεκτροτεχνικής.

INPUT LINE FILTER

Φίλτρο Γραμμής Εισόδου: Ένα φίλτρο διέλευσης χαμηλών ή ζώνης συχνοτήτων στην είσοδο μιας συσκευής που χρησιμοποιείται για να μειώσει τον θόρυβο της γραμμής.

INPUT/OUTPUT PORTS

Θύρες Εισόδου/ Εξόδου: Θύρες εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων και εντολών από ή/ και προς εξωτερικές συσκευές.

INPUT VOLTAGE RANGE

Όρια ανοχής της τάσης εισόδου μιας συσκευής.

INSULATION

Απομόνωση: Μη αγώγιμα υλικά που χρησιμοποιούνται για την απομόνωση ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

INVERTER

Μετατροπέας: Διάταξη μετατροπής του συνεχούς ρεύματος (DC) σε εναλλασσόμενο (AC). Τα κύρια μέρη του είναι ο DC/AC μετατροπέας, ένα σύστημα σταθεροποίησης της τάσης και συχνότητας και μια μονάδα εξόδου.

ISO 9000 (International Standards Organization)

Συγκεκριμένες διαδικασίες και συστήματα που έχουν καθιερωθεί προκειμένου να διασφαλιστεί ένα διεθνώς αναγνωρισμένο επίπεδο ποιότητας.

ISOLATION

Απομόνωση: Ο βαθμός που μας δείχνει πόσο ικανή είναι μια συσκευή να απομονώσει την είσοδο από την έξοδο της.

ISOLATION GALVANIC

Γαλβανική Απομόνωση: Απομόνωση που παρέχεται από ένα μετασχηματιστή ένα προς ένα που απομονώνει την είσοδο από την έξοδο.

LCD = Liquid Crystal Display

Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων που απαιτεί ελάχιστη ενέργεια για τη λειτουργία της.

LED = Light Emitting Diode

Φωτεινή δίοδος. Ανάβει όταν περνά ρεύμα. Διαθέτει άνοδο και κάθοδο.

LEAD ACID CELL

Κελί Οξέος: Κελί που χρησιμοποιεί στοιχεία υγρού οξέος.

LEAKAGE CURRENT

Ρεύμα Διαρροής: Το AC ή DC ρεύμα που περνάει από την είσοδο στην έξοδο ή στη γείωση μιας απομονωμένης συσκευής.

LINE PROTECTOR

Συσκευή που τοποθετείται στον κατανεμητή των τηλεφωνικών γραμμών και προστατεύει τις γραμμές επικοινωνίας από τις καταστροφικές επιπτώσεις των κρουστικών υπερτάσεων και των επαγωγικών φαινομένων. Η λειτουργία του δεν επηρεάζει την μετάδοση των δεδομένων.

LINE TO LINE

Γραμμή σε Γραμμή: Όρος που χρησιμοποιείται για να μας δείξει την κατάσταση των αγωγών ενός πολυφασικού τροφοδότη.

LINE TO NEUTRAL

Γραμμή σε ουδέτερο: Όρος που χρησιμοποιείται για να μας δείξει την τάση μεταξύ φάσης και ουδετέρου.

LOAD

Φορτίο: Οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή που, όταν συνδεθεί σε μια πηγή, καταναλώνει ενέργεια.

LOAD IMPEDANCE

Η σύνθετη αντίσταση του φορτίου.

LOAD LINEAR

Γραμμικό Φορτίο: Το φορτίο στο οποίο υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ τάσης και έντασης.

LOAD NON LINEAR

Μη Γραμμικό Φορτίο: Το φορτίο του οποίου η ισχύς μεταβάλλεται ανάλογα με την τάση και την ένταση που δέχεται.

LOAD REGULATION

Σταθεροποίηση Φορτίου:

- Στατική: η αλλαγή της τάσης εξόδου κατά την μεταβολή του φορτίου από το μέγιστο στο ελάχιστο και αντίστροφα.
- Δυναμική: η μεταβολή της τάσης εξόδου που δίδεται ως προς τις επί τοις εκατό (%) για κάθε βηματική αλλαγή της ισχύος του φορτίου. Η τιμή της αλλαγής εκφράζεται ως προς τον χρόνο. Η δυναμική σταθεροποίηση εκφράζεται ως +/- % της μέγιστης τιμής των DC πηγών, και στη χειρότερη περίπτωση ως απόκλιση των rms τιμών για AC πηγές.

LOAD MAXIMUM

Μέγιστο Φορτίο:

- Η μέγιστη τιμή επιτρεπόμενης ισχύος στις εξόδους των τροφοδοτικών.
- Η μέγιστη καταναλισκόμενη ισχύς ενός φορτίου.

MTBF (Mean time between failure)

Μέσος Χρόνος Βλαβών: Ο αναμενόμενος χρόνος μεταξύ δυο σφαλμάτων μιας συγκεκριμένης συσκευής (εκφράζεται σε ώρες). Αυτό δηλώνει, εν μέρει, την αξιοπιστία του εξοπλισμού.

MTTR (Mean time to repair)

Μέσος Χρόνος Επισκευών: Μαθηματικός υπολογισμός του χρόνου που απαιτείται για επισκευή του συστήματος.

NiCd (ή NiCad)

Νικέλιο- Κάδμιο: Αλκαλικό στοιχείο που χρησιμοποιεί το νικέλιο και το κάδμιο καθώς και έναν ηλεκτρολύτη ως βασικά συστατικά ενός συσσωρευτή.

NEUTRAL

Ουδέτερος: Αγωγός επιστροφής ή κοινώς γνωστός ως ουδέτερος.

NOISE COMMON MODE

Θόρυβος: Ο θόρυβος που εμφανίζεται μεταξύ ουδετέρου και γείωσης.

NOMINAL VALUE

Η ονομαστική τιμή ενός εξαρτήματος. Συνήθως δεν είναι η πραγματική του τιμή.

ON LINE POWER SUPPLY

Τροφοδοτικό που δίνει συνεχή ισχύ στο φορτίο μέσω του μετατροπέα και μηδενικό χρόνο μεταγωγής.

OUTPUT FILTER

Φίλτρο Εξόδου: Διάταξη εξαρτημάτων που χρησιμοποιείται για την μείωση κυματώσεων και θορύβου στην γραμμή εξόδου.

OVERLOAD

Υπερφόρτωση: φορτίο με ισχύ μεγαλύτερη από την ισχύ εξόδου μιας συσκευής.

OVERLOAD PROTECTION

Προστασία από Υπερφόρτωση: Διάταξη που προστατεύει τις συσκευές από υπερφορτώσεις.

OVERVOLTAGE

Υπέρταση: Διαφορά Δυναμικού μεγαλύτερη από τα προκαθορισμένα όρια.

PANEL BOARD

Πίνακας ελέγχου των λειτουργιών των συσκευών. Συνήθως διαθέτει διακόπτες και φωτεινές ενδείξεις που μας ενημερώνουν για την κανονική ή μη κανονική λειτουργία μιας συσκευής.

PARALLEL OPERATION

Παράλληλη Λειτουργία: Σύνδεση συσκευών με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει κοινή είσοδος και έξοδος.

PEAK

Κορυφή: Μέγιστη στιγμιαία τάση μιας κυματομορφής σε ένα κύκλο ή μια ημπερίοδο.

PHASE

Φάση: Η γωνιακή σχέση μεταξύ δυο εναλλασσόμενων ρευμάτων.

PHASE LOCK

Κλειδώμα Φάσης: Κύκλωμα συγχρονισμού σε έναν τοπικό ταλαντωτή με την φάση ενός μεταδοθέντος σήματος.

POLARITY

Πολικότητα: Χαρακτηριστικό συσκευών που έχουν πόλους, όπως αρνητικό ή θετικό.

POWER APPARENT

Φαινόμενη Ισχύς: Η ισχύς φορτίου εκφραζόμενη σε VA ή KVA. Η τιμή είναι μεγαλύτερη από ή ίση με την πραγματική ισχύ σε watt.

POWER CONDITIONER

Μια ηλεκτρική συσκευή συνδεδεμένη μεταξύ της γραμμής τροφοδοσίας και των κρίσιμων φορτίων, η οποία προστατεύει τα φορτία από αιχμές τάσης, τις υπερτάσεις, τους κεραυνούς και τον ηλεκτρονικό θόρυβο. Λειτουργεί ως φίλτρο προστασίας από τους επιβλαβείς θορύβους της συχνότητας και της τάσης ενώ συγχρόνως παρέχει μια νέα "καθαρή" γείωση.

POWER FACTOR

Συντελεστής Ισχύος:

- Η σχέση που συνδέει την ισχύ σε watt με την ισχύ μετρούμενη σε VA.
 - Η πραγματική ισχύς (watt) διαιρούμενη με την φαινόμενη ισχύ σε VA.
- Συνήθως εκφράζεται με τη μορφή δεκαδικού.

POWER RATING

Βαθμός Ισχύος: Η διαθέσιμη ισχύς στη έξοδο μιας πηγής ενέργειας. Καθορίζεται από τον κατασκευαστή.

PWM (Pulse Width Modulation)

Παλμός Διαμορφωμένου Εύρους: Μία τεχνική του Inverter που με υψηλή συχνότητα πραγματοποιεί μεταβολές στο πλάτος των παλμών σε μια περίοδο αυτό του επιτρέπει να λειτουργεί εκτός ορίων ακόμα και για μη γραμμικά φορτία.

RF

Συντομογραφία για τον όρο ραδιοσυχνότητα.

RADIO FREQUENCY

Ραδιοσυχνότητα: Υψηλές συχνότητες μεταδιδόμενες στο περιβάλλον.

RFI (Radio Frequency Interference)

Παρεμβολές Ραδιοσυχνοτήτων: Συντομογραφία για τον όρο παρεμβολές από συσκευές που χρησιμοποιούν RF συχνότητα.

RECTIFIER

Ανορθωτής (AC/DC)

RESISTANCE

Η μέτρηση της ικανότητας ενός υλικού να επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος.

REMOTE EMERGENCY POWER OFF

Κλείσιμο από Απόσταση: Μια λειτουργία που επιτρέπει το ολικό κλείσιμο μιας συσκευής από απόσταση σε περίπτωση ανάγκης.

SAG

Βύθισμα της τάσης.

SEALED CELL

Κελί Κλειστού Τύπου: Ένα στοιχείο σφραγισμένο υπό κανονικές συνθήκες, το οποίο όμως, όταν αυξηθεί η εσωτερική πίεση, επιτρέπει την διαρροή αερίων.

SELF DISCHARGE

Αυτό - Εκφόρτιση: Η απώλεια χωρητικότητας ενός στοιχείου ή συσσωρευτή που οφείλεται σε χημικές αντιδράσεις. Αυτό συνήθως συμβαίνει κατά την αποθήκευση των στοιχείων ή των συσσωρευτών.

SHORT CIRCUIT

Βραχυκύκλωμα: Η ένωση μεταξύ δυο σημείων με χαμηλή ή μηδενική αντίσταση. Αυτό έχει συνήθως ως αποτέλεσμα την αύξηση του ρεύματος και την πρόκληση ζημιάς.

SHORT CIRCUIT PROTECTION

Προστασία από Βραχυκύκλωμα: Διάταξη προστασίας της συσκευής από βραχυκύκλωμα, η οποία λειτουργεί μειώνοντας το ρεύμα εξόδου ενός τροφοδοτικού για την αποφυγή βλάβης.

SILLICON CONTROLLED RECTIFIER (SCR)

Ανορθωτής: Ελεγχόμενος ανορθωτής πυριτίου.

SINGLE PHASE

Μονοφασικό (συνήθως χαμηλή ισχύς).

SNMP

Simple Network Management Protocol: Πρωτόκολλο απλής διαχείρισης μέσω δικτύου για την συλλογή πληροφοριών και διαχείριση συσκευών σε δίκτυο.

SPIKE

Αιχμή: Αιχμές της τάσης με διάρκεια μικρότερη από μισό κύκλο που μπορεί να εμφανιστεί είτε στην θετική είτε στην αρνητική ημπερίοδο.

STAND-ALONE

Αυτονομο

STANDBY CURRENT

Το ρεύμα που καταναλώνεται από μια συσκευή όταν δεν λειτουργεί σε πλήρες φορτίο.

STATIC TRANSFER SWITCH

Στατικός Διακόπτης Μεταγωγής: Είναι ένας στατικός διακόπτης που χρησιμοποιείται στα UPS για να γίνει η μεταφορά του φορτίου από την AC γραμμή στον μετατροπέα.

THERMAL PROTECTION

Θερμική Προστασία: Διάταξη που διακόπτει την τροφοδοσία αν η εσωτερική θερμοκρασία της συσκευής υπερβεί κάποια προκαθορισμένα όρια.

THREE PHASES SYSTEM

Τριφασικά Συστήματα: Συστήματα που χρειάζονται τριφασικό ρεύμα για την λειτουργία τους. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην διαφορά φάσης.

THYRISTOR

Εξάρτημα που έχει δισταθή ηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Από τρία κοινά θυρίστορ φτιάχνονται και οι ελεγχόμενοι ανορθωτές πυριτίου.

TOLERANCE

Ανοχή: Το όριο των επιτρεπόμενων ανοχών που εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%).

TRANSFER TIME

Χρόνος μεταγωγής των off line ή line interactive UPS από το δίκτυο στις συσσωρευτές και αντίστροφα.

TRANSFORMER

Μετασχηματιστής.

TRANSFORMER, ISOLATION

Μετασχηματιστής απομόνωσης, όπου η μεταφορά του ρεύματος από το πρωτεύων τύλιγμα στο δευτερεύον γίνεται επαγωγικά.

TRANSISTOR IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor)

Τρανζίστορ IGBT: Ένα ταχύ ηλεκτρονικό τρανζίστορ που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ροής συνεχούς ρεύματος. Χαρακτηριστικό του είναι ότι έχει μικρές απώλειες αγωγιμότητας και χειρίζεται υψηλά ρεύματα.

TRANSISTOR MOSFET (Metal Oxide SILICON FIELD EFFECT TRANSISTOR)

Τρανζίστορ MOSFET: Ένα τρανζίστορ τύπου FET, του οποίου η πόλη είναι απομονωμένη από τον ημιαγωγό με ένα στρώμα πυριτίου.

TRIAC

Αμφίδρομος ελεγχόμενος διακόπτης πυριτίου.

TRIMMER

Υποβιβαστής τάσης.

UPS

Σύστημα Αδιάλειπτης Λειτουργίας: Μια ηλεκτρική συσκευή συνδεδεμένη μεταξύ της γραμμής τροφοδοσίας και των κρίσιμων φορτίων. Το UPS προσφέρει αδιάλειπτη ενέργεια χωρίς παρεμβολές με καθορισμένη τάση και συχνότητα στην έξοδό του. Η κατασκευή του αποτελείται από έναν ανορθωτή/ φορτιστή και έναν μετατροπέα μαζί με συσσωρευτές για να υποστηρίξουν αδιάλειπτα το φορτίο σε περίπτωση διακοπής της τάσης.

VENTILATION

Αερισμός: Ο σχεδιασμός ενός μηχανήματος ώστε να επιτρέπεται ο αερισμός του κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του.

VOLTAGE

Τάση: Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο άκρων ενός αγωγού που έχει ως αποτέλεσμα την κίνηση ηλεκτρονίων και την παραγωγή ρεύματος. Η τιμή της τάσης βρίσκεται από το νόμο του Ohm ($V=R/I$).

VOLTAGE NOMINAL

Ονομαστική Τάση: Η ονομαστική τιμή μιας υπάρχουσας τάσης. Συνήθως δεν είναι η πραγματική τιμή της τάσης.

VOLT

Μονάδα μέτρησης της τάσης.

VOLT-AMPERE

Μονάδα μέτρησης της φαινόμενης ισχύος.

VOLTAGE IMBALANCE

Ασάθεια Τάσης: Κατάσταση στην οποία οι τάσεις των τριών φάσεων ενός συστήματος διαφέρουν κατά πλάτος.

VOLTAGE UNBALANCED

Κατάσταση στην οποία οι τάσεις των τριών φάσεων ενός συστήματος έχουν διαφορά φάσης πέρα από την καθορισμένη (120° φάση με φάση).

VOLTAGE REGULATION

Σταθεροποίηση Τάσης: Η χρήση ενός κυκλώματος ή μιας συσκευής για την τήρηση της τάσης εξόδου σε σταθερά καθορισμένα όρια.

WATT

Μονάδα μέτρησης ισχύος.

WATT - HOUR

Μονάδα μέτρησης ισχύος ανά ώρα.

WAVEFORM

Κυματομορφή: Γραφική απεικόνιση της τάσης ή του ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Γ.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ Φ/Β ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

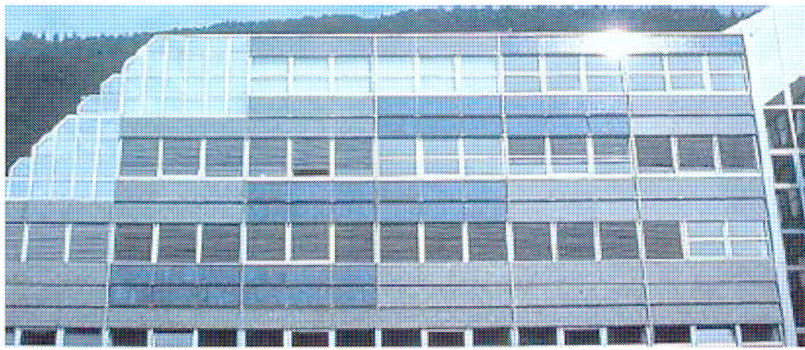
Φ/Β σύστημα ενσωματωμένο σε μεταλλική κατασκευή, που χρησιμοποιείται για τη σκίαση των οχημάτων. Η ισχύς του συστήματος ανέρχεται στα 70[KWp], τα οποία παράγονται από πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου. Η εγκατάσταση βρίσκεται στην Ιαπωνία.



Φ/Β σύστημα εγκατεστημένο στην στέγη κτιρίου βιβλιοθήκης στις ΗΠΑ. Η συνολική ισχύς του συστήματος φθάνει τα 98[KWp].



Φ/Β σύστημα ενσωματωμένο σε πρόσοψη κτιρίου.



Φ/Β σύστημα πολλαπλής λειτουργίας. Τα Φ/Β πάνελ είναι ημιδιαφανή, επιτρέποντας έτσι μέρος του ηλιακού φωτός να περάσει στο εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Το σύστημα είναι διασυνδεδεμένο με το δίκτυο και είναι εγκατεστημένο στην Ισπανία.



Υαλοπετάσματα με ενσωματωμένα Φ/Β πλαίσια, σε κτίριο επαγγελματικής χρήσης στην Αγγλία. Η συνολική ισχύς του Φ/Β συστήματος ανέρχεται στα 73[KWp].



Εκθεσιακό Κέντρο Μονάχου

Το κτιριακό συγκρότημα του εκθεσιακού (εμπορικού) κέντρου του Μονάχου διαθέτει Φ/Β σύστημα εγκατεστημένης ισχύος 1[MWp]. Το σύστημα είναι τοποθετημένο στις στέγες έξι κτιρίων του κέντρου και αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα Φ/Β Συστήματα τοποθετημένα σε κτίρια στον κόσμο.



Όπως προκύπτει από τις εικόνες της εγκατάστασης, η κατασκευή στήριξης των Φ/Β πάνελ προσαρμόζεται απευθείας στην υφιστάμενη επιφάνεια της στέγης. Τα επιμέρους τμήματα του συστήματος ήταν σε μεγάλο βαθμό προκατασκευασμένα, γεγονός που κατέστησε δυνατή την ταχύτατη ολοκλήρωση της εγκατάστασης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Υπουργείο Ανάπτυξης
- [2] www.cres.gr ΚΑΠΕ
- [3] www.Greenpeace.com
- [4] www.atlantisresearch.gr
- [5] www.viotech.gr
- [6] www.selasenergy.gr
- [7] www.seners.gr
- [8] www.ecotec.gr
- [9] www.energolab.gr
- [10] www.electrotech.gr Κώστας Ανδρομίδας Ηλεκτρονικός
- [11] www.HELIODOMI.gr EPIA Annual General Meeting 2004
- [12] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- [13] www.Wikipedia.gr
- [14] Eurodserv' er'/SEIA PV POWER
- [15] The American solar energy society
- [16] Γιώργος Γεωργιάδης "Μελέτη και υπολογισμός Υβριδικού συστήματος με Φ/Β και Α/Γ", Πτυχιακή Εργασία, ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2004
- [17] Α. Νεοκλέους, Σ. Π. Κωνσταντινίδη "Μετατροπή της Ηλιακής Ενέργειας σε Ηλεκτρική με Φ/Β Συστήματα", Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 1999
- [18] Μ. Κραπιδάκης Σημειώσεις Εργαστηρίου ΑΠΕ, ΤΕΙ Κρήτης, Παράρτημα Χανίων.
- [19] Ι. Ε. Φραγκιαδάκης "Φωτοβολταϊκά Συστήματα", Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη C 2004