

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ-ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Καλλιόπη Στυλ. Λαμπροπούλου

Αθήνα, Ιούνιος 2009

“ΕΠΙΣΤΗΜΗ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ

Επιβλέπων : Λέκτορας Ν. Μαμάσης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κατ' αρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας μου κ. Ν. Μαμάση, για την καθοδήγησή του και τη βοήθειά του σε κάθε φάση της δημιουργίας της. Το θέμα που μου ανέθεσε παρουσιάζει εξαιρετικό επιστημονικό ενδιαφέρον και μου έδωσε τη δυνατότητα να μελετήσω μια νέα τεχνολογικά εφαρμογή Α.Π.Ε. στη χώρα μας.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αδερφό μου Δημήτρη Λαμπρόπουλο προϊστάμενο της Δ.Ε.Η. Ναυπλίου για τη συνολική του βοήθεια στην εκπόνηση της εργασίας. Για τις γνώσεις και τις εμπειρίες που μου μετέδωσε λόγω της επαγγελματικής του εξειδίκευσης με το αντικείμενο και κυρίως για την τεχνογνωσία της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε δώματα και στέγες κτιρίων. Επίσης για την πολύτιμη βοήθειά του σχετικά με το εφαρμοζόμενο νομικό πλαίσιο.

Θερμές ευχαριστίες και στους φίλους μου Παναγιώτη και Αντωνία για τη συνεισφορά τους στην υλοποίηση της τελικής μορφής της εργασίας.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στο σύζυγό μου Μενέλαο για την κατανόηση και την υπομονή του και για τις πολλές ώρες γόνιμης συζήτησης, που με βοήθησαν να εστιάσω την προσοχή μου σε μερικές ιδέες που περιέχονται στην εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT.....	viii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xv

1. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1.1. Η ενέργεια ως στόχος και ως προοπτική ανάπτυξης.....	1
1.2. Οι πηγές ενέργειας σήμερα.....	4
1.2.1. Οι κύριες πηγές ενέργειας.....	4
1.2.2. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	4
1.3. Ιστορική Αναδρομή.....	4
1.4 Εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.....	6
1.5 Δυνατότητα αξιοποίησης της Φ/Β ενέργειας.....	7
1.6 Αρχές Λειτουργίας Φ/Β φαινομένου.....	8
1.7 Επαφή Ημιαγωγών p-n.....	11
1.8 Τεχνικές δημιουργίας των επαφών p-n Φ/Β στοιχείων.....	11
1.9 Οι βασικές προϋποθέσεις δημιουργίας του Φ/Β φαινομένου στους ημιαγωγούς.....	13
1.10 Το Φ/Β φαινόμενο ... περιληπτικά.....	13
1.11 Το Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.....	13
1.11.1 Απόδοση του Φ/Β πλαισίου και παράγοντες που την επηρεάζουν.....	16
1.12 Το Φωτοβολταϊκό σύστημα.....	17
1.12.1 Χαρακτηριστικά των Φ/Β Συστημάτων.....	18
1.12.2 Προδιαγραφές Φ/Β συστημάτων.....	19
1.13 Κοινωνική διάσταση – Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.....	19
1.14 Προτάσεις για την προώθηση των Φ/Β Συστημάτων.....	21

2. ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου (Si).....	23
2.2 Φωτοβολταϊκά στοιχεία άλλων υλικών, λεπτών επιστρώσεων.....	25
2.3 Οργανικά Φωτοβολταϊκά στοιχεία.....	26
2.4 Φ/Β στοιχεία ειδικής σχεδίασης, βελτιωμένης απόδοσης.....	27
2.5 Ρεκόρ απόδοσης από νέες ηλιακές κυψέλες.....	28
2.6 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες του Φ/Β στοιχείου. Αντιανακλαστική επίστρωση.....	28
2.7 Κατηγορίες και σύνθεση Φ/Β συστημάτων.....	30
2.7.1 Εκτός δικτύου ή απομονωμένα Φ/Β συστήματα.....	30
2.7.1.1 Αυτόνομα Φ/Β συστήματα.....	31

2.7.1.2 Υβριδικά Φ/Β συστήματα (Hybrid PV systems).....	32
2.7.2 Φ/Β συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο (Grid-connected systems).....	32
2.8 Τρόποι στήριξης των συλλεκτών και προσανατολισμός τους.....	34
2.8.1 Στήριξη του συλλέκτη με σταθερή γωνία κλίσης - Γωνία κλίσης για βέλτιστη ενεργειακή απολαβή συλλέκτη.....	34
2.8.2 Στήριξη με δυνατότητα εποχικής ρύθμισης της κλίσης του συλλέκτη.....	36
2.8.3 Στήριξη με δυνατότητα στροφής του συλλέκτη γύρω από έναν ή δύο άξονες.....	37
2.8.3.1 Στροφή γύρω από έναν άξονα.....	37
2.8.3.2 Στροφή γύρω από δύο άξονες.....	37
2.9 Παραγωγή των Φ/Β πετασμάτων.....	38

3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

3.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ενσωματωμένα στα Κτίρια - Φ.Β.Ε.Κ.....	40
3.1.1 Προοπτικές ανάπτυξης Φ.Β.Ε.Κ. στην Ελλάδα.....	40
3.1.2 Διαθέσιμο δυναμικό για Φ.Β.Ε.Κ.	42
3.1.3 Βασικά χαρακτηριστικά κτιρίων – Διαφοροποιήσεις ανά περιοχή.....	43
3.2 Φωτοβολταϊκά στοιχεία στις στέγες.....	44
3.2.1 Η ηλιακή ενέργεια στα κτίρια.....	44
3.2.2 Η αξιοποίηση της Φ/Β μετατροπής.....	45
3.2.3 Φ/Β πανό στις στέγες.....	46
3.2.4 Η δομή του συστήματος.....	48
3.3 Φωτοβολταϊκά στοιχεία στις όψεις.....	51
3.3.1 Παράγοντες απόδοσης των Φ/Β συστημάτων.....	52
3.3.2 Βασικά στοιχεία επιλογής Φ/Β πλαισίων και πρότυπα.....	53
3.3.3 Στοιχεία σχεδιασμού.....	54
3.3.4 Ενσωμάτωση στις όψεις, τρόπος στήριξης, υλικά.....	55
3.3.5 Φ/Β στοιχεία σε εξωτερικά συστήματα σκίασης.....	58
3.4 Παραδείγματα υλοποιημένων βέλτιστων πρακτικών.....	58
3.4.1 Ενσωμάτωση Φ/Β σε κεκλιμένη στέγη με κεραμίδια.....	59
3.4.2 Ενσωμάτωση Φ/Β σε επίπεδη στέγη (ημιπερατή στέγη).....	59
3.4.3 Ενσωμάτωση Φ/Β σε πρόσοψη.....	60
3.4.4 Ενσωμάτωση Φ/Β σε καμπύλη οροφή.....	60
3.4.5 Κτιριακές δομές με Φ/Β στοιχεία : πέργκολα.....	61
3.4.6 Ενσωμάτωση Φ/Β σε πέργκολα.....	61
3.4.7 Κατασκευαστικά στοιχεία με Φ/Β : σκίαστρα.....	62
3.4.8 Κατασκευαστικά στοιχεία με Φ/Β : μεμβράνες.....	62
3.5 Επικείμενες εφαρμογές	64

4. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

4.1 Το Ελληνικό Θεσμικό Πλαίσιο για τις Α.Π.Ε. μέχρι το Ν. 3468/2006.....	66
4.1.1 Η ιστορική εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου για τις Α.Π.Ε.....	66
4.1.2 Συμπερασματικές παρατηρήσεις για το προϊσχύσαν θεσμικό πλαίσιο των Α.Π.Ε.....	69
4.1.3 Βασικά προβλήματα από την εφαρμογή των ν. 2244/1994, 2773/1999 και 2941/2001.....	70
4.2 Ο Νόμος 3468/2006 (Φ.Ε.Κ. Α' 129/27.6.2006).....	71
4.2.1 Οι σκοποί του νόμου.....	71
4.2.2 Το κανονιστικό περιεχόμενο του νόμου.....	72
α) Άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. & υβριδικούς σταθμούς Α.Π.Ε.....	72
β) Εγκατάσταση και Λειτουργία των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.....	75
γ) Ένταξη και Σύνδεση σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α στο Σύστημα ή το Δίκτυο και διάθεση (πώληση) της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.....	78
δ) Τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α και υβριδικούς σταθμούς Α.Π.Ε.....	79
ε) Εγγυήσεις Προέλευσης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Μηχανισμός Διασφάλισής τους.....	81
στ) Όργανα για τον συντονισμό και προώθηση επενδύσεων στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., περιοδικές εκθέσεις και διοικητικές κυρώσεις.....	82
ζ) Ειδικό τέλος παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., μεταβατικές και τελικές διατάξεις.....	84
4.2.3 Μια πρώτη αξιολόγηση του ν. 3468/2006.....	85
4.3 Ο Νόμος 3734/2009 (Φ.Ε.Κ. Α' 8/28.1.2009).....	87
4.3.1 Συνοψίζοντας τις βασικές διατάξεις του ν. 3734/2009	88
4.3.2 Μια πρώτη αξιολόγηση του ν. 3734/2009.....	90
4.4 Ειδικό Πρόγραμμα “Φωτοβολταϊκά στις στέγες” Μικρές επενδύσεις Φ/Β συστημάτων ισχύος έως 10kW σε αστικό περιβάλλον.....	92
4.4.1 Στάση του Τ.Ε.Ε. απέναντι στο Πρόγραμμα “Φωτοβολταϊκά στις στέγες”.....	96

5. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

5.1. Σύνδεση Φ/Β συστήματος στο Δίκτυο Χ.Τ. της Δ.Ε.Η.....	99
5.2. Διαδικασία για τη σύνδεση Φ/Β σταθμών στο δίκτυο Χ.Τ. (ισχύς έως 100kW).....	101
5.2.1 Υποβολή αίτησης από ενδιαφερόμενο.....	101
5.2.2 Διατύπωση όρων σύνδεσης προς τον Παραγωγό.....	103
5.2.3 Κατάρτιση και υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης.....	104
5.2.4 Κατασκευή των έργων Σύνδεσης.....	104

5.2.5 Ενεργοποίηση της Σύνδεσης.....	104
5.2.6 Απολογισμός δαπανών.....	105
5.2.7 Ενημερώσεις – Γνωστοποιήσεις.....	105
5.2.8 Κοστολόγηση Είσπραξη –Λογαριασμοί – Απολογισμός.....	106
5.2.9 Ενεργοποίηση της σύνδεσης.....	107
5.3. Διαδικασία για την εγκατάσταση και σύνδεση μικρών Φ/Β συστημάτων, ισχύος έως 10kW στο δίκτυο Χ.Τ.....	109
5.4. Προσανατολισμός του συλλέκτη - Βέλτιστη γωνία κλίσης.....	112
5.5 Διαστασιοποίηση Φ/Β συστήματος.....	114
5.5.1. Παράδειγμα κατοικίας με καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος.....	116
5.5.2 Παράδειγμα κατοικίας με καταναλώσεις εναλλασσόμενου ρεύματος.....	116
5.6 Τοποθέτηση Φ/Β συστημάτων.....	118
5.6.1 Η επίδραση του ανέμου	120
5.7 Ηλεκτρικά εξαρτήματα.....	121
6. ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	
6.1 Οικονομικά στοιχεία.....	123
6.2 Εφαρμογή : Υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής Αυτόνομου Φ/Β Συστήματος.....	125
6.3 Εφαρμογή : Υπολογισμός Φ/Β Συστήματος για παραθεριστική κατοικία.....	126
6.4 Επένδυση σε μικρά Φ/Β συστήματα ισχύος έως 10kW σε αστικό περιβάλλον.....	130
6.5 Μείωση κόστους των Φ/Β στοιχείων με την εξέλιξη της τεχνολογίας.....	132
6.6 Μελλοντικές Τιμολογήσεις.....	133
7. ΣΥΧΝΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	134
8. ΣΥΧΝΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ Φ/Β ΙΣΧΥΟΣ ΕΩΣ 10kW ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ.....	145
9. ΣΥΝΟΨΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	156
Βιβλιογραφία.....	160
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	
N. 3468/2006.....	163
N. 3734/2009.....	185
Κ.Υ.Α. 12323/ΓΓ: 175 “Φωτοβολταϊκά στις Στέγες”.....	209
Σύμβαση Συμψηφισμού για Φ/Β Συστήματα ισχύος έως 10kW.....	216
Πληροφοριακό Δελτίο για τη Σύνδεση Φ/Β Σταθμών ισχύος έως 100kW.....	223
Αίτηση για τη Σύνδεση Φ/Β Σταθμών στο Δίκτυο Χ.Τ. (NEO – ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 1).....	224

Πληροφοριακό Δελτίο για τη Σύνδεση Φ/Β Σταθμών ισχύος έως 10kW στο Δίκτυο Χ.Τ.....	228
Αίτηση για τη Σύνδεση Φ/Β Σταθμών ισχύος έως 10kW στο Δίκτυο Χ.Τ.	230
Όροι Σύνδεσης Φ/Β Σταθμού στο Δίκτυο Χ.Τ. (ΝΕΟ – ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 3)	233
Σύμβαση Σύνδεσης στο Δίκτυο Χ.Τ. μεταξύ Παραγωγού και Δ.Ε.Η. Α.Ε. (ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 4).....	235
Σύμβαση Πώλησης & Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας με Δ.Ε.ΣΜ.Η.Ε.....	242
Έντυπο Εργασιών Μικρής Κλίμακας.....	252
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	
Στατική εφαρμογή εγκατάστασης Φ/Β Συστήματος σε πρόσοψη κτιρίου.....	255
Εγχειρίδιο Φ/Β.....	274
Φωτογραφικό υλικό.....	294

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.), με τεράστιο ενδιαφέρον για την Ελλάδα. Εκμεταλλευόμενο το Φ/Β φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση, το Φ/Β σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια.

Το Φ/Β σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ (ή πλαίσια ή όπως λέγονται συχνά στο εμπόριο "κρύσταλλα") Φ/Β στοιχείων (ή κυψελών ή κυττάρων) μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή.

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για να κατασκευαστούν Φ/Β στοιχεία στη βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ίσως και το μοναδικό υλικό που παράγεται με τόσο μαζικό τρόπο. Το πυρίτιο σήμερα αποτελεί την πρώτη ύλη για το 90% της αγοράς των Φ/Β. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά του είναι :

■ μπορεί να βρεθεί πολύ εύκολα στη φύση. Είναι το δεύτερο σε αφθονία υλικό, που υπάρχει στον πλανήτη μετά το οξυγόνο. Το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) 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 $125^{\circ}C$, κάτι που επιτρέπει τη χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που τα Φ/Β στοιχεία πυριτίου ανταπεξέρχονται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών.

■ πολύ σημαντικό στοιχείο, που συνέβαλλε στη γρήγορη ανάπτυξη των Φ/Β στοιχείων τα τελευταία χρόνια, ήταν η ήδη αναπτυγμένη τεχνολογία στη βιομηχανία της επεξεργασίας του πυριτίου, στον τομέα της ηλεκτρονικής (υπολογιστές, τηλεοράσεις κ.λ.π). Το 2007 μάλιστα ήταν η πρώτη χρονιά που υπήρχε μεγαλύτερη ζήτηση (σε τόνους κρυσταλλικού πυριτίου) στην αγορά των Φ/Β στοιχείων σε σχέση με αυτήν των ημιαγωγών της ηλεκτρονικής.

Μια κατηγοριοποίηση για τα Φ/Β στοιχεία θα μπορούσε να γίνει με βάση το πάχος του υλικού που χρησιμοποιείται :

Τύποι Φ/Β συστημάτων πυριτίου "μεγάλου πάχους"
1) Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (sc-Si) : το πάχος τους είναι περίπου 0,3mm. Η απόδοσή τους στη βιομηχανία κυμαίνεται από 15-18% για το πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%. Χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης/επιφάνειας ή "ενεργειακής πυκνότητας". Έχουν υψηλό κόστος κατασκευής σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά.
2) Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc-Si) : το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3mm. Η μέθοδος παραγωγής τους είναι φθηνότερη από αυτήν των μονοκρυσταλλικών γι' αυτό και η τιμή

τους είναι συνήθως λίγο χαμηλότερη. Σε εργαστηριακές εφαρμογές έχουν επιτευχθεί αποδόσεις έως και 20%, ενώ στο εμπόριο τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία διατίθενται με αποδόσεις 13 έως και 15% για τα Φ/Β πλαίσια.

3) Φ/Β στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon) : πρόκειται για μια σχετικά νέα τεχνολογία Φ/Β στοιχείων. Προσφέρει έως και 50% μείωση στη χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών Φ/Β κυψελών πυριτίου. Η απόδοση για τα Φ/Β στοιχεία του έχει φτάσει πλέον γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3mm. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 18%.

Φ/Β υλικά λεπτών επιστρώσεων, thin film

1) Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe₂ ή CIS, με προσθήκη γάλλιου GIGS) : 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 Φ/Β τεχνολογιών λεπτής επιστρώσεως. Με την πρόσμιξη γάλλιου η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο CIGS. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ίνδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στη φύση. Στα επόμενα χρόνια πάντως αναμένεται το κόστος του να είναι αρκετά χαμηλότερο.

2) Φ/Β άμορφου πυριτίου (a-Si) : 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. Οι επιδόσεις που επιτυγχάνονται κυμαίνονται για το πλαίσιο από 6-8% ενώ στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις ακόμα και 14%. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα είναι ότι δεν επηρεάζονται πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης πλεονεκτεί στην αξιοποίηση της απόδοσής του σε σχέση με τα κρυσταλλικά Φ/Β όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά). Το μειονέκτημα τους είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα, κάτι που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά Φ/Β στοιχεία. Επίσης υπάρχουν αμφιβολίες ως προς τη διάρκεια ζωής τους, διότι δεν υπάρχουν στοιχεία από παλιές εγκαταστάσεις, αφού η τεχνολογία είναι σχετικά καινούργια. Παρόλα αυτά οι κατασκευαστές πλέον δίνουν εγγυήσεις απόδοσης 20 ετών. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001mm ενώ το υπόστρωμα κυμαίνεται από 1 έως 3mm.

3) Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe) : έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV, το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα, κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα, όπως τη δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%. Στο εργαστήριο η απόδοση αγγίζει το 16%. Μελλοντικά αναμένεται το κόστος να μειωθεί αρκετά. Τροχοπέδη για τη 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 στη χρήση του. Επίσης προβληματίζει η έλλειψη του Τελλουρίου.

4) Αρσενικούχο Γάλλιο (GaAs) : το Γάλλιο είναι 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 απόδοσή του στη μορφή πολλαπλών συναινέσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν τη χρήση τους σε εφαρμογές ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων (solar concentrators). Ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.

Υβριδικά Φ/B στοιχεία

Ένα Υβριδικό Φ/B στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών. Τα πιο γνωστά εμπορικά υβριδικά Φ/B στοιχεία αποτελούνται από 2 στρώσεις άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) ενώ ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Το μεγάλο πλεονέκτημα 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. Τα αντίστοιχα Φ/B στοιχεία έχουν απόδοση 19,7%. Άλλα πλεονεκτήματα είναι η υψηλή τους απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και η μεγάλη τους απόδοση στη διαχεόμενη ακτινοβολία. Φυσικά, αφού προσφέρει τόσα πολλά το Φ/B υβριδικό είναι και κάπως ακριβότερο σε σχέση με τα συμβατικά Φ/B πλαίσια.

Άλλες τεχνολογίες

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

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

Στο εμπόριο διατίθενται Φ/B πάνελ, τα οποία δεν είναι παρά πολλά Φ/B στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο, σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των Φ/B κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/B συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC) και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των Φ/B αφορούσαν εφαρμογές συνεχούς τάσης : κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης (κομπιουτεράκι) και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές, οι αντιστροφείς (inverter),

που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κ.λ.π.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο Φ/Β στοιχείο. Τα πρώτα Φ/Β στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19^ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια Bell Laboratories δημιούργησαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης. Η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των Φ/Β. Στη σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός Φ/Β στοιχείου βρίσκεται στο 13-15%, ο οποίος συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κ.λ.π.) παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το Φ/Β σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Για την παραγωγή ενέργειας 1 kW_p μπορεί να θεωρηθεί ότι χρειάζονται περίπου 10m² επιφάνειας κάλυψης με Φ/Β στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, από 7-9m² τα στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου, 9-11m² τα στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου και 16-20m² για τα στοιχεία άμορφου πυριτίου, τα οποία έχουν τη χαμηλότερη απόδοση είναι όμως φθηνότερα. Η επιλογή του είδους των Φ/Β είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη. Φυσικά τα ποσοστά αυτά διαφοροποιούνται καθώς η τεχνολογία κατασκευής των Φ/Β εξελίσσεται. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των Φ/Β σε ηλιοστάτη (tracker), δηλαδή μια μηχανολογική διάταξη, πάνω στην οποία τοποθετείται η Φ/Β συστοιχία, ώστε το σύστημα να μπορεί να περιστρέφεται μέσω των ειδικών εξαρτημάτων και του λογισμικού που διαθέτει. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, ενώ εξοικονομείται χρήμα: σε σχέση με την αγορά επιπλέον Φ/Β πάνελ, η αγορά ενός ηλιοστάτη είναι στις περισσότερες περιπτώσεις η συμφέρουσα λύση.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες Φ/Β συστημάτων: **(α)** τα απομονωμένα, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να είναι συνδεδεμένα στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Διακρίνονται σε αυτόνομα, στα οποία η Φ/Β συστοιχία αποτελεί την αποκλειστική πηγή ενέργειας και σε υβριδικά, στα οποία περιλαμβάνεται και άλλη πηγή Α.Π.Ε. ή συμβατική ηλεκτρική πηγή (π.χ. Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος) και **(β)** τα συνδεδεμένα στο δίκτυο, στα οποία δεν απαιτείται αποθήκευση της παραγόμενης Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα Φ/Β μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες ή κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Παρέχονται σε διάφορα μεγέθη και μπορούν π.χ. να υποκαταστήσουν τμήμα μιας κεραμοσκεπής (μειώνοντας αντίστοιχα και το κόστος) ή τα υαλοστάσια σε μια πρόσοψη ή να χρησιμοποιηθούν σαν φωταγωγοί (skylights). Ήδη παράγονται και Φ/Β κεραμίδια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θέση των κανονικών κεραμιδιών. Τα Φ/Β μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως σκίαστρα πάνω από παράθυρα (βοηθώντας έτσι και στη μείωση των εξόδων κλιματισμού). Επίσης

σε πέργκολες και στέγαστρα χώρων στάθμευσης. Παρέχονται σε διάφορα χρώματα (κατόπιν παραγγελίας) και σε διάφορα πάχη διαφάνειας για ειδικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές. Διατίθενται επίσης σήμερα διαφανή Φ/Β, για προσόψεις εμπορικών κτιρίων, με θερμομονωτικές ιδιότητες αντίστοιχες με αυτές των υαλοστασίων χαμηλής εκπεψιμότητας (low-e), τα οποία επιτυγχάνουν (πέραν της ηλεκτροπαραγωγής) και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30% σε σχέση με ένα κτίριο με συμβατικά υαλοστάσια.

Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού ένα τυπικό Φ/Β ισχύος 1kW παράγει κατά μέσο όρο 1.200-1500 kWh το έτος (ανάλογα με την ηλιοφάνεια της περιοχής) και αποτρέπει κατά μέσο όρο, κάθε έτος, την έκλυση 1.450 κιλών διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν 2 στρέμματα δάσους. Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα Φ/Β παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό σε σχέση με τις πιο βόρειες. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως ένα Φ/Β στην Αθήνα αποδίδει 1.250-1.450 kWh/έτος/εγκατεστημένο kW, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.275 kWh/έτος/εγκατεστημένο kW και στην Κρήτη ή στη Ρόδο 1.400-1.500 kWh/έτος/εγκατεστημένο kW.

Για την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων σε ένα κτίριο, υπάρχουν 4 βασικοί τρόποι : (i) τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα (ii) τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους (iii) απευθείας τοποθέτηση και (iv) ενσωμάτωση των Φ/Β στο κέλυφος του κτιρίου. Τα Φ/Β μπορεί να είναι με ή χωρίς πλαίσιο (συνήθως από αλουμίνιο). Τα πρώτα χρησιμοποιούνται σε κεκλιμένες στέγες (ενσωματωμένα ή πρόσθετα) ή σε επίπεδες οροφές, ενώ τα δεύτερα σε προσόψεις (σαν κοινός υαλοπίνακας) ή τοιχώματα.

Ωστόσο, οι βασικές προϋποθέσεις για την εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος είναι :

(α) σκίαση : πρέπει να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Χονδρικά απαιτούνται $8\text{m}^2/\text{kW}$ για μονοκρυσταλλικά Φ/Β, $10\text{m}^2/\text{kW}$ για πολυκρυσταλλικά και περίπου το διπλάσιο για τα άμορφα.

(β) προσανατολισμός : τα Φ/Β πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό. Αν τοποθετηθούν σε κάθετη επιφάνεια, ο προσανατολισμός είναι καλύτερα να είναι νοτιοανατολικός ή νοτιοδυτικός. Αν είναι κεκλιμένα, μια μεγαλύτερη ποικιλία προσανατολισμών θα δίνει ανεκτά ενεργειακά αποτελέσματα. Ο βόρειος προσανατολισμός πρέπει οπωσδήποτε να αποφεύγεται.

(γ) κλίση : μια κεκλιμένη Φ/Β μονάδα θα δέχεται περισσότερο φως από μια κατακόρυφη. Κάθε γωνία μεταξύ της ορθής και αυτής των 150° μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Οι 15° προτείνονται για να επιτρέπουν στη βροχή να ξεπλένει τη σκόνη. Η βέλτιστη γωνία είναι $30-40^\circ$ για ένα Φ/Β που “βλέπει” νότια. Κανονικά πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο εγκαθίσταται.

(δ) ύπαρξη κατάλληλου χώρου για τα ηλεκτρικά συστήματα και τις μπαταρίες

(ε) βάρος (αν τοποθετηθεί στη στέγη) : ένα πλήρες Φ/Β ζυγίζει $15-20\text{kg}/\text{m}^2$.

(στ) αερισμός : η αύξηση της θερμοκρασίας ελαττώνει την απόδοση, γι' αυτό η πίσω μεριά του Φ/Β πρέπει να αερίζεται επαρκώς.

Τα πλεονεκτήματα είναι πολλά και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα Φ/Β, ειδικότερα για την κάλυψη ή τη συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών. Ενδεικτικά αναφέρουμε : **(1)** δεν έχουν κινούμενα μέρη και λειτουργούν αθόρυβα **(2)** όχι μόνο δε ρυπαίνουν το περιβάλλον με αέρια ή άλλα κατάλοιπα, αλλά αποτρέπουν κατά μέσο όρο την έκλυση 1,5 τόνου διοξειδίου του άνθρακα κάθε έτος, όσο δηλ. θα απορροφούσαν περίπου 2 στρέμματα δάσους. **(3)** μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα και αξιόπιστα, χωρίς την παρουσία χειριστή **(4)** μπορούν να εγκατασταθούν και να λειτουργήσουν σε απομονωμένες περιοχές **(5)** δεν καταναλώνουν κάποιο είδος καυσίμου **(6)** μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας **(7)** λειτουργούν χωρίς προβλήματα κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες. **(8)** χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση. **(9)** έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 έτη). **(10)** είναι λειτουργικά, καθώς προσφέρουν επεκτασιμότητα ανάλογα με τις ανάγκες σε φορτίο και δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (σε δίκτυο ή συσσωρευτές). **(11)** δεν ελέγχονται από κανέναν (ή καμία εταιρεία) και αποτελούν ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που δίνει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία. **(12)** βοηθούν στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας, κάνοντας τον καταναλωτή που διαθέτει Φ/Β πιο προσεκτικό και ενήμερο στον τρόπο που καταναλώνει την ενέργεια, αλλά και στα στοιχεία που αφορούν την παραγόμενη και καταναλισκόμενη ενέργεια. **(13)** βοηθούν στην αποκέντρωση της 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. **(14)** βοηθούν στην αποφυγή black-out, εφόσον η μέγιστη παραγωγή γίνεται καλοκαίρι και μεσημέρι, ώρες δηλ. που έχουμε τις ημερήσιες αιχμές ζώνης, βοηθώντας στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου (μέχρι και 20%) και τη μείωση του συνολικού κόστους ηλεκτροπαραγωγής από τη Δ.Ε.Η., δεδομένου ότι η κάλυψη των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον, ότι κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. ευρώ. **(15)** δίνουν κύρος στον χρήστη τους (τουλάχιστον στις προηγμένες χώρες!) και βελτιώνουν το “πρόσωπο” των επιχειρήσεων που τα χρησιμοποιούν. Στις πιο ανεπτυγμένες αγορές η εγκατάσταση Φ/Β αποτελεί πλέον τον κανόνα σε κάθε κτιριακή εφαρμογή. **(16)** δημιουργούν σήμερα περισσότερες θέσεις εργασίας ανά MW ή/και ανά επενδυμένο € από οποιαδήποτε άλλη ενεργειακή τεχνολογία. Η εγχώρια παραγωγή Φ/Β συνεπάγεται εκατοντάδες θέσεις εργασίας. **(17)** αποτελούν μέσο εισόδου ξένων επενδύσεων στην Ελλάδα. **(18)** συμβάλλουν στην Περιφερειακή Ανάπτυξη και την τοπική απασχόληση, λόγω του αποκεντρωμένου χαρακτήρα τους.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα Φ/Β συστήματα το κόστος τους, το οποίο παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6.000 ευρώ ανά εγκατεστημένο kW ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5kW το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό ωστόσο μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να

παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Επιπλέον απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης και έχουν ακόμη (σήμερα) σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο της για το 2020 το 20% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από Α.Π.Ε.. Ως προς την ηλιοθερμική ενέργεια η Ελλάδα ήταν πρωτοπόρος χώρα στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες, με περίπου ένα εκατομμύριο εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες, που συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας το ανεξάντλητο ηλιακό δυναμικό. Τώρα μένει να γίνει το ίδιο και ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι προϋποθέσεις μάλιστα για τα Φ/Β συστήματα είναι ακόμα καλύτερες, αφού τα Φ/Β συστήματα παρουσιάζουν τη μέγιστη παραγωγή ακριβώς εκείνες τις ώρες της ημέρας που η κατανάλωση (ζήτηση) φτάνει στο ζενίθ και η Δ.Ε.Η. ζητά από όλους τους καταναλωτές να περιορίσουν τη ζήτηση ή αναγκάζεται να κάνει περικοπές (ελεγχόμενα blackout).

Με οικονομικά κίνητρα και απλοποίηση των πολεοδομικών, αλλά και φορολογικών υποχρεώσεων, επιχειρεί το Υπουργείο Ανάπτυξης να προωθήσει την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων ισχύος έως 10kW, σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων και των στεγάστρων βεραντών (η εφαρμογή του μέτρου δεν θα αφορά τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά). Η Κοινή Υπουργική Απόφαση των υπουργών Οικονομίας, Ανάπτυξης και Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε., υπεγράφη την 4^η Ιουνίου 2009, σύμφωνα με την οποία από την 1^η Ιουλίου 2009 τίθεται σε εφαρμογή το πρόγραμμα “Φωτοβολταϊκά στις στέγες”. Ο Υπουργός Ανάπτυξης σημείωσε ότι μέσω της διευκόλυνσης της χρήσης Α.Π.Ε. σε εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας, η πράσινη ενέργεια γίνεται μέρος της καθημερινότητας των πολιτών, επηρεάζοντας σταδιακά το σύνολο της ενεργειακής τους συμπεριφοράς και οδηγώντας στην “επανάσταση της πράσινης ενέργειας”. Οι ενδιαφερόμενοι, που μπορεί να είναι ιδιώτες ή πολύ μικρές επιχειρήσεις που απασχολούν μέχρι 10 άτομα και έχουν τζίρο μέχρι 2 εκατ. ευρώ ετησίως, δεν υποχρεούνται στην έκδοση πολεοδομικής άδειας, αλλά να λάβουν από την πολεοδομία μια απλή έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας. Επίσης, δεν υποχρεούνται σε άνοιγμα βιβλίων στην εφορία για την ανταλλαγή του ρεύματος με τη Δ.Ε.Η. ή αδειοδότησης από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας και το Υπουργείο Ανάπτυξης. Τι όφελος μπορεί να προκύψει όμως για ένα μέσο νοικοκυριό που θα επιλέξει να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά; Μια μέση ελληνική οικογένεια καταναλώνει 5.000-7.000kWh ετησίως. Το τιμολόγιο της Δ.Ε.Η. είναι σήμερα στα 11 λεπτά/kWh, πράγμα που σημαίνει ότι το ετήσιο κόστος (μόνο για τη Δ.Ε.Η.) κυμαίνεται μεταξύ 550-700€. Για να καλυφθούν οι συγκεκριμένες ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα υπολογίζεται ότι απαιτούνται Φ/Β πάνελ ισχύος 5kW και εμβαδού 60-80τ.μ. σε δώμα ή 30-45τ.μ. σε κεραμοσκεπή. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να παράγει 6.500kWh ετησίως, δηλαδή να αποφέρει έσοδα από την πώληση στο δίκτυο 3.575€. Μέσω του συμψηφισμού η Δ.Ε.Η. θα επιστρέφει (σε διμηνιαίες δόσεις) το ποσό των 2.800-3.000€ ετησίως. Αυτό σημαίνει ότι σε 9 χρόνια περίπου θα μπορεί ο μικρός επενδυτής να κάνει απόσβεση ενώ θα απολαμβάνει μια εγγυημένη αγορά για άλλα 16 χρόνια.

ABSTRACT

Photovoltaic (P/V) systems are one of the renewable energy sources (RES) towards which Greece displays enormous interest. With the use of the *P/V effect*, that is the direct conversion of electromagnetic radiation to voltage, the P/V system uses solar power to produce electricity.

A photovoltaic system consists of one or more panels (*also known as frames or “crystals” as often called in the market*) of P/V modules (*or cells*) along with the necessary devices and mechanisms required to convert the electricity produced in the desirable type.

The material used widely in industry to manufacture P/V cells is *silicon*. It may also be the only material produced massively. At present *silicon is the raw material used by 90% of the P/V market*. Its most significant advantages are the following:

- It can be easily found in nature. Silicon is the second most common material on earth, after oxygen. 28% of the earth’s crust consists of silicon dioxide (SiO₂), commonly known as sand, and quartzite. Silicon is also environmental friendly.
- It can be easily melt and shaped. It is also relatively easy to be converted in its single-crystalline form.
- Its electrical properties can be maintained in temperatures up to 125°C, a fact which allows the use of silicon in quite difficult environmental conditions. This is also the reason why P/V silicon cells cope with a particularly wide range of temperatures.
- Silicon processing technology was already developed in industry, thus contributing in the rapid development of P/V cells in the field of electronics (computers, televisions etc). In relation to the demand for semi-conductors in electronics, 2007 was the first year of increased demand (in tones of crystal silicon) in the P/V cells market.

Photovoltaic cells could be categorized based on the thickness of the material used:

Types of “thick film” P/V silicon systems
1) P/V single-crystalline silicon cells (sc-Si): their thickness is approximately 0.3mm. Their efficiency in industry varies from 15-18% for each panel. In the lab, even better results have been achieved that reach 24.7%. One of their most characteristic advantages is the optimum efficiency/ surface relation or “energy density”. Their production cost is quite high compared to multi-crystalline cells.
2) P/V multi-crystalline silicon cells (mc-Si): their thickness is approximately 0.3mm. The production costs less than that of single-crystalline and this is why in most cases their price is also lower. In laboratory applications the achieved efficiency reaches 20%, while in the market one can find multi-crystalline cells for P/V panels with efficiency that varies from 13 to 15%.
3) Ribbon Silicon P/V cells: this is a relatively new P/V cell technology. It offers up to 50% reduction in the use of silicon in relation to the “traditional techniques” for the production of single and multi crystalline P/V silicon cells. The efficiency for these P/V cells has now reached approximately 12-

13%, while their thickness is about 0.3mm. Efficiency achieved in the lab reaches 18%.

P/V thin film material

1) Copper Indium Biselenide (CuInSe₂ or CIS, with the addition of gallium CIGS): Although CIS absorbs significant amounts of incoming light, its efficiency is based on modern techniques and varies around 11% (panel). The efficiency has been increased to 18.8% in the lab, which is the greater one achieved amongst P/V thin film technologies. With the addition of gallium, its efficiency can be increased even more CIGS. The problem is that indium exists in limited quantities in nature. However, its cost is expected to decrease in the next few years.

2) *Amorphous silica P/V (a-Si)*: their efficiency is significantly lower compared to the two previous categories. They are thin films, produced by the deposition of a semi-conductor material (in this case silicon) on a supportive low cost undercoating, like glass or aluminium. Combined with the reduced silicon quantity that is used, their price is also lower. The achieved efficiency varies between 6-8%, while in the lab it reaches even 14%. The most important *advantage* is that they are not really affected by high temperatures. Another advantage is that its efficiency is best exploited, compared to crystalline P/Vs, in cases of diffused radiation (cloudy weather conditions). Their *disadvantage* is low energy density, which means that in order to produce the same amount of energy we need twice as much surface in relation to P/V crystalline cells. There are also some doubts concerning their life duration, because we do not have previous related application data, since the technology is relatively new. However, the manufacturers provide efficiency guarantees for 20 years. The thickness of the silicon is about 0.0001mm, while the undercoating thickness varies from 1 to 3mm.

3) *Cadmium Telluride (CdTe)*: its energy gap is about 1eV, which is really close to the solar spectrum, offering significant advantages like the ability to absorb 99% of the incoming radiation. Contemporary techniques, though, offer panel efficiency around 6-8%. In the lab efficiency reaches 16%. The cost is anticipated to be lower in the future. An obstacle to its use is that, based on some studies, cadmium is carcinogenic, and as a result its potential extensive use might be a problem. Greenpeace is already opposed to its use. Another problem also is the lack of tellurium in nature.

4) *Gallium Arsenide (GaAs)*: gallium is a by-product produced by the liquidation of other metals, like aluminium and zinc. It is even more rare than gold. Arsenic is not rare but its disadvantage is that it is poisonous. Gallium Arsenide has an energy gap of 1.4eV which is ideal for the absorption of solar radiation. Its efficiency in a multi-junction form is the highest achieved and reaches 29%. They are extremely resistant to high temperatures, a fact that in a way imposes their use in solar concentrator applications. It also suitable for space applications. The greater *disadvantage* of this technology is the high cost of the single-crystalline undercoating.

Hybrid P/V cells

A hybrid P/V cell consists of material layers of various technologies. The most known commercial hybrid P/V cells consist of two amorphous silicon layers (top and bottom), while in the middle there is

a layer of single-crystalline silicon. The greatest *advantage* of this technology is the panel's high efficiency level which reaches 17.2% in commercial applications. This means that we need less space for the same amount of installed power. The efficiency of the corresponding P/V cells is 19.7%. Other *advantages* are their high efficiency in high temperatures and their high efficiency in diffused radiation. However, since hybrid P/V cells have so many advantages is comparatively more expensive than the conventional P/V panels.

Other technologies

P/V technology evolves in a quick pace and there are various labs all over the world that present new patents. Some of the P/V technologies that stand out at present and might be used extensively in the future are: ● Nanocrystalline P/V silicon cells (nc-Si) ● Organic/ Polymer cells

In the market we can find P/V panels, which consist of a number of connected P/V cells, covered with special films and incised in glass with aluminium panels that have various power rating according to their technology and number of P/V cells. Therefore, a panel of 26 cells can have power rating of 70-85W, while larger panels can reach 200W or more.

A P/V net produces direct current (DC) electricity and this is the reason why the first P/V uses that were implemented involved direct current applications. Two of the most common examples are pocket calculators and satellites. As the efficiency degree kept on growing, though, special devices were manufactured, called inverters, whose aim was to convert the P/V net direct current output into alternative current voltage. This provides the P/V system the capability to supply for a contemporary installation (domicile, greenhouse, production unit etc) which mainly uses alternative current (AC) devices.

The *efficiency degree* expresses the amount of solar radiation that is converted into electricity in the P/V cell. The first P/V cells, designed in the 19th century, displayed an efficiency of 1-2%, while in *1954 Bell Laboratories* manufactured the first silicon P/V cells with efficiency 6%. As time goes by, the efficiency level increases. This increase, even if it is just one percentage point, is considered to be a great achievement in the P/V technology. Nowadays the typical efficiency rate of a P/V cell is around 13-15% and, compared to another system (conventional, aeolic, hydroelectric etc), is considered to be quite low. This means that the P/V system covers a large area in order to provide the maximum desired electricity. In order to *produce energy of 1kW_p*, we need approximately 10m² of P/V cells. More specifically, we need 7-9m² of *single-crystalline* silicon cells, 9-11m² of *multi-crystalline* silicon cells and 16-20 m² of *amorphous silicon* cells, which, although they have the lowest efficiency, they are cheaper. The selection of the most appropriate P/V is based on the needs, the available area or even the user's financial status. These percentages can of course be differentiated as P/V manufacturing technology evolves. However, the efficiency of a certain system can be significantly improved if the P/V is placed on a tracker, a mechanical assembly on which the P/V net is placed so

that it can rotate with the use of incorporated equipment and software. This way we can best exploit solar energy and save money at the same time. Compared to the purchase of additional P/V panels, the purchase of a tracker is in most cases the most economical solution.

There are two basic *P/V system categories*: **(a)** the *isolated* ones, which produce electricity without being connected to the main power supply network. These are divided in *autonomous*, where the P/V net is the only energy source, and in *hybrid*, which include another renewable energy source or conventional energy source (eg a power generator) and **(b)** the ones that are *connected to a network*, where storage of the produced P/V electricity is not required.

P/V systems can be installed in fields, roofs (flat or inclined) or even building facades. They are provided in various sizes and they can, for example, replace parts of a tile roof (thus reducing its cost) or glass windows in building facades or used as skylights. P/V tiles are already being produced that will be able to be used instead of traditional tiles. P/V systems can also be used as sunshades above windows (reducing air-conditioning cost). They can also be used on pergolas or garage roofs. They come in various colours (following a special order) and in various film thicknesses to suit architectural applications. Nowadays there are also transparent P/Vs for building facades, which at the same time provide insulation relative to the insulation of low-e glass windows. These P/Vs also achieve 15-30% energy saving (except from the power generator) in relation to a building with conventional glass windows.

The P/V exploitation preconditions in Greece are of the best in Europe, since a typical P/V of power 1kW has an average production of 1.200-1.500 kWh per year (according to sunlight in the area) and averts on average the emission of 1.450kgr of carbon dioxide per year, an amount that would be absorbed by two acres of forest land. It is obvious that in southern and warmer parts of the country a P/V produces more solar electricity in relation to northern areas. Indicatively, we mention that a P/V in Athens gives 1.250-1.450 kWh/ per year/ installed kW, in Thessaloniki 1.150-1.275 kWh/ per year/ installed kW and in Crete or Rhodes 1.400-1.500 kWh/ per year/ installed kW.

There are four basic ways to install P/V panels on a building **(i)** placement on inclined stands **(ii)** placement on a special base adjusted on the external cell **(iii)** direct placement and **(iv)** incorporation of the P/V on the surface of the building. P/Vs come with or without a frame (usually made of aluminium). The first ones are used on inclined roofs (incorporated or added) or on flat roofs, while the second ones are used on facades (like a common glass window) or on walls.

However, the main preconditions for the installation of a P/V system are:

(a) *shading*: there must be sufficient free space without shade. In general, the requirement is 8m²/kW for single-crystalline P/Vs, 10m²/kW for multi-crystalline P/Vs and about twice this amount for amorphous P/Vs.

(b) orientation: P/Vs must be oriented south. If placed on a vertical surface, the orientation should be south eastern or south western. If they are inclined, a variety of orientations would provide sufficient energy results. Northern orientation should be avoided at all costs.

(c) inclination: an inclined P/V unit will absorb more light than a vertical one. Each angle between 90° and 150° can be used. 15° are suggested so that dust can be washed out by rain. For a south oriented P/V the best angle is between 30-40°. Normally the angle should be equal to the latitude of the area where the P/V is placed.

(d) existence of appropriate area for electric systems and batteries

(e) weight (is placed on a roof): a complete P/V system weighs 15-20kg/m²

(f) ventilation: increased temperature reduces efficiency, so the back of the P/V should be sufficiently ventilated.

There is a great number of advantages and people have begun to show more and more interest in renewable energy sources and P/Vs, especially in order to cover or complete their needs in energy. Indicatively the following are mentioned: **(1)** there are no moving parts and their operation is silent **(2)** they do not pollute the environment with gases or other residues, while they avert 1.5 tons of carbon dioxide emission per year, that is approximately the amount absorbed by two acres of forest land **(3)** they can operate autonomously and reliably without a user being present **(4)** they can be installed and operate in isolated areas **(5)** they do not need any kind of fuel **(6)** they can operate along with other electricity production systems **(7)** they operate without any problems under all weather conditions **(8)** they need little maintenance **(9)** they have prolonged life duration (approximately 30 years) **(10)** they are functional, since they can be expanded based on the energy needs and they offer the possibility to store the produced energy (in networks or accumulators) **(11)** they are not monitored by anyone (or by any company) and they are an inexhaustible domestic energy source which provides independence, predictability and security in energy supply **(12)** they help in rational energy use and saving, rendering the consumer who owns P/Vs more careful and aware of the way that energy is consumed, as well as of the data that are related to produced and consumed energy **(13)** they help in energy decentralization towards small local units that do not have significant energy losses, as it is the case with the central electricity network (~ 12% in Greece). Their implementation on islands with weak networks is of great importance. **(14)** they help in avoiding power black outs, since maximum production hours are noticed in summer time and at noon (daily peak consumption hours), assisting in regulating electrical charge peak hours (up to 20%) and in reducing the total electricity production cost for the National Electricity Organization, given that energy supply during peak hours has increased cost. We should point out that each power blackout means a loss of 25-40 million euros for the national economy **(15)** they offer prestige to the owners (at least in developed countries!) and improve the image of the businesses that use them. In more developed markets the installation of P/Vs is now a fact in every building construction **(16)** they create at present more job positions per MW and/ or per invested € than any

other energy technology. The domestic P/V production entails hundreds of job positions. (I7) they can be the means for foreign investment inflow in Greece (I8) they contribute in Regional Development and in local occupation due to their decentralized nature.

A disadvantage that one could attribute to P/V systems is their cost which still remains quite high, despite the developments in technology. A general indicative price is € 6,000 per installed kW. Taking under consideration that any typical domestic consumption demands from 1.5 to 3.5 kW, installation cost is not negligible. This amount however can be depreciated in about 5-6 years while the P/V system will continue to produce free electricity for at least another 25 years. Furthermore, they demand a quite large area for their installation and they still have (at present) a relatively low efficiency level.

The European Union has set as a goal for 2020 to get 20% of the energy consumption from renewable energy sources. As for solar energy, Greece has been a lead country in Europe for the last decades, with approximately one million installed solar water-heaters, which contribute significantly in power saving and in the protection of the environment, exploiting the inexhaustible solar power. The same remains to be done when it comes to electricity production. What is more, the preconditions for P/V systems are even better, since the latter provide maximum production precisely at this time of day when consumption (demand) reaches its peak and the National Electricity Organization asks the consumers to decrease demand or is forced to proceed to controlled blackouts.

The Ministry of Development, using financial motives and simplifying any urban planning as well as tax obligations, is trying to promote the installation of P/V systems with power up to 10kW on buildings, and especially on roofs, terraces and verandas (the implementation of these measures will not apply for the islands that are connected to this network). A Joint Ministerial Decision, signed by the Ministers of Finance, Development and Environment and Urban Planning on July 4th 2009, dictates that from July 1st 2009 the programme "Photovoltaics on roof tops" is being implemented. The Minister of Development mentioned that through facilitation for the use of renewable energy sources, in small scale installations, green energy becomes part of the citizens' everyday life, thus gradually affecting their behavior towards energy sources in total, leading to a "green energy revolution". All interested parties, who can be either individual citizens or small businesses that occupy up to 10 employees and their annual turnover is up to € 2 million, are not obliged to issue any urban planning license. All they need to do is to get from the Urban Planning Bureau a simple approval document from the execution of small scale works. Also, they are obliged neither to open up books of account in order to exchange electricity with the National Electricity Organization, nor to get a license from the Energy Regulative Authority or the Ministry of Development. One might of course wonder what the profit would be for an average household that chooses to install P/V systems. An average Greek family consumes 5,000-7,000kWh per year. The price indicted by the National Electricity Organization is at present 11cents/kWh, which means that the annual cost (for the

Organization alone) varies from € 550-700. In order to cover these specific needs in electricity, it is estimated that the requirement is P/V panels with 5kW power that occupy an area of 60-80m², on a roof or terrace of 30-35m². Such a system could produce 6,500kWh annually which means that the income from selling this power would be € 3,575. Using a counterbalance method the National Electricity Organization is going to compensate (in bimonthly installments) the amount of € 2,800-3,000 annually. This means that in approximately 9 years each private investor will be able to redeem his investment and enjoy the benefits of a guaranteed market for another 16 years.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Α.Π.Ε.	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Α.Ω.	Ανθρωπόωρες
Δ.Δ.	Διεύθυνση Δικτύου
Δ.Δ.Δ.	Διεύθυνση Διαχείρισης Δικτύου
Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.	Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Λ. Αμφιθέας 11 Τ.Κ. 171 22 Ν. Σμύρνη – τηλ. 210 9466789)
Δ.Ο.Α.	Διεύθυνση Οικονομικών Λειτουργιών
Ε.Ε.	Ευρωπαϊκή Ένωση
Ε.Κ.	Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο
Ε.Π.Ο.	Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων
Ι.Ε.Ν.Ε.	Ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής Ευρώπης
ν.	νόμος
ν.δ.	νομοθετικό διάταγμα
Κ.Α.Π.Ε.	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
Κ.Δ.Διαδ.	Κώδικας Διοικητικής Διαδικασίας
Κ.Ε.Δ.Ε.	Κώδικας Εισπράξεων Δημοσίων Εσόδων
Κ.Ε.Δ.Κ.Ε.	Κεντρική Ένωση Δήμων και Κοινοτήτων Ελλάδος
Κ.Υ.Α.	Κοινή Υπουργική Απόφαση
Μ.Τ.	Μέση Τάση
Ν.Α.	Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση
Ο.Ρ.Σ.Α.	Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας
Ο.Τ.Α.	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
π.δ.	προεδρικό διάταγμα
Π.Π.Ε.	Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
Π.Π.Ε.Α.	Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση
Ρ.Α.Ε.	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Πανεπιστημίου 69 & Αιόλου Τ.Κ. 105 64 Αθήνα – τηλ. 210 3727400)
Σ.Ε.Φ.	Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών
Σ.Η.Θ.	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
Σ.Η.Θ.Υ.Α.	Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
Σ.τ.Ε.	Συμβούλιο της Επικρατείας
Τ.Ε.Ε.	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος
Υ.Α.	Υπουργική Απόφαση
ΥΠ.ΑΝ.	Υπουργείο Ανάπτυξης
Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε.	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

ΥΠ.ΕΣ.Δ.Δ.Α.	Υπουργείο Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης
Υ/Σ	Υποσταθμός
Φ/Β	Φωτοβολταϊκό
Φ.Β.Ε.Κ.	Φωτοβολταϊκά Ενσωματωμένα Σε Κτίρια
Φ.Β.Σ.	Φωτοβολταϊκά Ενσωματωμένα Σε Στέγες
Χ.Τ.	Χαμηλή Τάση

■ Η [*συνθήκη Ramsar*](#) πήρε την ονομασία της από την ομώνυμη πόλη του Ιράν, όπου και υπογράφηκε στις 2 Φεβρουαρίου 1971. Κυρώθηκε από την Ελλάδα με το ν.δ. 191/1974 (Φ.Ε.Κ. Α'350) και περιλαμβάνει 10 υγροτόπους διεθνούς ενδιαφέροντος.

■ Το οικολογικό δίκτυο προστατευομένων περιοχών "[*Natura 2000*](#)" δημιουργήθηκε με την Οδηγία 92/43/Ε.Ο.Κ. "[*για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας χλωρίδας και πανίδας*](#)". Η μεταφορά στο εθνικό μας δίκαιο πραγματοποιήθηκε με την Κ.Υ.Α 33318/3028/1998 "[*Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων \(ενδιαιτημάτων\) καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας*](#)". Οι περιοχές της Ελλάδας που περιλαμβάνονται στο εν λόγω δίκτυο ανέρχονται σε 319.

1. Φωτοβολταϊκά Συστήματα

1.1. Η ενέργεια ως στόχος και ως προοπτική ανάπτυξης

Η ενέργεια αποτέλεσε και αποτελεί τον κινητήριο μοχλό κάθε ανθρώπινης δραστηριότητας. Σ' όλη την ιστορική του πορεία, ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την εφευρετικότητα, τις δυνατότητες που του παρείχε απλόχερα η ίδια η φύση, τη δύναμη της φωτιάς, του νερού, του ανέμου και του ηλίου, με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών της διαβίωσής του.

Στους πιο πρόσφατους αιώνες, χρησιμοποίησε την ενέργεια από την καύση του κάρβουνου και του πετρελαίου και βρήκε τρόπο να την μετατρέπει στην περισσότερο εξευγενισμένη των μορφών της, τον ηλεκτρισμό. Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, ένας νέος τρόπος παραγωγής ενέργειας ήρθε να δημιουργήσει ελπίδες, για ριζική επίλυση του παγκόσμιου ενεργειακού προβλήματος : η πυρηνική ενέργεια. Πολύ γρήγορα όμως, δραματικά γεγονότα ήρθαν να επιβεβαιώσουν, χωρίς περιθώρια αμφισβήτησης, την αδυναμία μας να διασφαλίσουμε την ελεγχόμενη παραγωγή της πυρηνικής ενέργειας.

Συνάμα, άρχισαν να επιβεβαιώνονται, με επιστημονικά τεκμηριωμένο τρόπο, οι προβλέψεις για σημαντικές επιβαρυντικές συνέπειες της μέχρι σήμερα συμπεριφοράς του ανθρώπου στο οικοσύστημα, εξαιτίας κυρίως της αλόγιστης χρήσης των συμβατικών καυσίμων και πολλών φαινομενικά αθώων, τεχνολογικών προϊόντων.

Όλα τα μηνύματα έδειχναν πια καθαρά, ότι η συνέχιση της πορείας μας στο μέλλον επιβάλλει την αλλαγή της καθημερινής νοοτροπίας μας και την αναθεώρηση των αξιών της ζωής, σε συνδυασμό με τον επαναπροσδιορισμό της έννοιας και των στόχων της τεχνολογικής ανάπτυξης. Είναι πολύ σημαντικό και επιπλέον εξαιρετικά χρήσιμο για την ορθή επιλογή των μέτρων περιβαλλοντικής αποκατάστασης, να συνειδητοποιήσουμε το εντυπωσιακά μεγάλο μέγεθος της χρονικής απόκρισης του φυσικού μας κόσμου, σε κλιματικές αλλαγές. Απαιτούνται δεκαετίες για να διαπιστωθούν τα πρώτα ενθαρρυντικά θετικά αποτελέσματα, των όποιων σημερινών διορθωτικών επεμβάσεών μας στο οικολογικό σύστημα. Η αποδοχή των ριζικών αυτών αλλαγών στον τρόπο ζωής μας καθώς και στην τροποποίηση του είδους και του τρόπου παραγωγής ενέργειας και στόχων της τεχνολογίας, είναι η πιο δύσκολη φάση προσαρμογής μας στη νέα κατάσταση. Η ανησυχία και ο σκεπτικισμός των ολίγων οικολόγων, κάποτε, αποτελεί σήμερα καθημερινό προβληματισμό των περισσότερων.

Η διάσκεψη του Ρίο, το καλοκαίρι του 1992, προσδιόρισε το πρόβλημα στις διαστάσεις του, προδιαγράφοντας άμεσες ενέργειες και επεμβάσεις. Τα επιστημονικά στοιχεία για τη σχέση της βιομηχανικής δραστηριότητας με τις αρνητικές κλιματικές αλλαγές, την οικολογική υποβάθμιση και το δυσοίωνο μέλλον του πλανήτη μας, ήταν συντριπτικά. Παρά ταύτα, οι τρόποι αντιμετώπισης και ο έλεγχος εφαρμογής τους δεν βρήκαν όλες τις κυβερνήσεις σύμφωνες. Αιτία; Οι επαγόμενες συνέπειες από τον περιορισμό της δράσης της βιομηχανίας των αναπτυγμένων χωρών. Ο στόχος να διατηρηθούν τα επίπεδα ρύπανσης μέχρι το 2000, σ' αυτά του 1990 δεν φαίνεται, σήμερα, να έχει επιτευχθεί. Στην

επόμενη, όμοια διάσκεψη, στο Κιότο της Ιαπωνίας, το Δεκέμβριο του 1997, καταβλήθηκε προσπάθεια για μια νέα συμφωνία, βασισμένη σε πιο δραστικά μέτρα, χωρίς τελικά να υπάρξει ομοφωνία.

Πάντως, παρά τις αντιδράσεις των ολίγων, αλλά ισχυρών αυτού του κόσμου, η ευαισθητοποίηση και η κινητοποίηση των πολιτών ολοένα και αυξάνει. Η εκφραζόμενη, ποικιλοτρόπως, πρόθεση αντιμετώπισης του θέματος σε διεθνή κλίμακα δείχνει ότι συνειδητοποιούμε αργά αλλά σταθερά πως η τεχνολογία, ως καρπός ανώτερης πνευματικής εργασίας, πρέπει να έχει στόχο να θεραπεύει και να υπηρετεί τον άνθρωπο, με σεβασμό προς το οικοσύστημα που τον φιλοξενεί. Αυτό το οικοσύστημα, χώρος ανάπτυξης και διαβίωσης όλων των μορφών ζωής, δεν είναι υπόθεση μερικών ανθρώπινων γενεών. Χρειάστηκαν 5 δις χρόνια για να εξιδανικευτούν οι κλιματικές συνθήκες στον πλανήτη μας, σε τέτοιο βαθμό, που να συμβάλλουν στη δημιουργία της ζωής.

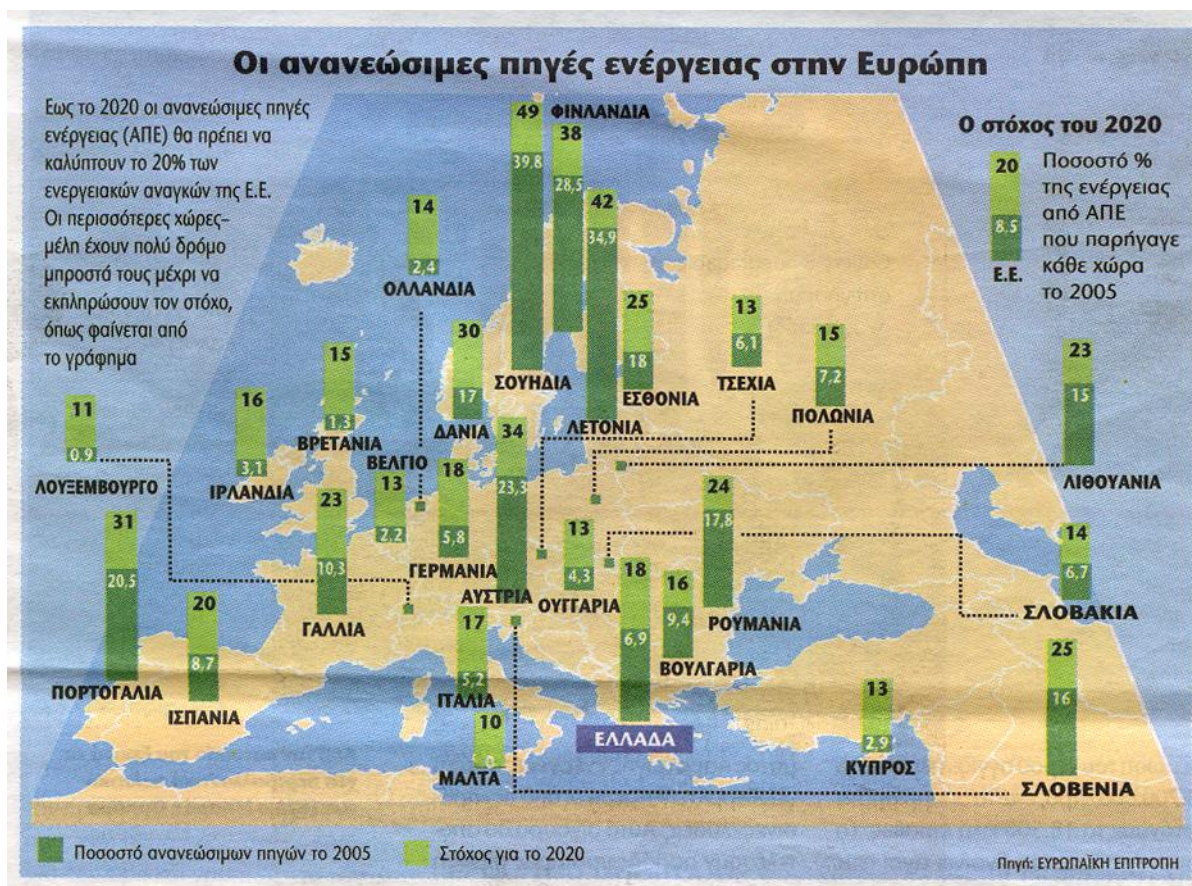
Είναι γεγονός αδιαμφισβήτητο, η σημαντική συμβολή των πηγών ενέργειας μεγάλης ισχύος στην τεχνολογική πρόοδο, από την οποία προέκυψαν πολλά θετικά αποτελέσματα. Μέσα από την ιστορική αναγκαιότητα των συμβατικών καυσίμων ξεπήδησαν νέες ενώ συνεχώς βελτιώνονται παλαιότερες μέθοδοι, εξευγενισμένης παραγωγής ενέργειας, χωρίς πρακτικά οικολογικές επιβαρύνσεις. Ο ήλιος και ο άνεμος θα έχουν τον πρώτο λόγο στις επόμενες δεκαετίες.

Στις 26 Ιανουαρίου 2009, στο Συνεδριακό Κέντρο της Βόννης υπογράφηκε η Συνθήκη Ίδρυσης του IRENA, του πρώτου Διεθνούς Οργανισμού Α.Π.Ε., με τη συμμετοχή 75 χωρών και 120 κυβερνητικών εκπροσώπων. Τη Συνθήκη υπέγραψαν εκτός από χώρες της Ευρώπης, πολλά κράτη από την Αφρική, την Ασία και τη Λατινική Αμερική. Ο IRENA είναι ο πρώτος διεθνής οργανισμός που θα ασχολείται αποκλειστικά με τις Α.Π.Ε. και θα απευθύνεται ταυτόχρονα σε αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες. Σκοπός του νέου διεθνούς οργανισμού είναι η “παγκοσμιοποίηση” και η βιώσιμη χρήση των Α.Π.Ε. Επίσης η παροχή βοήθειας στα κράτη – μέλη του, σχετικά με τους νόμους, την ικανότητα και την τεχνογνωσία που απαιτείται για να αυξηθούν οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε.

Στόχος του IRENA είναι η μεταμόρφωση της διεθνούς ενεργειακής πολιτικής. Για τον σκοπό αυτό η Γερμανία μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα προς μίμηση. Σύμφωνα με την Γερμανίδα Υπουργό Ανάπτυξης Χαϊντεμαρί Βιτζόρεκ – Τσόιλ, η χώρα της σκοπεύει μέχρι το 2014 να επενδύσει 2,5 δις ευρώ σε έργα που θα αφορούν 45 χώρες, ενώ παράλληλα στοχεύει στη μείωση των εκπομπών της κατά 40% μέχρι το 2020 διευρύνοντας τη χρήση των Α.Π.Ε. και ελαττώνοντας την κατανάλωση μέσω της θέσπισης “πράσινων” μέτρων. Έτσι, μέχρι το 2020 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. θα αποτελεί το 30% της συνολικής παραγωγής της χώρας (Πηγή : εφημερίδα realnews – realplanet – 12/01/2009).

Ο ρόλος που θα παίξουν οι Α.Π.Ε. σε παγκόσμιο επίπεδο είναι σημαντικός, τόσο για τη σωτηρία του περιβάλλοντος, όσο και για την ανθρωπότητα, αποτελώντας ταυτόχρονα μια αναπτυσσόμενη οικονομική δύναμη. Χάρη στην ανάπτυξη της τεχνολογίας μπορούν να συναγωνιστούν τις ρυπογόνες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται σήμερα, όπως συνέβη στη Γερμανία όπου το 2008 περισσότερα από 150 δις δολάρια επενδύθηκαν σε έργα, ενώ ήδη ο τομέας απασχολεί

250.000 εργαζομένους. Οι Α.Π.Ε. είναι ανεξάντλητες και η χρήση τους μπορεί να αποτρέψει την κλιματική καταστροφή, ενώ η αξιοποίησή τους θα διασφαλίσει τη λειτουργία και τους εργαζομένους όσων εταιρειών δραστηριοποιούνται σε αυτόν τον τομέα. Ουσιαστικό όμως ρόλο θα παίξουν και για τη διατήρηση της ειρήνης ανά τον κόσμο αφού, όπως επεσήμανε η Γερμανίδα Υπουργός “δεν θα μπορούσαμε να διατηρήσουμε την ειρήνη τον 21ο αιώνα αν δεν στραφούμε στην ανανεώσιμη ενέργεια”.



Εικόνα 1.1 : Ποσοστό Α.Π.Ε. το 2005 – Στόχος για το 2020
(Πηγή : εφημερίδα realnews – realplanet – 12/01/2009)

Ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό, η βιομάζα και η γεωθερμία μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες ακόμη και όταν ο πληθυσμός της γης ξεπεράσει τα 9 δις, επισημάνθηκε στη Σύνοδο της Βόννης. Ο πλανήτης πλέον δεν διαθέτει άλλη εναλλακτική από το να επενδύσουν κράτη και ιδιώτες σε μεγάλα έργα Α.Π.Ε. Η εξάντληση των φυσικών πόρων αλλά και ο κίνδυνος της υπερθέρμανσης από τις εκπομπές του CO₂ ουσιαστικά επιβάλλει την στροφή προς την “πράσινη” ενέργεια.

Η Φ/Β ενέργεια, εκτός από κερδοφόρα – ενεργειακά – επένδυση, αναμένεται να γίνει μια ανταγωνιστικά οικονομική πρόταση μέσα στην επόμενη δεκαετία, σύμφωνα με το ρυθμό μείωσης του κόστους παραγωγής και της αύξησης των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας. Εξάλλου, στις χώρες όπου εφαρμόζονται κίνητρα ή συστήματα χρηματοδότησης, η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από Φ/Β είναι ήδη μια ελκυστική επένδυση.

1.2. Οι πηγές ενέργειας σήμερα

Το σύνολο των πηγών ενέργειας που ο άνθρωπος έχει στη διάθεσή του διακρίνεται σε δύο κύριες κατηγορίες. Στις πηγές εκείνες που βασίζονται σε υπάρχοντα αποθέματα μέσα στο στερεό φλοιό της γης, με συγκεκριμένη διάρκεια ζωής και σ' αυτές που καθημερινά και αέναα μας παρέχονται σε βαθμό ήπιας εκμετάλλευσης. Στις πρώτες ανήκουν τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο), αναφερόμενα κι ως συμβατικά καύσιμα και η χαρακτηριστικά μη ήπια μορφή ενέργειας, η πυρηνική ενέργεια.

Οι δεύτερες έχουν βασική προέλευση τον Ήλιο. Η ακτινοβολούμενη από τον Ήλιο ενέργεια που φτάνει στη γη, εκτός από τη γενικότερη συμβολή της στη δημιουργία, ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας, δίνει ακατάπαυστα ενέργεια, με διάφορες μορφές αξιοποίησης. Άμεσα θερμαίνει, εξατμίζει μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού και συντηρεί τον γνωστό φυσικό κύκλο, δημιουργώντας τις λίμνες και τα ποτάμια, που αποτελούν πρόσθετη πηγή ενέργειας (υδατοπτώσεις). Θέτει σε κίνηση τις αέριες μάζες της ατμόσφαιρας (αιολική ενέργεια), δημιουργεί τα κύματα (ενέργεια κυμάτων) απορροφούμενο από συνδυασμένα υλικά παράγει ηλεκτρισμό (φωτοβολταϊκό φαινόμενο). Συμβάλλει στην ανάπτυξη της χλωρίδας, η καύση δε των φυτικών προϊόντων παράγει ενέργεια (βιομάζα).

- 1.2.1. Οι κύριες πηγές ενέργειας, που χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι :**
- Το κάρβουνο
 - Το πετρέλαιο
 - Η πυρηνική ενέργεια

1.2.2. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) έχουν κύρια γενεσιουργό αιτία την ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση εκείνη που αφορά στην ενέργεια των παλιρροϊκών κινήσεων που οφείλονται στη βαρυτική δράση, κυρίως της Σελήνης, πάνω στους υδάτινους όγκους που καλύπτουν την επιφάνεια της γης.

- Υδατόπτωση
- Ενέργεια κυμάτων ή παλιρροϊκών κινήσεων
- Βιομάζα
- Γεωθερμική ενέργεια
- Αιολική Ενέργεια
- Φωτοβολταϊκή ηλεκτρική ενέργεια

1.3. Ιστορική Αναδρομή

Ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel ήταν ο πρώτος που το 1839, ενώ πειραματιζόταν με ηλεκτρολύτες από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια, παρατήρησε ότι μερικά υλικά μπορούν να παράγουν μικρές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος όταν είναι εκτεθειμένα στο φως. Το θέμα όμως παρέμεινε απλώς ένα επιστημονικά ανεξήγητο φαινόμενο για αρκετές δεκαετίες.

Ο Heinrich Hertz ήταν ο πρώτος που το 1870 μελέτησε το φαινόμενο σε στερεά, όπως το σελήνιο. Τα πρώτα Φ/Β από σελήνιο μετέτρεπαν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό με αποδόσεις 1-2%. Οι πρώτες εφαρμογές έγιναν με τη χρήση τους σε συσκευές μέτρησης των επιπέδων φωτισμού, στον αναπτυσσόμενο τότε χώρο της φωτογραφίας.

Τα πρώτα σημαντικά βήματα για την εμπορική αξιοποίηση των Φ/Β έγιναν μετά το 1950, όταν αναπτύχθηκαν μέθοδοι παραγωγής καθαρού κρυσταλλικού πυριτίου. Το 1954 επιστήμονες στα εργαστήρια Bell στις ΗΠΑ κατασκεύασαν το πρώτο Φ/Β στοιχείο από κρυσταλλικό πυρίτιο, το οποίο είχε 4% απόδοση. Μια συνοπτική αναδρομή στις βασικότερες περιόδους και σταθμούς στην εξέλιξη των Φ/Β παρουσιάζονται στον πίνακα 1.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1.1 : Ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη των Φ/Β (Πηγή: US DOE, www.ern.doe.gov)

1839	Ο Γάλλος Φυσικός Edmond Becquerel παρατηρεί το Φ/Β φαινόμενο
1873	Ο Willoughby Smith ανακαλύπτει την φωτοαγωγιμότητα του σεληνίου
1883	Ο Αμερικανός εφευρέτης Charles Fritts περιγράφει την κατασκευή των πρώτων Φ/Β στοιχείων από σελήνιο.
1887	Ο Heinrich Hertz ανακάλυψε ότι η υπεριώδης ακτινοβολία επηρέαζε την ελάχιστη απαιτούμενη τάση που απαιτείται για να προκαλέσει τη δημιουργία σπινθήρα μεταξύ των δύο μεταλλικών ηλεκτροδίων.
1914	Παρατηρήθηκε η ύπαρξη της διαχωριστικής επιφάνειας στα υλικά των Φ/Β.
1918	Ο Πολωνός επιστήμονας Czochralski ανέπτυξε μια μέθοδο για την παραγωγή μονοκρυσταλλικού πυριτίου.
1951	Η κατασκευή της θετικής-αρνητικής (p-n) επαφής επιτρέπει την παραγωγή μονοκρυσταλλικού στοιχείου από γερμάνιο.
1954	Οι Rappaport, Loferski και Jenny από την εταιρεία RCA ανακοινώνουν την εφαρμογή του Φ/Β φαινομένου με υλικά από κάδμιο (Cd). Στα εργαστήρια Bell οι ερευνητές Pearson, Chapin και Fuller ανακοινώνουν την επίτευξη απόδοσης 4,5% από Φ/Β Πυριτίου. Σε λίγους μήνες η απόδοση έφτασε το 6%. Οι Chapin, Fuller, Pearson της εταιρείας τηλεπικοινωνιών AT&T παρουσίασαν τα αποτελέσματα της δουλειάς τους στο επιστημονικό περιοδικό Journal of Applied Physics. Η AT&T παρουσιάζει τα Φ/Β στοιχεία στην Εθνική Ακαδημία Επιστημών των ΗΠΑ.
1955	Η εταιρεία Western Electric αρχίζει να διαθέτει εμπορικά δικαιώματα για εφαρμογές Φ/Β. Τα πρώτα προϊόντα που διατίθενται είναι για συσκευές ανταλλαγής χαρτονομισμάτων με κέρματα και αποκωδικοποιητές καρτών και ταινιών για H/Y. Η Δ/ση Ημιαγωγών της εταιρείας Hoffman Electronics ανακοινώνει την εμπορική διάθεση Φ/Β με 2% απόδοση, κόστους \$25/στοιχείο, 14MW το καθένα δηλ. με κόστος ενέργειας \$1500/W.
1957	Η εταιρεία Hoffman Electronics κατασκευάζει Φ/Β στοιχεία με 8% απόδοση. Απονέμεται δίπλωμα ευρεσιτεχνίας "Solar Energy Converting Apparatus", #2.780.765 στους Chapin, Fuller, Pearson της εταιρείας AT&T.
1958	Η εταιρεία Hoffman Electronics κατασκευάζει Φ/Β στοιχεία με 9% απόδοση. Εκτοξεύεται από τις ΗΠΑ ο πρώτος δορυφόρος με Φ/Β, Vanguard I, ο οποίος λειτούργησε για 8 χρόνια.
1959	Η εταιρεία Hoffman Electronics κατασκευάζει Φ/Β στοιχεία με 10% απόδοση. Εκτοξεύεται από τις ΗΠΑ ο δορυφόρος Explorer-6 με Φ/Β από 9600 στοιχεία το καθένα 1cmx2cm.
1960	Η εταιρεία Hoffman Electronics κατασκευάζει Φ/Β στοιχεία με 14% απόδοση.
1963	Στην Ιαπωνία εγκαθίσταται το μεγαλύτερο για την εποχή Φ/Β πεδίο 242-W σε ένα φάρο.
1964	Εκτοξεύεται από τις ΗΠΑ το διαστημόπλοιο Nimbus εξοπλισμένο με Φ/Β 470-W.
1966	Εκτοξεύεται το δορυφορικό αστρονομικό τηλεσκόπιο εξοπλισμένο με Φ/Β 1kW.

1968	Εκτοξεύεται ο δορυφόρος OVI-13 με δύο πάνελ Φ/Β από κάδμιο-πυρίτιο.
1974	Η Ιαπωνία αρχίζει το πρόγραμμα Sunshine.
1977	Η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β ξεπερνάει τα 500 kW.
1979	Το πρώτο Φ/Β σύστημα για οικισμό εγκαθίσταται από ερευνητικό κέντρο της NASA Lewis Research Center ισχύος 3,5 Kw, στον Ινδιάνικο οικισμό Parago στην Αριζόνα.
1980	Εγκατάσταση μονάδας 105,6kW στο Natural Bridges National Monument στην Πολιτεία Utah των ΗΠΑ.
1981	Εγκατάσταση Φ/Β 8kW σε μονάδα αφαλάτωσης στην Jeddah, Σαουδική Αραβία.
1982	Η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β ξεπερνάει τα 9,3MW. Η εταιρεία Solarex αρχίζει τη λειτουργία του εργοστασίου της για την παραγωγή Φ/Β, το οποίο τροφοδοτείται από Φ/Β 200kW τοποθετημένα στην οροφή του εργοστασίου. Συνδέεται με το δίκτυο η μονάδα 1MW της ARCO Solar's Hisperia στην Καλλιφόρνια των ΗΠΑ, με τα Φ/Β τα οποία κινούνται σε 2 άξονες ελευθερίας (108 μονάδες).
1983	Η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β ξεπερνάει τα 21,3 MW και οι πωλήσεις τα 250 εκατ. δολάρια.
1995	Η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β ξεπερνάει τα 80 MW και οι πωλήσεις τα 1,4 δις δολάρια.
1997	Η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β ξεπερνάει τα 100 MW.
2002	Η παγκόσμια παραγωγή Φ/Β ξεπερνάει τα 560 MW.

Η πραγματική εμπορική πρόοδος στην τεχνολογία των Φ/Β άρχισε να παρουσιάζεται με τη χρησιμοποίησή τους στις αρχές της δεκαετίας του 1960 στο διαστημικό πρόγραμμα των ΗΠΑ. Στις 17 Μαρτίου 1958, 6 μικρά Φ/Β συστήματα με 108 στοιχεία πυριτίου, χρησιμοποιήθηκαν στο διάστημα για να τροφοδοτήσουν το 5-mW ραδιομεταδότη στο δορυφόρο Vanguard I. Οι επόμενοι 22 δορυφόροι των Η.Π.Α. εκτοξεύτηκαν εξοπλισμένοι με ηλεκτροχημικές μπαταρίες, αλλά στο τέλος του 1959 ο Explorer VI μετέφερε 800 κρύσταλλα πυριτίου διαστάσεων 1cmx2cm, που παρήγαγαν περίπου 15W. Εκτός από την περιορισμένη χρήση πυρηνικής ενέργειας, τα Φ/Β παραμένουν, η κατά κύριο λόγο πηγή ενέργειας στις διαστημικές εφαρμογές.

Μέχρι το 1975, η ΝΑΣΑ χρησιμοποιούσε 1.000.000 στοιχεία το χρόνο. Τα μεγέθη των Φ/Β μεγαλώνουν συστηματικά. Ο δορυφόρος Nimbus, που εκτοξεύτηκε το 1964, είχε ένα σύστημα 500W. Οι δορυφόροι της αεροπορίας των Η.Π.Α. έχουν 1,5 kW, ενώ ο νέος διαστημικός σταθμός υπολογίζεται ότι θα είναι εξοπλισμένος με ένα σύστημα 100 kW. Τα Φ/Β έχουν λειτουργήσει με επιτυχία στο αφιλόξενο διάστημα (κενό, υψηλές θερμοκρασιακές διαφορές, υψηλά ποσοστά ακτινοβολίας) με πολύ καλές επιδόσεις, ανθεκτικότητα, απόδοση και αξιοπιστία. Σε εφαρμογές στη γη λειτουργούν με επιτυχία σε εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες, σκόνης, ατμοσφαιρικής μόλυνσης, ανέμων, χαλαζιού, αλμυρότητας, αποδεικνύοντας τις μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής τους. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 οι εφαρμογές των Φ/Β έχουν περάσει στην κάλυψη αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια σε διάφορες περιοχές του κόσμου, ιδιαίτερα σε απομονωμένες περιοχές ή σε περιοχές με μικρές ενεργειακές ανάγκες.

1.4 Εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται κατά διάφορους τρόπους, που διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή

ενέργεια σε εσωτερική ενέργεια δομικών κατασκευών (Παθητικά ηλιακά συστήματα) και στη δεύτερη, αυτά που προκαλούν μετατροπή της, σε άλλης μορφής ενέργεια ή χρησιμοποιείται θερμικό ρευστό σε κίνηση (Ενεργά ηλιακά συστήματα). Στα ενεργά ηλιακά συστήματα συγκαταλέγονται αυτά που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε εσωτερική ενέργεια θερμικού ρευστού (Θερμοσιφωνικά συστήματα) και αυτά που μετατρέπουν το ηλιακό φως απ' ευθείας σε ηλεκτρισμό (Φωτοβολταϊκά συστήματα). Η εφαρμογή της παθητικής ηλιακής θέρμανσης στα κτίρια, σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμομόνωσή τους, αποτελεί σήμερα πολύ σημαντικό στοιχείο της δομικής και θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου και λαμβάνεται υπόψη σε ενεργειακούς υπολογισμούς που αποβλέπουν σε εξοικονόμηση και αποδοτική διαχείριση της ενέργειας.

1.5 Δυνατότητα αξιοποίησης της Φ/Β ενέργειας

Παρά τη γενικότερη αποδοχή της Φ/Β ενέργειας ως εξαιρετικά φιλικής προς το περιβάλλον, υπάρχει αμφισβήτηση ως προς τη δυνατότητα αξιοποίησής της σε εφαρμογές που απαιτούν σημαντική ισχύ. Ας διερευνήσουμε λοιπόν, με βάση τα δεδομένα που διαθέτουμε για την ηλιακή ακτινοβολία και την ενεργειακή απόδοση των Φ/Β στοιχείων, τη δυνατότητα ρεαλιστικής αξιοποίησης της τεχνολογίας αυτής. Γενικά, επιλέγονται λύσεις που βασίζονται, είτε σε χρησιμοποίηση συσσωρευτών μεγαλύτερης χωρητικότητας σε συνδυασμό με ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, είτε υβριδικά συστήματα Φ/Β-ανεμογεννήτριας, με ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

Η μέση ετησίως ημερήσια ενέργεια ανά m^2 από τον ήλιο, σε οριζόντιο επίπεδο είναι στην πλειονότητα των περιοχών της Εύκρατης και Τροπικής Ζώνης, μεταξύ των $4 \div 7 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$. Ας θεωρήσουμε ως αντιπροσωπευτική τιμή, την τιμή των $5 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$. Λαμβάνοντας υπόψη έναν τυπικό συντελεστή 15%, για την ενεργειακή μετατροπή στα Φ/Β στοιχεία και έναν συντελεστή συνολικής ενεργειακής μεταφοράς ~ 50%, στην έξοδο της Φ/Β εγκατάστασης η εκμεταλλεύσιμη μέση ημερήσια ηλεκτρική ενέργεια είναι $\sim 0,4 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$.

Για να συνειδητοποιήσουμε αν αυτή η απολαβή είναι ρεαλιστικά αξιοποιήσιμη, ας τη συγκρίνουμε με το τμήμα εκείνο, των ηλεκτρικών ενεργειακών απαιτήσεων ενός τυπικού ελληνικού νοικοκυριού, το οποίο είναι λογικό να απαιτήσουμε να καλυφθεί από αυτήν. Η μέση ημερήσια κατανάλωση ενός τυπικού ελληνικού σπιτιού ανέρχεται σε περίπου 15 kWh, από τις οποίες οι 7 kWh αφορούν στη λειτουργία του φούρνου της ηλεκτρικής κουζίνας. Η κατανάλωση αυτή μπορεί κάλλιστα, να εξασφαλιστεί οικονομικότερα και με συνέπεια προς την εξευγενισμένη παραγωγή της Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας, με χρήση φωταερίου, υγραερίου, φυσικού αερίου. Απομένουν 8 kWh, για κάλυψη των υπολοίπων απαιτήσεων (φωτισμού, ψυγείου, TV, πλυντηρίων ρούχων και πιάτων). Άρα, μια συλλεκτική επιφάνεια Φ/Β στοιχείων, περίπου $\sim 20 \text{ m}^2$ εξασφαλίζει την απαιτούμενη ημερήσια ηλεκτρική ενέργεια ενός τυπικού νοικοκυριού. Συμπερασματικά, η ημερήσια απολαβή από την απευθείας μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό, φαίνεται να καλύπτει σχεδόν στο σύνολό

τους τις αντίστοιχες απαιτήσεις οικιακής χρήσης ενέργειας, με εξαίρεση τις ενεργοβόρες καταναλώσεις.

Εξετάζοντας το θέμα από οικονομικής πλευράς, οφείλουμε να σημειώσουμε ότι η δαπάνη παραγωγής 1 kWh από Φ/Β σύστημα βρίσκεται προς το παρόν, σε υψηλά επίπεδα, σε σύγκριση με την αντίστοιχη δαπάνη παραγωγής 1kWh συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας (από πετρέλαιο, κάρβουνο, πυρηνικά). Η εκ του προχείρου όμως σύγκριση του κόστους παραγωγής Φ/Β και συμβατικής ηλεκτρικής ενέργειας αποκρύπτει την πραγματική κατάσταση. Σύμφωνα με αυτήν το ήδη επιβαρυνμένο περιβάλλον καθώς και η δυσοίωση προοπτική για την εξέλιξη των κλιματικών συνθηκών, έχουν τη ρίζα τους στην καταχρηστική εκμετάλλευση των συμβατικών καυσίμων. Ο καταλογισμός των πάσης φύσεως επιδράσεων στον πλανήτη μας από τη χρήση των συμβατικών καυσίμων, εκφρασμένος σε κόστος δαπανών υγείας και γενικότερης δαπάνης περιορισμού της περιβαλλοντικής υποβάθμισης ανεβάζουν το πραγματικό κόστος της συμβατικής kWh, σύμφωνα με σχετικές μελέτες μέχρι και 70% επιπλέον της τρέχουσας τιμής. Εξάλλου, σύμφωνα με την προδιαγραφόμενη, με ρεαλιστικά στοιχεία προοπτική μείωσης του κόστους βιομηχανικής παραγωγής των Φ/Β στοιχείων, μέσα στη δεκαετία του 2010, η Φ/Β ηλεκτρική ενέργεια θα είναι προσιτή στον μέσο καταναλωτή.

Τα παραπάνω ενισχύουν την άποψη ότι η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων της ηλιακής ενέργειας είναι επαρκής για να καλύψει τμήμα των σημερινών ενεργειακών αναγκών. Φαίνεται ικανή να συμβάλλει ρεαλιστικά, στην αντικατάσταση μέρους της ήδη χρησιμοποιούμενης ενέργειας από συμβατικά καύσιμα και βέβαια, να αποτελέσει βασική συνιστώσα για τις μελλοντικές ενεργειακές ανάγκες μας. Ταυτόχρονα αποτελεί την περισσότερο οικολογική λύση στο οξυμένο ενεργειακό πρόβλημα, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η συνεχώς αυξανόμενη ρύπανση του περιβάλλοντος από την καύση του πετρελαίου και των παραγώγων του. Χωρίς αμφιβολία, η ουσιαστική καθιέρωση τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας σε όλους τους χώρους αξιοποίησης της (δημόσια κτίρια, κατοικίες, βιομηχανία) και η ευρύτερη χρήση των Α.Π.Ε. αποτελούν πια μονόδρομο για την μελλοντική πορεία της ανθρωπότητας.

1.6 Αρχές Λειτουργίας Φ/Β φαινομένου

Οι βασικές ιδιότητες της ύλης πάνω στις οποίες στηρίζεται το Φ/Β φαινόμενο είναι αρκετά απλές. Καταρχήν ας εξετάσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά της δομής των υλικών που χαρακτηρίζουν τη λειτουργία των Φ/Β και έχουν να κάνουν με τον αριθμό των ηλεκτρονίων και τους δεσμούς που αναπτύσσονται στη δομή των ατόμων.

Το απλούστερο άτομο είναι το υδρογόνο, το οποίο αποτελείται από ένα πρωτόνιο γύρω από το οποίο περιστρέφεται ένα ηλεκτρόνιο. Το μεγαλύτερο άτομο στη φύση που υπάρχει σε σημαντικές ποσότητες είναι το ουράνιο, το οποίο έχει 92 ηλεκτρόνια σε τροχιά γύρω από τον πυρήνα του. Προχωρώντας από το υδρογόνο προς τα βαρύτερα άτομα, αυξάνεται ο αριθμός των ηλεκτρονίων

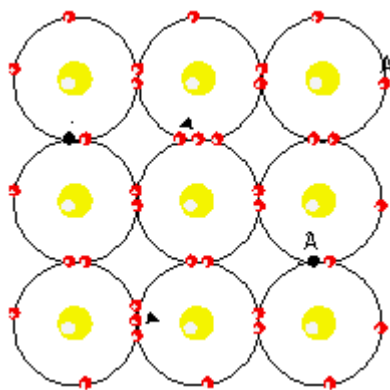
γύρω από τον πυρήνα. Τα ηλεκτρόνια αυτά κατανέμονται σε διάφορες τροχιές ή στοιβάδες. Η εξωτερική στοιβάδα στα μικρότερα άτομα γεμίζει εάν περιλαμβάνει 8 ηλεκτρόνια. Η προσθήκη ενός ακόμα ηλεκτρονίου δημιουργεί μια νέα στοιβάδα.

Εάν η εξωτερική στοιβάδα ενός ατόμου έχει ένα ή δύο ηλεκτρόνια, τότε αυτά δεν είναι ισχυρά συνδεδεμένα και μπορούν να μεταπηδήσουν εύκολα από ένα άτομο σε ένα άλλο. Υλικά που αποτελούνται από τέτοια άτομα είναι τα μέταλλα, τα οποία άγουν τον ηλεκτρισμό εύκολα δηλ. παρουσιάζεται ροή ηλεκτρονίων (που υπερνικούν τις δυνάμεις έλξης από τον πυρήνα) και ελευθερώνονται από την εξωτερική στοιβάδα των ατόμων. Εάν η εξωτερική στοιβάδα ενός ατόμου έχει 6 ή 7 ηλεκτρόνια, το υλικό αυτό είναι μη-μεταλλικό και κακός αγωγός ηλεκτρισμού, διότι τα ηλεκτρόνια είναι ισχυρά συνδεδεμένα με τον πυρήνα.

Μεταξύ αυτών των ακραίων καταστάσεων υπάρχουν άτομα που έχουν 3, 4 ή 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στοιβάδα. Αυτά τα ηλεκτρόνια μπορούν να καταστούν ελεύθερα μόνο εάν τους αποδοθεί μια πρόσθετη ενέργεια από το εξωτερικό περιβάλλον. Επειδή μπορούν να άγουν ηλεκτρισμό μέχρι σε ένα βαθμό, αυτά τα στοιχεία ονομάζονται ημιαγωγοί.

Το άτομο του πυριτίου (Si) έχει 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα. Όταν ένα άτομο Si απορροφά ένα φωτόνιο, η ενέργεια του φωτονίου ενδέχεται να αποδεσμεύσει ένα ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στοιβάδας. Αυτό γίνεται καλύτερα όταν τα άτομα είναι διατεταγμένα σε συγκεκριμένες σειρές ή θέσεις, αν δηλ. το υλικό έχει κρυσταλλική δομή. Σε οποιονδήποτε κρύσταλλο, τα άτομα ή τα μόρια είναι διατεταγμένα σε τέτοιους γεωμετρικούς σχηματισμούς. Το πυρίτιο εμφανίζεται και σε κρυσταλλική δομή (σχήμα 1.1).

Σχήμα 1.1: Κρυσταλλικό πλέγμα του Si



Όταν ένα φωτόνιο συναντήσει έναν κρύσταλλο Si τον διαπερνά μέχρις ότου απορροφηθεί από ένα άτομο. Τότε η ενέργεια του φωτονίου προσδίδεται σε ένα από τα εξωτερικά ηλεκτρόνια, το οποίο αποδεσμεύεται από το άτομο αφήνοντας κενή τη θέση του ή όπως ονομάζεται, δημιουργώντας μια “οπή”.

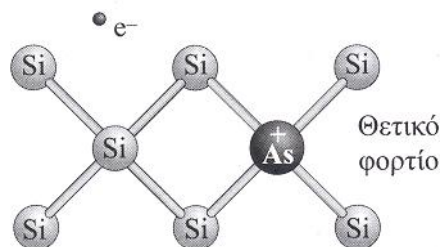
Όταν μια δέσμη φωτός πέφτει πάνω στον κρύσταλλο του Si εκατομμύρια ηλεκτρονίων αποδεσμεύονται με αυτόν τον τρόπο και δημιουργείται στην εξωτερική στοιβάδα ένας αντίστοιχος αριθμός οπών. Ένα οποιοδήποτε ηλεκτρόνιο μπορεί να γεμίσει τη θέση μιας οπής, εκπέμποντας ταυτόχρονα μια ελάχιστη ποσότητα θερμότητας.

Όταν σταματήσει να υπάρχει διαθέσιμη ακτινοβολία, όλα τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται ελεύθερα και εκτός θέσεως, αμέσως καταλαμβάνουν τις κενές θέσεις (οπές). Ο κρύσταλλος

επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση, έχοντας στο μεταξύ αυξήσει τη θερμοκρασία του. Επειδή τα άτομα δεν αλλάζουν θέση, ο κρύσταλλος δεν αλλάζει μέγεθος, βάρος, σχήμα ή εμφάνιση.

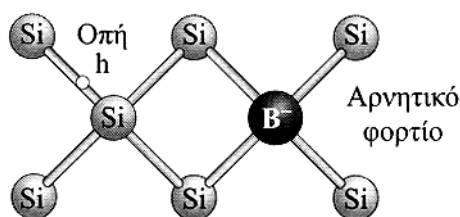
Προσθέτοντας μερικά ξένα άτομα στον κρύσταλλο Si, η τέλεια τοποθέτηση των ηλεκτρονίων στην εξωτερική στοιβάδα διαταράσσεται. Δημιουργείται έτσι ένας κρύσταλλος που έχει περισσότερα απ' ότι θα έπρεπε ηλεκτρόνια ή σε άλλη περίπτωση όχι αρκετά, ώστε να ικανοποιήσει την εσωτερική του δομική ισορροπία.

Αν μερικά άτομα του κρυσταλλικού Si, τα οποία χαρακτηρίζονται από σθένος 4, αντικατασταθούν με άτομα Αρσενικού (As) με σθένος 5 (σχήμα 1.2) δημιουργείται ο **ημιαγωγός τύπου n** του πυριτίου. Η αντικατάσταση αυτή έχει ως αποτέλεσμα να μένει ένα ηλεκτρόνιο ανά άτομο πρόσμειξης, μη συμμετέχον σε δεσμό και το οποίο στη θερμοκρασία περιβάλλοντος εγκαταλείπει το άτομο του As και γίνεται ελεύθερο. Τα άτομα της 5σθενούς πρόσμειξης ονομάζονται **δότες**.



Σχήμα 1.2 : Πυρίτιο τύπου n Συντακτικός τύπος

Αν αντίστοιχα μερικά από τα άτομα του κύριου υλικού αντικατασταθούν με άτομα μικρότερου σθένους (π.χ. Βορίου B, Αλουμινίου Al, Γαλλίου Ga, Ινδίου In) δημιουργείται ο **ημιαγωγός τύπου p** του πυριτίου. Π.χ. με αντικατάσταση ενός ατόμου Si, με ένα άτομο B, το οποίο έχει σθένος 3, δημιουργείται υλικό, στο οποίο υπάρχουν άτομα που μπορούν να δεχθούν ένα ηλεκτρόνιο, προκειμένου να συμπληρωθεί ο ελεύθερος δεσμός (σχήμα 1.3).



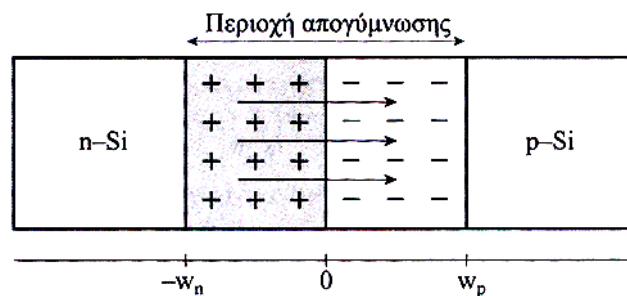
Σχήμα 1.3 : Πυρίτιο τύπου p. Ένα άτομο Si έχει αντικατασταθεί από ένα άτομο Βορίου. Συντακτικός τύπος

Τυπικές τιμές συγκεντρώσεων προσμειξέων, σε αντιστοιχία με τους ημιαγωγούς τύπου n και p, είναι $(1 \div 5) \times 10^6$ άτομα πρόσμειξης/cm³ υλικού.

Δηλ., ένα άτομο πρόσμειξης σε περίπου 10^6 άτομα καθαρού υλικού (τυπική πυκνότητα καθαρού υλικού π.χ. Si : 5×10^{22} /cm³).

1.7 Επαφή Ημιαγωγών p-n

Όταν δημιουργηθεί επαφή μεταξύ δύο ημιαγωγών, **τύπου n και p** αντίστοιχα, του ίδιου κυρίως υλικού π.χ. Si τότε ηλεκτρόνια από τον ημιαγωγό **n-Si** μεταβαίνουν με διάχυση (*diffusion*) στον ημιαγωγό **p-Si**. Αυτό σημαίνει ότι, στο τμήμα **n-Si** και εκεί από όπου έφυγαν τα ηλεκτρόνια παραμένουν θετικά φορτισμένα ιόντα. Ομοίως σπές του χώρου **p**, περνούν με διάχυση στην απέναντι μεριά αφήνοντας ακάλυπτα τα αντίστοιχα αρνητικά ιόντα του χώρου τους. Η μετακίνηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα να παραμένουν ιόντα στις γειτονικές περιοχές, δεξιά και αριστερά της μεταλλουργικής επαφής (σχήμα 1.4 (α) - επίπεδο στη θέση 0). Αρνητικά ιόντα σε μέρος της περιοχής του ημιαγωγού **p** και θετικά σε μέρος της περιοχής του ημιαγωγού **n**. Έτσι, δημιουργείται η περιοχή απογύμνωσης (*depletion region* ή *depletion layer*) (σχήμα 1.4 (α)) δηλ. περιοχή απογυμνωμένη από ελεύθερα ηλεκτρόνια και σπές ή περιοχή φορτίων χώρου (*space charge region*).



Σχήμα 1.4 : (α) Επαφή δύο ημιαγωγών τύπου n και p. διακρίνεται η περιοχή απογύμνωσης ή περιοχή φορτίων χώρου, δεξιά και αριστερά της μεταλλουργικής επαφής. Τα απογυμνωμένα άτομα (δηλ. τα θετικά ή αρνητικά ιόντα) δημιουργούν το ισχυρό πεδίο της επαφής.

1.8 Τεχνικές δημιουργίας των επαφών p-n Φ/B στοιχείων

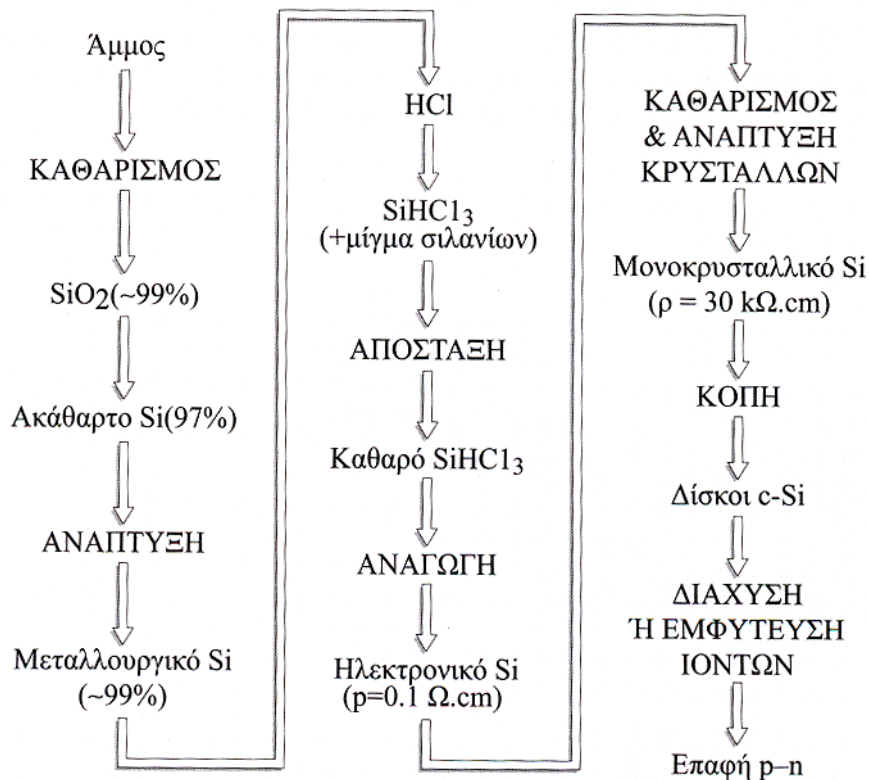
Η διαδικασία της δημιουργίας μιας επαφής p-n, θα μπορούσε να συνοψιστεί στο ακόλουθο σχήμα : *προετοιμασία του βασικού υλικού (δηλ. του ενδογενούς ημιαγωγού), παρασκευή των δύο τμημάτων ημιαγωγού με προσμείξεις τύπου p και n και συνένωση των δύο τμημάτων (σχήμα 1.6)*. Στην πράξη παρασκευάζεται αρχικά ο ένας εκ των δύο ημιαγωγών πρόσμειξης π.χ. ο ημιαγωγός τύπου p. Προκύπτει από τον ενδογενή ημιαγωγό λ.χ. το Πυρίτιο, το Γερμάνιο κ.α., στον οποίο προστίθεται πρόσμειξη στοιχείου από την ομάδα των αποδεκτών.

Στο επόμενο στάδιο δημιουργείται, με κάποια από τις μεθόδους που περιγράφονται στη συνέχεια, η περιοχή τύπου n, με προσθήκη στοιχείου από την ομάδα των δοτών. Ως δότες χρησιμοποιούνται συνήθως το Λίθιο Li, ο Φώσφορος P, το Αρσενικό As, το Αντιμόνιο Sb, το Βισμούθιο Bi κ.α. και ως αποδέκτες το Βόριο B, το Αλουμίνιο Al, το Γάλλιο Ga, το Ίνδιο In κ.α.

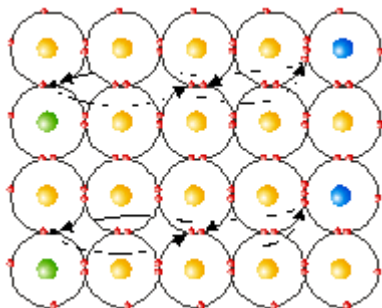
Το Πυρίτιο είναι από τα πλέον διαδεδομένα στοιχεία στη φύση (αποτελεί περίπου το 28% του στερεού φλοιού της γης) με τη μορφή διαφόρων ενώσεών του. Το οξείδιο του Πυριτίου (SiO_2) αποτελεί το κύριο συστατικό της άμμου. Το σχήμα 1.5 δείχνει τα βασικά στάδια παραγωγής καθαρού

Πυριτίου, με πρώτη ύλη την άμμο. Γενικά, για την παρασκευή ενός καθαρού ημιαγωγού και την εισαγωγή των διαφόρων προσμειξέων χρησιμοποιούνται οι επόμενες μέθοδοι :

- I. Μέθοδος αναπτύξεως μονοκρυστάλλου ή μέθοδος Czochralski (CZ)
- II. Μέθοδος της επιπλέουσας ζώνης (Float Zone method, FZ)
- III. Μέθοδος κράματος (Alloying technique)
- IV. Τεχνική της διάχυσης (Diffusion technique)
- V. Τεχνική της εμφύτευσης ιόντων (Ion implantation technique)



Σχήμα 1.5 : Διάγραμμα ροής εργασιών παραγωγής ηλεκτρονικά καθαρού πυριτίου, με τη μορφή κυλίνδρου, με πρώτη ύλη την άμμο.



Σχήμα 1.6 : Ημιαγωγός πρόσμειξης: Οι μπλε σφαίρες είναι πυρήνες φωσφόρου και οι πράσινες πυρήνες βορίου

1.9 Οι βασικές προϋποθέσεις δημιουργίας του Φ/Β φαινομένου στους ημιαγωγούς

Όταν ένας ημιαγωγός φωτίζεται άγει με πολλές τάξεις ισχυρότερο ρεύμα απ' ότι όταν βρίσκεται στο σκοτάδι. Το αποτέλεσμα αυτό εξαρτάται από το ημιαγωγικό υλικό και τη συχνότητα (το μήκος κύματος ή την ενέργεια φωτονίου) της προσπίπτουσας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Η υψηλή φωτοαγωγιμότητα ενός ημιαγωγού, παρ' ότι αποτελεί βασικότερη προϋπόθεση για να δημιουργηθεί αξιόλογο Φ/Β φαινόμενο, δεν αρκεί. Οι “ευκίνητοι” ηλεκτρικοί φορείς που παράγονται στο εσωτερικό του, πρέπει να τεθούν σε κίνηση, μέσω μηχανισμού που δεν θα απαιτεί, προφανώς, ενέργεια από εξωτερική ηλεκτρική πηγή. Ευτυχώς, ο μηχανισμός αυτός προσφέρεται από την ίδια τη φύση. Είναι το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται στις επαφές δύο διαφορετικών υλικών. Αυτό το πεδίο μπορεί να κινήσει τους φωτοδημιουργούμενους ηλεκτρικούς φορείς. Το εύρος της περιοχής του καθορίζει, ως ένα βαθμό, το αποδοτικό ποσοστό των φωτοδημιουργούμενων φορέων που θα δώσουν το Φ/Β ηλεκτρικό ρεύμα. Συνοψίζοντας τα προηγούμενα, μπορούμε εντελώς επιγραμματικά να σχηματοποιήσουμε τις προϋποθέσεις δημιουργίας του Φ/Β φαινομένου (σε ημιαγωγούς) ως εξής :

“Για να προκύψει το Φ/Β φαινόμενο απαιτείται η δημιουργία διάταξης δύο φωτοαγώγιμων ημιαγωγικών υλικών σε επαφή”

1.10 Το Φ/Β φαινόμενο ... περιληπτικά

“Ένα Φ/Β φαινόμενο είναι μια επαφή υλικών (συνηθέστερα ημιαγωγών) στην οποία η απορροφούμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια”

Το φως παράγει “ελεύθερα” ηλεκτρόνια και οπές, σε όλη την έκταση των δύο σε επαφή ημιαγωγών. Όσα από αυτά δημιουργούνται μέσα και κοντά στην επαφή των υλικών προωθούνται από το εσωτερικό ηλεκτρικό πεδίο της επαφής στα δύο άκρα της διάταξης, αντίστοιχα. Ο ρυθμός που παράγονται, οι ελεύθεροι φορείς είναι τέτοιος, ώστε το ηλεκτρικό ρεύμα καθώς και η ηλεκτρική τάση στα άκρα του Φ/Β στοιχείου να διατηρούνται σε πρακτικά αξιοποιήσιμα επίπεδα, όσον αφορά την αποδιδόμενη στον καταναλωτή ηλεκτρική ισχύ. Συνεπώς, το Φ/Β στοιχείο εμφανίζει χαρακτηριστικά της πηγής ενέργειας, κατάλληλης για τροφοδοσία τυπικών ηλεκτρικών εφαρμογών. Συμπερασματικά, η συνεργασία των δύο αναφερθέντων παραγόντων, του ενδογενούς ηλεκτρικού πεδίου των δύο σε επαφή φωτοαγώγιμων υλικών και του φωτός παράγει το Φ/Β φαινόμενο.

Επαφή υλικών + φως = Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

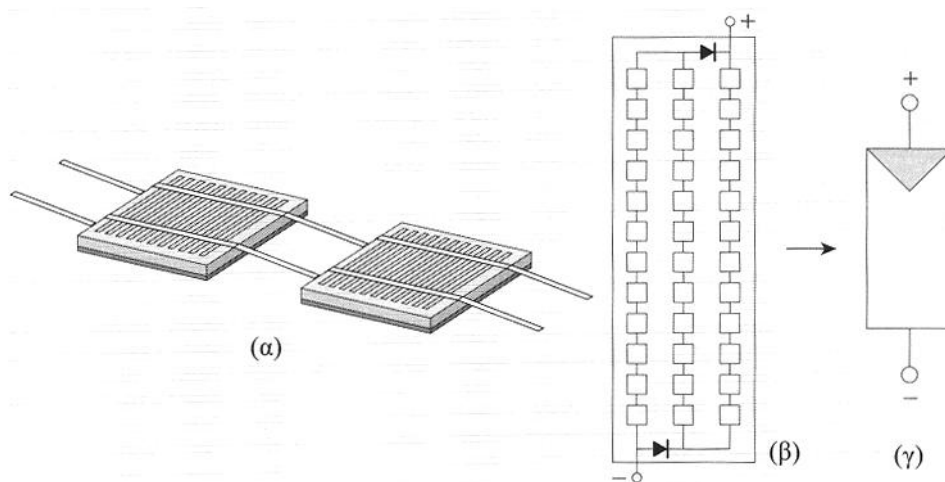
1.11 Το Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Το Φ/Β στοιχείο, μικρών διαστάσεων αποτελεί αντικείμενο έρευνας σε εργαστηριακό επίπεδο. Σε επόμενο στάδιο βιομηχανικής παρασκευής, η επιτυχής μεθοδολογία μεταφέρεται σε συσκευές –

θαλάμους, μεγαλύτερου μεγέθους, οι οποίοι επιτρέπουν την παρασκευή Φ/Β στοιχείων μεγαλύτερων διαστάσεων, με αυξημένο ρυθμό παραγωγής. Μετά την παρασκευή της βασικής δομής του Φ/Β στοιχείου, ακολουθεί η κοπή του στο επιθυμητό σχήμα, συνήθως τετραγωνικό, ώστε κατά τη σύνθεσή τους σε μεγαλύτερη μονάδα, να αφήνουν μεταξύ τους την ελάχιστη μη εκμεταλλεύσιμη επιφάνεια. Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων συνδέονται σε σειρά, ώστε να αποτελούν εύχρηστη σε μέγεθος μονάδα, με τα επιθυμητά ηλεκτρικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά. Τα βασικά κριτήρια των χαρακτηριστικών αυτών είναι :

- Για μεν τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά, η δυνατότητα συνδυασμού της μονάδας αυτής με συσσωρευτή τυπικής ονομαστικής τάσης 12V, για την αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Για δε τις διαστάσεις της μονάδος η ευκολία κατασκευής, μεταφοράς και ενσωμάτωσής τους σε σύνολα (συστοιχίες) καθώς και το μειωμένο κόστος αντικατάστασής της, στην περίπτωση βλάβης ή καταστροφής της.

Στην πράξη ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων συνδεδεμένων σε σειρά (σχήμα 1.7(α), σχήμα 1.7 (β)), ώστε να εμφανίζουν συγκεκριμένη τάση ανοικτού κυκλώματος, τοποθετούνται σε επίπεδη γυάλινη πλάκα υψηλής διαφάνειας προσαρμοσμένης σε μεταλλικό πλαίσιο, υψηλής αντοχής, συνήθως από ανοδιωμένο αλουμίνιο. Το πίσω μέρος καλύπτεται από ειδικό πλαστικό υλικό για προστασία από την υγρασία. Η τελική κατασκευή πληροί ειδικές προδιαγραφές, ώστε να διαθέτει την απαραίτητη μηχανική αντοχή, τις κατάλληλες υποδοχές στήριξης και επιπλέον την αυξημένη στεγανότητα για προστασία από την υγρασία. Η διάταξη αυτή αποτελεί την τυπική βιομηχανική μονάδα (module) και ονομάζεται φωτοβολταϊκό πλαίσιο (Photovoltaic module). Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα κάθε μεγαλύτερης εγκατάστασης παραγωγής Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή της φωτοβολταϊκής συστοιχίας (array). Σπανιότερα, χρησιμοποιείται ο όρος φωτοβολταϊκή γεννήτρια (Photovoltaic generator).



Σχήμα 1.7 : (α) Τρόπος σύνδεσης δύο διαδοχικών Φ/Β στοιχείων μέσα σε ένα Φ/Β πλαίσιο (β) Εσωτερική δομή ενός Φ/Β πλαισίου. Διακρίνονται οι δίοδοι παράκαμψης (γ) Η συμβολική παράσταση ενός Φ/Β πλαισίου. Το φωτόρευμα οδεύει εσωτερικά, από το (-) στο (+) και στο εξωτερικό κύκλωμα από το (+) στο (-) του πλαισίου.

Τυπικές τιμές ισχύος αιχμής ενός Φ/Β πλαισίου εμπορίου είναι από μερικά W_p έως τα 150 W_p . Διατίθενται επίσης σε μεγαλύτερες διαστάσεις με περισσότερα Φ/Β στοιχεία, σε σειρά και παράλληλη εσωτερική σύνδεση, με τη μορφή σύνθετων διατάξεων, που χαρακτηρίζονται από υψηλή ισχύ αιχμής και συνήθως υψηλή τάση ανοικτού κυκλώματος, κατάλληλες για ειδικές εφαρμογές. Το σύμβολο ηλεκτρολογικής σχεδίασης του Φ/Β πλαισίου αποτυπώνεται στο *σχήμα 1.7(γ)*.

Η αρχική μορφή των Φ/Β στοιχείων στο πλαίσιο ήταν η κυκλική, με αποτέλεσμα να μένει αρκετή μη ενεργός επιφάνεια του πλαισίου. Σήμερα, τα Φ/Β στοιχεία που χρησιμοποιούνται στα Φ/Β πλαίσια, έχουν τετραγωνικό σχήμα (mc-Si) ή τετραγωνικό με κομμένες τις γωνίες (κυψελίδες c-Si), ώστε να ελαχιστοποιείται η μη αξιοποιήσιμη επιφάνεια του Φ/Β πλαισίου.

Όσον αφορά στην επιλογή του αριθμού των Φ/Β στοιχείων από τα οποία θα κατασκευαστεί το Φ/Β πλαίσιο, αναφέρθηκε προηγουμένως ότι αυτό έχει άμεση σχέση με την ονομαστική ηλεκτρική τάση 12V στους πόλους των ηλεκτρικών συσσωρευτών μολύβδου - θειϊκού οξέως (Pb/H_2SO_4), οι οποίοι κατέχουν την πρώτη θέση στην παγκόσμια αγορά. Ο λόγος είναι ο εξής : η Φ/Β συστοιχία αποδίδει την ενέργειά της με τη μέγιστη ισχύ, όταν φωτίζεται με ένα ήλιο ($1sun \rightarrow 1kW/m^2$) και λειτουργεί στο λεγόμενο Σημείο Μέγιστης Ισχύος (Σ.Μ.Ι.). Το σημείο αυτό, στην περίπτωση ενός Φ/Β πλαισίου, φροντίζουμε να αντιστοιχεί σε τάση που να καλύπτει τη φόρτιση του τυπικού ηλεκτρικού συσσωρευτή.

Συγκεκριμένα, για τη φόρτιση του συσσωρευτού μολύβδου - θειϊκού οξέως (Pb/H_2SO_4), ονομαστικής τάσης 12V, απαιτείται περίπου $14,2 \div 14,4V$. Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητη η παρεμβολή μιας απλής ηλεκτρονικής διάταξης, για τον έλεγχο των ορίων τάσης φόρτισης και εκφόρτισης του συσσωρευτή, καθώς και μιας διόδου αντεπιστροφής, ώστε να αποτρέπεται η εκφόρτιση του ηλεκτρικού συσσωρευτού διαμέσου της Φ/Β συστοιχίας, όταν αυτή δε φωτίζεται. Αυτά τα πρόσθετα ηλεκτρονικά και οι γραμμές μεταφοράς απαιτούν μια επιπλέον τάση $1 \div 2V$. Άρα, το Σ.Μ.Ι. της πιο απλής συστοιχίας, δηλ. ενός Φ/Β πλαισίου σε ένα ήλιο πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον την τάση των 15 έως 17V ($14,4V+1$ έως 2V).

Η απαίτηση αυτή σε συνδυασμό με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των Φ/Β στοιχείων, οδηγεί στην επιλογή των συγκεκριμένων ηλεκτρικών χαρακτηριστικών των Φ/Β πλαισίων (πίνακας 1.2).

Πίνακας 1.2 :Τυπικά χαρακτηριστικά Φ/Β πλαίσια, ονομαστικής τάσης εξόδου 12V

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Τιμή
Τυπική ισχύς αιχμής, P_p (Peak Power)	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 ($V_{oc,STC}$)	21,5V
Ρεύμα βραχυκύκλωσης ($I_{sc,STV}$)	4,97A
Θερμικός συντελεστής ρεύματος βραχυκύκλωσης	0,05%/K
Θερμικός συντελεστής τάσης ανοικτού κυκλώματος	0,5%/K
Θερμικός συντελεστής μεταβολής ισχύος	0,45%/K
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	49°C

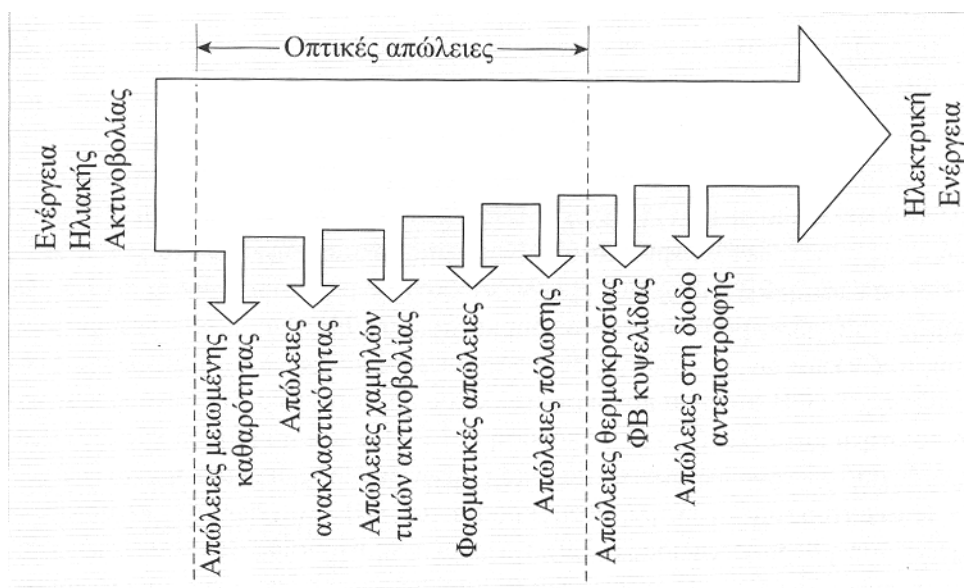
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	Τιμή
LxBxH (Μήκοςxπλάτοςxπάχος), σε mm	1425x652x36
Βάρος	11,9kg

Με στόχο τα Φ/Β πλαίσια να προσαρμοστούν περισσότερο στην αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου, οι εταιρείες κατασκευής τους προτείνουν λύσεις που ταιριάζουν με τις απαιτήσεις της πρακτικότητας και της αισθητικής. Π.χ. για τις στέγες των κτιρίων παραδοσιακής μορφής προτείνεται η χρήση Φ/Β πλαισίων με τη μορφή κεραμιδιών. Στις πλευρές του κτιρίου, μπορούν να τοποθετηθούν Φ/Β πλαίσια – ζωγραφικοί πίνακες. Φ/Β πλαίσια ημπερατά στο ηλιακό φως μπορούν να τοποθετηθούν σε διαδρόμους μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων, συνδυάζοντας τη δυνατότητα φυσικού ημερήσιου φωτισμού του διαδρόμου με τη δυνατότητα τεχνητού φωτισμού από αποθηκευμένη Φ/Β ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια της νύχτας ή των συννεφιασμένων ημερών. Ειδικής χρήσης Φ/Β πλαίσια είναι κατασκευασμένα από εύκαμπτο υλικό και σε μερικές περιπτώσεις με τέτοιο τρόπο ώστε να διπλώνονται καταλαμβάνοντας μικρό χώρο. Η πιο απλή και ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή των Φ/Β στοιχείων αφορά στην ηλεκτρική τροφοδοσία των φορητών υπολογιστών αριθμητικών πράξεων (calculators).

1.11.1 Απόδοση του Φωτοβολταϊκού πλαισίου και παράγοντες που την επηρεάζουν

Η απόδοση των Φ/Β πλαισίων είναι μικρότερη της αντίστοιχης του Φ/Β στοιχείου εργαστηριακής παρασκευής. Οι βασικότεροι λόγοι είναι :

- η μη πλήρης κάλυψη της γεωμετρικής επιφάνειάς του από επιφάνεια Φ/Β, η οποία καθορίζεται από τον παράγοντα κάλυψης (*Packing factor*).
- η ανομοιογένεια των χαρακτηριστικών των Φ/Β στοιχείων που συνθέτουν το Φ/Β πλαίσιο.
- η ανακλαστικότητα του υαλοπίνακα του πλαισίου.



Σχήμα 1.8 : Διάγραμμα Sankey για τη ροή ενέργειας σε Φ/Β πλαίσιο.

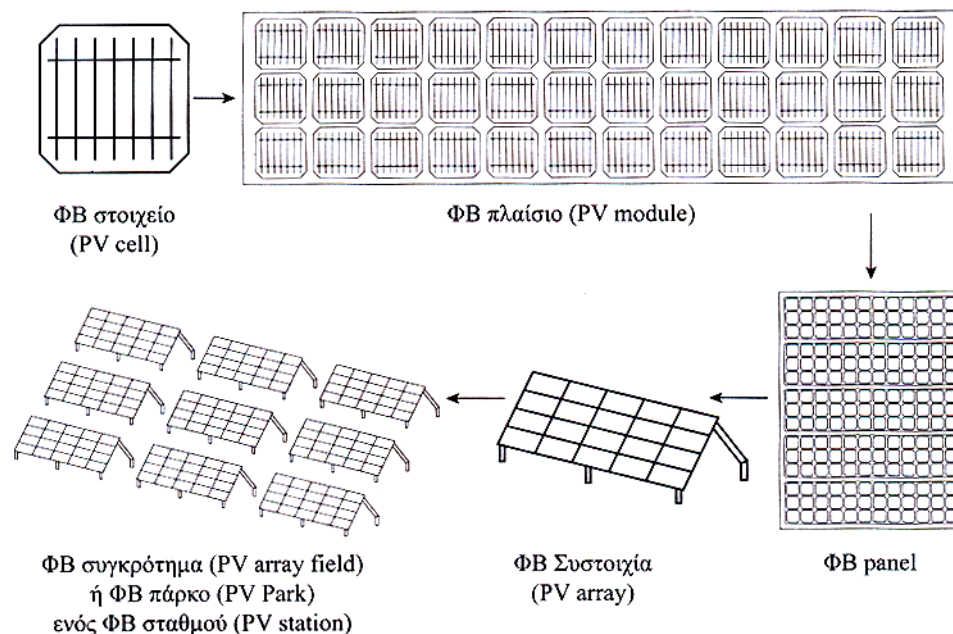
Η αναπτυσσόμενη υψηλή θερμοκρασία των Φ/Β στοιχείων του πλαισίου, οι καταστάσεις θερμής κηλίδας, η εισχώρηση υγρασίας στο εσωτερικό τους και οι συνακόλουθες αλλοιώσεις δομής της Φ/Β κυψελίδας μειώνουν σταδιακά την ενεργειακή απόδοσή τους. Το μέγεθος της επίδρασης εξαρτάται από το υλικό του Φ/Β στοιχείου, τον τύπο του και τη διαχρονική αξιοπιστία της μηχανικής κατασκευής των ηλεκτρολογικών και μονωτικών υλικών. Επίσης, σκόνες και άλλα σώματα στην επιφάνεια όψης των πλαισίων, μειώνουν την απόδοσή τους.

Σε συντομία οι απώλειες αυτές αφορούν :

- στη γήρανση του Φ/Β πλαισίου, δηλαδή στη μείωση της απόδοσής του λόγω αλλοίωσης των υλικών κατασκευής των κυψελίδων του Φ/Β πλαισίου.
- στις απώλειες οπτικού δρόμου και θερμοκρασίας κυψελίδας, που προκύπτουν λόγω της διαφοροποίησης των χαρακτηριστικών της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντα αέρα, των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας του Φ/Β πλαισίου σε σχέση με αυτά των πρότυπων συνθηκών.
- στις απώλειες στη δίοδο αντεπιστροφής του Φ/Β πλαισίου.

1.12 Το Φωτοβολταϊκό σύστημα

Τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να συνδεθούν σε σειρά ή παράλληλα ανάλογα με τους επιδιωκόμενους σκοπούς. Στο *σχήμα 1.9* δίνονται οι μορφές των τυπικών κατηγοριών Φ/Β συνθέσεων από το Φ/Β στοιχείο ως το Φ/Β συγκρότημα.



Σχήμα 1.9 : Ορολογία και τυπικοί σχηματισμοί σύνθεσης Φ/Β στοιχείων και πλαισίων

Μερικά Φ/Β πλαίσια συναρμολογημένα σε ένα μεταλλικό πλαίσιο (συνήθως από Αλουμίνιο) με καλωδιώσεις σε ηλεκτρολογικό κιβώτιο, ως ενιαία κατασκευή έτοιμη για εγκατάσταση με

δυνατότητα λόγω μικρού βάρους εύκολης αφαίρεσης, μεταφοράς ή επέμβασης στα επί μέρους Φ/Β πλαίσια ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες όμοιες μονάδες λέγεται **Φ/Β panel** (σύνθετο).

Ο συνδυασμός πολλών Φ/Β πλαισίων, καλωδιωμένων μεταξύ τους σε σειρά ή παράλληλα σε μια επίπεδη συνήθως επιφάνεια, σταθερή ή περιστρεφόμενη, με αντίστοιχο κεντρικό ηλεκτρολογικό κιβώτιο, αποτελεί τη **Φ/Β συστοιχία (array)**. Τα Φ/Β πλαίσια συνδέονται κατά κλάδους. Κάθε κλάδος αποτελείται από Φ/Β πλαίσια συνδεδεμένα σε σειρά. Οι ισodύναμοι κλάδοι συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους. Η σύνδεση σε σειρά αυξάνει την ολική τάση ενώ η παράλληλη σύνδεση, το ολικό ρεύμα.

Τα Φ/Β πλαίσια, σε μια συστοιχία, συνδυάζονται έτσι ώστε η μεταφορά της Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας να γίνεται με τις μικρότερες δυνατές απώλειες στη γραμμή μεταφοράς δηλ. με χαμηλό ρεύμα και αντίστοιχα μεγάλη ηλεκτρική τάση, μέσα στα επιτρεπτά όρια. Η μέγιστη επιτρεπτή τάση σε Φ/Β συστήματα είναι 600V.

Σε κάθε περίπτωση κατά τη σχεδίαση ενός Φ/Β συστήματος λαμβάνεται πρόνοια ώστε τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά κάθε τμήματός του να συμφωνούν με τα αντίστοιχα του προηγούμενου και του επόμενου του. Προκειμένου να προσαρμοστεί η τάση της Φ/Β συστοιχίας στην τάση του συσσωρευτή απαιτούνται ειδικές ηλεκτρονικές διατάξεις που ονομάζονται **Μετατροπείς συνεχούς τάσεως σε συνεχή (Converters DC-DC)**. Η ισχύς αιχμής μιας τυπικής Φ/Β συστοιχίας, για μικρής ισχύος ή οικιακές εγκαταστάσεις βρίσκεται στην περιοχή 50W÷2kW.

Ένα συνεργαζόμενο σύνολο Φ/Β συστοιχιών αποτελούν ένα **Φ/Β συγκρότημα (PV array field)** ή **Φ/Β πάρκο (PV park)**, το οποίο μαζί με όλες εκείνες τις διατάξεις που απαιτούνται για τη μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, τον έλεγχο της φόρτισης συσσωρευτών (αν υπάρχουν) για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος (1kW÷μερικά MW) επαρκούς για την τροφοδοσία οικίας, οικισμών ή χωριών κ.λ.π. αποτελούν το **Φ/Β σταθμό (PV station)**.

1.21.1 Χαρακτηριστικά των Φ/Β Συστημάτων

Τα Φ/Β Συστήματα διακρίνονται έναντι των άλλων Α.Π.Ε. βάσει των ακόλουθων χαρακτηριστικών εν συντομία :

Θετικά	Αρνητικά
<ul style="list-style-type: none"> ■ άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε μικρή ή μεγάλη ισχύ ■ δυνατότητα σταδιακής υλοποίησης του συστήματος ■ μηδενικές εκπομπές ρύπων κατά τη λειτουργία τους ■ αθόρυβη λειτουργία ■ ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης ■ μεγάλη αξιοπιστία ■ μεγάλη διάρκεια ζωής ■ αποδεκτή αισθητική παρουσία 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Υψηλό οικονομικό κόστος

1.12.2 Προδιαγραφές Φ/Β συστημάτων

Τα Φ/Β πλαίσια πρέπει να πληρούν της προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχοντας υποβληθεί στις κάτωθι δοκιμασίες:

- ☐ Θερμικών κύκλων
- ☐ θερμικού σοκ
- ☐ Ψύξης - υγρασίας
- ☐ Ηλεκτρικής μόνωσης
- ☐ Κρούσεων χαλαζόπτωσης
- ☐ Μηχανικής αντοχής & στρέψης
- ☐ Περιβαλλοντικής άλμης
- ☐ Ακτινοβολιών & έκθεσης στο νερό
- ☐ Ηλεκτρικού πεδίου

Η όλη κατασκευή του Φ/Β πλαισίου (Φ/Β φύλλο) είναι ειδικά κατασκευασμένη για υψηλή αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις και εγκατάσταση σε περιβάλλον δυσμενών κλιματολογικών συνθηκών, αποτελούμενο από “στρώματα” διαφορετικών στρώσεων υλικών (επικαλύψεις), καθένα από τα οποία λειτουργεί προστατευτικά. Τα στοιχεία που συγκροτούν το Φ/Β πλαίσιο ενθυλακώνονται σε λεπτό διαφανές στρώμα EVA. Η εμπρόσθια επιφάνεια καλύπτεται από ενισχυμένο λευκό γυαλί διαύγειας νερού και η οπίσθια με ειδικό film PVF. Το μεταλλικό πλαίσιο είναι κατασκευασμένο από ανοδιομένο αλουμίνιο και περιβάλλει το “Φ/Β φύλλο”. Μεταξύ των δύο παρεμβάλλεται ελαστικό παρέμβρυσμα βουτυλίου, προσδίδοντας ελευθερία μικροκινήσεων και προστασία από θερμικές συστολοδιαστολές.

1.13 Κοινωνική διάσταση – Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας

Η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας από την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. είναι ένα από τα ισχυρά επιχειρήματα που προβάλλονται μεταξύ άλλων, για την ταχύτερη διείσδυση των καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών. Η έννοια “θέση εργασίας” δεν αποδίδεται με τον ίδιο τρόπο από όλους. Αναφερόμαστε σε μόνιμη θέση και αν ναι, τι σημαίνει πρακτικά αυτό ; Από την άλλη, κάποιες θέσεις εργασίας είναι βραχυχρόνιες και αφορούν μόνο στο στάδιο της κατασκευής ή εγκατάστασης μιας μονάδας, ενώ άλλες θέσεις έχουν πιο μόνιμο και μακροχρόνιο χαρακτήρα. Έτσι, είναι πιο ορθό να αναφερόμαστε σε “εργατοέτη” που δημιουργούνται από μια επένδυση, παρά σε θέσεις εργασίας γενικώς. Ως “εργατοέτος” θεωρούμε την απασχόληση ενός ατόμου για 8 ώρες ημερησίως, 5 ημέρες εβδομαδιαίως για 46 εβδομάδες το χρόνο (1840 ώρες ετησίως) ή ακόμη και την ισοδύναμη απασχόληση περισσότερων ατόμων για λιγότερες ώρες ετησίως (π.χ. 4 άτομα που απασχολούνται από 460 ώρες ετησίως).

Στην περίπτωση των Φ/Β, όλες οι αναλύσεις συγκλίνουν στο ότι η βιομηχανία των Φ/Β συμβάλλει στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (ανά μονάδα αποδιδόμενης ενέργειας) περισσότερο από κάθε άλλη ενεργειακή τεχνολογία. Το 2004 η παραγωγή ξεπέρασε το ψυχολογικό φράγμα του 1GW_p, ο δε κύκλος της βιομηχανίας έφτασε τα 5,8 δις €, με προοπτικές να αγγίξει τα 25 δις € το 2010.

Οι εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης Φ/Β Βιομηχανιών (EPIA) και της Greenpeace κάνουν λόγο για συνολικά 2,25 εκατ. θέσεις εργασίας στον κλάδο ως το 2020, αν επιτευχθεί ο στόχος για κάλυψη του 1,1% της παγκόσμιας ηλεκτροπαραγωγής από Φ/Β έως το 2020. κάτι τέτοιο θα σήμαινε στην πράξη εγκατάσταση 205 GW_p Φ/Β ως το τέλος της 2^{ης} δεκαετίας του αιώνα. Σύμφωνα με την EPIA και τη Greenpeace, οι θέσεις αυτές κατανέμονται ως εξής :

Εργατοέτη ανά MW _p	2001	2004	2010	2020
Παραγωγή Φ/Β	20	17	15	10
Εμπορία, εγκατάσταση, συναφείς υπηρεσίες	20	30	30	26
Συντήρηση & λειτουργία	1	1	1	2
Σύνολο	41	48	46	38

Η μείωση των θέσεων εργασίας ανά MW_p κυρίως μετά την περίοδο μετά το 2010 οφείλεται στην αύξηση της παραγωγικότητας και τη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων, ενώ η αύξηση των θέσεων εργασίας στη συντήρηση και λειτουργία οφείλεται στην ανάπτυξη των Φ/Β συστημάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες σε απομακρυσμένες περιοχές και εφαρμογή αυτόνομων συστημάτων που απαιτούν περισσότερη φροντίδα από τα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο.

Μια ανάλυση του κύκλου ζωής των Φ/Β από το REPP (Renewable Energy Policy Project) στις Η.Π.Α. το 2001, έδειξε ότι κάθε νέο MW_p Φ/Β δημιουργεί 69.650 εργατοώρες ή ισοδύναμα 37,8 εργατοέτη. Τα εργατοέτη διορθώθηκαν σε σχέση με το αρχικό κείμενο (ανέφερε 35,5 αντί 37,8) λαμβάνοντας υπόψη τον διαφορετικό αριθμό ωρών/έτος στην Ελλάδα σε σχέση με τις Η.Π.Α.

Δραστηριότητα	Εργατοώρες ανά MW _p	%
Πυρίτιο	5.650	8,1
Γυαλί	200	0,3
Πλαστικά	300	0,4
Παραγωγή κυψελών	3.200	4,6
Συναρμολόγηση πλαισίων	20.950	30,0
Καλωδιώσεις	1.850	2,7
Μετατροπείς τάσης	4.750	6,8
Βάση στήριξης	1.500	2,2
Συναρμολόγηση συστήματος	11.750	16,9
Διανομή	4.000	5,7
Εγκατάσταση	10.500	15,1
Συντήρηση	5.000	7,2
Σύνολο σε εργατοώρες	69.650	100
Σύνολο σε εργατοέτη	37,8	

* Οι υπολογισμοί έγιναν για διασυνδεδεμένα συστήματα των 2kW_p τεχνολογίας κρυσταλλικού πυριτίου και για συντήρηση επί δεκαετία. Αν υπολογίσει κανείς και τα αυτόνομα συστήματα που περιλαμβάνουν και συσσωρευτές, καθώς και συντήρηση επί 25-30 χρόνια (που είναι ο αναμενόμενος χρόνος ζωής των συστημάτων κατά τη διάρκεια του οποίου αναμένεται και κάποια αντικατάσταση

του μετατροπέα τάσης), τότε προφανώς αυξάνει ο αριθμός των εργατωρών ανά MW_p και πλησιάζει την προηγούμενη εκτίμηση των ERIA-Greenpeace. (πηγή : Σ.Ε.Φ. – www.helapco.gr).

1.14 Προτάσεις για την προώθηση των Φ/Β Συστημάτων

Ηλεκτρικό ρεύμα από τον ήλιο για 26 εκατομμύρια νοικοκυριά στη Μεσόγειο, με ταυτόχρονη δημιουργία εκατοντάδων χιλιάδων νέων θέσεων εργασίας, εκτιμά ότι θα είναι σε θέση να προσφέρει, έως το 2020, η Ευρωπαϊκή Βιομηχανία Φ/Β Συστημάτων.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Συνδέσμου Ευρωπαϊκών Βιομηχανιών Φ/Β (EPIA) η ηλεκτροπαραγωγή από Φ/Β στην Ελλάδα μπορεί έως το 2020, εφόσον βέβαια προωθηθούν δραστήρια οι Φ/Β εφαρμογές στον οικιακό τομέα, να καλύψει τις ανάγκες 0,5 εκατομ. νοικοκυριών, ενώ η περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου, με αιχμή δόρατος την εξάπλωση στα νησιά, θα οδηγήσει στη δημιουργία περισσότερων από 65.000 θέσεων εργασίας.

Ο ελάχιστος στόχος για το 2020 είναι 700MW εγκατεστημένων Φ/Β, ενώ ο EPIA εκτιμά ότι θα ξεπεράσει κατά πολύ τα 1.200MW. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β στις χώρες της Μεσογείου, σύμφωνα με εκτιμήσεις του EPIA, από 400 GWh το 2006 αναμένεται να ανέλθει σε 5 TWh το 2010 και σε 78 TWh το έτος 2020. Ιδιαίτερα ευνοϊκές επιπτώσεις θα υπάρξουν για το περιβάλλον με μείωση των εκπομπών του CO₂ κατά 47 εκατομμύρια τόνους το έτος 2020. Τα τελευταία 6 χρόνια ο κλάδος των Φ/Β γνωρίζει παγκοσμίως άνθηση, καταγράφοντας ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης κατά 40% και με το ρυθμό αυτό εκτιμάται ότι θα συνεχίσει έως το 2010. Από το 2011-2016 ο ρυθμός ανάπτυξης αναμένεται να σταθεροποιηθεί γύρω στο 26%, ενώ την περίοδο 2016-2020 στο 19%.

Ολοκληρώνοντας τις εργασίες του 2^{ου} Μεσογειακού Συνεδρίου του, στην Αθήνα, ο EPIA παρουσίασε προτάσεις, οι οποίες υιοθετήθηκαν από τα μέλη και τους συνέδρους από 30 χώρες, προκειμένου να προωθηθεί περαιτέρω η υπόθεση των Φ/Β στην Ελλάδα :

- Απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησης των Φ/Β, καλύτερος συντονισμός και επαρκής ενημέρωση των εμπλεκόμενων υπηρεσιών, ώστε να αρθούν τα γραφειοκρατικά εμπόδια στην υλοποίηση των επενδύσεων. Υπάρχουν περιπτώσεις επενδυτών που αντιμετώπισαν αρνητική στάση αρμόδιων υπηρεσιών, οι οποίες είχαν άγνοια για τις Φ/Β τεχνολογίες καθώς και το γεγονός ότι τα Φ/Β δεν έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

- Δεδομένου ότι τα Φ/Β δεν εκπέμπουν ρύπους, δεν αντανakλούν την ηλιακή ακτινοβολία, είναι αθόρυβα και καλαίσθητα, αποτελούν αρχιτεκτονικό στοιχείο υψηλής αισθητικής που ενσωματώνεται αρμονικά στο αστικό περιβάλλον, πρέπει να υποστηριχθεί με συνέπεια η εφαρμογή τους στον κτιριακό τομέα. Κατά συνέπεια δεν θα πρέπει να υιοθετηθούν από την Πολιτεία θεσμικές ρυθμίσεις, για την εγκατάσταση Φ/Β, που ενδεχομένως θα εμποδίσουν τη διεξόδυσή τους.

- Προκειμένου να δημιουργηθεί μια βιώσιμη αγορά Φ/Β στη χώρα, με τα πλεονεκτήματά της, πρέπει να επιτραπεί το άνοιγμα της αγοράς στον οικιακό τομέα. Δηλαδή να μπορεί ο κάθε ιδιώτης να εγκαταστήσει Φ/Β και να συνδεθεί στο δίκτυο και να διαθέτει το ρεύμα που παράγει, χωρίς αυτό να

θεωρείται επιχειρηματική δραστηριότητα με τις επακόλουθες φορολογικές φύσεως υποχρεώσεις. Ο ΕΡΙΑ προτείνει να εφαρμοστούν οι απλοποιημένες διαδικασίες που ισχύουν σε άλλες χώρες, όπως στη Γερμανία.

■ Να αποσαφηνιστούν οι τυχόν υποστηρικτικοί μηχανισμοί (οικονομική υποστήριξη της επένδυσης) των Φ/Β εφαρμογών και οι σχετικοί όροι, ώστε να είναι σαφές το υποστηρικτικό πλαίσιο για τους ενδιαφερόμενους επενδυτές.

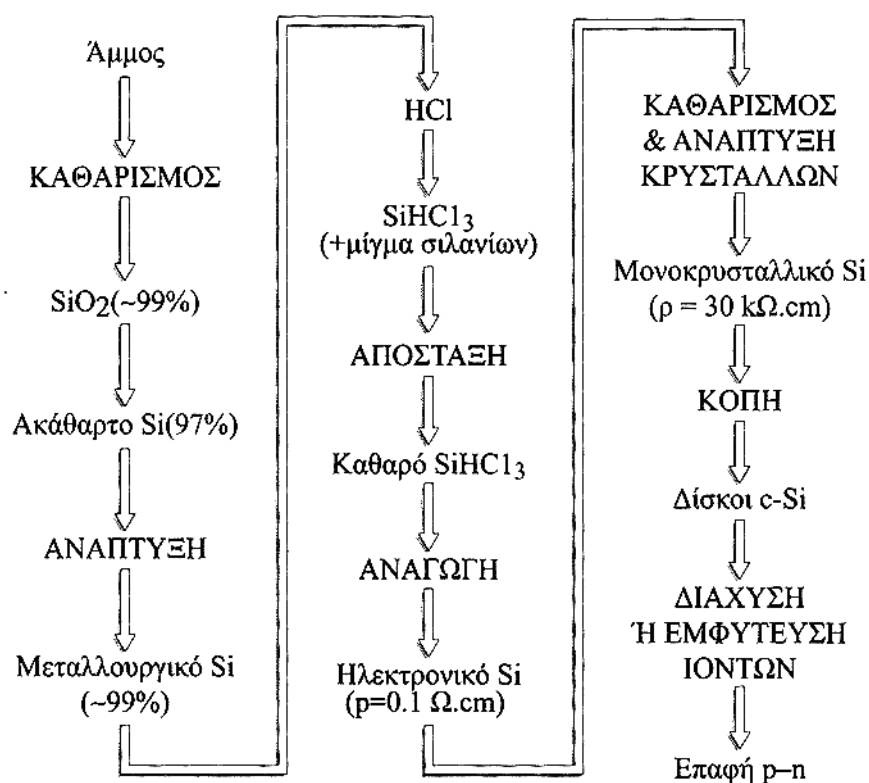
■ Να δοθούν σαφείς οδηγίες, ως προς την εφαρμογή και την ερμηνεία της υφιστάμενης νομοθεσίας για τις αδειοδοτικές διαδικασίες, προς όλες τις εμπλεκόμενες δημόσιες υπηρεσίες σε ολόκληρη τη χώρα. Είναι αναγκαίο όλες οι δημόσιες υπηρεσίες να έχουν ενιαίο τρόπο αντιμετώπισης των θεμάτων και όχι επιλεκτικό.

■ Η πρόσβαση στο δίκτυο και η σύνδεση των Φ/Β πρέπει να απλοποιηθεί και να καθορισθεί σαφές τεχνικό πλαίσιο, λογικός χρόνος σύνδεσης με λογικό κόστος.

2. ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου (Si)

Το υλικό που χρησιμοποιείται ευρύτατα στη βιομηχανία των Φ/Β κυψελίδων είναι το Πυρίτιο (Si), του οποίου οι διαδοχικές εργασίες καθαρισμού της πρώτης ύλης, της άμμου παρουσιάζονται στο σχήμα 2.1 (πηγή : Ι.Ε. Φραγκιαδάκης – Φ/Β Συστήματα – εκδόσεις ΖΗΤΗ - 2^η έκδοση).



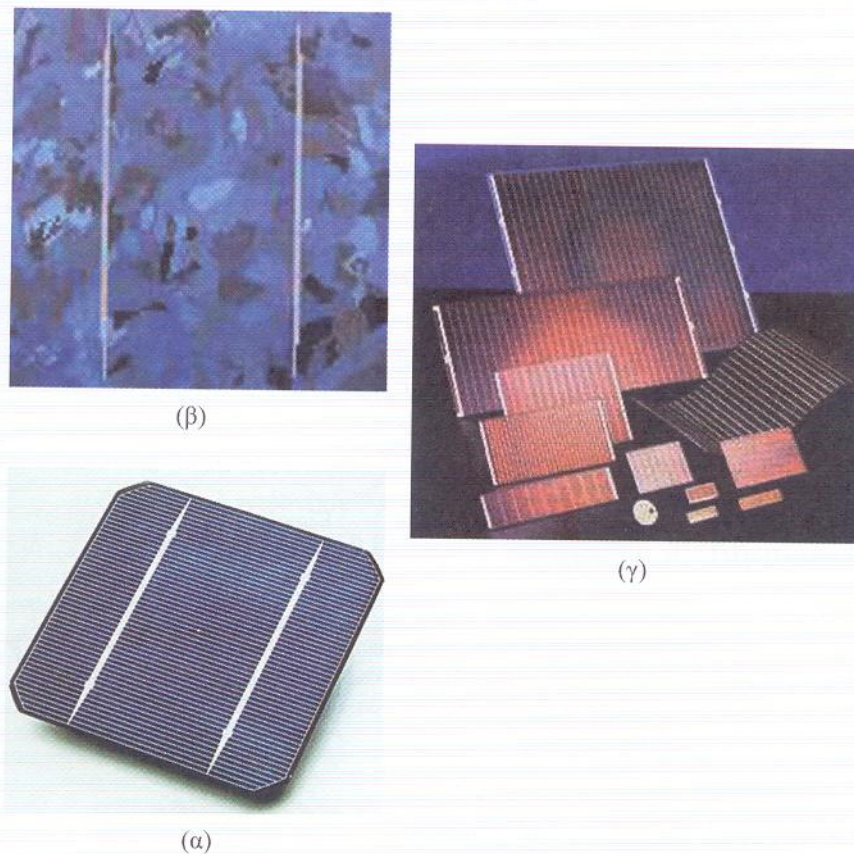
Σχήμα 2.1 : Διάγραμμα ροής εργασιών παραγωγής ηλεκτρονικά καθαρού Si, με τη μορφή κυλίνδρου, με πρώτη ύλη την άμμο.

Στην άμμο το πυρίτιο περιέχεται με τη μορφή του οξειδίου του πυριτίου (SiO₂). Το τελικό προϊόν χαρακτηρίζεται από υψηλή καθαρότητα (99,99999%). Τα Φ/Β στοιχεία πυριτίου διακρίνονται σε τέσσερις (4) κατηγορίες, ανάλογα με τη δομή του βασικού υλικού ή τον ιδιαίτερο τρόπο παραγωγής. Οι διαφορετικοί τύποι είναι οι εξής :

■ **Φ/Β στοιχεία Κρυσταλλικού Πυριτίου (Single – crystal Silicon) :** Το βασικό υλικό είναι μονοκρυσταλλικό. Το πάχος του υλικού είναι σχετικά μεγάλο (Wafer~300μm). Η απόδοσή τους, με τη μορφή κυψελίδας, κυμαίνεται από ~21% έως ~24%, ενώ με τη μορφή των Φ/Β πλαισίων, μεταξύ 13% έως 16%. Χαρακτηρίζονται από υψηλό κόστος κατασκευής. Χρώμα : σκούρο μπλε (σχήμα 2.2(a)).

■ **Φ/Β στοιχεία Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου (Multicrystalline Silicon mc-Si) :** Δυνατότητα κατασκευής μεγάλων επιφανειών. Συνήθως κόβονται σε τετραγωνικής μορφής στοιχεία. Αποτελούνται από λεπτά επιστρώματα, πάχους 10-50μm. Στην επιφάνεια της κυψελίδας, διακρίνονται οι διαφορετικές μονοκρυσταλλικές περιοχές. Τα όρια τους αποτελούν θέσεις παγίδευσης των φορέων. Άρα, όσο μικρότερο το συνολικό μήκος των οριακών περιοχών μέσα στο δεδομένης διάστασης Φ/Β

στοιχείο, τόσο καλύτερη η ηλεκτρική αγωγιμότητά τους. Γενικά, όσο μεγαλύτερες οι διαστάσεις των μονοκρυσταλλικών περιοχών του πολυκρυσταλλικού Φ/Β στοιχείου, τόσο υψηλότερη η απόδοσή του, η οποία κυμαίνεται από 17% έως ~20%, σε εργαστηριακή μορφή κυψελίδας και από 10% έως και 14% σε βιομηχανική μορφή Φ/Β πλαίσιο. Χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή χρονική σταθερότητα. Το κόστος παρασκευής τους είναι χαμηλότερο σε σχέση με το αντίστοιχο του μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Το χρώμα τους είναι γαλάζιο (σχήμα 2.2(β)).



Σχήμα 2.2: Τύποι Φ/Β κυψελίδων **α)** μονο- **β)** πολύ-κρυσταλλικού και **γ)** άμορφου Πυριτίου. Στην τελευταία περίπτωση παρουσιάζονται επίσης διάφοροι τύποι πλαισίων άμορφου Πυριτίου, από πολύ μικρό μέγεθος, χρησιμοποιούμενο σε υπολογιστές αριθμητικών πράξεων, μέχρι μεγάλων διαστάσεων πλαίσιο, σταθερού ή εύκαμπτου σχήματος.

■ **Φ/Β στοιχεία ταινίας (Ribon Silicon) :** Δημιουργία λεπτής ταινίας από τηγμένο υλικό. Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο με απόδοση περί το 13%. Μέθοδος υψηλού κόστους και προς το παρόν περιορισμένης βιομηχανικής παραγωγής.

■ **Φ/Β στοιχεία άμορφου Πυριτίου (Amorphous or Thin film Silicon) :** Τεχνολογία λεπτών επιστρώσεων ή υμενίων (*films*), θεωρητικά πολύ χαμηλού κόστους παραγωγής, εξαιτίας της μικρής χρησιμοποιούμενης μάζας υλικού. Το λεπτό επίστρωμα σχηματίζεται πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους. Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων αυτών μειώνεται έντονα, στα αρχικά στάδια φωτισμού τους, στα επίπεδα του 6 έως 8%. Σήμερα, η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την παρασκευή σύνθετων Φ/Β στοιχείων, με διαδοχικές ενώσεις δύο ή τριών στρωμάτων με

διαφορετικό ενεργειακό χάσμα, με σκοπό την αύξηση του αξιοποιήσιμου τμήματος του ηλιακού φάσματος. Π.χ. παρασκευάζονται Φ/Β στοιχεία από κράμα πυριτίου με άνθρακα και γερμάνιο, τριών επαφών, a-SiGe (~1,4eV), a-SiC (1,85eV), με σταθεροποιημένη απόδοση ~13%. Το ιδιαίτερο κατασκευαστικό χαρακτηριστικό τους είναι η δυνατότητα δημιουργίας διαδοχικών Φ/Β στοιχείων σε μεγάλες επιφάνειες Φ/Β πλαισίων (σχήμα 2.2 (γ)).

Σήμερα, η απόδοση των Φ/Β στοιχείων από κρυσταλλικό πυρίτιο (c-Si) βρίσκεται στην περιοχή 14-17% ενώ σε αυτές από άμορφο πυρίτιο (a-Si:H) προηγούμενης γενιάς δεν ξεπερνά το 6%. Νεότερης κατασκευής Φ/Β στοιχεία a-Si:H, τριών σε επαφή Φ/Β στοιχείων εμφανίζουν εργαστηριακή απόδοση ~13%. Σε βιομηχανική μορφή έχει ανακοινωθεί η κατασκευή Φ/Β πλαισίων άμορφου πυριτίου τριών επαφών με σταθερή απόδοση 10,2% με σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής. Τα Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc-Si) συνδυάζουν καλή ποιότητα κατασκευής, καλή απόδοση ~13-14% και μικρότερο κόστος κατασκευής από τα κρυσταλλικά, με τα οποία έχουν τον ίδιο περίπου χρόνο ζωής.

2.2 Φωτοβολταϊκά στοιχεία άλλων υλικών, λεπτών επιστρώσεων

Στην κατηγορία αυτή, εκτός από τα Φ/Β Πυριτίου, λεπτής επίστρωσης (a:Si:H), τα οποία σήμερα αποτελούν τα περισσότερο διαδεδομένα στον κόσμο, εξαιτίας των πράγματι αξιόλογων χαρακτηριστικών τους, κατασκευάζονται Φ/Β στοιχεία από άλλα υλικά. Γενικά, τα Φ/Β στοιχεία αυτά, παρά τα πολύ σημαντικά πλεονεκτήματά τους σε σχέση με το πυρίτιο, παρουσιάζουν ακόμη, μειονεκτήματα, τα οποία στην καλύτερη περίπτωση, περιορίζουν τη χρήση τους σε ειδικές εφαρμογές. Ο πίνακας 2.1 παρουσιάζει τα πιο σημαντικά από αυτά τα Φ/Β στοιχεία, τα καθένα με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά του.

Πίνακας 2.1 : Φ/Β στοιχεία λεπτών επιστρώσεων
(πηγή : I.E. Φραγκιαδάκης – Φ/Β Συστήματα – 2^η έκδοση)

a/a	Βασικά στοιχεία Φ/Β στοιχείου	Χαρακτηριστικά	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1	Ετεροένωση Cu ₂ S/CdS	Πολυκρυσταλλικό, E _g =1,2eV/2,3eV	Μικρό κόστος κατασκευής.	Μη σταθερής απόδοσης Φ/Β στοιχείο.
2	Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός (CuInSe ₂ ή CIS)	Άμεσο ενεργειακό διάκενο, υψηλή απορρόφηση σε λεπτό στρώμα. Εργαστηριακή απόδοση 12-13%. Με προσθήκη Ga βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά του (Εργαστηριακή απόδοση 17%). Απόδοση βιομηχανικού	Χαμηλό κόστος κατασκευής, σταθερότητα ισοδύναμη του c-Si	Χαμηλή απόδοση βιομηχανικού προϊόντος.

		προϊόντος (πλασιού) 8-11%.		
3	Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe)	Ιδανικό ενεργειακό διάκενο.	Εξαιρετική εκμετάλλευση ηλιακού φάσματος.	Μη επαναλήψιμες ιδιότητες. Δυσκολία δημιουργίας μεταλλικών επαφών.
4	Αρσενιούχο Γάλλιο (GaAs)	Παρουσιάζει την υψηλότερη ενεργειακή απόδοση ~25,5%. Χρήση σε διαστημικές εφαρμογές.	Υψηλή ενεργειακή απόδοση βιομηχανικού πλασιού: 22%	Υψηλό κόστος κατασκευής.

2.3 Οργανικά Φωτοβολταϊκά στοιχεία

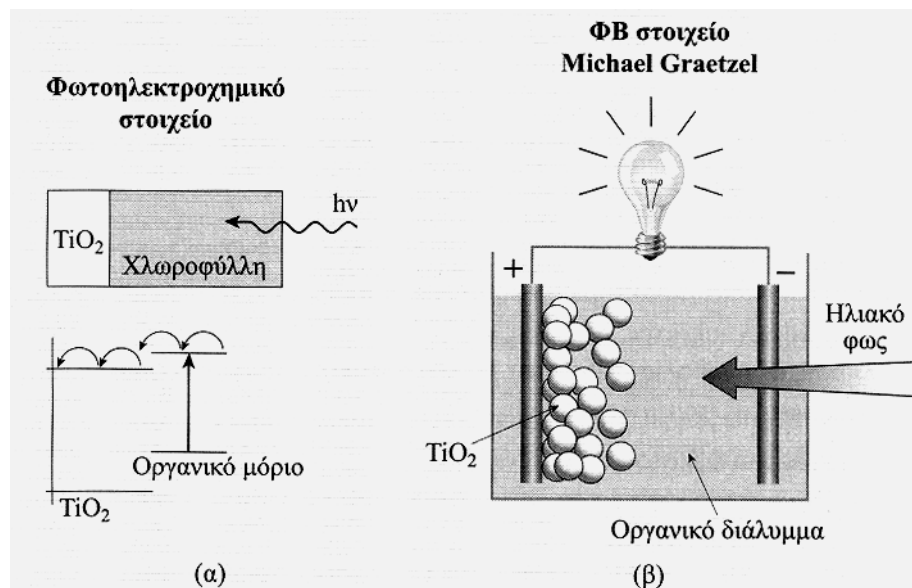
Εκτός από την ώριμη ήδη τεχνολογία των συμβατικών Φ/Β στοιχείων, η οποία βασίζεται στη δημιουργία ισχυρού εσωτερικού ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο φωτοαγωγίων ημιαγωγών, η ερευνητική προσπάθεια στράφηκε στα λεγόμενα ηλεκτροχημικά ή οργανικά φωτοβολταϊκά στοιχεία. Όπως προδίδει η ονομασία τους, η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται σε οργανικά συστήματα. Πρώτη διδάξασα, η Φύση, με το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης. Το ηλιακό φως, σε ευρύ τμήμα του φάσματός του, απορροφάται από τα μόρια της οργανικής ουσίας των φύλλων των φυτών, που ονομάζεται χλωροφύλλη. Ηλεκτρόνιο του οργανικού μορίου, που απορροφά ένα φωτόνιο, “ανεβαίνει” ενεργειακά στην επόμενη ενεργειακή στάθμη του μορίου και περνά σε γειτονικό πρωτεϊνικό σύμπλοκο του φύλλου, συμμετέχοντας στις αντιδράσεις που συμβαίνουν σε αυτά, κατά τις οποίες δημιουργούνται υδρογονάνθρακες, με ταυτόχρονη παραγωγή οξυγόνου.

Μια παρόμοια ηλεκτρονική διαδικασία μπορούμε να αναπαράγουμε στο εργαστήριο, σε διάταξη αποτελούμενη από ηλεκτρολυτικό διάλυμα που περιέχει έγχρωμη οργανική ουσία (Dye, π.χ. χλωροφύλλη) σε επαφή με ημιαγωγό πλάκα TiO_2 (σχήμα 2.3 (α)).

Τα φωτόνια του ηλιακού φωτός απορροφώνται από τα μόρια της οργανικής ουσίας, δημιουργούμενων διεγερμένων ηλεκτρονίων σε ενεργειακή στάθμη του οργανικού μορίου, που βρίσκεται ψηλότερα από τον πυθμένα της ζώνης αγωγιμότητας του ημιαγωγού. Τα ηλεκτρόνια περνούν στον ημιαγωγό ως ηλεκτρόνια της ζώνης αγωγιμότητας και καταλήγουν στο αρνητικό ηλεκτρόδιο της διάταξης. Το ηλεκτρικό κύκλωμα κλείνει με μεταφορά φορτίου από το αρνητικό ηλεκτρόδιο στα μόρια που έχασαν το ηλεκτρόνιό τους μέσω των ιόντων του ηλεκτρολύτη (συνήθως ιόντων Ιωδίου). Το 1961 ο Melvin Calvin δημιούργησε ένα Φ/Β στοιχείο βασισμένο στην προηγούμενη περιγραφή, με πολύ χαμηλή απόδοση ~0,01%.

Το σημαντικό βήμα στον τομέα αυτό έγινε από τον Ελβετό ερευνητή Michael Graetzel το 1991. Αντικατέστησε το συμπαγή ημιαγωγό TiO_2 με ίδιο, σε λεπτό διαμερισμό, ώστε να αυξάνεται η επιφάνεια επαφής των οργανικών μορίων με τον ημιαγωγό (σχήμα 2.3 (β)).

Το αποτέλεσμα ήταν θεαματικό. Η απόδοση του φωτοηλεκτροχημικού αυτού στοιχείου έφτασε στο 10%. Το κύριο μειονέκτημά των Φ/Β στοιχείων αυτών έγκειται στην ευπάθειά του στο φως και η συνακόλουθη ταχεία γήρανσή τους.



Σχήμα 2.3 : (α) Βασική λειτουργία φωτοηλεκτροχημικού στοιχείου. Αρχικός μηχανισμός φωτοσύνθεσης. (β) Το φωτοηλεκτροχημικό στοιχείο Graetzel. Απόδοση $\eta = 10\%$.

Έκτοτε πολλά εργαστήρια ανά τον κόσμο επικεντρώνουν την προσπάθειά τους σε δοκιμές και τροποποιήσεις που αποσκοπούν στη βελτίωση της αποδοτικότητας και του χρόνου ζωής των Φ/Β στοιχείων της νέας αυτής τεχνολογίας, με στόχο τη βιομηχανική τους παραγωγή. Για να παρακαμφθεί το μειονέκτημα της ευπάθειας των έγχρωμων ουσιών, που περιέχονται στα οργανικά Φ/Β στοιχεία στο ηλιακό φως προτάθηκαν λύσεις που βασίζονται στη χρήση υλικών σύγχρονης τεχνολογίας όπως τα πολυμερή, καθώς και ειδικών τεχνικών βελτίωσης της αντοχής των οργανικών ουσιών στη δράση του ηλιακού φωτός. Η απόδοση των πολυμερών οργανικών Φ/Β στοιχείων βρισκόταν το 2004 στο αρκετά ικανοποιητικό επίπεδο του 4,5% (*Spectrolab*). Το βασικό πλεονέκτημα των Φ/Β στοιχείων αυτής της τεχνολογίας είναι το εξαιρετικά χαμηλό κόστος παρασκευής τους, γεγονός που επιτρέπει να θεωρούμε δυνατή την αξιοποίησή τους ακόμα και με το μειονέκτημα του πολύ μικρότερου χρόνου ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά Φ/Β στοιχεία.

2.4 Φ/Β στοιχεία ειδικής σχεδίασης, βελτιωμένης απόδοσης

Μια τροποποίηση της δομής του Φ/Β στοιχείου έδωσε σημαντική βελτίωση της απόδοσής του. Η προσθήκη στο πίσω μέρος της επαφής, στρώματος ιδίων, προς το πίσω στρώμα, προσμείζων, αλλά μεγαλύτερης συγκέντρωσης, δημιουργεί ένα ηλεκτρικό πεδίο (*Back Surface Field, BSF*). Εφαρμόζονται και άλλες τροποποιήσεις στη βασική δομή της κυψελίδας με στόχο τη βελτίωση της απόδοσής της, όπως το Φ/Β στοιχείο “υπεριώδους” με μικρότερο πάχος επαφής καθώς και τα διαμορφωμένης επιφάνειας Φ/Β στοιχεία (*Textured*), με διαμόρφωση της όψεως του στοιχείου, για

καλύτερη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (μείωση ανακλαστικότητας). Όμοια, βελτιώνεται η απόδοση στην περίπτωση διαμόρφωσης της επαφής, με επανάληψη της σε μορφή V (*V-grooved*). Εξαιρετική απόδοση εμφανίζουν τα Φ/Β στοιχεία διαδοχικών επαφών (*Tandem-junction Solar Cell, TJC*), συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά των BSF και των Textured. Ένας άλλος αποδοτικός τύπος Φ/Β στοιχείου είναι αυτός με επαναλαμβανόμενη διαμόρφωση της περιοχής της σε επαφή, σε σχήμα U.

Μια τροποποίηση στη δομή του Φ/Β στοιχείου, που έδωσε αξιολογικά αποτελέσματα, αφορά στη χρησιμοποίηση σχάρας ηλεκτροδίων εμπρός και πίσω στο Φ/Β στοιχείο και αξιοποίηση της ανακλώμενης δέσμης, στο ανακλαστικό επίστρωμα που έχει προστεθεί στο πίσω μέρος του στοιχείου (Φ/Β στοιχεία δύο όψεων).

Μια άλλη διάταξη, που εκμεταλλεύεται σχεδόν πλήρως την ηλιακή ακτινοβολία, αποτελείται από διαδοχικά παρασκευασμένα Φ/Β στοιχεία, διαφορετικών ενεργειακών χασμάτων (Φ/Β στοιχεία πολλών επαφών). Διατάσσονται από την όψη προς τα πίσω, με βαθμιαία μειούμενο ενεργειακό χάσμα. Έτσι, τα φωτόνια διαφορετικών συχνοτήτων, απορροφώνται σταδιακά στα Φ/Β στοιχεία που είναι σε επαφή σε σειρά. Σε μια τέτοια διάταξη τριών στοιχείων, η απόδοση μπορεί να υπερβεί το 30% σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου (*STC*).

2.5 Ρεκόρ απόδοσης από νέες ηλιακές κυψέλες

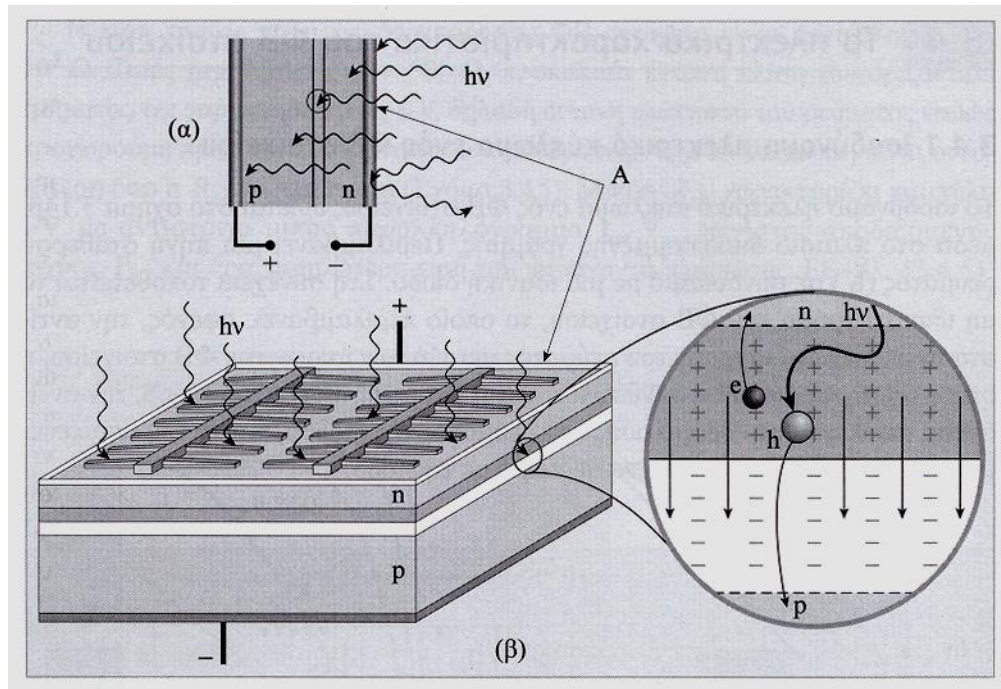
Κάθε προηγούμενο ρεκόρ κατέρριψαν [Γερμανοί επιστήμονες](#) στο Ινστιτούτο Fraunhofer, οι οποίοι κατάφεραν να μετατρέψουν το 41,1% της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική. Το ποσοστό είναι εντυπωσιακό, αφού η απόδοση των Φ/Β που διατίθενται στην αγορά κυμαίνεται από 6% έως 18%. Το πείραμα ανοίγει νέους δρόμους στην παραγωγή ρεύματος από την ηλιακή ενέργεια, αποδεικνύοντας ότι η τεχνολογική εξέλιξη μπορεί να δώσει τις λύσεις για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών και να αντισταθμίσει μέρος της ζημιάς που προκαλεί ο άνθρωπος στον πλανήτη. Οι Γερμανοί του Fraunhofer χρησιμοποίησαν μικροσκοπικές ηλιακές κυψέλες νέας τεχνολογίας, η κατασκευή των οποίων απαιτεί ελάχιστη ποσότητα πυριτίου, σε αντίθεση με τα συμβατικά Φ/Β στοιχεία. Οι κυψέλες αυτές αναμένεται να διατεθούν στην αγορά στα επόμενα 2-3 χρόνια (πηγή : εφημερίδα Realnews/Realplanet – 1.2.2009).

2.6 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες του Φ/Β στοιχείου. Αντιανακλαστική επίστρωση.

(i) Η όψη του Φ/Β καλύπτεται από διαφανή ουσία (π.χ. SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Si_3N_4 , MgF_2), η οποία χαρακτηρίζεται από δείκτη διάθλασης τέτοιοι ώστε, για μια περιοχή μηκών κύματος, συνήθως γύρω στα 600nm, κοντά στο μέγιστο της ηλιακής ακτινοβολίας (480nm), να ελαχιστοποιείται η ανακλώμενη συνιστώσα του φωτός (ανακλαστική επίστρωση).

(ii) Το πάχος του Φ/Β στοιχείου περιορίζεται στην ενεργό περιοχή του, στην οποία δηλαδή η απορροφούμενη ΗΜ ακτινοβολία δίνει το Φ/Β φαινόμενο.

(iii) Τα μεταλλικά ηλεκτρόδια συλλογής των φορέων (σχήμα 2.4(α)) πρέπει να βρίσκονται κοντά στην ενεργό περιοχή. Το πίσω ηλεκτρόδιο καλύπτει όλη την έκταση του Φ/Β και συνήθως αποτελείται, για λόγους κόστους και βάρους της διάταξης, από λεπτό και σχετικά πυκνό μεταλλικό πλέγμα.



Σχήμα 2.4 : Δομή ενός τυπικού Φ/Β στοιχείου (α) Εγκάρσια τομή κυψελίδας, όπου δείχνονται διάφορες θέσεις απορρόφησης φωτονίων καθώς επίσης τα διαδοχικά στρώματα από τα οποία αποτελείται. Το ηλεκτρόδιο όψεως, το αντιανακλαστικό στρώμα A, τα δύο στρώματα n και p του ημιαγωγού και τέλος το ηλεκτρόδιο πίσω πλευράς. Δείχνονται επίσης οι διάφορες θέσεις πιθανής απορρόφησης – ανάκλασης των φωτονίων που προσπίπτουν σε αυτήν. (β) Σχηματική παράσταση σε 3 διαστάσεις του Φ/Β στοιχείου. Το τμήμα μέσα στον κύκλο δείχνεται σε μεγέθυνση στο μεγάλο κύκλο. Σημειώνεται η απορρόφηση ενός φωτονίου μέσα στην περιοχή απογύμνωσης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ηλεκτρονίου και μιας οπής, που ωθούνται από το ηλεκτρικό πεδίο της επαφής προς τους χώρους μειωμένης επανασύνδεσης. (πηγή : I.E. Φραγκιαδάκης – εκδόσεις ΖΗΤΗ – 2^η έκδοση).

Το πλέγμα που τοποθετείται στην όψη του Φ/Β στοιχείου, όπου προσπίπτει το φως, πρέπει να έχει το σχήμα αραιής μεταλλικής σχάρας, με μορφή χτενιού ή σκελετού ψαριού. Η κατάλληλη διαμόρφωση του πλέγματος (σχήμα – διαστάσεις μεταλλικών απολήξεων) έχει ως αποτέλεσμα, αφενός την αποτελεσματικότερη συλλογή των φωτορευμάτων απ’ όλη την επιφάνεια της κυψελίδας, αφετέρου την ελαχιστοποίηση του αποκοπτόμενου από αυτό ποσοστού του προσπίπτοντος φωτός (μείωση ~5÷10%). Η εταιρεία BP SOLAR εισήγαγε το 1997 ειδικό τρόπο δημιουργίας μεταλλικών ηλεκτροδίων όψεως, που περιορίζει τη μείωση λόγω της “σκίασης” των ηλεκτροδίων στην απόδοση του Φ/Β στοιχείου σε 2%. Η διατομή των τελικών μεταλλικών απολήξεων είναι μεγαλύτερη από αυτή των απομακρυσμένων τμημάτων, επειδή προς αυτή την κατεύθυνσή τους αυξάνει το συλλεγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

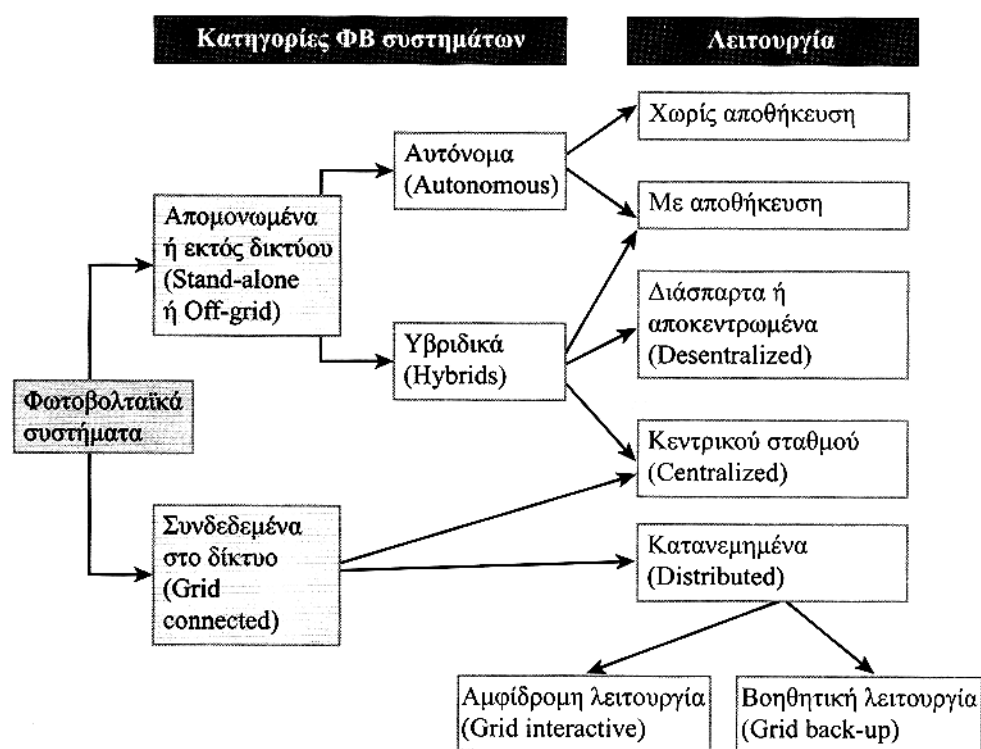
2.7 Κατηγορίες και σύνθεση Φ/Β συστημάτων

Τα Φ/Β στοιχεία μπορούν να αξιοποιηθούν σε πλήθος ηλεκτρικών εφαρμογών. Καλύπτουν ευρεία περιοχή ισχύος, από το μέγεθος της πολύ χαμηλής ισχύος ευρείας χρήσεως καταναλωτικών προϊόντων, όπως είναι οι αριθμητικοί υπολογιστές, τα μικρά φωτιστικά σώματα κήπου κ.α. έως συστήματα μεγάλης ισχύος, για την τροφοδοσία νησιών ή πρότυπων μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων, συνδεδεμένων ή όχι στο Δίκτυο· όπου αναφέρεται ο όρος Δίκτυο, εννοείται το εθνικό ή τοπικό δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές.

Τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

■ τα Απομονωμένα (Stand-alone) ή εκτός δικτύου (Off grid) συστήματα. Διακρίνονται επίσης σε Αυτόνομα και Υβριδικά.

■ Συνδεδεμένα στο δίκτυο (Grid connected).



Σχήμα 2.5 : Κατηγορίες και λειτουργία Φ/Β συστημάτων

Το κριτήριο για τον προσδιορισμό της σύνθεσης του καταλληλότερου Φ/Β συστήματος στις κατηγορίες αυτές προκύπτει με βάση την απαίτηση για πλήρη ή μερική κάλυψη (αυτονομία) των ενεργειακών καταναλώσεων της εφαρμογής, από το Φ/Β σύστημα, μηνιαίως ή ετησίως.

2.7.1 Εκτός δικτύου ή απομονωμένα Φ/Β συστήματα (Off-grid or Stand alone systems)

Χαρακτηρίζονται έτσι τα Φ/Β συστήματα, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να είναι συνδεδεμένα στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Διακρίνονται σε αυτόνομα, στα οποία η Φ/Β

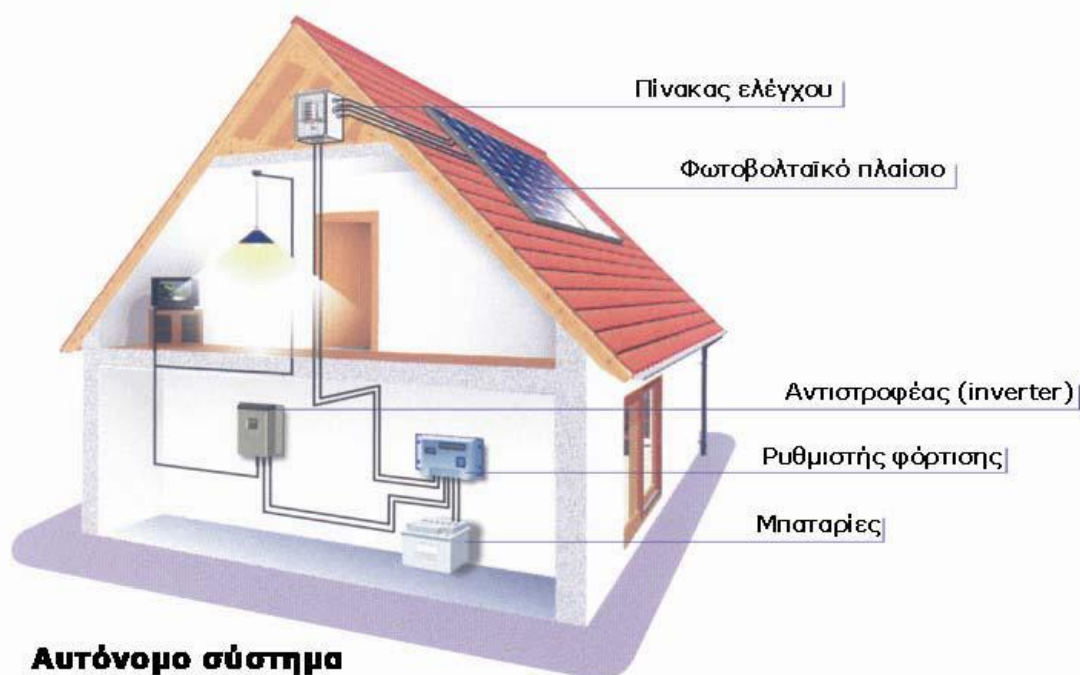
συστοιχία αποτελεί την αποκλειστική πηγή ενέργειας και σε υβριδικά, στα οποία περιλαμβάνεται και άλλη Α.Π.Ε. ή συμβατική ηλεκτρική πηγή (π.χ. Η/Ζ).

2.7.1.1 Αυτόνομα Φ/Β συστήματα

Η απαιτούμενη, από την εφαρμογή, ηλεκτρική ενέργεια καλύπτεται εξ' ολοκλήρου από τη Φ/Β συστοιχία, χωρίς τη συμμετοχή άλλων Α.Π.Ε. ή Η/Ζ και μπορεί να περιλαμβάνονται ή όχι ηλεκτρικοί συσσωρευτές. Αφορούν εφαρμογές μη συνδεδεμένες στο εθνικό δίκτυο. Η παρεχόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να είναι είτε συνεχούς (DC) είτε εναλλασσόμενης (AC) τάσεως. Τα αυτόνομα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε :

√ Αυτόνομα Φ/Β συστήματα άμεσης τροφοδοσίας του φορτίου της εφαρμογής (Direct-coupled PV systems), στα οποία η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αποδίδεται απευθείας στην κατανάλωση, όσο φωτίζεται η Φ/Β συστοιχία, χωρίς αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε συσσωρευτές. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άντληση για πότισμα καλλιεργειών που δεν απαιτούν αυστηρά τακτική λειτουργία του συστήματος.

√ Αυτόνομα συστήματα με αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (σχήμα 2.6) π.χ. αυτόνομα Φ/Β συστήματα φωτισμού οδών, αρχαιολογικών χώρων, αλσουλίων, υποστήριξη συστημάτων πυρανίχνευσης δασικών εκτάσεων, τηλεπικοινωνιακών αναμεταδοτών, διατάξεων καταγραφής δεδομένων (Loggers) κ.α. Σχεδιάζονται με πρόβλεψη ορισμένων ημερών αυτονομίας του συστήματος, με βάση το κατάλληλο μέγεθος συσσωρευτών.



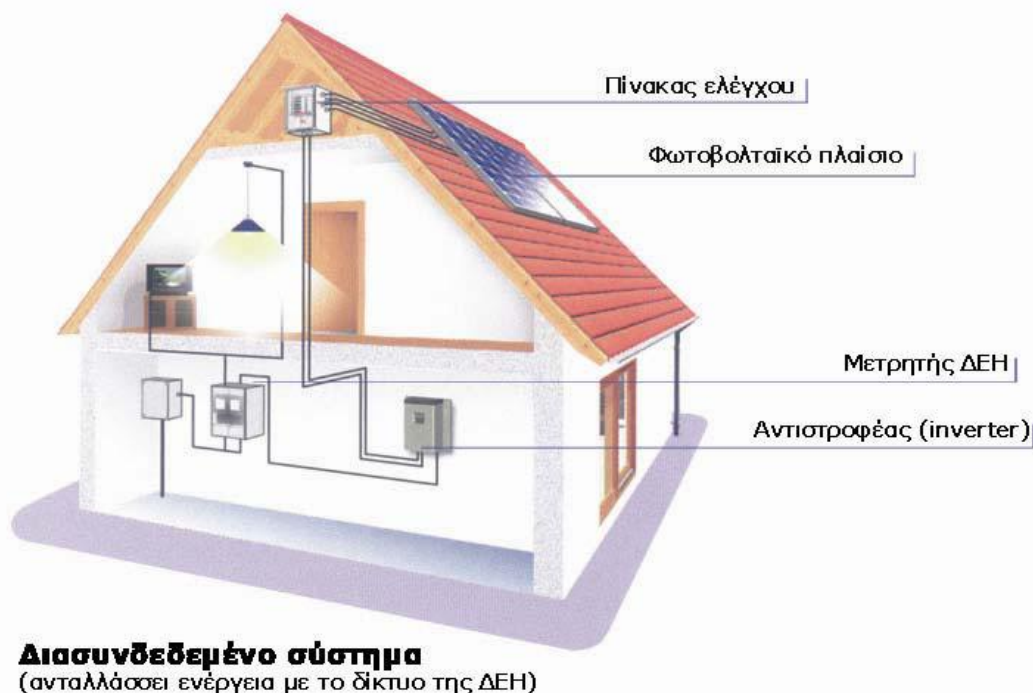
Σχήμα 2.6: Αυτόνομο Φ/Β σύστημα (πηγή : SENERS –ENERGY SYSTEMS)

2.7.1.2 Υβριδικά Φ/Β συστήματα (Hybrid PV systems)

Στα υβριδικά Φ/Β συστήματα η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια καλύπτεται από το συνδυασμό Φ/Β συστοιχίας με άλλες πηγές ενέργειας δηλ. Α.Π.Ε. (π.χ. ανεμογεννήτρια, ΑΓ) ή πηγές συμβατικών καυσίμων (ηλεκτροπαραγωγικό ζεύγος, Η/Ζ). Ο προσδιορισμός των συνιστωσών Α.Π.Ε. προκύπτει με ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική μελέτη του συστήματος, με κριτήριο το βαθμό συμμετοχής του Η/Ζ στη διασφάλιση της κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων της εφαρμογής. Στις περισσότερες των περιπτώσεων στο σύστημα προβλέπεται αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας σε συσσωρευτές (αυτονομία αποθηκευμένης ενέργειας).

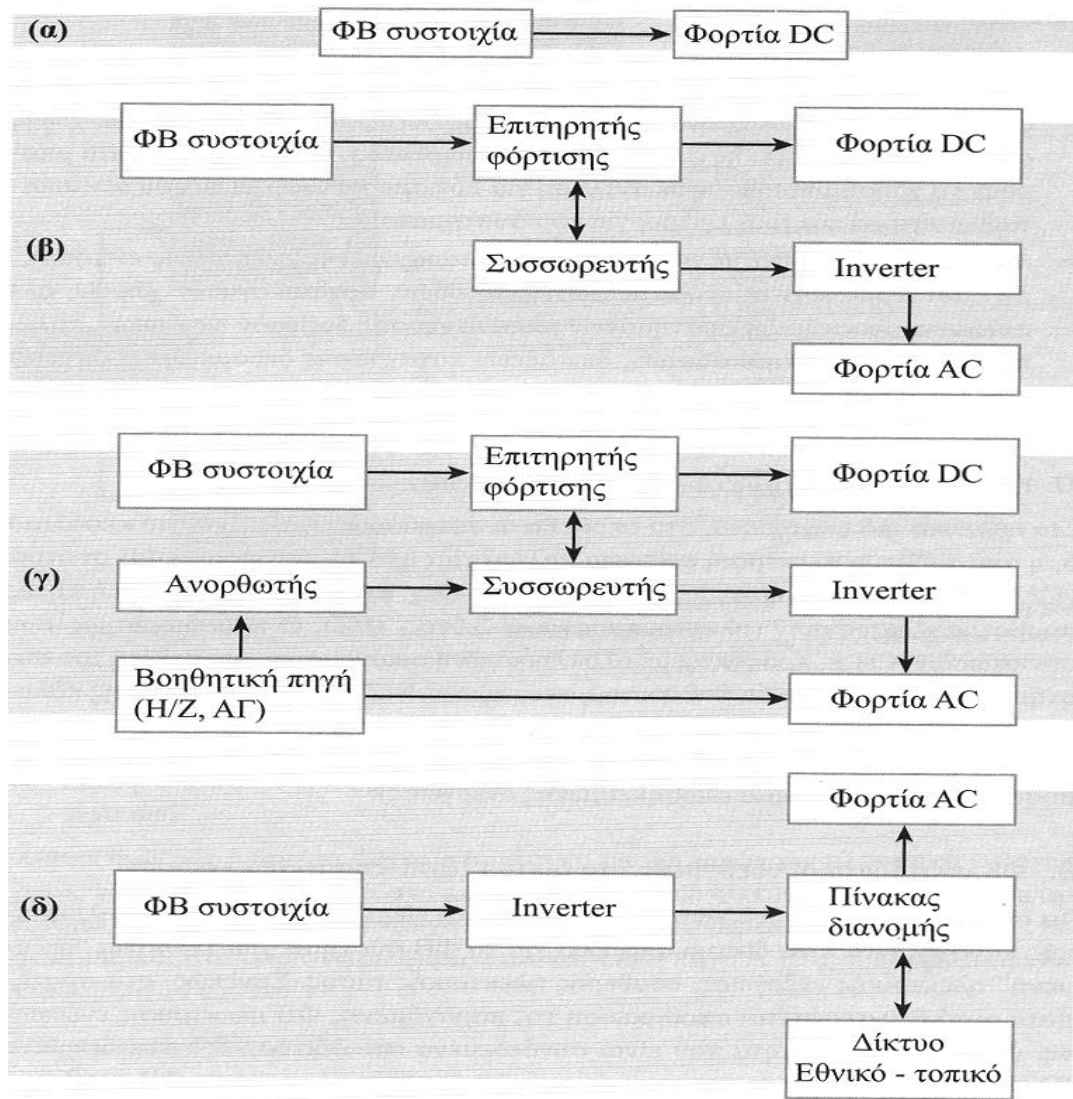
2.7.2 Φ/Β συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο (Grid-connected systems)

Τα συστήματα αυτά συνδέονται απ' ευθείας στο εθνικό ή τοπικό δίκτυο ηλεκτρικής παροχής (AC). Το δίκτυο αποτελεί για το Φ/Β σύστημα, μια τεράστια “δεξαμενή” ηλεκτρικής ενέργειας, σταθερής ηλεκτρικής τάσης. Συνεπώς, στα συστήματα αυτά δεν απαιτείται αποθήκευση της παραγόμενης Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας. Διακρίνονται σε αυτά που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο, ως καταναμημένα (*Distributed*) συστήματα και σε εκείνα που συνιστούν κεντρικούς Φ/Β σταθμούς μεγάλης ισχύος, των οποίων η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο κεντρικό δίκτυο (*Centralized systems*). Τα καταναμημένα Φ/Β συστήματα αποτελούν το 95% των συνδεδεμένων στο δίκτυο συστημάτων παγκοσμίως (σχήμα 2.7). Στην κατηγορία των κεντρικών Φ/Β συστημάτων ανήκουν και τα μεγάλα Φ/Β συγκροτήματα, των οποίων η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο.



Σχήμα 2.7: Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα (πηγή : SENERS –ENERGY SYSTEMS)

Τα καταναμημένα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε αυτά που χρησιμοποιούν το δίκτυο ως βοηθητική πηγή ενέργειας (*Grid back-up*) και σε εκείνα που λειτουργούν σε συνεχή αλληλεπίδραση με το δίκτυο διοχετεύοντας την επιπλέον παραγόμενη ενέργεια σε αυτό (*Grid interactive*). Στην πρώτη περίπτωση το Φ/Β σύστημα σχεδιάζεται έτσι ώστε να καλύπτει κατά μέσο όρο τις μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις της εφαρμογής. Το δίκτυο καλύπτει έκτακτη ενεργειακή ζήτηση ή καταστάσεις αστοχίας του Φ/Β συστήματος. Στη δεύτερη περίπτωση, το βασικότερο κριτήριο αφορά στην επιλογή εκείνης της Φ/Β συστοιχίας η οποία καλύπτει, κατά μέσο όρο, τις ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις της εφαρμογής.

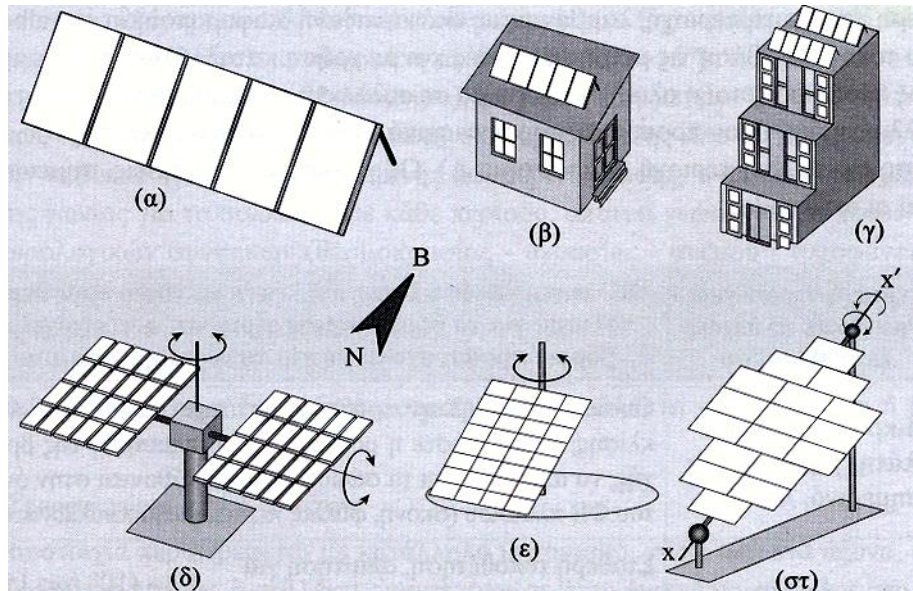


Σχήμα 2.8 : Βασικά είδη Φ/Β συστημάτων (α) Αυτόνομο Φ/Β σύστημα με συστοιχία συνδεδεμένη απευθείας στο φορτίο (DC) (β) Αυτόνομο Φ/Β σύστημα με αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας και τροφοδοσία φορτίων συνεχούς και εναλλασσομένης τάσεως (γ) Αυτόνομο Φ/Β υβριδικό σύστημα (δ) Φ/Β σύστημα συνδεδεμένο στο εθνικό ή τοπικό δίκτυο.

Αν η επιδίωξη μας είναι το ετήσιο οικονομικό ισοζύγιο μεταξύ παραγωγού και Δ.Ε.Η. κατά τη σχεδίαση του συστήματος λαμβάνεται υπόψη η διαφοροποίηση των τιμολογίων παραγωγής και κατανάλωσης.

2.8 Τρόποι στήριξης των συλλεκτών και προσανατολισμός τους

Διακρίνουμε τρεις διαφορετικούς τρόπους στήριξης συλλεκτών : σταθερής στήριξης, εποχιακά ρυθμιζόμενης στήριξης και συνεχούς παρακολούθησης της θέσης του ηλίου, με διάταξη που χαρακτηρίζεται ηλιοτρόπιο (Tracker). Το σχήμα 2.9 δείχνει μερικούς χαρακτηριστικούς τρόπους στήριξης Φ/Β συστοιχιών.

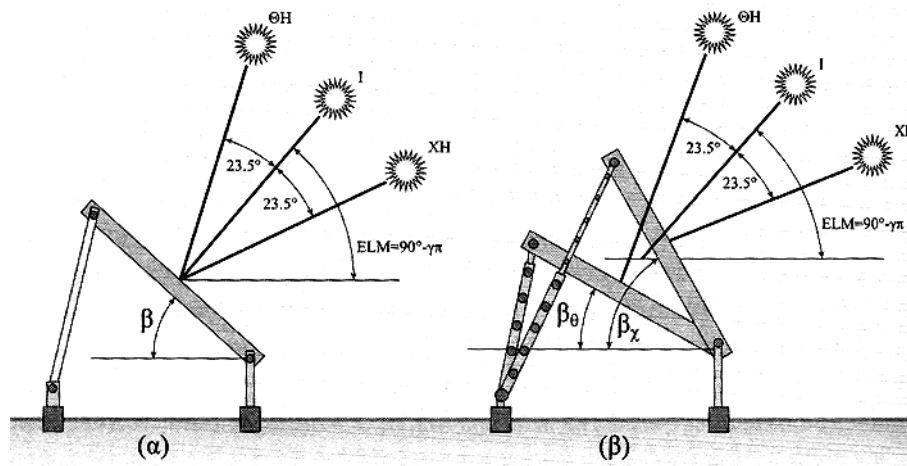


Σχήμα 2.9 : (α) Σταθερή τοποθέτηση Φ/Β συστοιχίας στο έδαφος (β) στη στέγη κατοικίας (γ) σε διάφορες θέσεις σε σύγχρονη οικοδομή πολλών ορόφων (δ) τυπική διάταξη παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου (ηλιοτρόπιο, tracker δύο αξόνων) (ε) Περιστροφή ως προς έναν κατακόρυφο άξονα, ενώ ο συλλέκτης τοποθετείται, συνήθως με γωνία κλίσης ίση με το λ του τόπου (στ) Περιστροφή ως προς έναν άξονα, τον xx' , ο οποίος συνήθως διατηρείται κεκλιμένος υπό γωνία ίση με το γ .π. του τόπου, έχοντας τότε την ίδια διεύθυνση με τον πολικό άξονα της ουράνιας σφαίρας.

2.8.1 Στήριξη του συλλέκτη με σταθερή γωνία κλίσης - Γωνία κλίσης για βέλτιστη ενεργειακή απολαβή συλλέκτη

Η απουσία κινητών μερών κατά τη στήριξη της συστοιχίας με σταθερή κλίση, προσδίδει στη διάταξη επαρκή μηχανική αντοχή, ιδιαίτερα μάλιστα αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι. Στατικές συλλεκτικές επιφάνειες χρησιμοποιούνται επίσης ενσωματωμένες σε κτίρια (σχήμα 2.9 περιπτώσεις (α), (β) και (γ)).

Η πιο απλή περίπτωση είναι εκείνη κατά την οποία 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 γωνία κλίσης κοντά στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου εγκατάστασης (σχήμα 2.10 (α)). Όταν η γωνία κλίσης ισούται ακριβώς με το λ του τόπου, οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν κάθετα στο συλλέκτη δύο φορές το χρόνο (το μεσημέρι των ισημεριών).



Σχήμα 2.10 : (α) Σταθερή στήριξη σε ετήσια βάση με γωνία κλίσης $\beta = \lambda - (10^\circ \text{ έως } 15^\circ)$ (β) Εποχική ρύθμιση της κλίσης του συλλέκτη δύο φορές μέσα στο έτος. ΘΗ :Θερινό Ηλιοστάσιο, ΧΗ :Χειμερινό Ηλιοστάσιο, Ι :Ισημερίες.

Το μέγιστο ύψος του ήλιου, που συμβαίνει το ηλιακό μεσημέρι, ELM, μεταβάλλεται καθημερινά, από την ελάχιστη τιμή $ELM_{\epsilon\lambda} = (90 - \lambda)^\circ - 23,5^\circ$ (22 Δεκεμβρίου) μέχρι τη μέγιστη $ELM_{\mu\epsilon\gamma} = (90 - \lambda)^\circ + 23,5^\circ$ (21 Ιουνίου) και στη συνέχεια ελαττούται επανερχόμενο στην τιμή της 22^{ας} Δεκεμβρίου. Αντίστοιχα, η γωνία των ακτίνων του ήλιου κατά τη μεσουράνησή του, ως προς την κάθετη στην επιφάνεια του συλλέκτη μεταβάλλεται από $-23,5^\circ$ έως $+23,5^\circ$ (σχήμα 2.10 (α)). Θα περίμενε κανείς η μέση ημερήσια τιμή της ετήσιας ενεργειακής απολαβής της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν ο συλλέκτης έχει γωνία κλίσης ίση με το λ του τόπου, να έχει τη μέγιστη τιμή για τον τόπο, σε σχέση με άλλες γωνίες κλίσης.

Σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της βέλτιστης γωνίας συλλέκτη με σταθερή κλίση παίζουν οι επικρατούσες στην περιοχή μετεωρολογικές συνθήκες, οι οποίες καθορίζουν τη σχέση μεταξύ των συνιστωσών της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας, απευθείας και διάχυτης καθώς και του albedo του εδάφους. Για να προκύψει η βέλτιστη γωνία του συλλέκτη, επιβάλλεται να καταγραφούν στοιχεία σχετικά με τους παράγοντες αυτούς και ιδιαίτερα μετρήσεις της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας, σε διάφορες γωνίες κλίσης του συλλέκτη. Συνήθως επειδή τέτοιες μετρήσεις δεν είναι διαθέσιμες αρκούμαστε σε μετρήσεις σε οριζόντια προσανατολισμένο αισθητήρα (πυρανόμετρο) για μια σειρά ετών για τη συγκεκριμένη περιοχή. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν μετρήσεις που έχουν συλλεχθεί στην πλησιέστερη προς αυτήν περιοχή, λαμβάνοντας υπόψη πιθανή διαφοροποίηση του albedo του τόπου. Με βάση τις μετρήσεις αυτές και με χρήση καταλλήλων προγραμμάτων προσδιορίζεται η ολική ακτινοβολία σε συλλέκτη, για κάθε γωνία κλίσης του συλλέκτη, απ' όπου προκύπτει προσεγγιστικά η βέλτιστη γωνία κλίσης του, για τη συγκεκριμένη περιοχή. Ως γενικές παρατηρήσεις σημειώνονται οι ακόλουθες :

Περιοχή τιμών γεωγραφικού πλάτους (λ) του τόπου	Βέλτιστη γωνία κλίσης συλλέκτη με νότιο προσανατολισμό για το βόρειο ημισφαίριο και αντιστοίχως βόρειο προσανατολισμό για το νότιο ημισφαίριο				
Μικρά γεωγραφικά πλάτη γύρω από τον Ισημερινό, $\lambda \leq 20^\circ$	Ουσιαστικά 0° . Στην πράξη συνιστάται μια μικρή γωνία κλίσης $5^\circ - 10^\circ$, ώστε η ροή του νερού πλύσης ή της βροχής να απομακρύνει τα σώματα που επικάθονται στην όψη του Φ/Β πλαισίου (σκόννη, φύλλα, περιπτώματα πουλιών κ.α.)				
Μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, $\lambda > 20^\circ$	Σταθερή τοποθέτηση, απαίτηση για μέγιστη αποδοτικότητα ετησίως.	$\lambda - (10^\circ \text{ έως } 15^\circ)$			
	Σταθερή τοποθέτηση. Κύρια απαίτηση κατά τη χειμερινή περίοδο.	$\lambda + 10^\circ$			
	Ρυθμιζόμενη κλίση δύο θέσεων ετησίως	<table border="1"> <tr> <td>Θερινή</td> <td>$\lambda - 15^\circ$</td> </tr> <tr> <td>Χειμερινή</td> <td>$\lambda + 15^\circ$</td> </tr> </table>	Θερινή	$\lambda - 15^\circ$	Χειμερινή
Θερινή	$\lambda - 15^\circ$				
Χειμερινή	$\lambda + 15^\circ$				

Αν δεν διατίθενται μετεωρολογικά δεδομένα για τον τόπο εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος, ο οποίος έστω ότι δεν σκιάζεται από εμπόδια, κατά τη διάρκεια της ημέρας, το καλύτερο που έχουμε να κάνουμε είναι να επιλέξουμε γωνία κλίσης συλλέκτη ίση με $\beta = \lambda - 10^\circ$. Κατά πάσα πιθανότητα, προσεγγίζει τη θέση καλύτερης δυνατής εκμετάλλευσης της ημερήσιας ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας ετησίως.

Τέλος, αν ο συλλέκτης πρέπει να εγκατασταθεί σε περιοχές με φυσικά εμπόδια, που τον σκιάζουν ορισμένη περίοδο της ημέρας π.χ. κτίρια ή δένδρα, τότε ο συλλέκτης προσανατολίζεται έτσι ώστε να προκύπτει η βέλτιστη απόδοση. Κατά τη σύνταξη της σχετικής μελέτης λαμβάνεται υπόψη αφενός το τμήμα του ουρανού που αποκόπτεται από τα εμπόδια αφετέρου το μικροκλίμα της περιοχής.

2.8.2 Στήριξη με δυνατότητα εποχικής ρύθμισης της κλίσης του συλλέκτη

Το σχήμα 2.10(β) δείχνει μια διάταξη συλλεκτών, με νότιο προσανατολισμό ($A_s=0$), η οποία εκ κατασκευής έχει τη δυνατότητα εποχικής ρύθμισης της κλίσης της. Προσδιορίζονται οι κατάλληλες κλίσεις και ο χρόνος των αλλαγών. Οι τυπικές θέσεις του συλλέκτη είναι δύο :

- μια για το θερινό εξάμηνο (21 Μαρτίου – 22 Σεπτεμβρίου) με κλίση : $\beta_\theta = \lambda - (10^\circ \pm 15^\circ)$ και
- μια για το χειμερινό (22 Σεπτεμβρίου – 21 Μαρτίου) με κλίση : $\beta_\chi = \lambda + (10^\circ \pm 15^\circ)$.

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 τον συλλέκτη σε κάθε περίοδο, απαιτεί γνώση των τοπικών μετεωρολογικών συνθηκών (θερμοκρασίας-υγρασίας-ανέμου-ηλιοφάνειας) και της μορφολογίας και κάλυψης του εδάφους, που καθορίζει τη διάχυτη ανακλαστικότητά του (*albedo*).

2.8.3 Στήριξη με δυνατότητα στροφής του συλλέκτη γύρω από έναν ή δύο άξονες

2.8.3.1 Στροφή γύρω από έναν άξονα

Η συστοιχία περιστρέφεται με κατάλληλο μηχανισμό, γύρω από έναν άξονα, στο τέλος δε της ημέρας ο συλλέκτης επιστρέφει σε θέση αναμονής συνήθως στο νοτιά. Το πρωί με την ανατολή του ήλιου στρέφεται, έτσι ώστε ο ήλιος να αποδίδει το μέγιστο της διαθέσιμης ενέργειας. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις :

- η περιστροφή γίνεται ως προς κατακόρυφο άξονα, έτσι ώστε ο ήλιος να βρίσκεται στο κατακόρυφο επίπεδο που περιέχει την κάθετη στον συλλέκτη (σχήμα 2.9 (ε)).
- η συστοιχία έχει τη δυνατότητα στροφής γύρω από άξονα xx' , με κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (σχήμα 2.9 (στ)). Έτσι, κατά τη διάρκεια της ημέρας ο ήλιος βρίσκεται συνεχώς στο επίπεδο που είναι κάθετο στον συλλέκτη και περιέχει τον άξονα xx' . Κατά τη διάρκεια του έτους, η γωνία μεταξύ των ακτινών του ήλιου και της κάθετης στον συλλέκτη κυμαίνεται στο διάστημα $-23,5^\circ$ έως $+23,5^\circ$.

Η περιστροφή του συλλέκτη μπορεί να βασίζεται στη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, με ή χωρίς τη χρήση ηλεκτρικών κινητήρων. Στην πρώτη περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπτικό σύστημα ανίχνευσης της θέσης του ήλιου, το οποίο απαιτεί πρόσθετο έλεγχο και οδήγηση, προκειμένου να διασφαλιστεί η αξιοπιστία του. Στη δεύτερη περίπτωση, η κίνηση προκύπτει ως τροποποίηση της ισορροπίας πνευματικού συστήματος, εξαιτίας διαφορικής θέρμανσης από τον ήλιο. Το σύστημα ενισχύεται με *αποσβεστήρες δονήσεων* (Shock absorbers), προκειμένου να αντιμετωπίζεται η δράση του ισχυρού ανέμου. Σήμερα, βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο εξέλιξης της αποτελεσματικότητάς του και παρότι ακόμη υψηλού κόστους, αποτελεί μια πρακτική και αξιόπιστη λύση.

2.8.3.2 Στροφή γύρω από δύο άξονες

Η παρακολούθηση του ήλιου με περιστροφή γύρω από δύο (2) άξονες επιτυγχάνεται μέσω δύο, συνήθως διαδοχικών, κινήσεων του συλλέκτη με ηλεκτρικούς κινητήρες, είτε βηματικούς, είτε κινητήρες συνεχούς περιστροφής, με μειωτήρες και έλεγχο στροφών, για τον προσανατολισμό του επιπέδου, κάθετα στην απευθείας ηλιακή ακτινοβολία (σχήμα 2.9(δ)). Ο προσδιορισμός των καταλλήλων γωνιών στροφής γίνεται με ειδικές διατάξεις (Encoders), η λειτουργία των οποίων βασίζεται, είτε σε οπτική διάταξη καταμέτρησης οπών, είτε σε ηλεκτρικό ροοστάτη, περιστροφικής λειτουργίας.

Η διάταξη που περιγράψαμε, ονομάζεται **ηλιοτρόπιο (Tracker)**, επειδή ο συλλέκτης προσανατολίζεται συνεχώς προς τον ήλιο, έτσι ώστε οι ακτίνες του ήλιου να προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνειά του. Η διάταξη, με τη δύση του ήλιου, επιστρέφει σε θέση αναφοράς, που χαρακτηρίζεται από νότιο προσανατολισμό και μικρή γωνία κλίσης, προκειμένου να προφυλαχθεί από

πιθανό ισχυρό άνεμο, μέχρι την ανατολή. Λίγο πριν την ανατολή του ήλιου, ο μηχανισμός στρέφει τον συλλέκτη, έτσι ώστε οι ηλιακές ακτίνες τότε να προσπέσουν κάθετα σε αυτόν. Από τη χρονική στιγμή αυτή αρχίζει η παρακολούθηση του ήλιου. Όσο μικρότερη η περίοδος ενεργοποίησης του μηχανισμού στροφής, τόσο καλύτερα προσεγγίζεται η κατάσταση συνεχούς κάθετης πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών, χωρίς αυτό να είναι εξαιρετικά κρίσιμο. Μια γωνία 10° , μεταξύ των ακτινών του ήλιου και της καθέτου στο επίπεδο του συλλέκτη, προκαλεί μείωση $\sim 1,5\%$ στην πυκνότητα ισχύος της απευθείας συνιστώσας στο επίπεδο του συλλέκτη, ακτινοβολίας. Η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια κίνησης της διάταξης προέρχεται από την παραγόμενη από τη συστοιχία Φ/Β ηλεκτρική ενέργεια.

Μειονέκτημα μιας τέτοιας διάταξης παρακολούθησης του ήλιου, δύο αξόνων, είναι η οικονομική επιβάρυνση για την κατασκευή των μηχανολογικών και ηλεκτρονικών τμημάτων της καθώς και η έκθεση της συστοιχίας στον κίνδυνο καταστροφής εξαιτίας ισχυρού ανέμου. Για το λόγο αυτό, σε συστήματα με μηχανική κίνηση για τον προσανατολισμό των συλλεκτών προς τον ήλιο, ελέγχεται η ταχύτητα του ανέμου (π.χ. με ανεμόμετρο), έτσι ώστε στην περίπτωση ισχυρών ανέμων, οι συλλεκτικές επιφάνειες να διατάσσονται οριζόντια. Σε αυτή τη θέση παρουσιάζουν μικρή μετωπική επιφάνεια προς τον άνεμο.

Τελικά, οι διατάξεις πλήρους παρακολούθησης του ήλιου, με επίπεδα Φ/Β πλαίσια, έχουν μάλλον περιορισμένη χρήση, μερικές δε φορές, μόνο για ερευνητικούς σκοπούς. Σε πρακτικές εφαρμογές προτιμούμε τη μερική παρακολούθηση, με στροφή ως προς έναν άξονα. Πολύ πιο αξιόπιστη, αποδεικνύεται η στατική συστοιχία. Το ενεργειακό κέρδος της παρακολούθησης του ήλιου από ένα ηλιοτροπικό σύστημα μπορεί να αντισταθμιστεί από ένα στατικό σύστημα με ισχύ αιχμής $\sim 35\%$ μεγαλύτερη του ηλιοτροπικού. Λαμβάνοντας υπόψη ότι σε κάθε περίπτωση προέχει η αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας, το στατικό σύστημα επιπέδων Φ/Β πλαισίων αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη λύση, ιδιαίτερα σε εφαρμογές μικρής ισχύος.

2.9 Παραγωγή των Φ/Β πετασμάτων

Η παραγωγή σήμερα των Φ/Β κυψελών γίνεται από μια σειρά μεγάλων και μικρών εξειδικευμένων βιομηχανιών στις περισσότερες βιομηχανικές χώρες του κόσμου. Οι Φ/Β κυψέλες συνδέονται στη συνέχεια σε σειρά ή/και σε κυκλώματα εν παραλλήλω, ώστε να παράγουν υψηλότερη τάση σε μεγαλύτερα επίπεδα ισχύος. Τα πετάσματα ή οι συστοιχίες κυψελών έχουν δοκιμαστεί για μια απρόσκοπτη και συνεχή λειτουργία 20-30 ετών και μπορούν να εγκατασταθούν με διάφορες γωνίες ως προς την ηλιακή ακτινοβολία ανάλογα με τη χρήση.

Έχει υπολογιστεί ότι ένα πέτασμα είναι συνήθως μια κατασκευή από πολυκρυσταλλικά στοιχεία σε διαστάσεις 20m^2 ($2 \times 10\text{m}^2$ ή $4 \times 5\text{m}^2$), που αντιστοιχεί σε εγκατεστημένη ισχύ 2 kW_p . Εφόσον είναι γνωστό ότι 1 kW_p μπορεί να παράγει 750 kWh το χρόνο, το προτεινόμενο σύστημα από το βρετανικό οργανισμό Green Energy των 2 kW_p θα έχει στη διάρκεια ενός χρόνου απόδοση 1.500 kWh . Το κόστος εγκατάστασης στη Βρετανία είναι $6-7$ λίρες/ W_p , ενώ το πέτασμα των 2 kW_p , το

οποίο προτείνεται ως καταλληλότερο για ένα μέσο σπίτι θα έχει κόστος αγοράς και εγκατάστασης 12.000-14.000 λίρες. Ποσοστό 50% του κόστους εγκατάστασης μπορεί να απαιτηθεί από τη βρετανική κυβέρνηση, είτε ως επιδότηση, είτε ως φοροαπαλλαγή. Οι βιομηχανίες που παράγουν τα συστήματα αυτά είναι μεγάλοι οίκοι όπως οι BP Solar, Conergy από το Αμβούργο, Isofoton, Scheuten, SolarValue AG, Moser Baer, SunWays AG, SolarWorld AG, Q-Cells AG, Yingli Solar της Γερμανίας, Norsk Hydro ASA της Νορβηγίας, SonnenStrom Group, Sharp της Ιαπωνίας, GlobalWatt Inc. των Η.Π.Α., OC Oerliken της Ελβετίας κ.λ.π.

(πηγή : τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ – Σεπτέμβριος 2007).

3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

3.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ενσωματωμένα στα Κτίρια - Φ.Β.Ε.Κ

Τα Φ/Β αποτελούν σήμερα ώριμη τεχνολογία, υπάρχουν όμως εφαρμογές τους, οι οποίες ακόμα δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες. Η αρχιτεκτονική ενσωμάτωση των Φ/Β συστημάτων στα κτίρια, ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον ([Φ/Β Συστήματα Ενσωματωμένα στα Κτίρια-Φ.Β.Ε.Κ](#)) είναι μια από αυτές. Απαιτείται λοιπόν μεγαλύτερη προσπάθεια προκειμένου να κινητοποιηθούν οι εμπλεκόμενοι φορείς, ώστε να αυξηθεί ο αριθμός των εγκατεστημένων συστημάτων, να διαμορφωθούν κατάλληλα κίνητρα, να τεθεί σε ισχύ σχετική – ευνοϊκή νομοθεσία κ.λ.π. η διάδοση των βέλτιστων πρακτικών και επιτυχημένων παραδειγμάτων είναι επομένως ένα σημαντικό βήμα για την προώθηση και περαιτέρω ανάπτυξη της Φ/Β τεχνολογίας, ιδιαίτερα των Φ.Β.Ε.Κ..

Η ενσωμάτωση ενός Φ/Β Συστήματος στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό επιτρέπει στον μελετητή να δημιουργήσει περιβαλλοντικά ήπια και ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χωρίς να θυσιάσει την άνεση, την αισθητική ή την οικονομία. Με ποικιλία σε σχήματα και χρώματα και την ικανότητα να συνδυάζονται αρμονικά ή να ξεχωρίζουν, επιτρέπουν στους αρχιτέκτονες να κρύψουν ή να προβάλλουν τη χρήση τους σύμφωνα με τις αρχιτεκτονικές απαιτήσεις. Τα Φ/Β μπορούν να ενσωματωθούν σε οποιοδήποτε οικοδομικό έργο, από κτίρια υψηλής τεχνολογικής αισθητικής έως οικοδομήματα πολιτιστικής κληρονομιάς.

Το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται εξαρτάται από την περιοχή της εγκατάστασης, τον προσανατολισμό, τον τύπο και τη γωνία κλίσης των Φ/Β πλαισίων. Η αναμενόμενη απόδοση ενός Φ/Β συστήματος στην Ελλάδα είναι αρκετά μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Ιδιαίτερα στην Κρήτη, η απόδοση μιας Φ/Β εγκατάστασης υπολογίζεται σε 1.400 kWh/έτος/εγκατεστημένο W_p φωτοβολταϊκού, σε επιφάνεια περίπου 10m². Π.χ. ένα σύστημα 5kW_p έχει ετήσια απόδοση 5.000-7.000 kWh, ικανή να καλύψει τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια ενός νοικοκυριού 4 ατόμων.

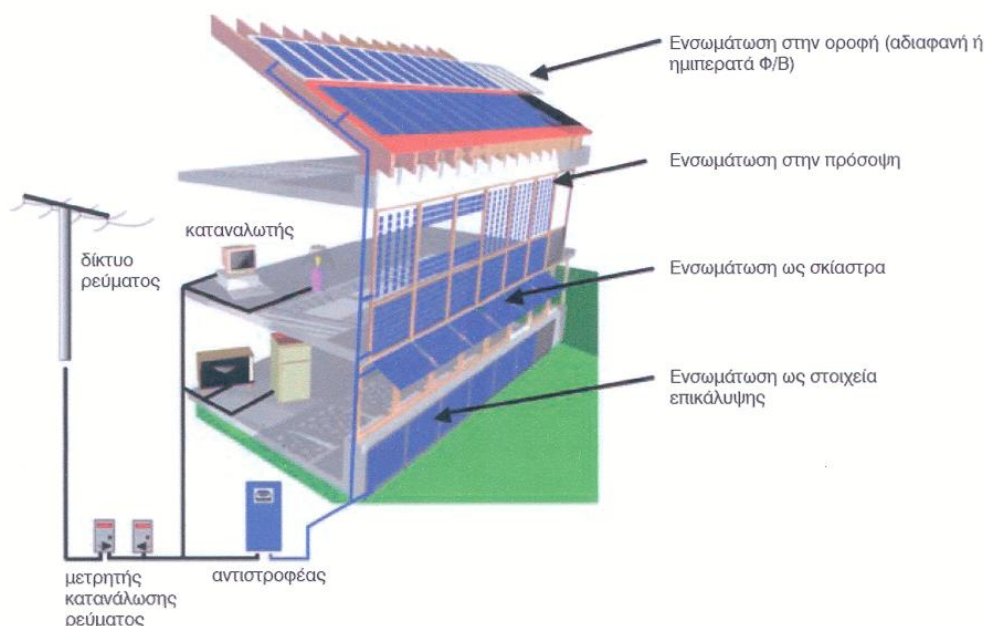
3.1.1 Προοπτικές ανάπτυξης Φ.Β.Ε.Κ. στην Ελλάδα

Το δυναμικό που υπάρχει στην Ευρώπη για την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτίρια είναι τεράστιο. Υπάρχουν τόσο πολλές διαθέσιμες επιφάνειες σε στέγες ή προσόψεις κτιρίων σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες, ώστε μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας θα μπορούσε να καλυφθεί από την παραγωγή καθαρής ενέργειας με ηλιακούς συλλέκτες. Σε χώρες, όπως η Γερμανία και η Ισπανία – όπου η Φ/Β τεχνολογία έχει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια – έχουν ήδη εγκατασταθεί Φ/Β πλαίσια μεγάλης ισχύος, υπάρχουν όμως ακόμα αρκετές χιλιάδες m² κατάλληλης επιφάνειας σε κτίρια, τα οποία θα μπορούσαν να καλυφθούν με ηλιακά πλαίσια προσφέροντας ικανοποιητική απόδοση.

Σύμφωνα με τα δεδομένα που υπάρχουν για τη χώρα μας, πάνω από 80km² επιφάνειας σε κτίρια θα μπορούσαν σήμερα να αξιοποιήσουν την τεχνολογία των Φ.Β.Ε.Κ. παρέχοντας μια βιώσιμη λύση για πράσινη ενέργεια, αρχιτεκτονική αισθητική, οικονομία και μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου.

Παρόλο που η χρήση των Φ/Β, από τους αρχιτέκτονες, ως δομικό στοιχείο αυξάνεται συνεχώς, ο αριθμός των κτιρίων που έχουν ενσωματωμένα Φ/Β συστήματα είναι ακόμα χαμηλός. Το υψηλό κόστος της ενσωμάτωσής τους προβάλλεται συνήθως ως η αιτία για τη μη υιοθέτησή τους. Ωστόσο, το κόστος δεν μπορεί να θεωρηθεί ως καθοριστική αιτία, καθώς συχνά στις προσόψεις των κτιρίων χρησιμοποιούνται υλικά υψηλότερου κόστους π.χ. γρανίτης. Ο βασικός λόγος πιθανόν εστιάζεται στην έλλειψη γνώσης και τεχνογνωσίας για τη νέα αυτή τεχνολογία, παρόλο που η διαδικασία σχεδιασμού και εγκατάστασης ενός Φ/Β συστήματος δε διαφέρει σημαντικά από τη διαδικασία τοποθέτησης μιας στέγης ή πρόσοψης σε ένα κτίριο, ενσωματώνεται σχεδόν με την ίδια ευκολία τοποθέτησης μιας τυπικής πρόσοψης ή στέγης από γυαλί και συνδέεται ηλεκτρικά όπως μια συμβατική ηλιακή εγκατάσταση.

Το *σχήμα 3.1* παρουσιάζει τις εναλλακτικές δυνατότητες ενσωμάτωσης Φ/Β σε ένα κτίριο (πηγή : Φ/Β Ενσωματωμένα σε κτίρια – Τμήμα Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης).



Σχήμα 3.1 : Εναλλακτικές δυνατότητες ενσωμάτωσης Φ/Β σε ένα κτίριο

Μια άλλη αρνητική παράμετρος για τη διάδοση των Φ.Β.Ε.Κ. είναι η άποψη ότι η μαζική εγκατάστασή τους θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα στην προβλεψιμότητα του δικτύου, λόγω του ότι ο ήλιος αποτελεί πηγή ενέργειας με στοχαστική συμπεριφορά. Ωστόσο, με την τοποθέτηση κατάλληλου συστήματος αποθήκευσης, όχι μόνο θα μπορούσαν να αποφευχθούν τέτοιες δυσλειτουργίες, αλλά θα ήταν εφικτή η βελτίωση της ποιότητας της ισχύος του δικτύου διανομής με

τη βοήθεια προηγμένων τεχνικών για τον έλεγχο της τάσης του δικτύου και τη διαχείριση της αέργου ισχύος. Επιπλέον, μια Φ.Β.Ε.Κ. εγκατάσταση με σύστημα αποθήκευσης παρέχει στο κτίριο αδιάλειπτη παροχή ρεύματος (UPS).

3.1.2 Διαθέσιμο δυναμικό για Φ.Β.Ε.Κ.

Το δυναμικό για Φ/Β εγκαταστάσεις στο δομημένο περιβάλλον είναι πραγματικά μεγάλο. Στον πίνακα 3.1 συνοψίζεται το διαθέσιμο δυναμικό από την εκμετάλλευση κατάλληλων για εγκατάσταση Φ/Β επιφανειών σε κτίρια.

	Καθαρή επιφάνεια σε στέγες (km ²)	Δυναμικό ισχύος (GW _p)	Δυναμικό ενέργειας (TWh/year)	% Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας
Ευρώπη	3.723	618	484	14,64%
Η.Π.Α.	4.563	757	904	19,54%
Ιαπωνία	1.050	174	159	11,54%
Υπόλοιπες χώρες	1.273	211	230	20,10%
Σύνολο	10.609	1.760	1.777	65,82%

Πίνακας 3.1 : Δυναμικό συστημάτων Φ.Β.Ε.Κ. για εγκατάσταση και παραγωγή ηλεκτρισμού (πηγή : Φ/Β Ενσωματωμένα σε κτίρια – Τμήμα Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης).

Τα Φ.Β.Ε.Κ. μπορούν να εγκατασταθούν τόσο σε νέες οικοδομές, όσο και σε υφιστάμενα ή υπό ανακαίνιση κτίρια. Σύμφωνα βέβαια με τις εκτιμήσεις της αγοράς, το μεγαλύτερο δυναμικό για Φ.Β.Ε.Κ. αφορά τα προς ανακαίνιση κτίρια (σύμφωνα με τα δεδομένα που παρουσιάζονται από τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, IEA/PVPS Task 7-4, στην έκθεση “Διαθέσιμο Δυναμικό για τα Φ.Β.Ε.Κ.”).

Σε κατοικίες	Σε γραφεία & κτίρια υπηρεσιών	Σε βιομηχανικά κτίρια	Σύνολο
64	11	6	81

Πίνακας 3.2 : Δυναμικό εφαρμογών Φ.Β.Ε.Κ. στην Ελλάδα (σε km²) (πηγή : Φ/Β Ενσωματωμένα σε κτίρια – Τμήμα Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης).

Το ενδιαφέρον της βιομηχανίας των Φ.Β.Ε.Κ. στρέφεται προς τις αστικές περιοχές, γι’ αυτό στο σχεδιασμό των προϊόντων δίνεται έμφαση στην εφαρμογή σε κτίρια του δομημένου περιβάλλοντος και ιδίως στην εφαρμογή σε κτίρια με καινοτόμα αρχιτεκτονική προσέγγιση. Σε κτίρια του αστικού περιβάλλοντος είναι ευκολότερη η ενσωμάτωση των Φ.Β.Ε.Κ. διότι είναι τεχνολογικά

εφικτό και οικονομικά βιώσιμο. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα κτίρια που η χρήση τους χαρακτηρίζεται ως :

- Κοινής ωφελείας (σχολεία, εκκλησίες, νοσοκομεία, μοναστήρια), τα οποία είναι περισσότερα από 20.000.
- Επαγγελματικά (βιομηχανίες, ξενοδοχεία, καταστήματα), τα οποία υπολογίζεται ότι ξεπερνούν τις 130.000.
- του Δημοσίου τομέα (υπουργεία, νομαρχίες, δήμοι κ.λ.π.), τα οποία υπολογίζονται στη χώρα μας άνω των 200.000.

3.1.3 Βασικά χαρακτηριστικά κτιρίων – Διαφοροποιήσεις ανά περιοχή

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές παράμετροι που καθορίζουν την τυπολογία των κτιρίων και οι οποίες παίζουν ρόλο στο σχεδιασμό και στην επιλογή της βέλτιστης λύσης π.χ.

- η απόσταση μεταξύ των κτιρίων (πυκνότητα) επηρεάζει τη σκίαση, τη δυνατότητα για εφαρμογές στις προσόψεις κ.λ.π.
- το ύψος των κτιρίων. Κτίρια με 1-2 ορόφους προσφέρουν χαμηλό δυναμικό για Φ/Β επιφάνειες πρόσοψης.

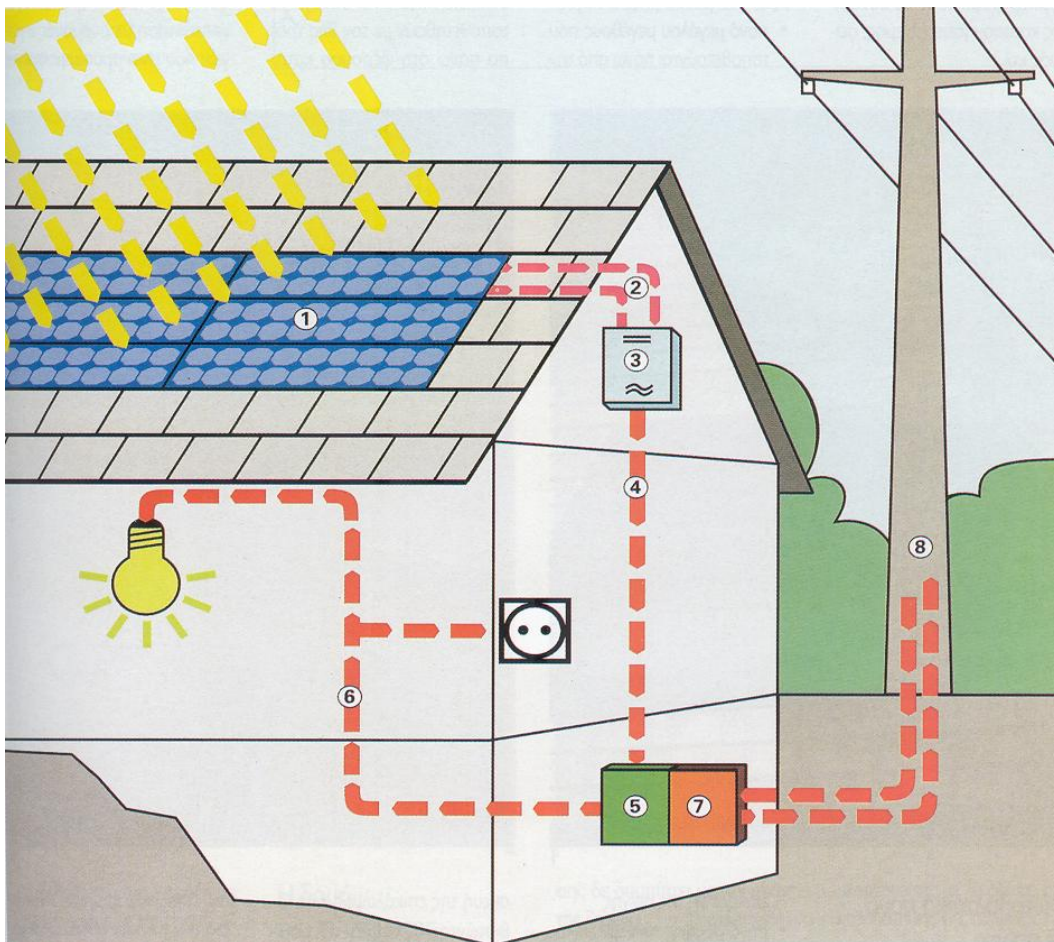
Στις πόλεις το 47% των κτιρίων είναι ισόγεια και πάνω από το 75% διαθέτει έως έναν όροφο. Σε πυκνοκατοικημένους δήμους, όπως ο Δ. Αθηναίων, μόνο το 18% των κτιρίων είναι ισόγεια και το 48% έχει πάνω από 3 ορόφους. Αντίστοιχα στις αγροτικές περιοχές, περίπου 7 στα 10 κτίρια είναι ισόγεια, ενώ μόνο το 3% διαθέτει από 2 ορόφους και πάνω.

Σε σχέση με τον τύπο της στέγης, τα περισσότερα κτίρια στο σύνολο της χώρας (60%) έχουν επικλινή στέγη. Αντίθετα σε άλλες περιοχές (νησιά) υπερισχύουν τα δώματα (κοινώς ταράτσες).

3.2 Φωτοβολταϊκά στοιχεία στις στέγες

“Η ένταξη Φ/Β πανό στο κέλυφος ενός κτιρίου επηρεάζει τον σχεδιασμό και την κατασκευή του κτιρίου από τα πρώτα στάδια μέχρι την ολοκλήρωσή του.”

Ανεξάρτητα από τη χρήση ενός κτιρίου ή ενός χώρου, η λειτουργία του σχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό, λειτουργία συσκευών, θέρμανση, κλιματισμό κ.λ.π. Η μορφή και η ποσότητα της απαιτούμενης ενέργειας εξαρτάται κυρίως από τη χρήση του χώρου. Η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται προσάγεται συνήθως από το δίκτυο ηλεκτροδότησης της περιοχής, ενώ η θερμική ενέργεια που χρειάζεται παράγεται συνήθως επιτόπου, κυρίως με την καύση στερεών, υγρών ή αέριων καυσίμων.



Σχήμα 3.2 : Σχηματική παράσταση ολοκληρωμένου συστήματος Φ/Β μετατροπής 1. Σύστημα Φ/Β πανό 2. Αγωγός χαμηλής τάσης 3. Μετατροπέας συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα 4. Αγωγός τάσης δικτύου 5. Πίνακας διανομής 6. Ηλεκτρική εγκατάσταση του δικτύου 7. Πίνακας με διπλής κατεύθυνσης μετρητή ενέργειας για λήψη και απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας 8. Δίκτυο ηλεκτροδότησης της περιοχής (πηγή : περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, Οκτώβριος 2000)

3.2.1 Η ηλιακή ενέργεια στα κτίρια

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών σε θερμότητα στα κτίρια αποτέλεσε μια πρόκληση που καλύφθηκε κυρίως μετά την ενεργειακή κρίση του 1973 με τη χρήση ηλιακών συλλεκτών και την εξέλιξη των ενεργητικών και παθητικών συστημάτων. Με τη

χρησιμοποίηση των ηλιακών συλλεκτών εξασφαλίζεται θερμό νερό για χρήση ή για θέρμανση χωρίς κατανάλωση καυσίμων ή άλλης μορφής ενέργειας. Απέμενε η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα Φ/Β πανό παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από το φως του ηλίου και αποτελούν μια μοναδική τεχνολογία, με την οποία επιτυγχάνεται άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς ενδιάμεσα στάδια, θερμοδυναμικούς κύκλους ή κινούμενα μέρη.

Σε στοιχεία (ηλιακά στοιχεία ή κύτταρα ή κυψέλες), τα οποία αποτελούνται στην απλοποιημένη μορφή τους από σύστημα συγκολλημένων ημιαγωγών p και με ηλεκτρόδια προσαρμοσμένα στην εμπρός και στην πίσω πλευρά, τα φωτόνια που προσπίπτουν προκαλούν την εμφάνιση διαφοράς δυναμικού μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος εξαρτάται γενικά από το μέγεθος της επιφάνειας του στοιχείου και την περιεκτικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας σε ενεργά φωτόνια.

Η φωτοβολταϊκή μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους συνήθεις τρόπους (μηχανικούς ή θερμομηχανικούς) παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως :

- ◇ Αειφόρο πηγή ενέργειας και ελεύθερα διαθέσιμη στη διάρκεια της ημέρας.
- ◇ Αφθονία πρώτης ύλης για την κατασκευή των Φ/Β στοιχείων.
- ◇ Μηδαμινή απαίτηση επίβλεψης και συντήρησης λόγω απουσίας κινούμενων μερών.
- ◇ Μεγάλη διάρκεια ζωής.
- ◇ Απλότητα και ασφάλεια λειτουργίας.
- ◇ Δυνατότητα συνεργασίας με τα δίκτυα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.
- ◇ Λειτουργία χωρίς αέρια ρύπανση, ηχορύπανση, επικίνδυνα ή τοξικά απόβλητα.

Τα πλεονεκτήματα αυτά συνοδεύονται και από σοβαρά μειονεκτήματα, όπως είναι το μεγάλο κόστος κατασκευής των Φ/Β στοιχείων, σχετικός ετεροχρονισμός μεταξύ παραγωγής και ζήτησης ενέργειας, ανάγκη μεγάλης επιφάνειας για την ανάπτυξη των Φ/Β συστημάτων, περιορισμένος αριθμός απόδοσης κ.λ.π.

3.2.2 Η αξιοποίηση της Φ/Β μετατροπής

Η δυνατότητα ένταξης των Φ/Β συστημάτων στο κέλυφος των κτιρίων περιορίζει σε κάποιο ποσοστό την ανάγκη ανάπτυξής τους στο έδαφος, ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες ενέργειας για τη μεταφορά της.

Τα Φ/Β πανό αποτελούν δομικά στοιχεία σύγχρονης τεχνολογίας και υψηλής ποιότητας, τα οποία αντικαθιστούν αντίστοιχα συμβατικά δομικά υλικά, συμμετέχοντας στην αισθητική και λειτουργική διαμόρφωση των όψεων και των στεγών των κτιρίων και εξασφαλίζοντας σημαντικό μέρος της αναγκαίας για τη λειτουργία τους ηλεκτρικής ενέργειας. Από την άποψη αυτή το κόστος των Φ/Β δομικών στοιχείων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μειωμένο ως προς το κόστος των δομικών στοιχείων, τα οποία υποκαθιστούν.

Προκειμένου να ενταχθούν τα Φ/Β συστήματα σε κελύφη κτιρίων πρέπει να είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνουν τη μέγιστη δυνατή απόδοση και να παρουσιάζουν τις ιδιότητες των αντίστοιχων συμβατικών δομικών στοιχείων :

▣ Βάρος και αντοχή αποτελούν θεμελιώδη χαρακτηριστικά των δομικών υλικών. Ένας τρόπος μείωσης του κόστους των παραδοσιακών Φ/Β συστημάτων είναι ο περιορισμός του βάρους των μοναδιαίων στοιχείων, που συνεπάγεται μειωμένη επιβάρυνση στη φέρουσα κατασκευή σε σύγκριση με τα παραδοσιακά Φ/Β συστήματα.

▣ Το μέγεθος των Φ/Β στοιχείων αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την ένταξή τους στο κέλυφος. Οι διαστάσεις των μοναδιαίων στοιχείων αναπτύσσονται με βάση τις διαστάσεις των κυψελών, ενώ ως δομικά υλικά διατίθενται με τυποποιημένες διαστάσεις. Μικρών διαστάσεων υλικά χαρακτηρίζονται από αυξημένο κόστος κατεργασίας και τοποθέτησης. Το μέγεθος πρέπει να προσδιορίζεται σε συνδυασμό με την τυποποίηση των άλλων δομικών υλικών και σε σχέση με το βάρος, την αντοχή, την ακαμψία και τη φέρουσα ικανότητα του μοναδιαίου στοιχείου.

▣ Η συμβατότητα με τα συνήθη συστήματα στερέωσης των δομικών στοιχείων αποτελεί αναγκαία υποχρέωση, ώστε να διευκολύνεται η προσαρμογή τους στα κτίρια και να περιορίζεται το κόστος της εγκατάστασης.

▣ Η αισθητική αποτελεί επίσης αποφασιστικό παράγοντα επιλογής των δομικών υλικών, τα οποία διαμορφώνουν το κέλυφος. Κατασκευάζονται στοιχεία σε ποικίλες αποχρώσεις καθώς και ημιδιαφανή στοιχεία από άμορφο πυρίτιο, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να αποκλείουν τον ηλιασμό εσωτερικών χώρων.

▣ Η ασφάλεια των δομικών υλικών λαμβάνεται υπόψη κατά την παραγωγή, μεταφορά, τοποθέτηση και χρήση ή λειτουργία τους. Ιδιαίτερα ενδιαφέρει η συμπεριφορά τους σε δυναμικές καταπονήσεις (άνεμος, σεισμός κ.λ.π.)

3.2.3 Φ/Β πανό στις στέγες

Η ενσωμάτωση στη στέγη αποτελεί ένα ενδιαφέρον βήμα προς την αισθητική ενσωμάτωση των μοναδιαίων Φ/Β στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου. Η επιφάνεια της στέγης μπορεί να καλύπτεται σε μικρό ή σε μεγάλο βαθμό με Φ/Β συστήματα, ανάλογα με τον προσανατολισμό, σκίαση, κλίση της στέγης και τις απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια που πρέπει να καλυφθούν. Η τεχνολογία έχει αναπτύξει και τυποποιήσει τα συστήματα, τα οποία προορίζονται για τη χρήση αυτή. Υπάρχουν δύο βασικές επιλογές :

▣ πανό μεγάλου μεγέθους που τοποθετούνται πάνω από την επικάλυψη της στέγης.

▣ πανό μορφής πλακών επικάλυψης, που αντικαθιστούν τα άλλα υλικά επικάλυψης.

Τα πανό που τοποθετούνται πάνω από την επικάλυψη, στηρίζονται και στερεώνονται με τη βοήθεια ειδικών μεταλλικών εξαρτημάτων, τα οποία προσαρμόζονται στις τεγίδες της στέγης. Ο αερισμός, που επιτυγχάνεται με τη φυσική κυκλοφορία αέρα μεταξύ των πλακών του συστήματος και

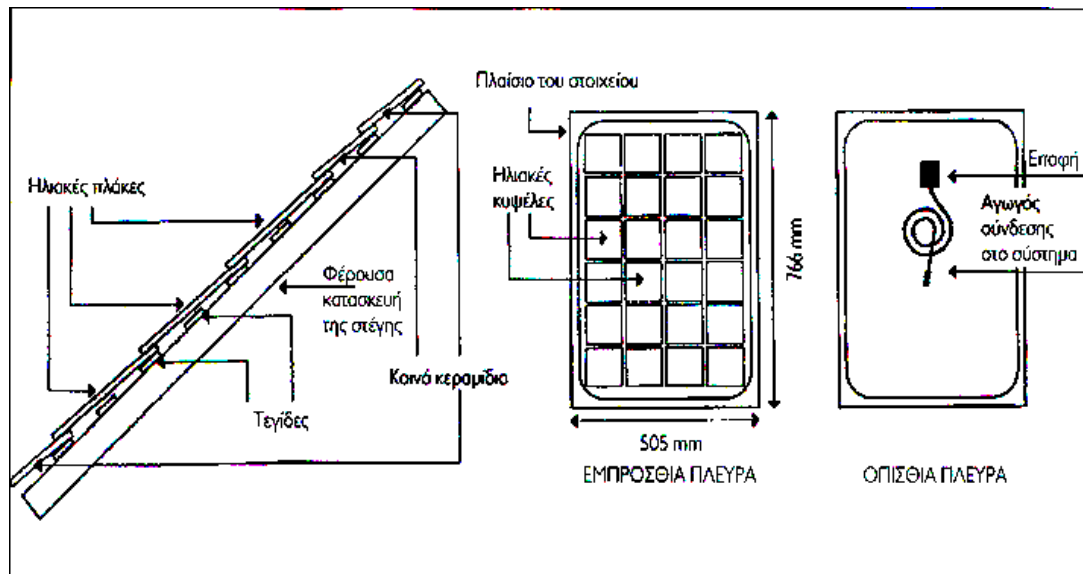
της επικάλυψης, διατηρεί χαμηλή τη θερμοκρασία στην πίσω πλευρά των στοιχείων με συνέπεια την ομαλότερη και αποδοτικότερη λειτουργία του συστήματος. Τα στοιχεία αυτά είναι δυνατό να τοποθετηθούν με τον ίδιο τρόπο πάνω στη φέρουσα κατασκευή της επικάλυψης, αντικαθιστώντας τις επίπεδες κεραμικές ή λίθινες πλάκες.



Σχήμα 3.3 : 1. Φ/Β πανό ενσωματωμένα σε στέγη σε αντικατάσταση των πλακών επικάλυψης.
2. Λεπτομέρεια τοποθέτησης Φ/Β πανό.
(πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Οκτώβριος 2000)

Τα πανό μορφής πλακών επικάλυψης (ηλιακές πλάκες στέγης) προορίζονται για τοποθέτηση και στερέωση πάνω στις τεγίδες χωρίς τη βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων, όπως δηλ. τα κεραμίδια ή οι κοινές πλάκες επικάλυψης. Καλύπτουν όλες τις προδιαγραφές των αντίστοιχων συμβατικών δομικών στοιχείων ως προς τη *στεγανότητα* και την *αντοχή*, είναι εύκολα αντικαταστάσιμα, μπορούν να τοποθετηθούν από τεχνίτες στεγών, ενώ πρέπει να ελεγχθούν από ηλεκτρολόγους ως προς τις ηλεκτρικές συνδέσεις. Ακόμη είναι δυνατό να ενσωματωθούν στους περισσότερους τύπους στεγών και να συνδυαστούν με μεγάλη ποικιλία υλικών επικάλυψης. Τοποθετούνται με αλληλοεπικάλυψη και συνδέονται με την ηλεκτρική εγκατάσταση με αναμονές αγωγών, που είναι προσαρμοσμένες στην πίσω πλευρά τους. Το πλαίσιο των πλακών αυτών είναι κατασκευασμένο από πολυμεθυλμεθακρυλικό φύλλο, που είναι χρωματισμένο κατά τρόπο που να εξασφαλίζει προστασία έναντι της υπεριώδους ακτινοβολίας. Οι Φ/Β κυψέλες συνήθως από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο τοποθετούνται μεταξύ φύλλων από ωπλισμένες υαλοϊνες και επικαλύπτονται με τζάμι. Το πάχος τους είναι μικρότερο από 1cm, το

συνολικό βάρος κάθε πλάκας περίπου 6kg και η επιφάνεια που καλύπτεται από κάθε πλάκα ισοδυναμεί με 5 κοινά κεραμίδια.



Σχήμα 3.4 : Σχηματική παράσταση Φ/Β πανό μορφής πλακών επικάλυψης και τρόπος εφαρμογής τους σε συνδυασμό με κοινά κεραμίδια (πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Οκτώβριος 2000)

Ο αποδοτικότερος προσανατολισμός των Φ/Β στοιχείων είναι ο νότιος. Μικρές αποκλίσεις δεν επηρεάζουν την απόδοση, μεγαλύτερες όμως θα καταστήσουν την εγκατάσταση μη αποδοτική. Η κλίση της στέγης πρέπει να είναι υπό γωνία που να πλησιάζει ή να ταυτίζεται καλύτερα με τη γωνία του γεωγραφικού πλάτους. Σημαντική επίδραση στην απόδοση έχει και η σκίαση των πανό από γειτονικά κτίρια ή δένδρα σε κάποιες περιόδους της ημέρας. Η θερμοκρασία των Φ/Β στοιχείων έχει αποφασιστική σημασία για την αποδοτική λειτουργία τους. Η απόδοση είναι αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασίας του στοιχείου και για το λόγο αυτό πρέπει να εξασφαλίζεται ανεμπόδιστος αερισμός της πίσω πλευράς τους.

3.2.4 Η δομή του συστήματος

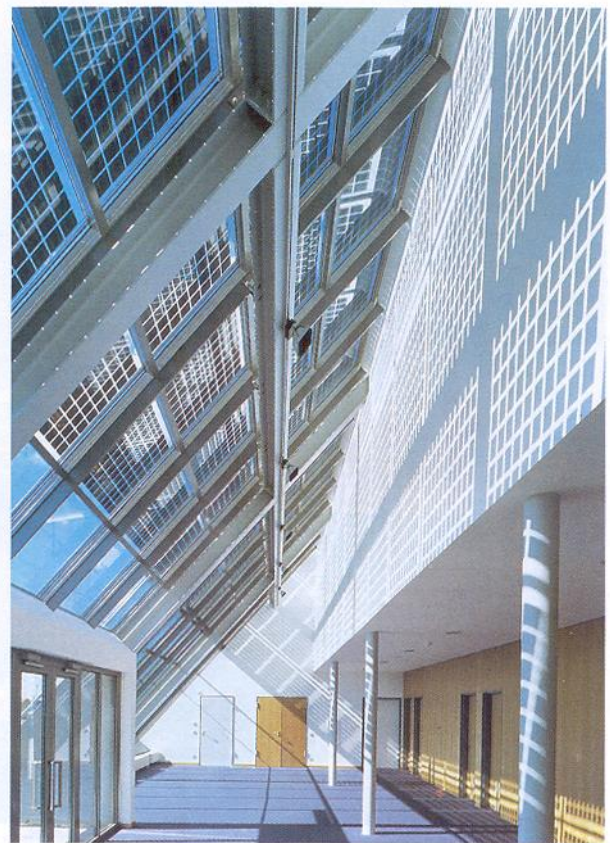
Ακόμη και αν εξασφαλίζονται ιδανικές συνθήκες λειτουργίας, η απόδοση της Φ/Β μετατροπής παραμένει μεταβλητή, όπως μεταβλητή είναι η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας και η ηλιοφάνεια, τόσο στη διάρκεια κάθε ημέρας, όσο και σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Στις περισσότερες περιπτώσεις η αιχμή της απόδοσης δε συμπίπτει με την αιχμή της ζήτησης. Για τη μεγιστοποίηση του συντελεστή απόδοσης από την επένδυση είναι απαραίτητο να γίνεται οικονομοτεχνική μελέτη αποτίμησης της πραγματικής κάλυψης της αιχμής ζήτησης σε σχέση με τη δαπάνη εγκατάστασης και αξιοποίησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Ο στόχος θα μπορούσε να επιτυγχάνεται με αποθήκευση της ενέργειας που πλεονάζει και με σύνδεση της εγκατάστασης με το δίκτυο ηλεκτροδότησης της περιοχής ή με συνδυασμό τους.

Τα Φ/Β στοιχεία παράγουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής τάσης, το οποίο μπορεί εύκολα να αποθηκευτεί σε συστοιχίες συσσωρευτών. Επειδή πολλές ηλεκτρικές συσκευές λειτουργούν με

εναλλασσόμενο ρεύμα τάσης ανώτερης από την τάση παραγωγής της Φ/Β εγκατάστασης απαιτείται αναγκαστικά σύζευξη με παρεμβολή στο κύκλωμα κατάλληλης διάταξης προσαρμογής των χαρακτηριστικών της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στις απαιτήσεις της κατανάλωσης (*inverter*). Με τη σύνδεση της εγκατάστασης στο ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται παραχωρείται ή πωλείται στο δίκτυο, ενώ για την κάλυψη των απαιτήσεων της κατανάλωσης, όταν η Φ/Β μετατροπή αδυνατεί να τις καλύψει, χρησιμοποιείται ενέργεια από το δίκτυο. Η σύνδεση της εγκατάστασης με το δίκτυο επιτυγχάνεται με κατάλληλες διατάξεις και συσκευές ρύθμισης και μέτρησης.



4



5

Σχήμα 3.5 : 4. Με τα Φ/Β πανό, που έχουν τοποθετηθεί στη στέγη και στις όψεις του κτιρίου Mont-Cenis, υπερκαλύπτονται οι ανάγκες του σε ηλεκτρικό ρεύμα. Επιπλέον, εξασφαλίζεται ικανοποιητική σκίαση, χωρίς να μειώνεται ο φυσικός φωτισμός.

5. Η συνολική ισχύς των Φ/Β πανό, που έχουν εγκατασταθεί στη στέγη του κτιρίου του Υπουργείου Οικονομικών στο Βερολίνο ανέρχεται σε 100kW.

(πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Οκτώβριος 2000)

Η εισαγωγή καινοτομιών στην κατασκευαστική βιομηχανία αποτελεί εγχείρημα δύσκολο. Η ένταξη Φ/Β πανό στο κέλυφος ενός κτιρίου είναι ζήτημα που απασχολεί το σχεδιασμό από τα αρχικά στάδια του και την κατασκευή του κτιρίου μέχρι την ολοκλήρωσή της. Μια νεωτεριστική προσέγγιση λειτουργικού, αισθητικού και οικονομικού χαρακτήρα είναι δύσκολο να επικρατήσει στην κατασκευαστική πρακτική χωρίς ενίσχυση από κρατικούς ή διακρατικούς διοικητικούς και χρηματοδοτικούς φορείς. Η εφαρμογή χρηματοδοτικών ερευνητικών προγραμμάτων από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για εγκαταστάσεις Φ/Β στοιχείων που έγιναν με στόχο τη μελέτη και την

προώθηση παρόμοιων τεχνολογιών αποτέλεσε ένα πρώτο βήμα. Πριν, μετά ή ταυτόχρονα έγινε σειρά σχετικών κρατικών ερευνητικών προγραμμάτων. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα “100.000 Φ/Β όψεις και στέγες”, το οποίο τέθηκε σε εφαρμογή στα μέσα της δεκαετίας 1990 από την Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση της Γερμανίας, προέβλεπε την επιχορήγηση του κόστους επένδυσης σε ποσοστό μέχρι 65% για Φ/Β εγκαταστάσεις ισχύος μεγαλύτερης των 20 kW. Στόχος του προγράμματος αυτού, που εφαρμόστηκε τόσο σε νέα όσο και σε υφιστάμενα κτίρια, ήταν η εξέλιξη και βελτίωση της τεχνολογία των Φ/Β δομικών υλικών και η μείωση του κόστους της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας κατά 70-80%. Ανάλογες προσπάθειες καταβλήθηκαν και καταβάλλονται και από κυβερνήσεις άλλων χωρών με εντυπωσιακά αποτελέσματα.

3.3 Φωτοβολταϊκά στοιχεία στις όψεις

“Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική από τα Φ/Β στοιχεία αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη, αλλά και κατέχει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του κελύφους των σύγχρονων κτιρίων”.



Σχήμα 3.6 : Τα Φ/Β πετάσματα έχουν τις ίδιες διαστάσεις και σχεδόν το ίδιο χρώμα με τον διπλό υαλοπίνακα σε μπλε απόχρωση. Η πίσω επιφάνειά τους είναι από γυαλί και στηρίζονται με τον ίδιο τρόπο με τους υαλοπίνακες επάνω στον σκελετό αλουμινίου (πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Μάιος 2008).

Η τεχνολογική εξέλιξη καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από τον τρόπο και τις πρώτες ύλες για την παραγωγή ενέργειας. Έτσι, αν ο 19^{ος} αιώνας ήταν ο αιώνας του κάρβουνου και ο 20^{ος} του πετρελαίου, ο 21^{ος} μπορεί να θεωρηθεί ως ο αιώνας του ήλιου. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική από τα Φ/Β στοιχεία αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη αλλά και διαμορφώνει νέες αρχιτεκτονικές φόρμες στις όψεις των κτιρίων.

Η αρχιτεκτονική των ενεργειακών όψεων κατακτά σταδιακά τον τεχνικό κόσμο, προσφέροντας πια αισθητικά ελκυστικές και ενεργειακά ωφέλιμες λύσεις, καθώς η απόδοση των Φ/Β στοιχείων διαρκώς αυξάνεται, ενώ το κόστος τους μειώνεται. Η εφαρμογή τους σε δομικά έργα ενισχύεται επίσης και από την ύπαρξη επιδοτήσεων, φοροαπαλλαγών και άλλων ευνοϊκών μέτρων που έχουν θεσπιστεί από την πολιτεία.





Τα Φ/Β στοιχεία, όταν εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα ποσοστό αυτής, που κυμαίνεται από 5-15% σε ηλεκτρική ενέργεια ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής τους. Σήμερα στην αγορά, οι βασικοί τύποι Φ/Β στοιχείων που κυκλοφορούν είναι τρεις (3) :

- τα στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου, που έχουν απόδοση από 11-14% και έχουν συνήθως ομοιόμορφο μπλε έως μαύρο χρώμα.
- τα στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου, που έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση από όλους τους τύπους Φ/Β στοιχείων (12-15%), είναι όμως και τα πιο ακριβά. Το χρώμα τους είναι συνήθως μπλε, διατίθενται όμως και σε άλλα χρώματα.
- τα στοιχεία άμορφου πυριτίου, τα οποία έχουν απόδοση 5-7%, επηρεάζονται λιγότερο από τη σκίαση, έχουν μαύρο έως μπλε σκούρο χρώμα και έχουν το μικρότερο κόστος από τους υπόλοιπους τύπους Φ/Β στοιχείων. Όλοι οι τύποι προϊόντων μπορούν να διαθέτουν διαφάνεια ή χρώμα, γεγονός όμως που μειώνει την απόδοσή τους.

3.3.1 Παράγοντες απόδοσης των Φ/Β συστημάτων

Η απόδοση ενός συστήματος Φ/Β επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων :

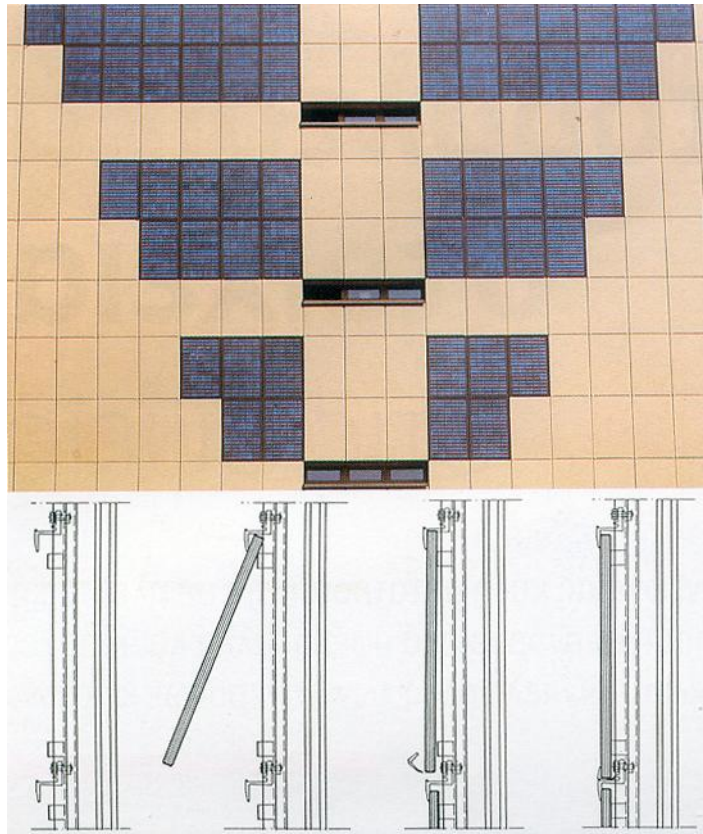
- το είδος του Φ/Β στοιχείου (κρυσταλλικού ή άμορφου πυριτίου).
- την ημερήσια διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της περιστροφής της γης αλλά και της εποχής του χρόνου.
- την τοποθεσία της κατασκευής. Όσο βορειότερο είναι το γεωγραφικό πλάτος, τόσο μικρότερη είναι η απόδοση των Φ/Β.
- την κλίση τους (στοιχεία τοποθετημένα κατακόρυφα έχουν τη μικρότερη απόδοση).

ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΙΣΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥΣ				
Γωνία	0°	30°	60°	90°
Προσανατολισμός				
Ανατολικός	93%	90%	78%	<60%
Νοτιοανατολικός	93%	96%	88%	66%
Νότιος	93%	100%	91%	68%
Νοτιοδυτικός	93%	96%	88%	66%
Δυτικός	93%	90%	78%	<60%

Πίνακας 3.3 : Απόδοση Φ/Β στοιχείων ανάλογα με την κλίση τοποθέτησής τους (πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ - Μάιος 2008)

- το αζιμούθιο, την απόκλιση από το νότιο προσανατολισμό. Ο προσανατολισμός των στοιχείων θα πρέπει να είναι νότιος με απόκλιση έως και 20° για δυνατότητα απόδοσης έως και 95% της μέγιστης.
- τη σκίαση των στοιχείων.
- τη θερμοκρασία. Η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει την απόδοσή τους. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι για κάθε 1°C άνω των 25°C η απόδοση των στοιχείων μειώνεται κατά 0,4-0,5% περίπου.

Για την παραγωγή ενέργειας $1kW_p$ μπορεί να θεωρηθεί ότι χρειάζονται περίπου $10m^2$ επιφάνειας κάλυψης με Φ/Β στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, από $7-9m^2$ τα στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου, $9-11m^2$ τα στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου και $16-20m^2$ τα στοιχεία άμορφου πυριτίου. Φυσικά τα ποσοστά αυτά διαφοροποιούνται καθώς η τεχνολογία κατασκευής των Φ/Β στοιχείων εξελίσσεται.



Σχήμα 3.7 : Τοποθέτηση Φ/Β στοιχείων σε πρόσοψη κτιρίου (πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Μάιος 2008)

3.3.2 Βασικά στοιχεία επιλογής Φ/Β πλαισίων και πρότυπα

Τα στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή ενός Φ/Β συστήματος είναι τα ακόλουθα :

- ▣ ο τύπος του Φ/Β στοιχείου.
- ▣ ο τρόπος σύνδεσης των Φ/Β στοιχείων (σε σειρά ή παράλληλα). Τα στοιχεία σε σειρά επηρεάζονται περισσότερο από τη σκίαση, οδηγούν σε μεγαλύτερες διαφορές ηλεκτρικού δυναμικού, ενώ τα στοιχεία συνδεδεμένα παράλληλα οδηγούν στην επίτευξη μεγαλύτερης έντασης ρεύματος.
- ▣ οι συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία λειτουργίας ($^{\circ}C$), σχετική υγρασία (%), ανεμοπίεση (km/h)).
- ▣ ηλεκτρικά χαρακτηριστικά για μια συγκεκριμένη επιφάνεια πλαισίου (μέγιστη ισχύς (W)), τάση για μέγιστη ισχύ (V), ένταση για τη μέγιστη ισχύ (A), ένταση ανοικτού κυκλώματος (A)).
- ▣ άλλα στοιχεία (βάρος του πλαισίου, διαστάσεις, ευκαμψία ή ακαμψία του, δυνατότητα χρωματισμού, διαφάνειας κ.λ.π.)

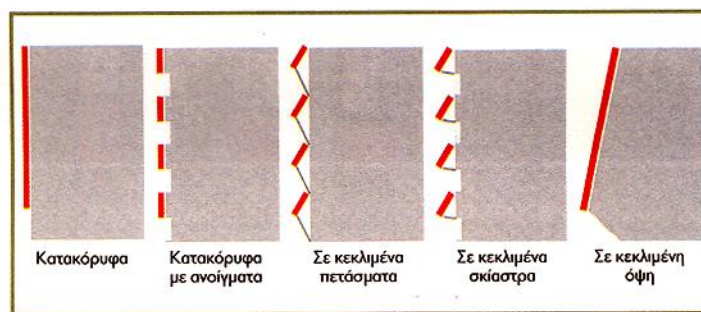
Όλα τα Φ/Β πλαίσια θα πρέπει να πληρούν διεθνείς προδιαγραφές και απαιτήσεις ποιότητας, ελεγμένες σε πιστοποιημένα ινστιτούτα. Τα κρυσταλλικά Φ/Β πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές [EN 61215](#) ή [IEC 61215](#), ενώ τα Φ/Β λεπτών υμένων την προδιαγραφή [IEC 61646](#) ή [EN 61646](#).

3.3.3 Στοιχεία σχεδιασμού

Για να δεχτούν τα κτίρια στις όψεις τους Φ/Β στοιχεία θα πρέπει αρχικά να συνταχθεί μια μελέτη, η οποία να λαμβάνει υπόψη στοιχεία που αφορούν στη γεωγραφική θέση αλλά και στα ειδικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας της κατασκευής.

Καθώς ο καλύτερος προσανατολισμός για την απόδοση των Φ/Β στοιχείων είναι ο νότιος με αποκλίσεις έως και 20%, μια κάτοψη αναπτυγμένη κατά τον άξονα ανατολής – δύσης είναι ιδανική για την τοποθέτηση πετασμάτων στη νότια όψη, η οποία θα έχει μεγάλο σχετικά μήκος.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕ ΟΨΕΙΣ ΜΕ ΠΑΡΑΘΥΡΑ Ή ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ					
ΘΕΣΗ	ΠΟΔΙΑ	ΦΕΓΓΙΤΗΣ	ΠΟΔΙΑ+ΦΕΓΓΙΤΗΣ	ΠΑΡΑΣΤΑΔΕΣ	ΥΨΟΣ ΟΡΟΦΟΥ
Συμμετρική					
Συνεχής					
Ομαδοποιημένη					
Κανονική					
Μη συμμετρική					
Ακανόνιστη					
Συνδυασμένη					



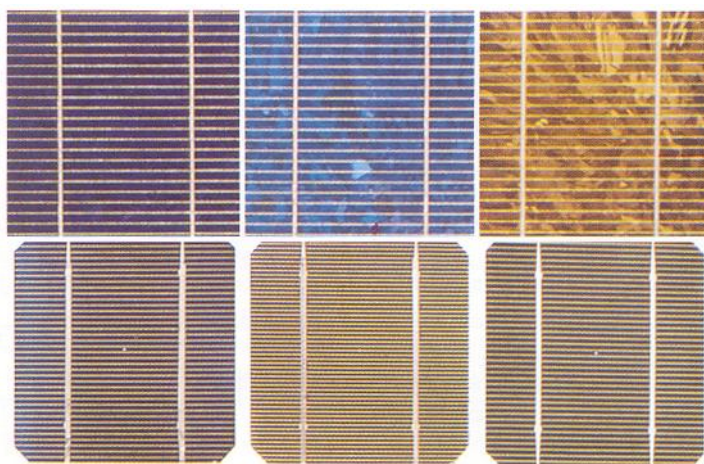
Σχήμα 3.8 : Τρόποι ενσωμάτωσης Φ/Β στοιχείων σε όψεις κτιρίων (πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Μάϊος 2008)

Θα πρέπει πάντα να προβλέπεται και να αντιμετωπίζεται επαρκώς με κατάλληλη τοποθέτηση των Φ/Β στοιχείων, το πρόβλημα της σκίασης τους, είτε από φυσικά ή τεχνητά εμπόδια (δένδρα, καμινάδες,

στύλους της Δ.Ε.Η., κεραιές κ.λ.π.), είτε από γειτονικά κτίρια, είτε από αρχιτεκτονικά στοιχεία της ίδιας της κατασκευής (προεξοχές, στέγαστρα κ.λ.π.), γεγονός που μειώνει την απόδοσή τους, κυρίως των κρυσταλλικών. Ιδιαίτερα στην περίπτωση που οι Φ/Β κυψέλες συνδέονται σε σειρά, η σκίασή τους επηρεάζει την απόδοση όλης της σειράς, μειώνοντας σημαντικά την απόδοση του συστήματος. Το πρόβλημα δεν είναι τόσο οξύ σε Φ/Β στοιχεία που συνδέονται παράλληλα ή σε αυτά του άμορφου πυριτίου.

Στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό είναι και η δυνατότητα κλίσης των Φ/Β πετασμάτων, καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην απόδοσή τους. Γενικά, η τοποθέτησή τους σε κατακόρυφες επιφάνειες όψεως λειτουργεί αρνητικά στην απόδοση. Ιδανικότερη είναι η τοποθέτησή τους, αν υπάρχει δυνατότητα, σε κεκλιμένες όψεις ή σε αρχιτεκτονικές προεξοχές που προσφέρουν σκίαση.

Οι διαστάσεις και το χρώμα επηρεάζουν σημαντικά την αισθητική της όψης και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό. Πριν από την επιλογή ενός Φ/Β στοιχείου, που πρόκειται να τοποθετηθεί στην όψη, θα πρέπει ο μελετητής να εκτιμήσει την αισθητική τους από ήδη εφαρμοσμένα παραδείγματα. Η τεχνολογία χρωματισμού των Φ/Β διαρκώς εξελίσσεται και καινούργια προϊόντα διατίθενται στην αγορά, όπως μπλε, χρυσό, μωβ, μαύρο και αποχρώσεις του γκρι. Ειδικά το μπλε χρώμα και το χρώμα του ανθρακίτη συνδυάζονται αρμονικά με τα περισσότερα συνθετικά ή φυσικά προϊόντα επένδυσης κτιρίων, όπως ο χάλυβας, το σκυρόδεμα, το γυαλί αλλά και το ξύλο ή το τούβλο.

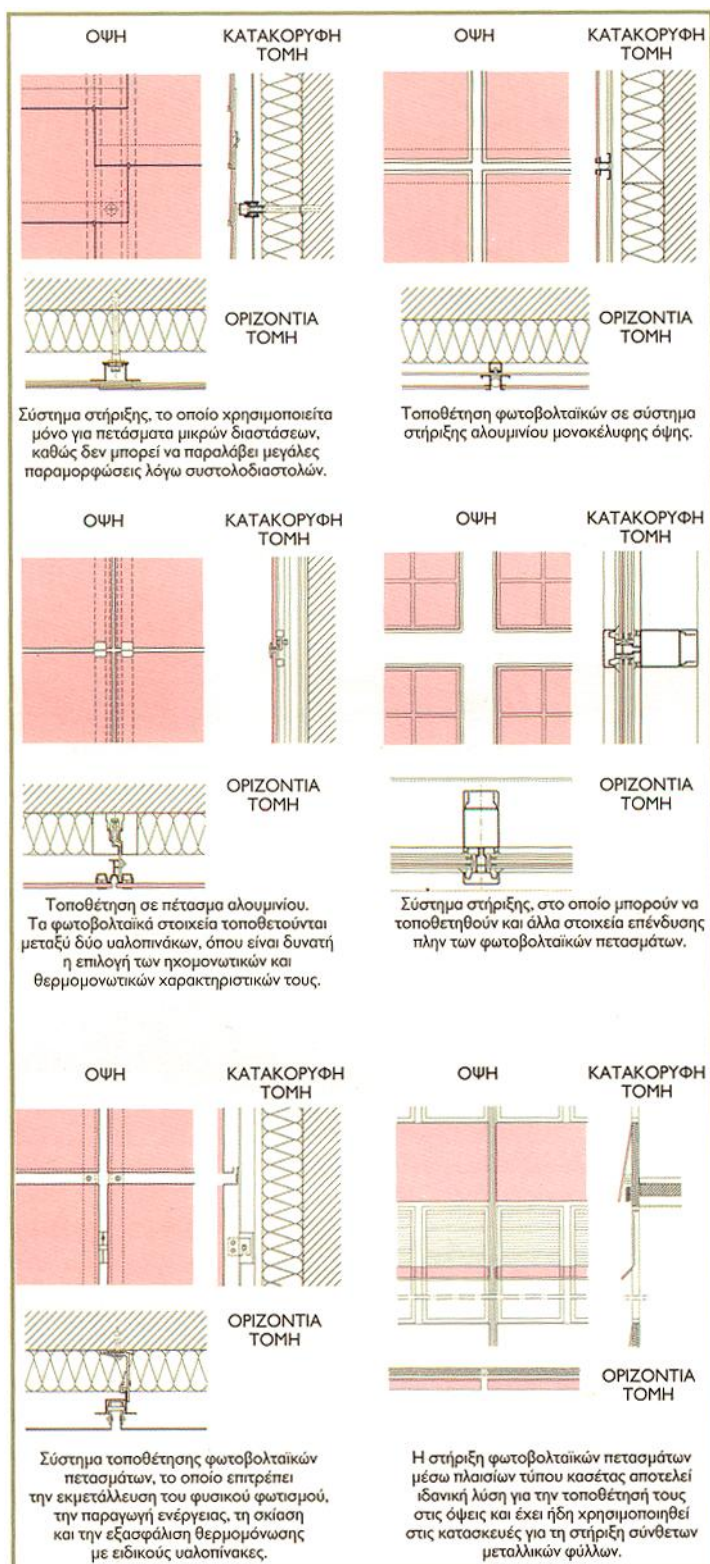


Σχήμα 3.9 : Φ/Β πλαίσια σε διάφορους χρωματισμούς και με μεταβαλλόμενη επιφάνεια.
(πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΑ - Μάιος 2008)

3.3.4 Ενσωμάτωση στις όψεις, τρόπος στήριξης, υλικά

Οι όψεις με Φ/Β στοιχεία είναι γενικά ακριβές, δεν κοστίζουν όμως πολύ περισσότερο από όψεις επενδυμένες με γρανίτη ή πλάκες μαρμάρου, ενώ συγχρόνως εμφανίζουν οικονομικό όφελος από την εκμετάλλευση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν.

Η τοποθέτηση Φ/Β πετασμάτων σε συστήματα στήριξης που υπάρχουν στην αγορά π.χ. σε πετάσματα αλουμινίου ή χάλυβα με ελαφρά διαφοροποίησή τους, μειώνει το τελικό κόστος της όψης.

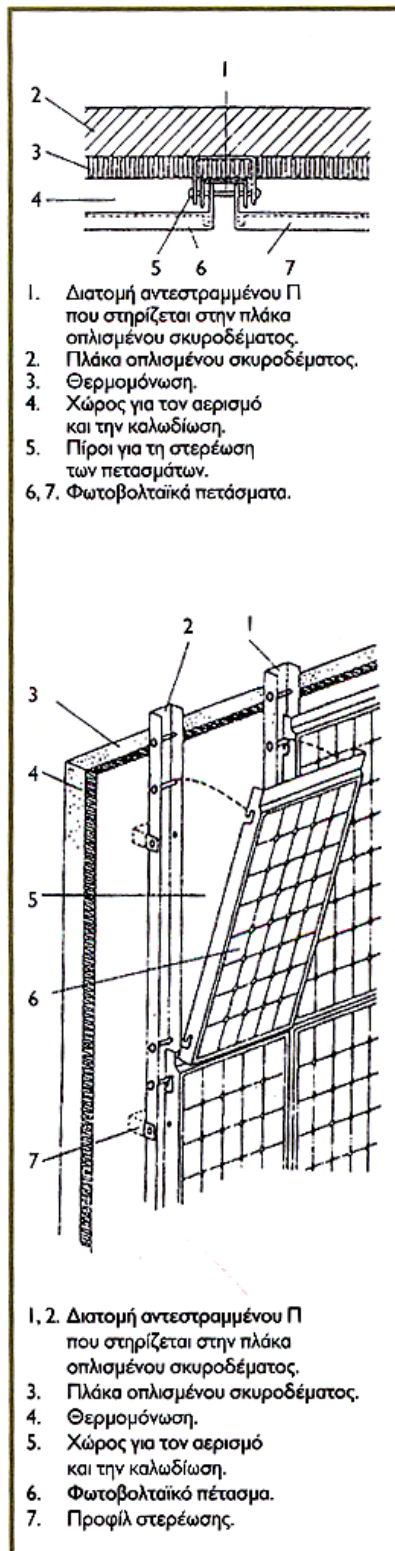


Σχήμα 3.10 : Τρόποι τοποθέτησης Φ/Β πετασμάτων σε όψεις.
(πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ - Μάιος 2008)

Σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητος ο αερισμός της πίσω επιφάνειας των Φ/Β στοιχείων. Πλήθος συνδυασμών αδιαφανών με διαφανή Φ/Β στοιχεία, αλλά και υαλοπίνακες μπορούν να πραγματοποιηθούν, καθορίζοντας έτσι μια καινούργια αισθητική στις όψεις και επιτυγχάνοντας συγχρόνως άριστη θερμομονωτική, ηχομονωτική ικανότητα και εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού. Είναι προφανές ότι θα πρέπει να καθοριστεί μια βέλτιστη σχέση των αδιαφανών με τα διαφανή στοιχεία της όψης, έτσι ώστε να μη δημιουργείται υπερθέρμανση του κτιρίου και η παραγωγή ενέργειας να είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο. Η καλωδίωση και ο υπόλοιπος Η/Μ εξοπλισμός μπορούν να τοποθετηθούν μέσα στις κοιλότητες των κατακόρυφων και οριζοντίων δομικών στοιχείων των πετασμάτων, προβλέποντας όμως τη δυνατότητα πρόσβασης σε ορισμένα σημεία για τον έλεγχο και τη συντήρηση του συστήματος εγκατάστασης των Φ/Β στοιχείων.

Σήμερα επίσης διατίθενται διπλοί υαλοπίνακες με εξωτερικό υαλοπίνακα με Φ/Β στοιχεία και το απαραίτητο πλάτος διάκενου για τον αερισμό με συνολικό πάχος έως και 30mm. Οι υαλοπίνακες αυτοί τοποθετούνται όπως οι συμβατικοί υαλοπίνακες, προσέχοντας πάντα να μην καλύπτεται η επιφάνεια του Φ/Β στοιχείου. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να παρέχονται και με διαφάνεια, επιτρέποντας έτσι το φυσικό φωτισμό των χώρων. Εκτός από τα συνήθη πλαίσια με Φ/Β στοιχεία σε διάφορες διαστάσεις, στην αγορά διατίθενται επίσης Φ/Β πετάσματα σε μεγάλες επιφάνειες, έως και

3m² σε διάφορα σχήματα (ορθογωνικό, κυκλικό ή τριγωνικό) και διαστάσεις (επιλογή του μελετητή), χωρίς περιμετρικό πλαίσιο. Το γεγονός αυτό δε δεσμεύει τον αρχιτέκτονα και δίνει τη δυνατότητα συνδυασμού των στοιχείων με άλλα πετάσματα, αυξάνοντας την απόδοση του συστήματος λόγω της αποτροπής της σκίασης από το περιμετρικό πλαίσιο. Το ελάχιστο πάχος αυτών των πετασμάτων είναι 8mm, ενώ η φωτοδιαπερατότητά τους κυμαίνεται από 4-30%.



Σχήμα 3.11 : Τοποθέτηση Φ/Β πετασμάτων σε πλαίσια τύπου κασέτας. Το πλάτος του διάκενου στην πίσω επιφάνεια θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 100mm (ή μεγαλύτερο, στην περίπτωση των πετασμάτων με κρυσταλλικό πυρίτιο)
 (πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Μάιος 2008)

Φ/Β πετάσματα τοποθετούνται επίσης στο εξωτερικό πέτασμα αεριζόμενων διπλοκέλυφων όψεων. Στην περίπτωση αυτή το αεριζόμενο διάκενο θα πρέπει να έχει πλάτος τουλάχιστον 100mm (ή περισσότερο στην περίπτωση που τοποθετούνται στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου).

Οι καλωδιώσεις και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται θα πρέπει να προσφέρουν υδατοστεγανότητα, εφόσον εκτίθενται στο εξωτερικό περιβάλλον και ανθεκτικότητα στην ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών. Απαραίτητο είναι επίσης και η γείωση του συστήματος.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Φ/Β ΠΟΥ ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ		
Θέση Φ/Β	Σύστημα όψης	Χαρακτηριστικά στοιχεία
Κατακόρυφος τοίχος	Μονό πέτασμα	Οικονομική, σχετικά τυποποιημένη λύση, μπορούν να συνδυαστούν διαφανή με αδιαφανή Φ/Β στοιχεία.
Κατακόρυφος τοίχος	Εξωτερικό πέτασμα δικέλυφης όψης	Το διάκενο της δικέλυφης όψης επιτρέπει τον αερισμό των στοιχείων. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την τοποθέτηση καλωδιώσεων και άλλου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
Κατακόρυφος τοίχος με φωτοβολταϊκά υπό κλίση	Μονό πέτασμα ή εξωτερικό πέτασμα δικέλυφης όψης	Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων αυξάνεται. Παρέχεται δυνατότητα σκίασης των υαλοπινάκων. Υπάρχει κίνδυνος σκίασης Φ/Β στοιχείων από άλλα Φ/Β στοιχεία της όψης.
Κεκλιμένη όψη	Υαλοπέτασμα	Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων αυξάνεται. Κατασκευές με <i>ιδιαίτερη αρχιτεκτονική ταυτότητα</i> . Μικρότερη ωφέλιμη επιφάνεια στην κάτοψη.
Μόνιμα σκίαστρα	Υαλοπέτασμα	<i>Παρουσιάζει αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον</i> . Η απόδοσή τους δεν είναι η μέγιστη δυνατή καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.
Κινητά σκίαστρα	Υαλοπέτασμα	<i>Παρουσιάζει αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον</i> . Έχουν αυξημένη απόδοση σε σχέση με τα σταθερά συστήματα. Η ενέργεια για την κίνησή τους συχνά προέρχεται από τα Φ/Β στοιχεία. Έχουν πιο πολύπλοκη λειτουργία και χρειάζονται συντήρηση.

Πίνακας 3.4 : Χαρακτηριστικά στοιχεία Φ/Β που τοποθετούνται στις όψεις των κατασκευών
(πηγή :τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-Μάιος 2008)

3.3.5 Φ/Β στοιχεία σε εξωτερικά συστήματα σκίασης

Τα Φ/Β στοιχεία σε σκίαστρα μπορούν να τοποθετηθούν υπό κλίση, επομένως να έχουν καλύτερη απόδοση σε σχέση με αυτά που τοποθετούνται στις όψεις υπό γωνία 90°, έχουν όμως τον κίνδυνο σκίασης από άλλα υπερκείμενα Φ/Β σκίαστρα. Διατίθενται τόσο επίπεδα σκίαστρα με Φ/Β στοιχεία, όσο και σκίαστρα ατρακτοειδούς διατομής, συνήθως από αλουμίνιο. Τα σκίαστρα αυτά μπορεί να είναι μόνιμα, οπότε δεν έχουν μέγιστη απόδοση καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας ή κινητά.

Η κλίση των κινητών σκιάστρων μπορεί να μεταβάλλεται είτε χειροκίνητα, είτε αυτόματα με τη χρήση κατάλληλων αισθητήρων ή προγραμματισμό, επιτρέποντας τη βέλτιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, ενώ η ενέργεια για την κίνησή τους συνήθως παρέχεται από το ίδιο το σύστημα.

3.4 Παραδείγματα υλοποιημένων βέλτιστων πρακτικών

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες από τις εφικτά τεχνικές λύσεις ενσωμάτωσης Φ/Β σε κτίρια ή στο αστικό περιβάλλον. Στη σύντομη περιγραφή που συνοδεύει κάθε έργο, περιλαμβάνονται βασικά δεδομένα για τη Φ/Β εγκατάσταση : Φ/Β ισχύς, τύπος πλαισίων, τεχνολογία, περιοχή, ειδικά χαρακτηριστικά κ.α. (πηγή : Φ/Β Ενσωματωμένα σε κτίρια – Τμήμα Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης).

3.4.1 Ενσωμάτωση Φ/Β σε κεκλιμένη στέγη με κεραμίδια

Έργο : Molina de Segura

Περιοχή : Murcia - Ισπανία

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 38° 4'53.79''N 1°7'58.67''W

Έτος : 2004

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 5.985 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Ενσωμάτωση Φ/Β σε κεραμοσκεπή

Πηγή : SOLSURESTE

Στο έργο αυτό, τα Φ/Β συστήματα έχουν ενσωματωθεί στην κεραμοσκεπή του κτιρίου. Παρουσιάζουν χαρακτηριστικά αντίστοιχα με τα συμβατικά κεραμίδια και είναι δυνατόν να καλύψουν όλη τη σκεπή. Κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά και το τελικό οπτικό αποτέλεσμα δεν διαφέρει από αυτό μιας τυπικής στέγης με κεραμίδια. Από τεχνική άποψη τα Φ/Β αυτά είναι πολύ ελαφρά και εύχρηστα, ενώ εξοικονομούν χρόνο κατά τη διαδικασία της εγκατάστασης. Είναι 100% ανακυκλώσιμα και δεν περιέχουν CFC. Αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (έως και 800°C). Η ετήσια παραγωγή ενέργειας του κτιρίου εκτιμάται ως 8.000kWh.

3.4.2 Ενσωμάτωση Φ/Β σε επίπεδη στέγη (ημιπερατή στέγη)

Έργο : Δημαρχείο Dongen

Περιοχή : Dongen - Γερμανία

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 51°37'56'.27''N 4°57'32.23''E

Έτος : 2002

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 53 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Ενσωμάτωση ημιπερατών Φ/Β πλαισίων σε στέγη

Πηγή : SSG

Η στέγη του Δημαρχείου έχει επιφάνεια 545m² και κλίση, η οποία ξεκινά από 5° και φτάνει έως 10°. Η συγκεκριμένη Φ/Β εγκατάσταση περιλαμβάνει 288 ειδικά προσαρμοσμένα ημιπερατά Φ/Β πλαίσια, κατά 85% καλυμμένα από κυψέλες, τα οποία κατασκευάστηκαν από την Scheuten Solar Technology. Τα πλαίσια διέθεταν διάκενο μόνωσης και τζάμι ασφαλείας. Κάθε πλαίσιο έχει επιφάνεια 1,8m², ισχύ 184W_p και βάρος 100kg. Η μετατροπή από συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση γίνεται μέσω 16 αντιστροφών SMA SWR 2500, η λειτουργία των οποίων παρακολουθείται και ελέγχεται μέσω υπολογιστή. Στην κύρια είσοδο ο επισκέπτης, παρατηρώντας την εγκατεστημένη κεντρική οθόνη μπορεί να λάβει γνώση για την απόδοση της Φ/Β εγκατάστασης.

3.4.3 Ενσωμάτωση Φ/Β σε πρόσοψη

Έργο : Ανάπλαση εργατικής πολυκατοικίας

Περιοχή : Ταύρος – Αθήνα

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 37°58'32'15''N 23°43'7'66''E

Έτος : 2002

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 11,9 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Ενσωμάτωση Φ/Β σε πρόσοψη κτιρίου

Πηγή : SENERS

Το συγκεκριμένο έργο αποτελεί μια καινοτόμα προσέγγιση στην ενσωμάτωση Φ/Β στην πρόσοψη κτιρίων. Έχουν χρησιμοποιηθεί και συνδεθεί μεταξύ τους Φ/Β γεννήτριες με διαφορετικές διαστάσεις, διαφορετική τάση και ισχύ, δίνοντας έτσι μεγάλη ελευθερία στο σχεδιασμό. Το ενσωματωμένο διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα της πολυκατοικίας στον Ταύρο αποτελείται από 82 Φ/Β γεννήτριες ισχύος 100W (24V ανά γεννήτρια) και από 74 Φ/Β γεννήτριες ισχύος 50W των 12V. Οι Φ/Β γεννήτριες είναι της εταιρείας Naps Systems Oy και η διασύνδεση με το δίκτυο έγινε με διασυνδεδεμένους αντιστροφείς της εταιρείας SMA. Τα Φ.Β.Ε.Κ. βρίσκονται στη νότια όψη του κτιρίου και αποτελούνται από δύο πυραμοειδή στοιχεία, ώστε να σχηματίζονται από δύο ξεχωριστές ανάστροφες πυραμίδες, οι οποίες συνδέονται με το κτίριο με σειρά πρόσθετων μεταλλικών εξωστών. Στόχος του έργου είναι η κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό των κοινόχρηστων χώρων (φωτισμός κ.λ.π.) και του φωτισμού των χώρων περιμετρικά του κτιρίου. Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Thermie.

3.4.4 Ενσωμάτωση Φ/Β σε καμπύλη οροφή

Έργο : Lehrter – Νέος Κεντρικός Σιδηροδρομικός Σταθμός

Περιοχή : Βερολίνο - Γερμανία

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 52°34'1.81''N 13°27'24.76''E

Έτος : 2002

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 189 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Ενσωμάτωση Φ/Β σε καμπύλη οροφή

Πηγή : SSG

Τα χωρίς πλαίσια Φ/Β αντικαθιστούν την υαλοκατασκευή στη διαπερατή οροφή της κεντρικής αίθουσας του σιδηροδρομικού σταθμού Lehrter και τοποθετούνται σε γραμμική διάταξη πάνω σε πλέγμα από ατσάλι. Λόγω της καμπυλότητας της αίθουσας, η γεωμετρία κάθε Φ/Β είναι διαφορετική, με επιφάνειες που ποικίλουν από 1,5÷2,5cm². Οι διαφορετικές κλίσεις των σχεδόν τέλεια ευθυγραμμισμένων πλαισίων οδηγούν σε σύστημα αντιστροφών, το οποίο όχι μόνο μεγιστοποιεί την παραγωγή ενέργειας, αλλά παράλληλα βελτιστοποιεί τη διαδικασία παρακολούθησης (monitoring). Η συγκεκριμένη τεχνική λύση συμβάλλει ακόμα περισσότερο στη μείωση του κόστους λόγω της τυποποίησης, της βιομηχανικής κατασκευής και της μείωσης των καλωδιώσεων εναλλασσόμενου

ρεύματος. Το παράδειγμα του Lehter αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά υποδείγματα για την αρχιτεκτονική ενσωμάτωση των Φ/Β (τα οποία έχουν σχεδόν βέλτιστο προσανατολισμό) και ανοίγει νέους ορίζοντες στη Φ/Β τεχνολογία.

Ο αριθμός των Φ/Β πλασιών είναι 780, σε επιφάνεια 1700 m². Η ισχύς του συστήματος είναι 189 kW_p.

3.4.5 Κτιριακές δομές με Φ/Β στοιχεία : πέργκολα

Έργο : Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

Περιοχή : As Pontes, A Coruña - Ισπανία

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 43°27'3''N 7°50'27''W

Έτος : 2003

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 14,3 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Ενσωμάτωση Φ/Β με άλλα στοιχεία. Φωταγωγός σε Φ/Β στέγη.

Πηγή : ISOFOTON

Το Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης του *As Pontes* αναπτύσσει προγράμματα και συστήματα διαχείρισης με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Για το σκοπό αυτό διοργανώνει τακτικά συνέδρια, σεμινάρια και ημερίδες. Το Κέντρο αποτελείται από σειρά μικρών κτισμάτων γύρω από μια κυκλική αυλή, η οποία καλύπτεται από πέργκολα. Η πέργκολα είναι κατασκευασμένη από ξύλο (πολλαπλών ελασμάτων, με πολύ χαμηλή περιβαλλοντική επίδραση) και αποτελείται από 10 ίσα τμήματα σε σχήμα πυραμίδας. Το βόρειο τμήμα της πέργκολας (5 τμήματα) καλύπτεται μερικώς από τζάμι, ενώ το νότιο (τα υπόλοιπα 5 τμήματα) καλύπτεται μερικώς από Φ/Β πλαίσια. Λόγω του ότι η γυάλινη επιφάνεια είναι αρκετά μεγάλη και επιτρέπει τον ικανοποιητικό φωτισμό στο αίθριο, οι αποστάσεις μεταξύ των κυψελών στα Φ/Β πλαίσια παραμένουν ίδιες με αυτές μιας συμβατικής εγκατάστασης.

Πρόσθετα στοιχεία για τη Φ/Β εγκατάσταση : Τύπος Φ/Β κυψελών : μονοκρυσταλλικό πυρίτιο, ετήσια παραγωγή ενέργειας : 11.740 kW_p.

Αρχιτέκτονες : Xuan Bello (Δημοτικό Συμβούλιο As Pontes), Jeronimo Vega (Τμήμα Αρχιτεκτονικής ISOFOTON).

3.4.6 Ενσωμάτωση Φ/Β σε πέργκολα

Έργο : Τεχνολογικό πάρκο Ανδαλουσίας

Περιοχή : Μάλαγα - Ισπανία

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 36°43'0''N 4°25'0''W

Έτος : 2004

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 56 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Ενσωμάτωση Φ/Β σε κατασκευές εκτός κτιρίων.

Πηγή : PURE Project

Η Φ/Β πέργκολα υλοποιήθηκε στο Τεχνολογικό πάρκο Ανδαλουσίας, στη Μάλαγα της Ισπανίας. Στόχοι του έργου ήταν η σκίαση μιας περιπατητικής διαδρομής, η απόδειξη της βιωσιμότητας έργων όπου χρησιμοποιούνται Φ/Β πλαίσια με διαφορετικό προσανατολισμό και γωνίες κλίσης, καθώς και η ανάλυση της αρχιτεκτονικής συμπεριφοράς των Φ/Β αλουμινοκατασκευών (από δομική και τεχνική άποψη). Τα Φ/Β σχεδιάστηκαν σύμφωνα με ένα ασυνήθιστο σχήμα ζιγκ-ζαγκ, ενώ ο χώρος του αντιστροφέα σχεδιάστηκε έτσι ώστε να ακολουθεί την αισθητική του υπόλοιπου έργου. Το σύστημα παρακολούθησης της Φ/Β εγκατάστασης βασίζεται σε μια πρωτοποριακή ιδέα, η οποία βασίζεται σε ασύρματη επικοινωνία και σε σύστημα OPC (Ole for Process Control), σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως σε βιομηχανικούς χώρους.

3.4.7 Κατασκευαστικά στοιχεία με Φ/Β : σκίαστρα

Έργο : Κτίριο Φοιτητικής Εστίας

Περιοχή : Malmo - Σουηδία

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 55°36'31.55''N124°59'36.75''E

Έτος : 2006

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 25,6 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Ενσωμάτωση Φ/Β σε σταθερά σκίαστρα στην πρόσοψη κτιρίου

Πηγή : PURE Project

Το κτίριο Malmo Stadsfastigheter ανήκει στο Δήμο Malmo, ο οποίος διαχειρίζεται όλα τα δημόσια κτίρια του δημοτικού διαμερίσματος. Η δημοτική αρχή επέδειξε ιδιαίτερι ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με χρήση Φ/Β συστημάτων και ανέλαβε σημαντικές πρωτοβουλίες για το σκοπό αυτό. Αυτό το έργο ήταν μια από τις πρώτες πρωτοβουλίες κατά την εφαρμογή του προγράμματος υποστήριξης ενσωμάτωσης Φ/Β σε δημόσια κτίρια, από τη Σουηδική κυβέρνηση. Τα Φ/Β πλαίσια έχουν τοποθετηθεί στην πρόσοψη του κτιρίου και ως σκίαστρα πάνω από τα παράθυρα εξυπηρετώντας διπλό στόχο : την παραγωγή ενέργειας και τη σκίαση των εσωτερικών χώρων.

3.4.8 Κατασκευαστικά στοιχεία με Φ/Β : μεμβράνες

Έργο : Wirtschaftshof Linz

Περιοχή : Λιντς – Αυστρία

Γεωγραφικό πλάτος/μήκος : 48°18'27''N14°17'36''E

Έτος : 1999

Συνολική Φ/Β Ισχύς : 20 kW_p

Τύπος Φ/Β εφαρμογής : Φ/Β σε πρόσοψη κτιρίου – ενσωμάτωση σε κινούμενα σκίαστρα

Πηγή : COLT SOLAR TECHNOLOGY AG

Το Φ/Β σύστημα που εφαρμόστηκε στο συγκεκριμένο κτίριο, είναι μια ιδιαίτερα καινοτόμα εφαρμογή καθώς χρησιμοποιεί κινούμενο σύστημα παρακολούθησης (solar tracking) με μεμβράνη, για τη σκίαση της πρόσοψης. Ο μηχανισμός που κινεί και κατευθύνει το σύστημα είναι απόλυτα καθοδηγούμενος προς τον ήλιο, μέσω θερμοϋδραυλικού συστήματος που αναπτύχθηκε από την ZSW στη Στουτγάρδη της Γερμανίας. Όταν η μια πλευρά λαμβάνει περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, το θερμικό υγρό των αγωγών αυτών θερμαίνεται και παράγει κίνηση στον υδραυλικό κύλινδρο, ο οποίος μετακινεί τις μεμβράνες, έτσι ώστε και οι δύο κυλινδρικοί συλλέκτες να λαμβάνουν το ίδιο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι, οι μεμβράνες είναι πάντα στραμμένες προς τον ήλιο με τον βέλτιστο τρόπο. Τα Φ/Β πλαίσια, ισχύος 20 kW_p έχουν ενσωματωθεί σε επιφάνεια 250m² από κινητές γρίλλιες με 13 διαφορετικούς προσανατολισμούς. Το έργο υποστηρίχθηκε από το πρόγραμμα Thermie.

3.5 Επικείμενες εφαρμογές

■ Το Τμήμα Αρχιτεκτονικής του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης, με αφορμή τη συμπλήρωση 150 χρόνων λειτουργίας του, εμπνεύστηκε τη δημιουργία ενός καταφύγιου νέας λογικής, σε υψόμετρο 2.883 μέτρων, στην περιοχή Monte Rosa του Καντονιού του Valais. Το πενταώροφο κτίριο με το ασυνήθιστο πολύγωνο σχήμα θα καλυφθεί περιμετρικά από φύλλα αλουμινίου που αντανακλούν σαν καθρέφτης τις ακτίνες του ηλίου. Συνδυάζοντας ένα Φ/Β σύστημα 85 μ² με θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες 35 μ² το καταφύγιο θα εξασφαλίζει 90% αυτονομία αλλά και βέλτιστη διαχείριση της ενέργειας, συνυπολογίζοντας παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες ή ο αριθμός των επισκεπτών. Το κόστος του θα υπερβεί τα 2,5 εκατομμύρια ευρώ (ένα όχι και τόσο παράλογο νούμερο, αν υπολογίσει κανείς ότι όλη η κατασκευή θα γίνει με τη βοήθεια ελικοπτέρων) και αναμένεται να ολοκληρωθεί το φθινόπωρο του 2009 (πηγή : περιοδικό maison madame Figaro – τεύχος 41 – Χειμώνας 2009).



Εικόνα 3.1 : Καταφύγιο νέας λογικής, σε υψόμετρο 2.883 μέτρων, στην περιοχή Monte Rosa του Καντονιού του Valais, με ένα Φ/Β σύστημα 85 μ² και θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες 35 μ²

■ Φ/Β σταθμός στη στέγη της Βουλής : στο πλαίσιο της εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια, η Βουλή των Ελλήνων προγραμματίζει την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος στη στέγη του Κοινοβουλίου. Για το σκοπό αυτό προκήρυξε ανοιχτό διεθνή διαγωνισμό. Το έργο, ο προϋπολογισμός του οποίου ανέρχεται σε 654.500€, έχει ως αντικείμενο την προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε πλήρη, κανονική και ασφαλή λειτουργία Φ/Β σταθμού.

Η συνολική διαθέσιμη επιφάνεια για την εγκατάσταση του συστήματος στη στέγη του κτιρίου της Βουλής είναι περίπου 1.835m² και η συνολική ισχύς εγκατάστασης υπολογίζεται να ξεπερνά τα 78 kW_p. Η υλοποίηση του έργου προβλέπεται εντός 4 μηνών από την υπογραφή της σύμβασης. Στόχος

είναι, πριν το τέλος του 2009, μέρος των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου να καλύπτεται από Α.Π.Ε. (πηγή : περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-τεύχος 5-Ιούνιος 2009).

■ “Πράσινο Νησί” ο Αϊ-Στράτης : Σκοπός του έργου “Πράσινο Νησί” που προωθεί το ΥΠ.ΑΝ. είναι η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός νησιού σε ποσοστό 100% από Α.Π.Ε.. Στην κατεύθυνση της επιθυμητής ενεργειακής αυτάρκειας, οι Α.Π.Ε. που προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν είναι : ηλιακή ακτινοβολία (αξιοποίησή της μέσω Φ/Β στοιχείων), αιολική ενέργεια, βιοενέργεια μέσω αξιοποίησης της βιομάζας.

Η επιλογή του Αϊ-Στράτη για την πιλοτική εφαρμογή του έργου έγινε τόσο λόγω του μικρού πληθυσμού του, γεγονός που επιτρέπει την εφαρμογή υφιστάμενων τεχνολογιών που θα προσαρμοστούν στις τοπικές ανάγκες και απαιτήσεις, όσο και εξαιτίας των ελεγχόμενων ενεργειακών αναγκών που διαθέτει (ετήσια ζήτηση 1.500MWh, μέση ημερήσια κατανάλωση 4 MWh).

Το έργο “Πράσινο Νησί” είναι καινοτόμο όχι μόνο για τα ελληνικά αλλά και για τα διεθνή δεδομένα, καθώς σε παγκόσμια κλίμακα μόνο τρεις αντίστοιχες περιπτώσεις νησιών υπάρχουν : το King Island στην Αυστραλία, το Samsø στη Δανία και το Utsira στη Νορβηγία. Το έργο, που θα ολοκληρωθεί στα τέλη του 2009, θα αποτελέσει πεδίο δοκιμών και ανάπτυξης τεχνολογιών Α.Π.Ε. σε πραγματικές συνθήκες, συμβάλλοντας σε βάθος χρόνου στην ενεργειακή αυτονομία και στη βιώσιμη ανάπτυξη (πηγή : περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ-τεύχος 5-Ιούνιος 2009).

4. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

4.1 ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε. ΜΕΧΡΙ ΤΟ Ν. 3468/2006

4.1.1 Η ιστορική εξέλιξη του θεσμικού πλαισίου για τις Α.Π.Ε.

Το εθνικό δίκαιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. μέχρι τη θέση σε ισχύ του ν. 3468/2006 περιλαμβάνεται κυρίως στους ν. 2244/1994, 2773/1999, 2941/2001, 3175/2003 και έχει δεχθεί την επίδραση σχετικών κοινοτικών κανόνων (πηγή : www.cres.gr).

Την πρώτη σημαντική προσπάθεια για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. στη χώρα μας αποτέλεσε η ψήφιση του [ν. 1559/1985 \(ΦΕΚ Α'135/25.7.85\)](#) “*Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις*”, ο οποίος καταργήθηκε μεταγενέστερα από το αρθ. 10 του ν. 2244/1994. Με το νόμο αυτόν επιδιώχθηκε η προώθηση της ανάπτυξης των Α.Π.Ε. και επιτράπηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεξάρτητους αυτοπαραγωγούς, πλην όμως η ιδιωτική πρωτοβουλία επιτράπηκε μόνο για την κάλυψη ιδίων αναγκών ή για την πώληση της ενέργειας προς τη Δ.Ε.Η.

Το έτος 1987 ιδρύθηκε το [Κ.Α.Π.Ε.](#) με το π.δ. 375/1987 “*Ίδρυση Νομικού Προσώπου Ιδιωτικού Δικαίου με την Επωνυμία Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*” με σκοπό την προώθηση και υποστήριξη της ανάπτυξης των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα.

Με το [ν. 2244/1994 \(ΦΕΚ Α'168/7.10.94\)](#) “*Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις*”, ο οποίος είχε ως πρότυπο (πηγή: www.ypan.gr/index_c_cms.htm) τον αντίστοιχο γερμανικό νόμο (Stromeinspeisungsgesetz) ρυθμίστηκαν θέματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και επιτράπηκε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ιδιώτες. Το αποκλειστικό δικαίωμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διατηρήθηκε καταρχήν υπέρ της Δ.Ε.Η.. Επιτράπηκε όμως και η κατόπιν άδειας, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τρίτους (ανεξάρτητους) παραγωγούς, με χρήση Α.Π.Ε., οι οποίοι είχαν το δικαίωμα να τη διαθέσουν αποκλειστικά στη Δ.Ε.Η. (αρθ. 1§1 περ. α, 2 περ. β και 10 του νόμου). Περαιτέρω, προσφέρθηκαν ελκυστικές τιμές αγοράς στους ανεξάρτητους παραγωγούς, ενώ προβλέφθηκε η σύναψη πολυετών συμβάσεων μεταξύ των ανεξάρτητων παραγωγών και της Δ.Ε.Η., προκειμένου να καταστούν οικονομικά βιώσιμες οι επενδύσεις στον τομέα των Α.Π.Ε.. Η τιμή ορίστηκε ενιαία για όλες τις μορφές των Α.Π.Ε. Ο νόμος καθόρισε για το διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας σταθερές τιμές πώλησης της ανανεώσιμης ενέργειας σε επίπεδα ίσα με το 90% και 70% του γενικού τιμολογίου στη μέση και στην υψηλή τάση, αντίστοιχα. Στα νησιά που δεν ανήκουν στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα η τιμολόγηση βασίζεται στο 90% του τιμολογίου γενικής χρήσης (Χαμηλή Τάση) (πηγή : ΥΠ.ΑΝ. 3^η Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010, ό.π., σ. 7). Οι ρυθμίσεις αυτές συνέβαλλαν σημαντικά στην αύξηση των επενδύσεων στον τομέα των Α.Π.Ε. ιδίως στην αιολική ενέργεια.

Με το [ν. 2773/1999 \(ΦΕΚ Α'286/22.12.99\)](#) “Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις”, επιχειρήθηκε η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε *συμμόρφωση προς την Οδηγία 96/92/ΕΚ* του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19.12.1996, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Με το νόμο αυτόν θεσπίστηκε νέο σύστημα αδειοδότησης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, κατά το οποίο προηγείται η *άδεια παραγωγής*, χορηγούμενη από τον Υπουργό Ανάπτυξης, ύστερα από γνώμη της Ρ.Α.Ε. (η πράξη αυτή της Ρ.Α.Ε. έχει χαρακτήρα απλής γνώμης οπότε στερείται εκτελεστότητας, ΔΕφΑΘ 1636/2004, ΕκΔ 6/2006, σ.94), σύμφωνα με τους όρους και προϋποθέσεις που προβλέπονται στο νόμο αυτό και στον Κανονισμό Αδειών. Κατά τα προβλεπόμενα στο νόμο (αρθ. 9§3) η άδεια παραγωγής, η οποία είναι ανεξάρτητη των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας (αρθ. 9§5), χορηγείται κυρίως βάσει οικονομικών κριτηρίων (Σ.τ.Ε. 3872/2002) και συνδέεται με τη σκοπιμότητα του έργου, πρέπει δε να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής στοιχεία : **α)** το πρόσωπο, στο οποίο χορηγείται το δικαίωμα **β)** το σταθμό ηλεκτροπαραγωγής, για τον οποίο χορηγείται η άδεια, τον τόπο εγκατάστασής του, το δυναμικό παραγωγής και τη χρησιμοποιούμενη καύσιμη ύλη. Περαιτέρω (άρθ. 28§1) προβλέφθηκε η θέσπιση Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, ύστερα από γνώμη της Ρ.Α.Ε.. Με τον Κανονισμό αυτόν ρυθμίστηκε το περιεχόμενο της αιτήσεως, τα υποβαλλόμενα δικαιολογητικά και στοιχεία για τη χορήγηση των αδειών παραγωγής, αποκλειστικότητας της κυριότητας του Συστήματος, διαχείρισης του Συστήματος, αποκλειστικότητας της κυριότητας και διαχείρισης του Δικτύου και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας και οι ειδικότεροι όροι και προϋποθέσεις χορηγήσεώς τους. Σχετική ρύθμιση υπήρχε στα άρθ. 4 και 5 της Οδηγίας 96/92/ΕΚ, όπου προβλεπόταν ότι οι άδειες παραγωγής χορηγούνται με αντικειμενικά, διαφανή και αμερόληπτα κριτήρια και αναφέρονταν ενδεικτικά μερικά από τα κριτήρια του νόμου. Τα θέματα αυτά ρυθμίστηκαν εν πολλοίς εκ νέου με τις διατάξεις του [ν. 3426/2005 \(ΦΕΚ Α'309/22.12.2005\)](#) “Επιτάχυνση της διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας”, με τον οποίο μεταφέρθηκαν στο εσωτερικό δίκαιο οι διατάξεις της Οδηγίας 2003/54/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26.06.2003 (πηγή : ΕΕ L 176 της 15.7.2003, σ. 37) σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση της Οδηγίας 96/92/ΕΚ.

Ως προς τις Α.Π.Ε. ο [ν. 2773/1999](#) διατήρησε το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς τους, δίνοντας παράλληλα έμφαση και στο θέμα της προτεραιότητας πρόσβασης στο Δίκτυο. Συγκεκριμένα, ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε., ως Διαχειριστής του Συστήματος μεταφοράς υποχρεώθηκε να δίνει προτεραιότητα κατά την κατανομή του φορτίου στους Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε., υδροηλεκτρικής ενέργειας και συμπαραγωγής με μέγιστη ισχύ 50, 10 και 35ΜWe αντίστοιχα. Επίσης θεσπίστηκε τέλος επί των πωλήσεων ανανεώσιμης ενέργειας υπέρ των οικείων Ο.Τ.Α.

Εξάλλου, με τον “Οδηγό αξιολόγησης αιτήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και μικρή Σ.Η.Θ.”, που εξέδωσε η Ρ.Α.Ε. (Ιούλιος 2001) εξειδικεύτηκαν τα κριτήρια του [ν. 2773/1999](#)

και η διαδικασία αξιολόγησης (πηγή : Ρ.Α.Ε., Έκθεση Πεπραγμένων, ό.π., σ.164 επ.) : Στο 1^ο στάδιο της διαδικασίας (Φάση Α') εξετάζεται κάθε αίτηση αυτοτελώς, προκειμένου να λάβει θετική ή αρνητική γνώμη. Στη συνέχεια, γίνεται συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ έργων που έχουν λάβει θετική γνώμη, εφόσον συγκρούονται μεταξύ τους, είτε λόγω περιορισμένης χωρητικότητας του Δικτύου, είτε λόγω εδαφικής επικάλυψης των έργων ή κορεσμού της περιοχής. Κατά τη συγκριτική αξιολόγηση των κατά τα ανωτέρω ανταγωνιστικών έργων το κριτήριο της ωριμότητας του έργου βαθμολογείται και η επίδοση υπολογίζεται ανάλογα με τυχόν εγκρίσεις και άδειες που έχει εξασφαλίσει ο αιτών (έγκριση επέμβασης, προέγκριση χωροθέτησης, Ε.Π.Ο. κ.λ.π.) (πηγή : ΣτΕ 3652/2005, ΕλλΔνη 2006, σ. 1220).

Στη συνέχεια, οι πρωτοβουλίες της Ε.Ε. για την προώθηση των Α.Π.Ε., που οδήγησαν στην έκδοση της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ της 27.09.2001, για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έδωσαν την ώθηση για την ψήφιση του [ν. 2941/2001 \(ΦΕΚ Α'201/12.9.2001\)](#) "*Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών αδειοδότησης Α.Π.Ε. ...*". Σημαντική καινοτομία αποτελεί η διάταξη του άρθ. 2 του ν. 2941/2001, σύμφωνα με την οποία τα έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα έργα δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευής υποσταθμών και υποδομής εν γένει, χαρακτηρίζονται ως έργα δημόσιας ωφελείας, ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησής τους, γεγονός που επιτρέπει την αναγκαστική απαλλοτρίωση των ακινήτων που είναι απαραίτητα για την κατασκευή τους ή τη σύσταση εμπράγματων δικαιωμάτων επ' αυτών. Επίσης τα έργα σύνδεσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. με το Διασυνδεδεμένο Σύστημα της Ηπειρωτικής Χώρας και τα Δίκτυα Αυτόνομων Νησιωτικών Περιοχών μπορούν να κατασκευάζονται από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο επενδυτή, σύμφωνα με προδιαγραφές που παρέχονται από τον Διαχειριστή του Συστήματος και των Δικτύων. Περαιτέρω ορίστηκε ότι για την κατασκευή ηλιακών σταθμών και ανεμογεννητριών δεν απαιτείται έκδοση άδειας οικοδομής με εξαίρεση τα έργα πολιτικού μηχανικού. Καταβλήθηκε επίσης προσπάθεια εφαρμογής της λεγόμενης μονοαπευθυντικής διαδικασίας ("one-stop shop"), αφού προβλέφθηκε ότι οι αρμόδιες για την έκδοση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας Δ/νσεις Σχεδιασμού και Ανάπτυξης των οικείων Περιφερειών συντονίζουν την περιβαλλοντική αδειοδότηση, στην οποία εμπλέκεται πληθώρα δημοσίων υπηρεσιών και άλλων φορέων, προκειμένου να μειωθούν οι μεγάλες καθυστερήσεις που παρατηρούνταν στις σχετικές διοικητικές διαδικασίες. Τέλος, οι εξαιρέσεις που ισχύουν για μεγάλα έργα υποδομής για την εντός δασών και δασικών εκτάσεων, εγκατάσταση μεγάλων έργων υποδομής δημοσίου συμφέροντος επεκτάθηκαν (με τροποποίηση του άρθ. 58 του ν. 998/1979) και στα έργα Α.Π.Ε.. Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. εντός προστατευόμενων περιοχών πραγματοποιείται μέχρι την έκδοση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε., μετά από γνωμοδότηση της Δ/νσης Χωροταξίας του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.. Ειδικά για την Αττική η εν λόγω χωροθέτηση γίνεται έως την έκδοση του ανωτέρω Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε., μετά από κοινή γνωμοδότηση του Ο.Ρ.Σ.Α. και του Κ.Α.Π.Ε.

Με την [46/Φ1/2006/6.2.2002](#) απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης “*Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση Α.Π.Ε. και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας*” προβλέφθηκε ότι προϋπόθεση για την υποβολή αιτήματος για έκδοση άδειας εγκατάστασης ή επέκτασης είναι η κατοχή ισχύουσας άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (άρθ. 3§2) και ότι εάν ανακληθεί για οποιονδήποτε λόγο η άδεια παραγωγής ανακαλείται υποχρεωτικά και η άδεια εγκατάστασης (άρθ. 11§5).

Με το άρθ. 2 της [Κ.Υ.Α.46/Φ1/οικ.19500/4.11.2004](#) (ΦΕΚ Β'1671/11.11.2004) “*Τροποποίηση της 13727/724/2003 Κ.Υ.Α. ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης, που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία*” οι εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. μικρού μεγέθους μετατάχθηκαν στην κατηγορία μηδενικής όχλησης με συνέπεια να είναι δυνατή η ένταξή τους στον οικιστικό ιστό (πηγή : ΥΠ.ΑΝ., 3η Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διείσδυσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010, ό.π., σ. 10).

4.1.2 Συμπερασματικές παρατηρήσεις για το προϊσχύσαν θεσμικό πλαίσιο των Α.Π.Ε.

Το εθνικό θεσμικό πλαίσιο που ρύθμιζε τον τομέα των Α.Π.Ε., παρουσίαζε σημαντικά κενά, λόγω του αποσπασματικού χαρακτήρα, ζητήματα συνταγματικότητας και γενικά δεν θεωρούνταν κατάλληλο για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. (πηγή : www.nomosphysis.org.gr).

Από τη θεωρία ζητήθηκε έγκαιρα η απλοποίηση και “αντικειμενικοποίηση” των αδειών αδειοδότησης, ιδίως αυτών που ακολουθούν μετά τη χορήγηση της άδειας παραγωγής, οι οποίες ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρες. Σ’ αυτό συντελούσε και η ασάφεια ως προς τα απαιτούμενα στοιχεία και έγγραφα που έπρεπε να περιλαμβάνει ο φάκελος της αίτησης για τη χορήγηση της άδειας παραγωγής (πηγή : Β. Καραγεώργου/Σ. Μανωλκίδης, Αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και Α.Π.Ε. ΕκΔ, 5/2006, σ.5 επ.(10-11)). Επίσης, υποστηρίχθηκε ότι οι 3 ουσιαστικά άδειες που απαιτούνται (παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας) για την ολοκλήρωση ενός έργου Α.Π.Ε. θα μπορούσαν να εξετάζονται και να χορηγούνται παράλληλα με την υιοθέτηση της μονοαπευθυντικής διαδικασίας (one – stop shop). Η έλλειψη εθνικού χωροταξικού σχεδιασμού των έργων Α.Π.Ε. και η αδυναμία υλοποίησης, έστω περιφερειακών χωροταξικών σχεδίων που να τα εμπεριέχουν, αποτελούν συχνά σημαντική τροχοπέδη για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε., αφού οδηγούν στην ακύρωση εντοπισμένων χωροθετήσεων.

Τα προβλήματα αυτά πάντως απασχολούν πολλές χώρες-μέλη της Ε.Ε. γι’ αυτό και η Επιτροπή στην Ανακοίνωσή της με τίτλο “*Χάρτης Πορείας για τις Α.Π.Ε.. Οι Α.Π.Ε. τον 21^ο αιώνα : συμβολή στην ενίσχυση της αειφορίας*” τονίζει ότι :

“*Τα κράτη-μέλη ή/και οι τοπικές και περιφερειακές αρχές οφείλουν ιδίως :*

— *Να εξασφαλίσουν ότι οι διαδικασίες αδειοδότησης είναι απλές, γρήγορες και δίκαιες, με σαφείς κατευθυντήριες γραμμές για την αδειοδότηση, καθώς και, κατά περίπτωση, τον καθορισμό οργανισμών*

αδειοδότησης μονοαπευθυντικής διαδικασίας, οι οποίοι να είναι αρμόδιοι για το συντονισμό των διοικητικών διαδικασιών που αφορούν τις Α.Π.Ε.

— Να βελτιώσουν τους μηχανισμούς προκαταρκτικού σχεδιασμού, επιβάλλοντας στις Περιφέρειες και την Τοπική Αυτοδιοίκηση την υποχρέωση να καθορίζουν τοποθεσίες κατάλληλες για τις Α.Π.Ε..

— Να ενσωματώσουν τις Α.Π.Ε. σε περιφερειακά και τοπικά σχέδια”.

Πάντως πέραν των προαναφερομένων, βασικοί λόγοι για τη μη ανάπτυξη των Α.Π.Ε. κατά το παρελθόν στη χώρα μας ήταν τόσο η αδυναμία της Δ.Ε.Η. να απορροφήσει την ηλεκτρική ενέργεια που θα παραγόταν από Α.Π.Ε., όσο και οι αντιδράσεις τοπικών παραγόντων (πηγή : *Μ. Παπαδόπουλος*, Η εξέλιξη του ηλεκτρικού ενεργειακού τομέα στην Ελλάδα. Από τον 19^ο στον 21^ο αιώνα, ΕκΔ 2/2004, σ.53 επ.(64)). Η διαπίστωση αυτή αναδεικνύει και την υποχρέωση της Πολιτείας να εκπονήσει και να εφαρμόσει προγράμματα ενημέρωσης των πολιτών και των αρχών της Τοπικής Αυτοδιοίκησης για τα οφέλη που προσφέρει η μετάβαση από τις παραδοσιακές στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Σε ανακοίνωση της Επιτροπής, στο Συμβούλιο και στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο με τίτλο “Δράση παρακολούθησης της Πράσινης Βίβλου. Έκθεση σχετικά με την πρόοδο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε.” επισημαίνονται για την Ελλάδα τα εξής : “Συγκρατημένη αύξηση των RES-E, κυρίως λόγω διοικητικών φραγμών, αν και πρόσφατα εκδόθηκε νέος Κανονισμός που αποσκοπεί στη μείωση αυτών των φραγμών. Η πρόσφατη σημαντική αύξηση της αιολικής ενέργειας (100 MW που εγκαταστάθηκαν μέχρι το 2005) δίνει θετική ώθηση στην αγορά των RES-E. Απαιτούνται εντονότερες αυξήσεις των RES-E για την επίτευξη του στόχου του 20,1% το 2010” (πηγή : Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες, 10.1.2007, COM(2006) 849 τελικό, σ.9).

4.1.3 Βασικά προβλήματα από την εφαρμογή των ν. 2244/1994, 2773/1999 και 2941/2001

Το γεγονός και μόνο ότι το θεσμικό πλαίσιο των Α.Π.Ε. περιλαμβανόταν σε 5 νόμους (ν. 2244/1994, 2643/1998, 2773/1999, 2941/2001 και 3175/2003), οι οποίοι τροποποιήθηκαν επανειλημμένα και εξειδικεύτηκαν με την έκδοση αρκετών κανονιστικών αποφάσεων, αποδεικνύει ότι σε πολλά θέματα παρατηρούνταν συχνά επικαλύψεις, αντιφάσεις και ασάφειες, ενώ δεν ήταν πάντοτε ευκρινές ποιοι κανόνες εξακολουθούσαν να ισχύουν.

4.2 Ο Νόμος 3468/2006 (Φ.Ε.Κ. Α΄129/27.6.2006)

“Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις”

Η ανάγκη για την αναμόρφωση του νομικού πλαισίου που ρυθμίζει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. κρίθηκε απαραίτητη διότι οι σχετικές διατάξεις ήταν διάσπαρτες σε διάφορα νομοθετήματα και είχαν αποσπασματικό χαρακτήρα με αποτέλεσμα να μην διευκολύνουν την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. στην Ελλάδα.

Ο ν. 3468/27.06.2006 (Φ.Ε.Κ. 129Α΄), σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και συμπαγωγή είναι σε ισχύ από τις 26.6.2006. Με τον νόμο αυτόν τροποποιείται το ισχύον θεσμικό πλαίσιο (ν. 2244/1994, ν. 2773/1999, ν. 3426/2005), ενώ μεταξύ άλλων μεταβάλλεται η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας (οι τιμές αγοράς παύουν να ορίζονται ως ποσοστά επί των τιμολογίων πώλησης της Δ.Ε.Η., καταργείται η πίστωση για το σκέλος ισχύος στο διασυνδεδεμένο σύστημα κ.α.).

4.2.1 Οι σκοποί του νόμου

Επιτακτικός λόγος για την αναμόρφωση του νομικού πλαισίου των Α.Π.Ε. ήταν και η ανάγκη προσαρμογής της ελληνικής νομοθεσίας στην Οδηγία 2001/77/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27.9.2001 για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Η προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας προς την Οδηγία 2001/77/EK πραγματοποιήθηκε με την έκδοση του ν. 3468/2006.

Τα κράτη-μέλη διαθέτουν διακριτική ευχέρεια ως προς την επιλογή του μέσου (δηλ. της πράξης) για τη μεταφορά μιας κοινοτικής Οδηγίας στο εσωτερικό δίκαιο. Η επιλογή του (τυπικού) νόμου ως μεθόδου εναρμόνισης του εθνικού δικαίου προς την Οδηγία 2001/77/EK κρίθηκε απαραίτητη επειδή και τα βασικά σχετικά ζητήματα ρυθμίζονταν μέχρι τώρα επίσης με νόμο. Η επιλογή αυτή αποδεικνύει ενδεχομένως και την ιδιαίτερη σημασία που αποδίδει στην προώθηση των Α.Π.Ε. η Ελληνική Πολιτεία.

Σύμφωνα με το άρθρο 1 του ν. 3468/2006 σκοπός του νόμου είναι αφενός η μεταφορά στο ελληνικό δίκαιο της Οδηγίας 2001/77/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27.9.2001 για την “προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας” και αφετέρου “... η προώθηση, κατά προτεραιότητα, στη εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με κανόνες και αρχές της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α.”

Βασικός στόχος του νόμου είναι η συμμετοχή της ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. το έτος 2010 να ανέλθει σε ποσοστό 20,1% και το 2020 σε 29% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης (άρθρ. 27).

4.2.2 Το κανονιστικό περιεχόμενο του νόμου

Ο ν. 3468/2006 αποτελείται από 8 Κεφάλαια και αυτά με τη σειρά τους από 33 άρθρα.

▣ Κεφ. Α' (άρθρα 1-2) : περιέχονται ο σκοπός του νόμου και οι ορισμοί (συνολικά 27), οι οποίοι συμπληρώνουν τους ορισμούς του άρθ. 2 του ν. 2773/1999 και κρίνονται απαραίτητοι για την ερμηνεία και εφαρμογή των διατάξεων του νόμου (πηγή : αιτιολογική έκθεση του νόμου, άρθρο 2).

▣ Κεφ. Β' (άρθρα 3-6) : ρυθμίζονται θέματα σχετικά με την άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργεια από Α.Π.Ε., μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. και υβριδικούς σταθμούς Α.Π.Ε.

▣ Κεφ. Γ' (άρθρα 7-12) : ρυθμίζεται ιδιαίτερα το κρίσιμο ζήτημα της εγκατάστασης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. καθώς και οι τρόποι διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

▣ Κεφ. Δ' (άρθρα 13-14) : ρυθμίζεται η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

▣ Κεφ. Ε' (άρθρα 15-18) : ρυθμίζονται τα θέματα που σχετίζονται με τις εγγυήσεις προέλευσης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.

▣ Κεφ. ΣΤ' (άρθρα 19-23) : θεσπίζονται νέα όργανα (και ο τρόπος δράσης τους) για το συντονισμό και την προώθηση επενδύσεων στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., προβλέπονται εκθέσεις για την προώθηση των Α.Π.Ε. καθώς και οι διοικητικές κυρώσεις για την παράβαση της σχετικής νομοθεσίας.

▣ Κεφ. Η' (άρθρα 25-26) : ρυθμίζονται τα θέματα σχετικά με το ειδικό τέλος των παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και λοιπά ζητήματα.

▣ Κεφ. Θ' (άρθρα 27-28) : περιλαμβάνονται οι μεταβατικές και τελικές διατάξεις.

Ειδικότερα :

α) Άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. & υβριδικούς σταθμούς Α.Π.Ε.

Όπως συμβαίνει γενικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. απαιτείται σχετική διοικητική άδεια, η οποία χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων (άρθ. 3§1). Τα κριτήρια αυτά σχετίζονται με αυτά που τίθενται στον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας, ο οποίος προβλέπεται από το άρθρο 9§2 του ν. 2773/1999. Περαιτέρω, απλοποιείται η διαδικασία χορήγησης της άδειας παραγωγής, διότι στο στάδιο της γνωμοδότησης της Ρ.Α.Ε. “ενσωματώνεται” και το στάδιο της γνωμοδότησης της αρμόδιας αρχής επί της Π.Π.Ε.Α. (άρθ. 3§2). Με τη νέα ρύθμιση στην άδεια παραγωγής περιλαμβάνεται η καταρχήν συναίνεση της πολιτείας ως προς το επιτρεπτό της αιτούμενης δραστηριότητας και βελτιώνεται το προϊσχύσαν καθεστώς του άρθρου 28§1 του ν. 2773/1999. Η ως άνω άδεια χορηγείται για διάστημα μέχρι 25 ετών και μπορεί να ανανεώνεται για ίσο χρόνο (άρθ. 3§4). Η άδεια παραγωγής μπορεί να τροποποιείται με αίτηση του κατόχου της και να μεταβιβάζεται σε άλλο πρόσωπο, μετά από γνώμη

της Ρ.Α.Ε., εφόσον πληρούνται τα κριτήρια που ορίζονται στην παρ. 1 (άρθ. 3§§5,6). Θετική είναι η νέα ρύθμιση σύμφωνα με την οποία εάν εντός 24 ή 36 μηνών, κατά περίπτωση, από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής δεν έχει χορηγηθεί η απαιτούμενη άδεια εγκατάστασης, η άδεια παραγωγής ανακαλείται υποχρεωτικά δεδομένου ότι αποτρέπει παρελκυστικές τακτικές κάποιων παραγωγών και το “εμπόριο” των αδειών παραγωγής. Στο χρονικό διάστημα των 24 μηνών δεν συνυπολογίζεται ο χρόνος δικαστικής αναστολής της εκτέλεσης οποιασδήποτε άδειας ή έγκρισης που απαιτείται για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης και ο χρόνος καθυστέρησης για τη λήψη της άδειας εγκατάστασης, εφόσον η καθυστέρηση δεν οφείλεται, αποδεδειγμένα, σε παράλειψη ή οποιασδήποτε μορφής υπαιτιότητα του κατόχου της άδειας παραγωγής (για όσο χρόνο εξακολουθούν να υφίστανται). Ρητά ορίζεται ωστόσο, ότι 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 (άρθ. 3§4).

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 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. (άρθ. 3§7). Η χορήγηση της άδειας παραγωγής αποτελεί *προϋπόθεση για την υποβολή αιτήματος Ε.Π.Ο.* σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1650/1986 και για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας. Υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με τη διάταξη του άρθ. 4 του ν. 1650/1986, όπως τροποποιήθηκε με το αρθ. 2 του ν. 3010/2002, η απόφαση Ε.Π.Ο. αποτελεί προϋπόθεση για την έκδοση των διοικητικών πράξεων που απαιτούνται κατά περίπτωση για την πραγματοποίηση του έργου ή της δραστηριότητας. Ωστόσο, 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 προκειμένου προφανώς να επιτυγχάνεται οικονομία χρόνου (άρθ. 3§8). Κατά την αξιολόγηση των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής, η Ρ.Α.Ε. μπορεί να συνεργάζεται με το Κ.Α.Π.Ε. στο πλαίσιο σχετικής συμφωνίας για την παροχή υπηρεσιών τεχνικού συμβούλου (άρθ. 3§10).

Από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής προβλέπονται ορισμένες *εξαιρέσεις* (άρθ. 4) οι περιπτώσεις εξαίρεσης διαπιστώνονται με απόφαση της Ρ.Α.Ε. εκτός από ορισμένες περιπτώσεις όπου δεν απαιτείται ούτε η απόφαση αυτή. Σημαντική είναι η πρόβλεψη εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής για Φ/Β εγκαταστάσεις (με ισχύ μέχρι 150 kW_{peak}), οποίες μολονότι παρουσιάζουν μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης στην Ελλάδα, δεν έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα, παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρουν, αφού βρίσκουν εφαρμογές σε κατοικίες και βιομηχανικά κτίρια, δηλ. πλησίον της κατανάλωσης, ενώ η μέγιστη παραγωγή τους συμπίπτει χρονικά με τη μέγιστη κατανάλωσή τους. Αξίζει να σημειωθεί πάντως ότι η Διοίκηση επισήμανε τον κίνδυνο ειδικά

για τις Φ/Β εγκαταστάσεις να υπάρξουν προσπάθειες για την κατάτμηση του πραγματικού μεγέθους σε μικρότερα υποσύνολα ισχύος μικρότερης από αυτή για την οποία απαιτείται η λήψη άδειας παραγωγής με σκοπό την υπαγωγή στο ευνοϊκό καθεστώς τιμολόγησης του άρθρου 13.

Για τις αιτήσεις που υποβάλλονται για τη χορήγηση, την τροποποίηση ή την ανάκληση αδειών παραγωγής καθορίζεται ειδική διαδικασία και θεσπίζονται ειδικοί κανόνες δημοσιότητας (αρθ. 5). Προβλέπεται η τήρηση από τη Ρ.Α.Ε. *ειδικού μητρώου*, στο οποίο καταχωρίζονται οι άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., οι πράξεις εξαιρέσης από την υποχρέωση λήψης άδειας, οι τροποποιήσεις και οι μεταβιβάσεις αυτών, καθώς και κάθε άλλη μεταβολή των στοιχείων των αδειών για την οποία δεν απαιτείται τροποποίησή τους. Το περιεχόμενο του Μητρώου γνωστοποιείται από τη Ρ.Α.Ε. στους αρμόδιους Διαχειριστές και στον Υπουργό Ανάπτυξης, στο τέλος κάθε 2μήνου, με ηλεκτρονικό ή άλλο πρόσφορο τρόπο (αρθ. 5§2). Προβλέπεται επίσης η έκδοση “Κανονισμού Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.” που εγκρίνεται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. και δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Ήδη εκδόθηκε ο “Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Α.Π.Ε. και μέσω Σ.Η.Θ.Υ.Α.”, ο οποίος εγκρίθηκε με την υπ’ αριθ. Δ6/Φ1/οικ.5707/2007 Απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης. Με τον Κανονισμό αυτόν ρυθμίζονται οι όροι και η διαδικασία χορήγησης, τροποποίησης και μεταβίβασης των αδειών παραγωγής, εξειδικεύονται τα κριτήρια, καθορίζεται η μεθοδολογία για την εφαρμογή τους και κάθε ειδικότερο θέμα και σχετική λεπτομέρεια (αρθ. 5§3). Καθορίζονται επίσης οι ειδικότερες υποχρεώσεις του κατόχου της άδειας, η διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου της τήρησης των όρων της άδειας παραγωγής και των συναφών υποχρεώσεων καθώς και η διαδικασία ανάκλησης της άδειας αυτής. Τέλος εξειδικεύονται οι περιπτώσεις για τις οποίες δεν απαιτείται η τήρηση της διαδικασίας τροποποίησης της άδειας παραγωγής.

Ειδικότεροι όροι, προϋποθέσεις και διαδικασία προβλέπονται για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από *υβριδικούς σταθμούς Α.Π.Ε. σε Μη Διασυνδεδεμένο Νησί*, καθώς και για την ένταξη και τη λειτουργία των σταθμών αυτών στο Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού (αρθ. 6). Οι αιτήσεις για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από υβριδικούς σταθμούς πρέπει να συνοδεύονται **(α)** από αναλυτική μελέτη στην οποία περιγράφονται ο τρόπος ένταξης και λειτουργίας των Υβριδικών Σταθμών στο Ηλεκτρικό δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού και **(β)** πρόταση τιμολόγησης της διαθεσιμότητας της ισχύος των μονάδων ελεγχόμενης παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού, της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις μονάδες αυτές, η οποία απορροφάται από το Δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, καθώς και της ηλεκτρικής ενέργειας την οποία απορροφά ο σταθμός από το Δίκτυο για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσής του. Στο άρθ. 6§5 θεσπίζεται υποχρέωση του κατόχου αυτής να πωλεί την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μόνο στον Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, ο οποίος υποχρεούται εντός της προθεσμίας που ορίζεται στην άδεια παραγωγής, να συνάπτει τις αναγκαίες συμβάσεις με τον κάτοχό της, συμπεριλαμβανομένης της σύμβασης πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που

προβλέπεται στο άρθρο 12§2. Κατά τα άλλα, για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικούς Σταθμούς που εγκαθίστανται στο Σύστημα ή στο Διασυνδεδεμένο Δίκτυο, εφαρμόζεται, ανάλογα η διαδικασία που προβλέπεται στα άρθρα 3, 4, 5 του νόμου.

β) Εγκατάσταση και Λειτουργία των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.

Το ζήτημα της εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., καθώς και των έργων που σχετίζονται με την κατασκευή και λειτουργία τους είναι ιδιαίτερα σημαντικό, αφού σχετίζεται άμεσα με την προστασία ευαίσθητων περιοχών και οικοσυστημάτων, ενώ έχει απασχολήσει και τη νομολογία. Σύμφωνα με τη διάταξη του άρθρου 7, οι σταθμοί και τα έργα που σχετίζονται με αυτούς επιτρέπεται να εγκαθίστανται και να λειτουργούν σε : **(α)** γήπεδο ή σε χώρο, επί των οποίων ο αιτών έχει το δικαίωμα νόμιμης χρήσης **(β)** δάση ή δασικές εκτάσεις, εφόσον έχει επιτραπεί σε αυτά η εκτέλεση έργων σύμφωνα με τα άρθρα 45 και 58 του ν. 998/1979 όπως ισχύει ή με το άρθρο 13 του ν. 1734/1987, όπως ισχύει **(γ)** αιγιαλό, παραλία, θάλασσα ή σε πυθμένα της, εφόσον έχει παραχωρηθεί το δικαίωμα χρήσης τους σύμφωνα με το άρθρο 14 του ν. 2971/2001, όπως ισχύει.

Ως προς τις ακτές, δηλ. την οριακή γραμμή στην οποία συναντώνται ξηρά και θάλασσα έχει κριθεί από νομολογία του Σ.τ.Ε., ότι αποτελούν ευπαθή οικοσυστήματα. Κατά συνέπεια εκτέλεση τεχνικού έργου, όπως είναι εν προκειμένω οι σταθμοί Α.Π.Ε. και τα έργα που σχετίζονται με αυτούς, επί της ακτής, είτε στη χερσαία είτε στη θαλάσσια ζώνη, δεν είναι επιτρεπτή παρά μόνο για λόγους δημοσίου συμφέροντος και υπό την προϋπόθεση ότι το έργο είναι βιώσιμο δηλ. ως εκ της χωροθέτησής του, της γενικής περιβαλλοντικής μελέτης και των όρων αυτής έχει προηγουμένως εξασφαλιστεί το συμβατό αυτού με τα οικεία οικοσυστήματα, τη λειτουργία και τη μορφολογία της ακτής, βάσει ενός συνολικού προγραμματισμού της επεμβάσεως αυτής. Εξάλλου, έχει κριθεί ότι για έργα εκτελούμενα επί αιγιαλού, απαιτείται προέγκριση χωροθέτησης (ήδη Π.Π.Ε.Α.) ακόμη και όταν πρόκειται για έργο για το οποίο δεν απαιτείται προέγκριση από το ν.1650/1986.

Στο ζήτημα της εγκατάστασης Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. αναφέρονται και διατάξεις του άρθρου 24 του νόμου : Συγκεκριμένα τροποποιείται εκ νέου η διάταξη του άρθ. 58§2 του ν. 998/1997, με την οποία προβλέπεται ότι η έγκριση επέμβασης, για την εκτέλεση έργων και την εγκατάσταση σταθμών Α.Π.Ε. σε δάση και δασικές εκτάσεις ενσωματώνεται στην απόφαση Ε.Π.Ο. και εκδίδεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης και Τροφίμων για τις περιπτώσεις στις οποίες αρμόδιος για την Ε.Π.Ο. είναι ο Υπουργός ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και από τον Γενικό Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας, μετά από γνώμη των αρμοδίων δασικών υπηρεσιών, αν αρμόδιος για την Ε.Π.Ο. είναι οι Υπηρεσίες της Περιφέρειας ή της Ν.Α.

Παράλληλα θεσπίζεται (με τροποποίηση του άρθ. 2§5 του ν. 2244/1994) η υποχρέωση οι χώροι, όπου είναι εγκατεστημένος σταθμός παραγωγής Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., είτε να είναι όμοροι με τους χώρους όπου γίνεται η κατανάλωση, είτε αυτή να τροφοδοτείται από το σταθμό με απευθείας

γραμμή. Εισάγεται δηλ. η δυνατότητα σύνδεσης αυτοπαραγωγού με *απευθείας γραμμή* με το χώρο κατανάλωσης στην περίπτωση που οι χώροι δεν είναι όμοροι, οπότε δεν απαιτείται η γραμμή αυτή να αποτελεί τμήμα του Συστήματος ή του Δικτύου. Σύμφωνα με το άρθρ. 27§6 του νόμου, η τροποποιημένη διάταξη του άρθρ. 2§5 του ν. 2244/1994 εφαρμόζεται μέχρι την έναρξη ισχύος του Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου και του Κώδικα Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Εξάλλου, προστίθεται §9 στο άρθρ. 14 του ν. 2971/2001, στην οποία ορίζεται ότι με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών, μπορεί να παραχωρείται το δικαίωμα χρήσης αιγιαλού, παραλίας, συνεχόμενου ή παρακείμενου θαλάσσιου χώρου ή πυθμένα θάλασσας για την εκτέλεση εργασιών εγκατάστασης Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. με προβλεπόμενη διαδικασία.

Τέλος, με τροποποίηση της περ. α' του άρθρ. 10§1 του ν. 2773/1999 αίρεται ο περιορισμός ως προς τη μέγιστη ισχύ που πρέπει να έχει εφεδρικός σταθμός παραγωγής (μέχρι 900kW) για να εξαιρεθεί από την υποχρέωση ειδικής αδειοδότησης για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την *εγκατάσταση ή επέκταση Σταθμού Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.* απαιτείται σχετική διοικητική άδεια (άρθρ. 8). Καθορίζεται η διαδικασία για την έκδοση της παραπάνω άδειας, η οποία χορηγείται για 2 έτη και μπορεί να παρατείνεται για ίσο χρόνο, υπό τις οριζόμενες προϋποθέσεις της §4. Η άδεια εγκατάστασης για όλα τα έργα της 2^{ης} υποκατηγορίας της Α' κατηγορίας και της 3^{ης} και 4^{ης} υποκατηγορίας της Β' κατηγορίας, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρ. 3 του ν. 1650/1986 όπως τροποποιήθηκε με το ν. 3010/2002, χορηγείται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός, εντός *αποκλειστικής προθεσμίας* 15 ημερών από την υποβολή από τον ενδιαφερόμενο της σχετικής αίτησης με τα δικαιολογητικά που απαιτούνται. Αν ο αρμόδιος Γενικός Γραμματέας Περιφέρειας δεν εκδώσει την άδεια εγκατάστασης εντός της ως άνω προθεσμίας, για την έκδοση αυτής καθίσταται αρμόδιος ο Υπουργός Ανάπτυξης προς τον οποίο ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει την αίτηση με το συνοδευτικό της φάκελο και την απόφαση Ε.Π.Ο. ή επικυρωμένα αντίγραφα αυτών και ο οποίος οφείλει να εκδώσει την άδεια εγκατάστασης εντός 30 ημερών από την παραλαβή των ανωτέρω εγγράφων. Πρόκειται για υποχρεωτική μεταβίβαση της αρμοδιότητας σε ιεραρχικώς προϊστάμενο όργανο με αποτέλεσμα ο Υπουργός Ανάπτυξης να καθίσταται αποκλειστικός αρμόδιος, ο δε Γενικός Γραμματέας Περιφέρειας αποξενώνεται από την αρμοδιότητα, υπό την έννοια ότι δεν μπορεί να την ασκήσει παράλληλα.

Η άδεια εγκατάστασης σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος εντάσσεται στα έργα που κατατάσσονται στην 1^η υποκατηγορία της Α' κατηγορίας του άρθρ. 3 του ν. 1650/1986 και τις κανονιστικές αποφάσεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του, καθώς και για όλα τα έργα Α.Π.Ε. που κατασκευάζονται σε προστατευόμενες περιοχές της Συνθήκης Ramsar, του Δικτύου Natura, εθνικούς δρυμούς και αισθητικά δάση, ανεξάρτητα από την κατηγορία των έργων αυτών, χορηγείται με κοινή απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης και του, κατά περίπτωση, συναρμόδιου Υπουργού. Εξάλλου, πρέπει να γίνει δεκτό ότι μέχρι την οριστική έγκριση, κατά την οικεία διαδικασία του καταλόγου των περιοχών που θα περιληφθούν, τελικώς στο δίκτυο Natura 2000, η ως άνω αρμοδιότητα του Υπουργού Ανάπτυξης και του, κατά περίπτωση, συναρμόδιου Υπουργού, που

αποτελεί διαδικαστική εγγύηση διατηρήσεως και σεβασμού του χαρακτήρα των περιοχών αυτών ασκείται στις περιοχές που έχουν αρμοδίως προταθεί προς ένταξη στο ανωτέρω δίκτυο. Ερμηνευτικά ζητήματα μπορεί να ανακύψουν ως προς την έννοια του συναρμόδιου Υπουργού. Κατά την έννοια των προαναφερομένων διατάξεων του ν. 1650/1986 όπως αντικαταστάθηκαν με το ν. 3010/2002, ως συναρμόδιοι Υπουργοί για την Ε.Π.Ο. ενός έργου νοούνται οι επί τη βάσει της κείμενης νομοθεσίας έχοντες αρμοδιότητα επί θέματος απομένου των επιπτώσεων στο περιβάλλον ορισμένου έργου ή δραστηριότητας.

Για τη λειτουργία των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. απαιτείται *άδεια λειτουργίας*, η οποία χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης εντός αποκλειστικής προθεσμίας 15 ημερών από την ολοκλήρωση των προβλεπόμενων ελέγχων του σταθμού (§5) για χρονικό διάστημα 20 ετών και μπορεί να ανανεώνεται για ίσο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με το προϊσχύσαν πλέον άρθρο 3§6 του ν. 2244/1994 η άδεια λειτουργίας χορηγούνταν για 10 χρόνια με δυνατότητα ανανέωσης. Η χορήγηση της άδειας λειτουργίας δεν απαλλάσσει τον κάτοχό της από την υποχρέωση λήψης ή ανανέωσης της ισχύος άλλων αδειών που απαιτούνται από την κείμενη νομοθεσία (§6).

Ορίζεται επίσης ότι η *Ε.Π.Ο.* για την εγκατάσταση των ανωτέρω σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για 10 έτη και μπορεί να ανανεώνεται μία ή περισσότερες φορές για ίσο χρόνο κάθε φορά (§7). Θεσπίζεται δηλ. συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ισχύος των εν λόγω πράξεων σε αντίθεση με τη γενική διάταξη του άρθ. 4§7 του ν. 1650/1985 όπως αντικαταστάθηκε με το ν. 3010/2002, στην οποία ορίζεται ότι η διάρκεια ισχύος της *Ε.Π.Ο.* ορίζεται με τη σχετική πράξη.

Για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής δεν απαιτείται η λήψη άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας. Απαιτείται ωστόσο, σε κάθε περίπτωση η περιβαλλοντική αδειοδότηση σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (§8).

Στο Υπουργείο Ανάπτυξης τηρείται *Μητρώο των Αδειών Εγκατάστασης και Λειτουργίας* σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. καθώς και των περιπτώσεων εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης των αδειών αυτών (§9). Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης καθορίζονται τα απαιτούμενα δικαιολογητικά, οι διαδικασίες και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας (§10).

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι ως προς την πράξη με την οποία χορηγείται η έγκριση ίδρυσης και λειτουργίας εγκατάστασης, έχει κριθεί ότι δεν αποτελεί την τελική πράξη σύνθετης διοικητικής ενέργειας στην οποία ενσωματώνονται οι προηγηθείσες πράξεις της *Ε.Π.Ο.*, αλλά πράξη που εκδίδεται στα πλαίσια άλλης διοικητικής ενέργειας, η οποία είναι απλώς συναφής, αφού η έκδοσή της προϋποθέτει την εγκυρότητα των πράξεων προέγκρισης χωροθέτησης (ήδη Π.Π.Ε.Α.) και *Ε.Π.Ο.*

γ) Ένταξη και Σύνδεση σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α στο Σύστημα ή το Δίκτυο και διάθεση (πώληση) της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο άρθρο 9 ορίζονται, σύμφωνα με το άρθ. 7 της Οδηγίας 2001/77/EK, τα δικαιώματα προτεραιότητας των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. που συνδέονται με το Σύστημα ή το Δίκτυο και ορίζεται η προτεραιότητα με την οποία ο αρμόδιος Διαχειριστής υποχρεούται να εντάσσει τις μονάδες αυτές στο Σύστημα ή το Δίκτυο. Σχετική πρόβλεψη περιλαμβάνεται και στις διατάξεις των άρθ. 11§3 και 14§4 της Οδηγίας 2003/54/EK. Αντίστοιχα και το άρθ. 8§3 της Οδηγίας 2004/8/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26.6.2003 “για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της Οδηγίας 94/42/E.Ο.Κ.” ορίζει ότι “Υπό τον όρο της κοινοποίησης στην Επιτροπή, τα κράτη-μέλη μπορούν να διευκολύνουν ιδιαίτερα την πρόσβαση στο δίκτυο όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από συμπαραγωγή υψηλής απόδοσης από μονάδες συμπαραγωγής μικρής κλίμακας και συμπαραγωγής πολύ μικρής κλίμακας”. Σχετικές διατάξεις περιλαμβάνονται και στο ν. 2773/1999. Περαιτέρω, ορίζονται τα ανώτατα όρια της εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών παραγωγής Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α ανεξάρτητων παραγωγών και αυτοπαραγωγών και, βάσει των ορίων αυτών, καθιερώνεται η αρχή της προτεραιότητας, κατά την κατανομή του φορτίου. Σημαντικό για το καθεστώς ένταξης των σταθμών στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο είναι το γεγονός ότι αίρεται ο περιορισμός του άρθ. 35§1 (α) του ν. 2773/1999 που έθετε ως όριο για την κατά προτεραιότητα σύνδεσης τα 50 MWe. Τέλος, ειδικές ρυθμίσεις και προϋποθέσεις θεσπίζονται για την κατά προτεραιότητα σύνδεση σταθμών Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Στο άρθρο 10 ορίζονται οι προϋποθέσεις για την ένταξη των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Συγκεκριμένα, προβλέπεται ότι ο αρμόδιος Διαχειριστής υποχρεούται να απορροφά κατά προτεραιότητα την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις μονάδες Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. καθώς και από τις μονάδες Α.Π.Ε. υβριδικών σταθμών, ενώ ακολουθεί το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει Αυτοπαραγωγός από σταθμό Σ.Η.Θ.Υ.Α.

Στο άρθρο 11 ρυθμίζονται θέματα σχετικά με τα έργα σύνδεσης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. με το Σύστημα ή το Δίκτυο. Ειδικότερα, όπως εξηγήθηκε επίσημα “... επιλύεται το ζήτημα της παραχώρησης της χρήσης του τμήματος των έργων σύνδεσης μεταξύ του κεντρικού πίνακα μέσης τάσης του σταθμού Α.Π.Ε. και του υποσταθμού ανύψωσης τάσης, κατά τρόπο συμβατό με τη συνταγματική προστασία των περιουσιακών δικαιωμάτων”.

Σημαντική καινοτομία αποτελεί η πρόβλεψη να μπορεί ο κάτοχος της άδειας παραγωγής του συνδεδεμένου σταθμού να κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης από τα όρια του σταθμού μέχρι τα όρια του Συστήματος ή του Δικτύου σύμφωνα με το άρθ. 2§4 του ν. 2941/2001 και να αποκτά τη διαχείριση των έργων αυτών, σύμφωνα με όσα προβλέπονται στους αντίστοιχους Κώδικες Διαχείρισης. Η

αναλογική εφαρμογή των διατάξεων που διέπουν την εκτέλεση έργων του Κυρίου του Συστήματος ή του Δικτύου έχει ως συνέπεια την απαλλαγή από την υποχρέωση καταβολής ανταλλάγματος για τη χρήση δασικής έκτασης. Επιτρέπεται μάλιστα η απαλλοτρίωση ακινήτων ή η σύσταση επ' αυτών εμπραγμάτων δικαιωμάτων υπέρ του κατόχου της άδειας παραγωγής του συνδεδεμένου σταθμού, με σκοπό την εγκατάσταση των έργων σύνδεσης. Ορίζεται επίσης ότι εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του άρθ. 15 του ν. 3175/2003, οι οποίες θεσπίζουν σύντομες διαδικασίες απαλλοτρίωσης. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται ανάλογα οι διατάξεις του αρθ. 9§8 του ν. 2941/2001.

Τέλος προβλέπεται η υποχρέωση του Διαχειριστή του Συστήματος και του Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών να συνάπτουν *σύμβαση αγοραπωλησίας* με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται στο Σύστημα (είτε απευθείας είτε μέσω του Δικτύου) ή με το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών αντίστοιχα (άρθ. 12). Η διάρκεια των συμβάσεων αυτών καθορίζεται σε *10 έτη με δυνατότητα παράτασης για άλλα 10* μονομερώς με έγγραφη δήλωση του παραγωγού, εφόσον αυτή υποβάλλεται 3 τουλάχιστον μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης και, ειδικά για υβριδικούς σταθμούς, σε 20 έτη με δυνατότητα ανανέωσης, σύμφωνα με τους όρους της άδειας παραγωγής, μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών και εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής. Προβλέπεται επίσης ο καθορισμός με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από εισήγηση του αρμόδιου Διαχειριστή και γνώμη της Ρ.Α.Ε., του τύπου, του περιεχομένου και της διαδικασίας κατάρτισης των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθ. 12 καθώς και κάθε ειδικότερου θέματος και αναγκαίας λεπτομέρειας. Εξάλλου, σύμφωνα με το άρθ. 27§11 του νόμου οι συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που βρίσκονται σε ισχύ κατά τη δημοσίευση του ν. 3468/2006 και δεν έχουν ανανεωθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθ. 37 του ν. 2773/1999, όπως ισχύει, μπορεί να παραταθούν για 10 επιπλέον έτη κατά τα οριζόμενα στο άρθ. 12§2. Συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που ισχύουν κατά τη δημοσίευση του ν. 3468/2006 διέπονται από τις διατάξεις του άρθ. 13 του νόμου αυτού.

δ) Τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α και υβριδικούς σταθμούς Α.Π.Ε.

Με το νόμο καθορίζεται ειδικός τρόπος τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. και από Υβριδικούς σταθμούς (άρθ. 13). Ειδικότερα, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή Υβριδικού Σταθμού και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 9, 10, 12 τιμολογείται σε μηνιαία βάση και η τιμή καθορίζεται ανάλογα με την πηγή παραγωγής της ενέργειας και από το αν απορροφάται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα ή σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, σύμφωνα με τον πίνακα της § 1.

Περαιτέρω καθορίζεται ειδικός τρόπος τιμολόγησης της διαθεσιμότητας της ισχύος και της παραγόμενης και απορροφώμενης ενέργειας για τους Υβριδικούς Σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (§3).

Οι τιμές του περιλαμβανόμενου πίνακα τιμολόγησης αναπροσαρμόζονται κάθε έτος με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, που εκδίδεται μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. βάσει της μεσοσταθμικής μεταβολής των τιμολογίων της Δ.Ε.Η., όταν αυτά εγκρίνονται σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία. Στην περίπτωση που δεν απαιτείται έγκριση των τιμολογίων της Δ.Ε.Η., η αναπροσαρμογή των τιμών του πίνακα γίνεται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης σε ποσοστό 80% του δείκτη των τιμών κατανάλωσης, όπως αυτός ανακοινώνεται από την Τράπεζα της Ελλάδος (§6). Η αναπροσαρμογή των τιμών που καθορίζεται σύμφωνα με τα ανωτέρω είναι ενιαία για όλες τις τιμές του πίνακα της §1.

Σκοπός του νομοθέτη είναι η αναλυτική και επαληθεύσιμη πρόβλεψη των ανωτέρω τιμών στο νόμο να συμβάλλει στη δημιουργία ευνοϊκού κλίματος για την προώθηση των επενδύσεων στον τομέα των Α.Π.Ε. και στη δημιουργία ασφάλειας δικαίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ. Σε γενικές γραμμές η τιμολόγηση γίνεται κατά τρόπο απλούστερο σε σχέση με όσα ίσχυαν στο παρελθόν *“αφού δεν προβλέπεται πλέον αποζημίωση του σκέλους ισχύος ως μέτρου ώθησης για επιλογή ηλεκτροπαραγωγικού εξοπλισμού που θα λειτουργεί εγγύς του ονομαστικού μεγέθους κατά το δυνατό μεγαλύτερη διάρκεια του έτους εκτός από την περίπτωση των Υβριδικών Σταθμών ούτε εφαρμογή συντελεστών διαφοροποίησης ανάλογα με το επίπεδο της τεκμαιρόμενης χρονικής διαθεσιμότητας του σταθμού”*.

Στην περίπτωση διασύνδεσης του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού με το Σύστημα, θα εξακολουθήσουν να ισχύουν οι συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που είχαν συναφθεί μεταξύ του Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών και του παραγωγού, χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα παράτασής τους (§4 του άρθ. 13).

Στο άρθρο 14 προβλέπεται για την ενίσχυση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς η κατάρτιση *“Προγράμματος Ανάπτυξης Φ/Β σταθμών”*. Το πρόγραμμα αυτό αρχίζει την 1.1.2006 και λήγει την 31.12.2020. Ήδη με την υπ’ αριθ. Δ6/Φ1/οικ. 8684/2007 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης εγκρίθηκε η Α’ Φάση *“του κατ’ άρθρο 14 παρ. 1 του ν. 3468/2006 Προγράμματος Ανάπτυξης Φ/Β Σταθμών”*. Σκοπός του Προγράμματος είναι η ενίσχυση της ανάπτυξης των Φ/Β σταθμών που εγκαθίστανται στην ελληνική επικράτεια μέχρι συνολικής ισχύος 500MW, για σταθμούς που συνδέονται στο Σύστημα απευθείας ή μέσω Δικτύου και μέχρι συνολικής ισχύος 200MW για σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν οι Φ/Β σταθμοί, οι οποίοι εντάσσονται στο ως άνω Πρόγραμμα και η οποία απορροφάται από το Σύστημα, απευθείας ή μέσω Δικτύου ή από το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών γίνεται σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα του άρθρου 13. Οι τιμές αυτές μπορεί να μεταβάλλονται μετά την έναρξη του Προγράμματος με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι αυτού.

ε) Εγγυήσεις Προέλευσης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Μηχανισμός Διασφάλισής τους

Με το νόμο αυτόν ορίζονται οι αρμόδιοι φορείς και η διαδικασία για την έκδοση “Εγγυήσεων Προέλευσης” της ενέργειας που προέρχεται από Α.Π.Ε. (άρθ. 15-18), σύμφωνα με το άρθ. 5 της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ (Σύστημα Εγγυήσεων Προέλευσης) κατά το πρότυπο της αντίστοιχης νομοθεσίας της Δανίας. Σκοπός είναι η διευκόλυνση του εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. και η διασφάλιση του καταναλωτή να επιλέγει ανάμεσα σε ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε. ή μη. Η προέλευση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από εγκαταστάσεις που λειτουργούν νόμιμα και χρησιμοποιούν Α.Π.Ε. αποδεικνύεται από τους παραγωγούς με την έκδοση Εγγυήσεων Προέλευσης, οι οποίες προσδιορίζουν την πηγή από την οποία έχει παραχθεί η ηλεκτρική ενέργεια και αναφέρουν την ημερομηνία και τον τόπο παραγωγής της.

Σύμφωνα με το άρθρο 16§2, ως Φορέας Ελέγχου του Συστήματος Εγγύησης ορίζεται η Ρ.Α.Ε., η οποία επιβλέπει την αξιόπιστη λειτουργία του Συστήματος Εγγύησης Προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, χειρίζεται θέματα αμοιβαίας αναγνώρισης Εγγυήσεων Προέλευσης που εκδίδονται από τις αρμόδιες αρχές άλλων κρατών της Ε.Ε. ή τρίτων χωρών και συνεργάζεται με τις Αρχές αυτές. Κάθε φορέας έκδοσης τηρεί ειδικό μητρώο, σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή, στο οποίο καταχωρίζονται οι Εγγυήσεις Προέλευσης που έχουν εκδοθεί με τα αναγραφόμενα σε αυτές στοιχεία καθώς και κάθε τροποποίηση ή ανάκλησή τους. Δικαίωμα πρόσβασης στο μητρώο έχει κάθε ενδιαφερόμενος (αρθ. 17§6).

Στο άρθρο 18 θεσπίζεται *Μηχανισμός Διασφάλισης του Συστήματος Εγγυήσεων Προέλευσης*, στα πλαίσια του οποίου προβλέπεται δικαίωμα ελεύθερης πρόσβασης των φορέων έκδοσης και των εξουσιοδοτημένων από αυτούς προσώπων στους οικείους σταθμούς παραγωγής και σε κάθε στοιχείο και πληροφορία που αφορά τους σταθμούς αυτούς με τη ρητή όμως επιφύλαξη της τήρησης του επιχειρηματικού απορρήτου.

Τέλος, σημειώνεται ότι τα Συστήματα Εγγύησης Προέλευσης δεν συνεπάγονται αφ’ εαυτά δικαίωμα απολαβής των Μηχανισμών Στήριξης που προβλέπονται από τη νομοθεσία και ότι οι Εγγυήσεις Προέλευσης πρέπει να καλύπτουν όλες τις μορφές ηλεκτρικής ενέργειας που παράγονται από Α.Π.Ε.

Ερωτηματικά δημιουργεί πάντως η απουσία ρητής πρόβλεψης για την έκδοση “Εγγυήσεων Προέλευσης” της ενέργειας που προέρχεται από Σ.Η.Θ.Υ.Α., παρά τη σχετική πρόβλεψη του άρθ. 5 της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ. Ωστόσο Σύστημα Εγγυήσεων Προέλευσης της ενέργειας που προέρχεται από Σ.Η.Θ.Υ.Α. μπορεί να θεσπιστεί με Υ.Α. αφού στο άρθ. 15§4 ορίζεται ότι “*με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης μπορεί να προβλέπεται η Έκδοση Εγγυήσεων Προέλευσης και για ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από άλλες πηγές ενέργειας εκτός από Α.Π.Ε.*”.

στ) Όργανα για τον συντονισμό και προώθηση επενδύσεων στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., περιοδικές εκθέσεις και διοικητικές κυρώσεις

Στα άρθρα 19-20 θεσμοθετούνται όργανα συντονισμού και προώθησης επενδύσεων στους τομείς ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. Με τις ρυθμίσεις αυτές καλύπτεται ένα πάγιο αίτημα των επενδυτών για τη δημιουργία μηχανισμών που θα συμβάλλουν στην επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν στον τομέα των Α.Π.Ε. Εξάλλου, η Οδηγία 2001/77/ΕΚ “ενθαρρύνει” το διορισμό αρχών ως διαμεσολαβητών σε τυχόν διαφορές μεταξύ των αρμοδίων για τη χορήγηση αδειών αρχών και των αιτούντων άδεια (αρθ. 6§2). Ειδικότερα : **(i)** Προβλέπεται η σύσταση (με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης) 10μελούς “Επιτροπής Προώθησης Επενδυτικών Σχεδίων Μεγάλης Κλίμακας στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.”, η οποία καθίσταται αρμόδια για την ταχεία προώθηση επενδύσεων σε έργα Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύος ≥ 30 MWe ή συνολικού προϋπολογισμού $\geq 30.000.000$ € καθώς και για την επίλυση κάθε ζητήματος που προκύπτει κατά τη διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας για τα ανωτέρω έργα (άρθρο 19). Η Επιτροπή συγκροτείται από τους Γενικούς Γραμματείς των συναρμόδιων Υπουργείων, τους Προέδρους της Κ.Ε.Δ.Κ.Ε. της Ρ.Α.Ε., του Κ.Α.Π.Ε. και τους προϊσταμένους των αρμόδιων Δ/σεων του Υπουργείου Ανάπτυξης και επιλαμβάνεται θεμάτων της αρμοδιότητάς της (που εξειδικεύονται στην §3 του ίδιου άρθρου), είτε αυτεπάγγελτα είτε μετά από αίτημα του ενδιαφερομένου, το οποίο πρέπει να είναι επαρκώς αιτιολογημένο. **(ii)** Προβλέπεται η σύσταση (με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης) 7μελούς Επιτροπής Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., που συγκροτείται από Προϊσταμένους Δ/σεων των συναρμόδιων Υπουργείων και έναν ειδικό επιστήμονα της Ρ.Α.Ε.. Αποστολή της είναι η υποστήριξη και ο συντονισμός των αρμοδίων υπηρεσιών, για τη χορήγηση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. με ισχύ < 30 MWe ή με προϋπολογισμό επένδυσης $< 30.000.000$ € και την ταχεία υλοποίηση των επενδύσεων στα ανωτέρω έργα (άρθ. 20). Η Επιτροπή επιλαμβάνεται των θεμάτων της αρμοδιότητάς της είτε αυτεπάγγελτα είτε μετά από επαρκώς αιτιολογημένο αίτημα του ενδιαφερόμενου, είτε κατόπιν παραπομπής του θέματος από την Επιτροπή Προώθησης Επενδυτικών Σχεδίων Μεγάλης Κλίμακας στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Η Επιτροπή αυτή υποβάλλει μέχρι την 1^η Φεβρουαρίου κάθε έτους στον Υπουργό Ανάπτυξης και τη Ρ.Α.Ε. έκθεση με σχετική κωδικοποίηση και τεκμηρίωση των σημαντικότερων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι επενδύσεις Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., καθώς και τις προτάσεις για την επίλυση τους. Η Επιτροπή συνεδριάζει τακτικά, μια φορά κάθε 2 μήνες και έκτακτα κατά την κρίση του Προέδρου της και κατά τις συνεδριάσεις της μπορεί να καλούνται και αρμόδιοι διευθυντές ή άλλοι υπηρεσιακοί παράγοντες από άλλα Υπουργεία ή εποπτευόμενους Οργανισμούς καθώς και εκπρόσωποι του Ελληνικού Κέντρου Επενδύσεων, του Κ.Α.Π.Ε., συλλογικών και επιστημονικών φορέων και των επενδυτών στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. και άλλων φορέων.

Οι προαναφερθείσες αποφάσεις του Υπουργού Ανάπτυξης με τις οποίες γίνεται η συγκρότηση των ανωτέρω επιτροπών, υπό την έννοια του καθορισμού των φυσικών προσώπων που τις απαρτίζουν

έχουν το χαρακτήρα ατομικών διοικητικών πράξεων, οπότε δε χρειάζεται να δημοσιευτούν για τη νόμιμη υπόστασή τους.

Με Κ.Υ.Α. των Υπουργών ΕΣ.Δ.Δ.Α. και Ανάπτυξης ρυθμίζονται τα θέματα γραμματειακής, τεχνικής και επιστημονικής υποστήριξης της ανωτέρω Επιτροπής και καθορίζεται κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια που αφορούν τη λειτουργία της. Μέχρι την έκδοση της ανωτέρω απόφασης, στην Επιτροπή παρέχεται Γραμματειακή υποστήριξη από τη Δ/ση Διοικητικής Υποστήριξης του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Στο άρθρο 21 θεσπίζεται σύστημα περιοδικών εκθέσεων, οι οποίες συντάσσονται από το Κ.Α.Π.Ε. (ετήσιες) και από τη Ρ.Α.Ε. (2ετείς και 5ετείς) και δημοσιεύονται από τον Υπουργό Ανάπτυξης. Οι εκθέσεις αυτές αναφέρονται στη χάραξη και την παρακολούθηση της εφαρμογής της πολιτικής προώθησης των Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.

Στο άρθρο 22 προβλέπονται οι διοικητικές κυρώσεις για την παράβαση των διατάξεων του ν. 3468/2006 και των κατ'εξουσιοδότηση αυτών κανονιστικών πράξεων, χωρίς ωστόσο να θεσπίζεται ειδικότερη διαδικασία, ως εξής : **(i)** Πρόστιμο 5.000€-500.000€, το οποίο επιβάλλεται με απόφαση της Ρ.Α.Ε., μετά από ακρόαση των ενδιαφερομένων σύμφωνα με το άρθρο 6 του Κ.Δ.Διαδ., ανάλογα με τη βαρύτητα και τη συχνότητα της παράβασης, υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου και εισπράττεται σύμφωνα με τις διατάξεις του Κ.Ε.Δ.Ε. (ν.δ. 356/1974). Οι επιβαλλόμενες από το νόμο κυρώσεις επιβάλλονται στις περιπτώσεις που : **(α)** Δεν ενημερώνεται ο αρμόδιος Διαχειριστής, σύμφωνα με το άρθ. 4§2. **(β)** Δεν ενημερώνεται ο Υπουργός Ανάπτυξης και η Ρ.Α.Ε., όταν δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής, σύμφωνα το άρθ. 3§5. **(γ)** Αναγράφονται στις Εγγυήσεις Προέλευσης ανακριβή στοιχεία, κατά παράβαση των διατάξεων του άρθ. 17§2. **(δ)** Παραβιάζονται επιτακτικές διατάξεις του παρόντος νόμου ή των κανονιστικών αποφάσεων που εκδίδονται κατ'εξουσιοδότησή του καθώς και των αποφάσεων της Ρ.Α.Ε. που εκδίδονται σύμφωνα με το άρθ. 5§3 ή οι όροι των αδειών που εκδίδονται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, η οποία εκδίδεται μετά από πρόταση της Ρ.Α.Ε., μπορεί να αναπροσαρμόζονται τα κατώτερα και ανώτερα όρια των προστίμων αυτών. Οι ως άνω αποφάσεις της Ρ.Α.Ε. δημοσιεύονται στην ιστοσελίδα της. Από τη ρύθμιση αυτή προκύπτει το ερώτημα εάν ο εν λόγω τρόπος δημοσίευσης αποτελεί ουσιώδη τύπο για την έκδοση των προαναφερομένων αποφάσεων της Ρ.Α.Ε., δεδομένου ότι οι πράξεις αυτές ως ατομικές εκδίδονται νομίμως με την επίδοσή τους στους αποδέκτες τους.

(ii) Ανάκληση των προβλεπομένων από το νόμο αδειών, με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., σε περιπτώσεις παραβίασης του νομοθετικού πλαισίου και των όρων, βάσει των οποίων χορηγήθηκαν. Οι άδειες μπορεί να ανακαλούνται παράλληλα με την επιβολή προστίμων. Ρητά ορίζεται ότι η επιβολή των προστίμων κατά τις διατάξεις του άρθρου 22 δεν αποκλείει την επιβολή, για την ίδια παράβαση, άλλων διοικητικών κυρώσεων που προβλέπονται από άλλες κείμενες διατάξεις ή ποινικών κυρώσεων κατά το άρθ. 458 του Ποινικού Κώδικα (άρθ. 22§4).

Ποινικές και διοικητικές κυρώσεις προβλέπονται και στα άρθρα 32 & 33 του ν. 2773/1999 αντίστοιχα καθώς και στο άρθρ. 4 του ν. 2244/1994.

Στο άρθρο 23 παρέχεται εξουσιοδότηση για τη διοικητική κωδικοποίηση, με π.δ. που εκδίδεται με πρόταση του Υπουργού Ανάπτυξης, των διατάξεων της νομοθεσίας, που διέπουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, από οποιαδήποτε πηγή και αν παράγεται αυτή.

ζ) Ειδικό τέλος παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., μεταβατικές και τελικές διατάξεις

Στο άρθρο 25 (§Α. 1-7) προβλέπεται ότι ο Αρμόδιος Διαχειριστής του Συστήματος ή του Δικτύου, σε κάθε πράξη προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας από τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. παρακρατεί από αυτούς ποσοστό 3% επί της τιμής πώλησης (προ Φ.Π.Α.). Το ποσό που παρακρατείται συνιστά ειδικό τέλος (το οποίο στο νόμο δεν χαρακτηρίζεται πλέον ανταποδοτικό) και αποδίδεται κατά 80% υπέρ του Ο.Τ.Α. α' βαθμού, όπου είναι εγκατεστημένος ο σταθμός Α.Π.Ε. και κατά 20% υπέρ των Ο.Τ.Α., από τους οποίους διέρχονται τυχόν γραμμές σύνδεσης με το Σύστημα ή το Δίκτυο. Από την καταβολή του ειδικού τέλους απαλλάσσονται οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα. Τα ανωτέρω ποσά που αντιστοιχούν στο ειδικό τέλος διατίθενται υποχρεωτικά και αποκλειστικά για την εκτέλεση έργων τοπικής ανάπτυξης, όπως προβλέπεται στην §Α.3 και ο Γενικός Γραμματέας της οικείας Περιφέρειας ασκεί έλεγχο νομιμότητας για την αξιοποίηση των τιμών αυτών. Η εποπτεία αυτή ασκείται σύμφωνα με τους όρους και τη διαδικασία που προβλέπονται από το άρθρ. 102§4 του Συντάγματος και τα άρθρ. 148-154 του Κώδικα Δήμων και Κοινοτήτων (ν. 3463/2006).

Σημαντική είναι και η ρύθμιση του ίδιου άρθρου (§Β.1), με την οποία προβλέπεται ότι δεν συνιστά παραβίαση των διατάξεων του άρθρ. 10 του ν. 3229/2004, ούτε αντίστοιχων διατάξεων προηγούμενων αναπτυξιακών νόμων, η πριν την παρέλευση 5ετίας από την παροχή δημόσιας ενίσχυσης μεταβίβαση στον κύριο του Συστήματος ή του Δικτύου πάγιων περιουσιακών στοιχείων που αντιστοιχούν στις δαπάνες έργων επέκτασης για τη σύνδεσή τους με το Σύστημα ή το Δίκτυο της χώρας.

Με το άρθρο 26 απλοποιούνται οι διαδικασίες για την τροποποίηση των αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας που κατέχονται από φυσικά ή νομικά πρόσωπα που συμμετέχουν στους διαγωνισμούς που διενεργούνται από τον Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε. (Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε.), σύμφωνα με το άρθρο 15§4 του ν. 2773/1999 και ρυθμίζεται το θέμα της έγκρισης της υποκατάστασης του αναδόχου στις συμβάσεις που αποτελούν αντικείμενο των εν λόγω διαγωνισμών.

Στο άρθρο 27 τίθενται μεταβατικές διατάξεις για τη χορήγηση αδειών παραγωγής και αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας για τις οποίες έχουν υποβληθεί αιτήσεις πριν τη θέση σε ισχύ του ν. 3468/2006. Συγκεκριμένα, ορίζεται ότι η αξιολόγηση των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., για τις οποίες δεν έχει εκδοθεί η σχετική

γνωμοδότηση της Ρ.Α.Ε. κατά την έναρξη ισχύος του νόμου, πραγματοποιείται σύμφωνα με τα κριτήρια που ορίζονται στο άρθρ. 9 του ισχύοντος Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας και το κριτήριο της περίπτωσης δ' του άρθρου 3§1 του παρόντος νόμου (ενεργειακή αποδοτικότητα του έργου). Κατά τα λοιπά εφαρμόζεται η §2 άρθρ. 3 του νόμου αυτού (καθορισμός του τρόπου και του σημείου σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα ή το Δίκτυο, διαβίβαση της Π.Π.Ε. κ.λ.π.). Αιτήσεις που έχουν υποβληθεί με σκοπό τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης, την έκδοση γνωμοδότησης για Π.Π.Ε.Α., τη χορήγηση έγκρισης επέμβασης ή έκδοση απόφασης παραχώρησης δασικής έκτασης, την έκδοση απόφασης Ε.Π.Ο. ή την έκδοση άδειας λειτουργίας και για τις οποίες δεν έχει εκδοθεί η σχετική διοικητική πράξη μέχρι την έναρξη ισχύος του νόμου, αξιολογούνται σύμφωνα με τις διατάξεις που ίσχυαν κατά τον χρόνο υποβολής των αιτήσεων αυτών (§2). Η ρύθμιση αυτή ισχύει μέχρι την έκδοση της προβλεπόμενης από το αρθ. 8§10 Υ.Α.. Συνεπώς, μέχρι την έκδοση της εν λόγω Υ.Α. ισχύει η Δ6/Φ1/2006/06.02.2002 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης “*Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση Α.Π.Ε. και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών και τύποι συμβάσεων αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας*” “*στο βαθμό που δεν έρχονται σε αντίθεση με τις διατάξεις του νόμου*”.

Ορίζεται επίσης ότι άδειες λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., που βρίσκονται ήδη σε ισχύ παρατείνονται αυτοδικαίως για 20 έτη από την ημερομηνία έκδοσής τους (§3).

Οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που ήδη τελούν σε εμπορική λειτουργία καταβάλλουν από την έναρξη ισχύος του νόμου, το ειδικό τέλος υπέρ Ο.Τ.Α. που ορίζεται στο άρθρ. 25 ως εξής : σε ποσοστό 1% από 1.1.2005 και σε ποσοστό 3% από 27.6.2006 (§5).

Στο άρθρ. 27§9 περιλαμβάνεται επίσης ο στόχος για τη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στη συνολική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (20,1% μέχρι το 2010 και 29% μέχρι το 2020) σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 2001/77/ΕΚ.

4.2.3 Μια πρώτη αξιολόγηση του ν. 3468/2006

Όπως επισημάνθηκε ήδη, τα βασικά προβλήματα του προϊσχύσαντος νομικού πλαισίου για τις Α.Π.Ε. εντοπίστηκαν στο γεγονός ότι απαιτούνταν χρονοβόρες διοικητικές διαδικασίες αδειοδότησης για την υλοποίηση μιας επένδυσης στον τομέα των Α.Π.Ε., στην αντισυνταγματικότητα του καθορισμού του ύψους του ειδικού ανταποδοτικού τέλους με Υ.Α. και στο θέμα της εγκατάστασης των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. (ιδίως σε δάση και δασικές εκτάσεις).

Με το ν. 3468/2006 δεν λύνονται βέβαια όλα τα προβλήματα που αφορούν στον τομέα των Α.Π.Ε., αλλά είναι εμφανής η προσπάθεια να αμβλυνθούν οι δυσκολίες και να περιοριστούν τα εμπόδια για την αξιοποίηση των Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι εισάγονται κοινές ρυθμίσεις για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε και για τη Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Ουσιαστικά δηλ. με το ν. 3468/2006 μεταφέρεται στο εσωτερικό δίκαιο όχι μόνο η Οδηγία 2001/77/EK, αλλά και οι διατάξεις της Οδηγίας 2004/8/EK. Η θέσπιση νέων ευνοϊκών ρυθμίσεων όχι γενικά για τη Σ.Η.Θ. αλλά μόνο για τη Σ.Η.Θ.Υ.Α. δικαιολογείται από το γεγονός ότι μόνο με την υψηλής απόδοσης συμπαραγωγή, όπως ορίζεται στην Οδηγία 2004/8/EK, επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, με προφανή οφέλη για το περιβάλλον. Η παρατήρηση αυτή όμως δε λύνει το πρόβλημα που θα παρουσιαστεί και από τη μη μεταφορά των υπολοίπων διατάξεων της Οδηγίας 2004/8/EK με το ν. 3468/2006.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι ένα από τα πιο συνηθισμένα προβλήματα κατά την ενσωμάτωση του κοινοτικού δικαίου στη χώρα μας είναι η “διασπορά” των διατάξεων του σε περισσότερα εθνικά νομοθετήματα (νόμος, προεδρικό διάταγμα και υπουργικές αποφάσεις). Στην προκειμένη περίπτωση συνέβη φαινομενικά το αντίστροφο : με ένα νόμο μεταφέρθηκαν οι διατάξεις 2 Οδηγιών (της Οδηγίας 2001/77/EK και της Οδηγίας 2004/8/EK), πλην όμως η μεταφορά της Οδηγίας 2004/8/EK είναι ελλιπής. Γενικά πάντως η ένταξη όλων των διατάξεων της Οδηγίας (που εισάγεται στην ελληνική έννομη) σε ένα νομοθέτημα, είναι επιθυμητή προκειμένου να επιτυγχάνεται η συνοχή των ρυθμίσεων και να διευκολύνεται ο εντοπισμός και η εφαρμογή των κανόνων που ισχύουν, γεγονός που δε συνέβη στην προκειμένη περίπτωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2004/8/EK.

Με το ν. 3468/2006 η αδειοδοτική διαδικασία για την κατασκευή και λειτουργία σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. έγινε πιο απλή και καταβλήθηκε προσπάθεια να μειωθεί ο απαιτούμενος χρόνος για τη χορήγηση των αδειών. Καθορίστηκε αναλυτικά η τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ.Υ.Α., ενώ αυξάνεται σημαντικά η τιμολόγηση της ενέργειας που παράγεται από Φ/Β συστήματα. Καθορίζονται υψηλότερα όρια εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας, για μικρής κλίμακας μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. Δημιουργήθηκαν επιτροπές συντονισμού και προώθησης επενδύσεων στους τομείς Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ.Υ.Α., οι οποίες αναμένεται να διευκολύνουν σημαντικά τους επενδυτές. Θεσπίστηκε σύστημα έκδοσης Εγγυήσεων Προέλευσης για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε. σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας 2001/77/EK. Τέλος, θεσπίστηκε εκ νέου το ύψος του ειδικού τέλους που αποδίδεται στους οικείους Ο.Τ.Α. Η θέσπιση του ύψους του ανταποδοτικού τέλους με νόμο έγινε σε συμμόρφωση προς την απόφαση Ολομέλεια του Σ.τ.Ε. 3293/2005.

Αξιοπρόσεκτο στο νέο νόμο είναι το γεγονός ότι προβλέπεται η έκδοση ή η συμπλήρωση αρκετών κανονιστικών διοικητικών πράξεων (πάνω από 20) που είναι απαραίτητες προκειμένου να εφαρμοστεί πλήρως ο νόμος.

Τέλος, μολονότι στο προσχέδιο του νόμου προβλεπόταν η σύνταξη Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε. τελικά στον ψηφισθέντα νόμο δεν περιλήφθηκε σχετική διάταξη, χωρίς αυτό όμως να κωλύει την έκδοσή του σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 2742/1999.

4.3 Ο Νόμος 3734/2009 (Φ.Ε.Κ. Α' 8/28.1.2009)

“Προώθηση της συμπαραγωγής δύο η περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το υδροηλεκτρικό έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις”

Ο ν. 3734/28.01.2009 (Φ.Ε.Κ. Α' 8/28.01.2009), αποτελείται από τρία κεφάλαια. Αντικείμενο των διατάξεων του Κεφ. Α' (άρθρα 1-15) είναι η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με τις διατάξεις της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου “για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της Οδηγίας 92/42/ΕΟΚ”. Με τις διατάξεις του Κεφ. Α' συμπληρώνεται το νομικό πλαίσιο για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας, το οποίο έχει θεσπισθεί με το ν. 3468/2006. Ειδικότερα, προβλέπονται οι τύποι των τεχνολογιών συμπαραγωγής (άρθ.4), ο τρόπος υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται (άρθ.5), η μέθοδος υπολογισμού της αποδοτικότητας της συμπαραγωγής (άρθ.6), ο χαρακτηρισμός συμπαραγωγής ως υψηλής αποδοτικότητας (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) (άρθ.7) και οι εγγυήσεις προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από συμπαραγωγή υψηλής αποδοτικότητας (άρθ.8). Ρυθμίζονται επίσης θέματα τα οποία είναι σχετικά : με τη χορήγηση άδειας παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας που δεν χαρακτηρίζονται υψηλής αποδοτικότητας (Σ.Η.Θ.) (άρθ.9), την έγκριση από πιστοποιημένο φορέα τύπου μονάδας συμπαραγωγής για τυποποιημένες μονάδες συμπαραγωγής συμπαγούς τύπου πολύ μικρής και μικρής κλίμακας (άρθ.10), τη σύνταξη έκθεσης από το Υπουργείο Ανάπτυξης σχετικά με το εθνικό δυναμικό συμπαραγωγής (άρθ.11), την υποχρέωση παροχής στοιχείων συμπαραγωγής από τους παραγωγούς και τις σχετικές κυρώσεις (άρθ.12,13). Αναφέρονται τέλος οι τροποποιούμενες και προβλέπονται μεταβατικές διατάξεις (άρθ. 14, 15).

Με τις διατάξεις του Κεφ. Β' (άρθ. 16-26) ρυθμίζονται ζητήματα σχετικά με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας.

Με τις διατάξεις του Κεφ. Γ' (άρθ. 27-42) ρυθμίζονται θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Ανάπτυξης (άρθ. 34-41). Ειδικότερα με το άρθ. 27 τροποποιούνται διατάξεις του ν. 3468/2006 σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και με το άρθ. 27Α τροποποιούνται διατάξεις του ν. 3468/2006 και ρυθμίζονται θέματα για Φ/Β σταθμούς. Με τα άρθ. 28, 29 εισάγονται ρυθμίσεις για τον Διαχειριστή και τη Σύνδεση Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. και τον Διαχειριστή του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου Α.Ε., αντιστοίχως. Τέλος ρυθμίζονται θέματα σχετικά με το Κ.Α.Π.Ε. (άρθ. 30), τη Δημόσια Επιχείρηση Αερίου Α.Ε. (άρθ. 31) το Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής (άρθ. 32), τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. (άρθ. 33), την Επιτροπή Ανταγωνισμού (άρθ. 34).

4.3.1 Συνοψίζοντας τις βασικές διατάξεις του ν. 3734/2009

1. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Φ/Β σταθμό και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 9, 10, 12 παρ. 1 του ν. 3468/2006, τιμολογείται σε μηνιαία βάση και ανά μεγαβατώρα (MWh) της απορροφώμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. μπορεί να μεταβάλλονται οι τιμές του ανωτέρω πίνακα. Για τη μεταβολή αυτή, λαμβάνονται κυρίως υπόψη η διείσδυση των Φ/Β σταθμών στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, ο βαθμός επίτευξης των εθνικών στόχων διείσδυσης των Α.Π.Ε. και οι επιπτώσεις για τον καταναλωτή από τη σχετική επιβάρυνση λόγω του ειδικού τέλους Α.Π.Ε.

2. α) Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμό συνάπτεται για 20 έτη, συνομολογείται με την τιμή αναφοράς που αναγράφεται στον ανωτέρω πίνακα και αντιστοιχεί στο μήνα και έτος που υπογράφεται η Σύμβαση Αγοραπωλησίας Ηλεκτρικής Ενέργειας με τον αρμόδιο Διαχειριστή, υπό την προϋπόθεση έναρξης δοκιμαστικής λειτουργίας ή για τις περιπτώσεις που δεν προβλέπεται περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας ενεργοποίησης της σύνδεσης του Φ/Β σταθμού, εντός 18 μηνών για τους σταθμούς ισχύος έως 10MW και εντός 36 μηνών για τους σταθμούς ισχύος από 10MW και άνω. Σε αντίθετη περίπτωση, ως τιμή αναφοράς θα λαμβάνεται η τιμή που αντιστοιχεί στο μήνα και έτος που πραγματοποιείται η έναρξη δοκιμαστικής λειτουργίας ή για τις περιπτώσεις που δεν προβλέπεται περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας η ενεργοποίηση της σύνδεσης του Φ/Β σταθμού βάσει της ισχύος που διαθέτει ο σταθμός κατά την εν λόγω χρονική στιγμή.

β) Οι τιμές που καθορίζονται στον ανωτέρω πίνακα, αναπροσαρμόζονται κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος. Αν η τιμή που αναφέρεται στον πίνακα αυτόν, αναπροσαρμοσμένη κατά τα ανωτέρω, είναι μικρότερη της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος, όπως αυτή διαμορφώνεται κατά το προηγούμενο έτος, προσαυξημένη κατά 30%, 40%, 40% και 50% αντίστοιχα για τις περιπτώσεις Α, Β, Γ και Δ του ανωτέρω πίνακα, η τιμολόγηση γίνεται βάσει της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος του προηγούμενου έτους, προσαυξημένη κατά τους αντίστοιχους ως άνω συντελεστές.

γ) Συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς που έχουν συναφθεί πριν από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, για σταθμούς που δεν έχουν τεθεί σε δοκιμαστική λειτουργία ή δεν έχει ενεργοποιηθεί η σύνδεσή τους, τροποποιούνται σύμφωνα με τις διατάξεις των προηγούμενων εδαφίων.

δ) Οι παραγωγοί που έχουν συνάψει σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς και με την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου έχουν θέσει σε λειτουργία τους σταθμούς τους, κατά τα ανωτέρω, μπορούν είτε να τροποποιήσουν τη σύμβασή τους, σύμφωνα με τις διατάξεις των ανωτέρω εδαφίων με τιμή αναφοράς που αντιστοιχεί στον Φεβρουάριο 2009 και διάρκεια ίση με το χρονικό διάστημα που υπολείπεται της 20ετίας από τη θέση των σταθμών σε λειτουργία, είτε να συνεχίσουν την εκτέλεση της ισχύουσας σύμβασης. Αν όμως ασκήσουν το δικαίωμα της ανανέωσης της

σύμβασης, κατά τα προβλεπόμενα στις διατάξεις του άρθ. 12§2 ως τιμή πώλησης θα συνομολογείται κατά τα προβλεπόμενα στον ανωτέρω πίνακα, αυτή που αντιστοιχεί στο μήνα και έτος της ανανέωσης.

3. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Φ/Β σταθμούς γίνεται βάσει των στοιχείων του ακόλουθου πίνακα (€/MWh) :

Έτος	Μήνας	Α	Β	Γ	Δ
		Διασυνδεδεμένο		Μη Διασυνδεδεμένο	
		>100 kW	≤100 kW	>100 kW	≤100 kW
2009	Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00	500,00
2009	Αύγουστος	400,00	450,00	450,00	500,00
2010	Φεβρουάριος	400,00	450,00	450,00	500,00
2010	Αύγουστος	392,04	441,05	441,05	490,05
2011	Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43	466,03
2011	Αύγουστος	351,01	394,88	394,88	438,76
2012	Φεβρουάριος	333,81	375,53	375,53	417,26
2012	Αύγουστος	314,27	353,56	353,56	392,84
2013	Φεβρουάριος	298,87	336,23	336,23	373,59
2013	Αύγουστος	281,38	316,55	316,55	351,72
2014	Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56	336,18
2014	Αύγουστος	260,97	293,59	293,59	326,22
Για κάθε ν έτος από το 2015 και μετά		1,3xμΟΤΣ _{ν-1}	1,4xμΟΤΣ _{ν-1}	1,4xμΟΤΣ _{ν-1}	1,5xμΟΤΣ _{ν-1}
<i>μΟΤΣ_{ν-1}: Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1</i>					

4. Στο Πρόγραμμα που προβλέπεται στο άρθ. 14§1 του ν. 3468/2006 προστίθεται χρονοδιάγραμμα χορήγησης αδειών παραγωγής ή αποφάσεων εξαίρεσης για αιτήσεις για Φ/Β σταθμούς που εγκαθίστανται στην ελληνική επικράτεια, για τις οποίες κατά την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, δεν έχει εκδοθεί η σχετική γνώμη ή απόφαση της Ρ.Α.Ε. λαμβανομένων υπόψη του αριθμού των αιτήσεων, του χρόνου υποβολής τους, της ασφάλειας της λειτουργίας του Συστήματος και του Δικτύου και της επιβάρυνσης του καταναλωτή μέσω του ειδικού τέλους υπέρ των Α.Π.Ε.

Ειδικά, οι αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής από Φ/Β σταθμούς και για έκδοση απόφασης εξαίρεσης αξιολογούνται και εξετάζονται αντίστοιχα, κατά τα προβλεπόμενα στα άρθρα 3,4 του ν. 3468/2006, μέχρι την 28.02.2009 όσες έχουν υποβληθεί έως και την 31.05.2007, μέχρι την 30.04.2009 όσες έχουν υποβληθεί έως και 30.06.2007 και μέχρι την 31.12.2009 όσες έχουν υποβληθεί έως την 29.02.2008.

Με απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις καθώς και λοιπά κριτήρια της διαγωνιστικής διαδικασίας για την υποβολή αιτημάτων για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς άνω των 10MW_p στο πλαίσιο διαγωνιστικής διαδικασίας βάσει τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η υποβολή αιτημάτων γίνεται κατόπιν πρόσκλησης του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., στην οποία καθορίζονται η ελάχιστη ισχύς κάθε έργου και η εκάστοτε προκηρυσσόμενη προς αδειοδότηση ισχύς.

5. Οι άδειες παραγωγής ή αποφάσεις εξαίρεσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς δεν επιτρέπεται να μεταβιβασθούν πριν την έναρξη λειτουργίας των σταθμών.

6. Η παρ. 3 του άρθ. 14 του ν. 3468/2006 αντικαθίσταται ως εξής :

“3. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης και ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. καταρτίζεται Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φ/Β Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε στέγες και προσόψεις κτιρίων σύμφωνα με τους ισχύοντες όρους δόμησης. Κατά την κατάρτιση του προγράμματος λαμβάνονται ιδίως υπόψη η δυνατότητα απορρόφησης και η ασφάλεια λειτουργίας των δικτύων. Για την απορρόφηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα ανωτέρω Συστήματα μπορεί να προβλέπεται ο συμψηφισμός της παραγόμενης και της καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτίρια αυτά. Με την ίδια απόφαση καθορίζεται κατά παρέκκλιση των λοιπών διατάξεων που αφορούν στην ανάπτυξη Φ/Β σταθμών, η αδειοδοτική διαδικασία, στην οποία περιλαμβάνεται και ο τρόπος υποβολής των σχετικών αιτήσεων, η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας, το περιεχόμενο των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή του ως άνω Ειδικού Προγράμματος”.

4.3.2 Μια πρώτη αξιολόγηση του ν. 3734/2009

Ώθηση στις επιχειρηματικές Φ/Β μονάδες, ισχύος έως και 10MW δίνει ο νέος νόμος που ψηφίστηκε στις 15 Ιανουαρίου από τη Βουλή, αλλά, για μια ακόμη φορά δεν ρυθμίζεται το θέμα της παραγωγής από ιδιώτες για διασύνδεση στο δίκτυο.

Ο νόμος επιχειρεί να δώσει τέλος στη γραφειοκρατία από τη Ρ.Α.Ε., που καθυστερεί την υλοποίηση των 8.000 επενδύσεων σε Φ/Β πάρκα από επιχειρήσεις. Στόχος του Υπουργείου Ανάπτυξης είναι η εγκατεστημένη ισχύς από Φ/Β στην Ελλάδα να φτάσει, από τα 20 MW σήμερα, τα 200 MW το 2010.

Στον νόμο προβλέπεται σαφές χρονοδιάγραμμα για την αδειοδότηση από τη Ρ.Α.Ε., με σκοπό τον απεγκλωβισμό των αιτήσεων που μέχρι τώρα παραμένουν υπό εξέταση. Οι αιτήσεις που έχουν υποβληθεί θα διεκπεραιωθούν σε 3 φάσεις, από τα τέλη Φεβρουαρίου έως τα τέλη Δεκεμβρίου. Μέχρι να εξεταστούν οι αιτήσεις που έχουν ήδη υποβληθεί σύμφωνα με τα παραπάνω η Ρ.Α.Ε. δεν θα δεχθεί καμία νέα αίτηση.

Με τον νέο νόμο καθορίζονται οι τιμές πώλησης της παραγόμενης ηλιακής kWh, οι οποίες θα είναι εγγυημένες για τα επόμενα 20 χρόνια και θα ισχύσουν αναδρομικά για τα συμβόλαια που έχουν συναφθεί. Οι τιμές θα αναπροσαρμόζονται ετησίως κατά το 25% του πληθωρισμού της προηγούμενης χρονιάς.

Μετά την υπογραφή της σύμβασης αγοραπωλησίας με τον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. ή τη Δ.Ε.Η. παρέχεται ένα διάστημα 18 μηνών για την υλοποίηση του έργου με την ισχύουσα τιμή. Σε περίπτωση καθυστέρησης, η τιμή πώλησης είναι εκείνη που προβλέπεται την περίοδο έναρξης λειτουργίας του έργου.

Οι άδειες παραγωγής ή αποφάσεις εξαίρεσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β σταθμούς δεν επιτρέπεται να μεταβιβαστούν πριν από την έναρξη λειτουργίας των σταθμών.

Η οικονομική ρύθμιση αποτελεί το μεγάλο ατού του νόμου, αφού, σύμφωνα με τον Πρόεδρο του Συνδέσμου Φωτοβολταϊκών κ. Στέλιο Ψωμά “οι τιμές είναι ικανοποιητικές και η εγγύηση των 20 χρόνων αποτελεί μεγάλο κίνητρο για τους επενδυτές”.

Στα προβληματικά σημεία τον νόμου εντάσσεται η πρόβλεψη ειδικών διαγωνισμών για την ανάληψη έργων ισχύος άνω των 10 MW. “Δεν γίνεται καμία αναφορά στους όρους και τα κριτήρια της διεξαγωγής των διαγωνισμών” επισημαίνει ο κ. Ψωμάς. “Εκτιμώ ότι οι διαγωνισμοί δεν θα γίνουν ποτέ καταλήγει”.

Επίσης, σύμφωνα με ανακοίνωση του Σ.Ε.Φ., με ημερομηνία 05.03.2009 αναφέρεται ότι : Ο ν. 3734/2009 προβλέπει μεταξύ άλλων την προετοιμασία μιας ακόμα Κ.Υ.Α. για την εγκατάσταση Φ/Β σε κτίρια. Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, για Φ/Β συστήματα ισχύος >20kW απαιτείται η εκπόνηση περιβαλλοντικής μελέτης και Ε.Π.Ο. από τις αρμόδιες αρχές. Η νομοθεσία είναι τελείως ανελαστική και δεν κάνει διακρίσεις ακόμη και αν το σύστημα πρόκειται να εγκατασταθεί πάνω σε κάποιο εμπορικό-βιομηχανικό κτίριο. Πρόκειται πράγματι για παγκόσμια πρωτοτυπία αφού πουθενά στον κόσμο δεν απαιτείται κάτι τέτοιο. Γιατί αλήθεια πρέπει κανείς να καθυστερήσει επί μήνες ξοδεύοντας αρκετά χρήματα σε ανούσιες μελέτες, δεδομένου ότι τα Φ/Β δεν εκλύουν ρύπους, δεν παράγουν απόβλητα και είναι αθόρυβα; Τα Φ/Β είναι μια τεχνολογία που ενσωματώνεται σε κτίρια και εκατομμύρια τέτοια συστήματα έχουν εγκατασταθεί σε όλον τον κόσμο χωρίς να απαιτούνται άχρηστες και χρονοβόρες μελέτες. Το ίδιο μάλιστα το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. τα έχει χαρακτηρίσει “μη οχλούσες ή χαμηλής όχλησης δραστηριότητες” (αριθ. Δ6/Φ1/οικ.19500,04.11.2004).

4.4 Ειδικό Πρόγραμμα “Φωτοβολταϊκά στις στέγες” - Μικρές επενδύσεις Φ/Β συστημάτων ισχύος έως 10kW σε αστικό περιβάλλον

Η υπογραφή της K.Y.A. (των υπουργείων Οικονομίας, Ανάπτυξης και ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.) – Αρ. Πρωτ. 12323/ΓΓ : 175/4.6.2009 που αναμενόταν για τα Φ/Β στις στέγες δόθηκε στη δημοσιότητα την 4^η Ιουνίου 2009 από τον Υπουργό Ανάπτυξης. Το Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φ/Β συστημάτων ισχύος έως 10kW, **“Φωτοβολταϊκά στις Στέγες (Φ.Β.Σ.)”**, σε κτιριακές εγκαταστάσεις, που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων (που απασχολούν έως 10 εργαζόμενους και έχουν ετήσιο τζίρο μέχρι 2 εκατ. €), θα τεθεί σε ισχύ την 1η Ιουλίου του 2009 και θα διαρκέσει έως 31.12.2019. Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα σε κάθε πολίτη να αξιοποιήσει την πράσινη ενέργεια, τοποθετώντας Φ/Β στη στέγη ή το δώμα του κτιρίου του (συμπεριλαμβανομένων των στεγάστρων βεραντών) για παραγωγή ενέργειας που εγχέεται στο Δίκτυο, με ευνοϊκά κριτήρια και απλές διαδικασίες. Το πρόγραμμα αφορά σε όλη τη χώρα με εξαίρεση τα Μη Διασυνδεδεμένα με το Ηπειρωτικό Σύστημα Νησιά. Ο Υπουργός Ανάπτυξης παρουσιάζοντας τις θεσμικές παρεμβάσεις που έχουν τη μορφή Κ.Υ.Α. σημείωσε ότι μέσω της διευκόλυνσης τη χρήσης των Α.Π.Ε. σε εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας, η πράσινη ενέργεια γίνεται μέρος της καθημερινότητας των πολιτών, επηρεάζοντας σταδιακά το σύνολο της ενεργειακής τους συμπεριφοράς και οδηγώντας στην “επανάσταση της πράσινης τεχνολογίας (πηγή : www.express.gr 21.5.2009). Επίσης ολοκληρώνοντας υπογράμμισε ότι “πρόθεση του ΥΠ.ΑΝ. είναι να δοθεί προτεραιότητα στις μεγάλες επενδύσεις για να καλυφθεί το κενό που υπάρχει στη χώρα μας. Θέλουμε να χωρίσουμε τις μικρές από τις μεγάλες επενδύσεις. Δεν πιστεύω ότι οι επενδύσεις του μισού μεγαβάτ πρέπει να περιμένουν στην ουρά με τις επενδύσεις των 50 και 100 μεγαβάτ”.

Ωστόσο η εφαρμογή της, που την αναμένουν αρκετές χιλιάδες πολίτες, θα εξαρτηθεί από νέα Υ.Α., που θα εκδώσει ο Υπουργός ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., για τους όρους εγκατάστασης των Φ/Β στις στέγες. Αρχικά η απόφαση αυτή θα είχε τη μορφή ερμηνευτικής εγκυκλίου. Ωστόσο στην Κ.Υ.Α. που υπεγράφη την 4.6.2009, προβλέπεται ότι θα είναι νέα απόφαση. Σε κάθε περίπτωση ο Υπουργός ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. είχε προϋδεάσει για το περιεχόμενο της απόφασης. Σε ανακοίνωση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. την 21.5.2009, αναφερόταν ότι το υπουργείο θα ρυθμίσει θέματα αισθητικής, μόνωσης και ποσοστών κάλυψης. Επίσης, θα θέτει απαγορεύσεις για εγκατάσταση Φ/Β σε απολήξεις κλιμακοστασίων, παραδοσιακούς οικισμούς, διατηρητέα κτίρια, εκτός και εάν επιτρέπονται από τους ειδικούς όρους δόμησης, που διέπουν τους οικισμούς και τα κτίρια αυτά.. Έτσι, είναι φυσικό ότι τα όσα θα προβλέπει η απόφαση Σουφλιά για την εγκατάσταση Φ/Β στις στέγες (δεν είναι γνωστό ακόμη πότε θα εκδοθεί), θα είναι καθοριστικά για την επιτυχία του προγράμματος, το οποίο όπως προαναφέρθηκε θα ισχύσει από την 1.7.2009 (πηγή : Ελευθεροτυπία 5.6.2009).

Έως 400 MW υπολογίζεται ότι μπορεί να φθάσει η εγκατεστημένη ισχύς από μικρά Φ/Β συστήματα ισχύος έως 10kW. Δικαίωμα ένταξης στο πρόγραμμα έχουν φυσικά πρόσωπα μη επιτηδευματίες και φυσικά ή νομικά πρόσωπα επιτηδευματίες, που κατατάσσονται στις πολύ μικρές επιχειρήσεις (μέχρι 10 άτομα και μέχρι 2 εκατ. ευρώ τζίρο ετησίως), τα οποία έχουν στην κατοχή τους

το χώρο, στον οποίο εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα. Ειδικότερα, δικαίωμα ένταξης στο πρόγραμμα έχουν οι κύριοι οριζόντιων ιδιοκτησιών εκπροσωπούμενοι από τον διαχειριστή μετά από συμφωνία του συνόλου των ιδιοκτητών ή ένας εκ των κυρίων των οριζόντιων ιδιοκτησιών, μετά από παραχώρηση χρήσης του κοινόχρηστου ή κοινόκτητου χώρου από τους λοιπούς συνιδιοκτήτες, με ευθύνη των ενδιαφερομένων. Προϋπόθεση αποτελεί η συμφωνία του συνόλου των συνιδιοκτητών, που αποδεικνύεται με πρακτικό ομόφωνης απόφασης της γενικής συνέλευσης ή με έγγραφη συμφωνία όλων των συνιδιοκτητών του κτιρίου, με ευθύνη των ενδιαφερομένων. Τονίζουμε ότι για την περίπτωση Φ/Β συστήματος σε κοινόχρηστο ή κοινόκτητο χώρο του κτιρίου, επιτρέπεται η εγκατάσταση ενός και μόνο συστήματος. Επιτρέπεται η παραχώρηση χρήσης χώρου για την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος, μετά από έγγραφη συμφωνία του κυρίου του χώρου αυτού, σε κύριο οριζόντιας ιδιοκτησίας του κτιρίου όπου βρίσκεται ο χώρος.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ένταξη Φ/Β συστήματος στο πρόγραμμα είναι η ύπαρξη ενεργής σύνδεσης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος στο όνομα του κυρίου του Φ/Β στο κτίριο όπου το σύστημα εγκαθίσταται. Επιπλέον, βασική προϋπόθεση για την προσθήκη Φ/Β συστήματος για την πώληση ενέργειας, όταν το ακίνητο στο οποίο εγκαθίσταται το σύστημα χρησιμοποιείται για κατοικία, είναι μέρος των θερμικών αναγκών του ακινήτου για ζεστό νερό χρήσης να καλύπτεται με χρήση Α.Π.Ε. (π.χ. ηλιοθερμικά, ηλιακοί θερμοσίφωνες). Ο λόγος είναι ότι θα πρέπει να υπάρχει μια ενοποιημένη γενικότερη αντίληψη στους καταναλωτές σχετικά με τα ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Η μικρή ισχύς των Φ/Β συστημάτων (έως 10kW) εξασφαλίζει ότι η παραγόμενη ενέργεια αντιστοιχεί σε αυτήν που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κυρίου του Φ/Β συστήματος. Κατά συνέπεια δεν υφίστανται, για τον κύριο του Φ/Β συστήματος, φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας αυτής στο δίκτυο. Ο πολίτης παραγωγός – καταναλωτής δεν θα έχει φορολογική ή ασφαλιστική υποχρέωση (άνοιγμα βιβλίων, έκδοση τιμολογίων, ασφάλιση κ.λ.π.), είτε είναι επιτηδευματίας, είτε όχι.

Για την εφαρμογή του προγράμματος “Φωτοβολταϊκά στις Στέγες”, δε θα δίνεται καμία επιδότηση. Αυτό συμβαίνει διότι η τιμή πώλησης του ηλεκτρικού ρεύματος στο δίκτυο (0,55€/kWh) είναι πολύ ευνοϊκή και δεν απαιτείται επιχορήγηση. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο ο πολίτης δεν μπαίνει στη διαδικασία προετοιμασίας φακέλου, αξιολόγησης, έγκρισης, ελέγχου κ.λ.π. Μάλιστα στην παρ. 3 του άρθρου 2 της Κ.Υ.Α. επισημαίνεται ότι : “Προϋπόθεση και όρος για την ένταξη Φ/Β συστήματος στο Πρόγραμμα είναι η μη ύπαρξη δημόσιας ενίσχυσης στο πλαίσιο του Αναπτυξιακού-Επενδυτικού νόμου, όπως κάθε φορά ισχύει, των συγχρηματοδοτούμενων από την Ε.Ε δράσεων χρηματοδότησης (π.χ. στο πλαίσιο ΕΠ του ΕΣΠΑ) και γενικότερα οποιουδήποτε άλλου προγράμματος χρηματοδότησης”.

Για την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος ισχύος έως 10kW απαιτείται έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας, κατά την έννοια του άρθρου 7 παρ. 1 του ν. 3212/2003 (Φ.Ε.Κ. Α’308), όπως κάθε φορά ισχύει και τις κανονιστικές πράξεις που εκδίδονται κατ’ εξουσιοδότησή του. Οι

ενδιαφερόμενοι, ωστόσο, θα πρέπει να περιμένουν διότι το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. δεν έχει ορίσει ακόμη τους όρους εγκατάστασης των Φ/Β, με βάση τις διατάξεις του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού (Γ.Ο.Κ.). Στο άρθρο 5 της Κ.Υ.Α., με το οποίο ρυθμίζονται θέματα πολεοδομικής αντιμετώπισης, αναφέρεται ότι “όροι εγκατάστασης θα οριστούν με απόφαση του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.” Με άλλα λόγια, θα απαιτηθεί και δεύτερη Υ.Α. προκειμένου να δοθεί το πράσινο φως στους ενδιαφερομένους, καθώς οι όροι εγκατάστασης (θέμα Γ.Ο.Κ., τρόπος τοποθέτησης στο δώμα, αποστάσεις ασφαλείας κ.λ.π.) είναι καθοριστικοί για να “τρέξει” το πρόγραμμα και χωρίς αυτούς το μέτρο είναι δώρον άδωρον. Σχολιάζοντας την απόφαση, παράγοντες της αγοράς Φ/Β επεσήμαναν ότι δεν υπήρχε κανένας λόγος να δημοσιευτεί η Κ.Υ.Α. από τη στιγμή που το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. δεν έχει ακόμη συμφωνήσει στα βασικά, δηλ. στους όρους τοποθέτησής τους.

Για τη σύνδεση του συστήματος και την πώληση της ενέργειας ο παραγωγός θα απευθύνεται στις τοπικές υπηρεσίες της Δ.Ε.Η. υπογράφοντας δύο αντίστοιχες συμβάσεις, μία για την τοποθέτηση ουσιαστικά του μετρητή (Σύμβαση Σύνδεσης) και μία για την πώληση της ενέργειας (Σύμβαση Συμψηφισμού).

Όσον αφορά στον μετρητή της Δ.Ε.Η., θα τοποθετηθεί ένα νέο ρολόι με διπλό μετρητή για την παραγόμενη από την εγκατάσταση ενέργεια και την προς διάθεση. Το κόστος για το ρολόι θα βαρύνει τον παραγωγό, όπως συμβαίνει σε όλες τις περιπτώσεις σύνδεσης με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. και δεν θα ξεπερνά τα 500€. Το αντίτιμο πώλησης του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο, μειούμενο κατά το ποσό του συνολικού λογαριασμού της Δ.Ε.Η., θα παρουσιάζεται σε πιστωτικό λογαριασμό της Δ.Ε.Η. και θα εισπράττεται από τον κύριο του συστήματος. Αν κύριος του συστήματος είναι η διαχείριση της πολυκατοικίας, τότε το σύστημα θα συνδέεται με τον κοινόχρηστο μετρητή (ρολόι) της Δ.Ε.Η. και τα έσοδα θα εισπράττονται από τον διαχειριστή και θα κατανέμονται ανάλογα στους συνιδιοκτήτες.

Η Σύμβαση Συμψηφισμού συνάπτεται μεταξύ του κυρίου του Φ/Β συστήματος και της Δ.Ε.Η. Α.Ε. για 25 έτη, με έναρξη ισχύος την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του Φ/Β συστήματος. Η εν λόγω Σύμβαση συνομολογείται με σταθερή τιμή αναφοράς και αντιστοιχεί στο έτος που αυτή συνάπτεται, υπό την προϋπόθεση ενεργοποίησης της σύνδεσης του Φ/Β συστήματος εντός 6 μηνών από τη σύναψη της Σύμβασης Συμψηφισμού. Σε αντίθετη περίπτωση, ως τιμή αναφοράς θα λαμβάνεται η τιμή που αντιστοιχεί στο έτος που πραγματοποιείται η ενεργοποίηση της σύνδεσης του Φ/Β συστήματος.

Στην περίπτωση που ο κύριος του Φ/Β συστήματος αλλάξει προμηθευτή για την ηλεκτροδότηση των καταναλώσεων του στο κτίριο, λήγει αυτοδικαίως η Σύμβαση Συμψηφισμού και συνάπτεται νέα Σύμβαση Συμψηφισμού για το υπολειπόμενο των 25 ετών διάστημα μεταξύ του κυρίου του Φ/Β και του νέου προμηθευτή. Σε περίπτωση μεταβολής στο πρόσωπο του κυρίου του Φ/Β συστήματος, λόγω μεταβίβασης της σχετικής ιδιοκτησίας του στο κτίριο όπου βρίσκεται εγκατεστημένο το Φ/Β σύστημα, ο νέος κύριος υπεισέρχεται αυτοδίκαια στα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του μεταβιβάζοντος, που απορρέουν από τη Σύμβαση Συμψηφισμού.

Η Δ.Ε.Η. Α.Ε., ως Διαχειριστής του Δικτύου, διατηρεί το δικαίωμα να μην εγκρίνει την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος σε περίπτωση που κρίνει ότι δεν “σηκώνει” το δίκτυο. Γι’ αυτόν τον λόγο αναρτά στο δικτυακό της τόπο στοιχεία που αφορούν στο σύνολο της ισχύος, που αντιστοιχεί στα αιτήματα σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, στην ήδη συμβασιοποιημένη ισχύ καθώς και σε τυχόν περιπτώσεις κορεσμού των τοπικών δικτύων διανομής.

Η Δ.Ε.Η. Α.Ε. θα αγοράζει την παραγόμενη ενέργεια προς 0,55€/kWh, τιμή που θα ισχύει για όσες Συμβάσεις Συμψηφισμού υπογραφούν τα έτη 2009, 2010 και 2011. Η τιμή μειώνεται κατά 5% ετησίως για τις Συμβάσεις Συμψηφισμού που συνάπτονται το διάστημα από 1.1.2012 μέχρι και 31.12.1019. Η τιμή στην οποία συνομολογείται η Σύμβαση Συμψηφισμού αναπροσαρμόζεται κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος ή τον εκάστοτε αρμόδιο φορέα. Αν η τιμή που προκύπτει με την ανωτέρω αναπροσαρμογή, είναι μικρότερη της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος, όπως αυτή διαμορφώνεται κατά το προηγούμενο έτος, προσαυξημένης κατά 40%, η τιμολόγηση γίνεται με βάση τη μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος του προηγούμενου έτους, προσαυξημένη κατά τον αντίστοιχο ως άνω συντελεστή.

Προς ενημέρωση των ενδιαφερομένων στον δικτυακό τόπο του ΥΠ.ΑΝ. (www.ypan.gr) αναρτάται ειδικός κατάλογος μελετητών – εγκαταστατών και εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον τομέα προμήθειας και εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων, το οποίο τηρείται με ευθύνη του Κ.Α.Π.Ε.. Για την ένταξη στον κατάλογο ο ενδιαφερόμενος αποδέχεται την τήρηση ελάχιστων τεχνικών προδιαγραφών και όρων ασφαλείας για την εγκατάσταση και λειτουργία Φ/Β συστημάτων. Η ένταξη στη βάση θα γίνεται με απλή αίτηση του ενδιαφερομένου, σε κάθε όμως περίπτωση η πιστοποίηση αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα στην ελεύθερη αγορά. Στην παρούσα φάση δραστηριοποιούνται γύρω στις 200 εταιρείες Φ/Β συστημάτων. Σημαντικό είναι ότι υλοποιούνται και 5 ελληνικές παραγωγικές μονάδες με δυναμικότητα παραγωγής panels 200MW.

Ενδιαφέρον για επενδύσεις παραγωγής ενέργειας από Φ/Β έδειξαν ξένες εταιρείες, σε επαφές που είχαν με εκπροσώπους του Υπουργείου Οικονομίας. Ο Οργανισμός *Invest in Greece* (το πρώην ΕΛΚΕ που εξειδικεύεται στην προσέλκυση ξένων κεφαλαίων) μετείχε στην έκθεση ηλιακής τεχνολογίας “*Intersolar 2009*” που έγινε στο Μόναχο. Όπως αναφέρεται σε ανακοίνωση του Οργανισμού, έγιναν επαφές με περισσότερους από 35 εκπροσώπους του κλάδου, προερχόμενους κυρίως από την Ευρώπη και την Ασία, για επενδύσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα και στη βιομηχανική παραγωγή ανάλογων συστημάτων και εξαρτημάτων (οι δύο παραπάνω δραστηριότητες επιδοτούνται από τον αναπτυξιακό νόμο). Η “*Intersolar 2009*” φιλοξένησε φέτος πάνω από 1.400 διεθνείς εκθέτες, ενώ δέχτηκε περισσότερους από 60.000 επισκέπτες (πηγή : Ελευθεροτυπία 5.6.2009).

Τέλος, αναμένεται η έκδοση Κοινής Υπουργικής Απόφασης για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που αφορούν στην εγκατάσταση Φ/Β στο έδαφος στα εκτός σχεδίου οικόπεδα και αγροτεμάχια. Η Κ.Υ.Α. μεταξύ άλλων θα προβλέπει την κατάργηση, για όλα τα έργα, της υποχρέωσης

έκδοσης οικοδομικής άδειας, την εγκατάσταση ΦΒ ισχύος έως 20kW και υπό προϋποθέσεις και στα μεγαλύτερα και σε μη άρτια και οικοδομήσιμα οικόπεδα, δηλ. και σε μικρότερες των 4 στρεμμάτων ιδιοκτησίες και με 80% συντελεστή κάλυψης πηγή : πηγή : www.express.gr – 21/5/2009).

4.4.1 Στάση του Τ.Ε.Ε. απέναντι στο Πρόγραμμα “Φωτοβολταϊκά στις στέγες”

Την άποψη ότι δεν είναι δυνατόν γενικευμένα και αδιακρίτως να εγκατασταθούν ΦΒ συστήματα σε κτίρια—ακόμη και σε μη άρτια και μη οικοδομήσιμα οικόπεδα, όπως διατείνονται οι αρμόδιοι!—χωρίς σαφείς προδιαγραφές, που θα διασφαλίζουν το περιβάλλον (από ουσιαστική και αισθητική άποψη), την ασφάλεια κτιρίων και εγκαταστάσεων, το δημόσιο συμφέρον και, κυρίως δεν θα διασφαλίζεται ο καταναλωτής ως προς την καταλληλότητα, την επάρκεια και το κόστος της εγκατάστασης, επαναλαμβάνει το Τ.Ε.Ε..

Με αφορμή σχετική ανακοίνωση της Greenpeace, στην οποία κατηγορείται το Τ.Ε.Ε. για “συντεχνιακή λογική”, το Επιμελητήριο επισημαίνει ότι οι όροι εγκατάστασης αποτελούν ευθύνη του κράτους, που δεν είναι δυνατόν να εκχωρηθεί ή να υποκατασταθεί από τις ιδιωτικές εμπορικές επιχειρήσεις και τις προδιαγραφές που εκείνες έχουν συντάξει για τα προϊόντα τους. “Άρα, το κράτος οφείλει να συντάξει σαφείς προδιαγραφές, που θα καλύπτουν όλες αυτές τις περιπτώσεις και κυρίως τους πολίτες”, τονίζει.

Επίσης, υποστηρίζει ότι η εγκατάσταση κάθε τέτοιου συστήματος δεν μπορεί να γίνεται δίχως άδεια, αλλά και χωρίς τον έλεγχο από δημόσια υπηρεσία. Είναι υποχρέωση, επίσης του κράτους, να προβλέψει διαδικασίες σύντομες και αντιγραφειοκρατικές, ώστε το πρόγραμμα να προχωρήσει το συντομότερο δυνατόν.

Τέλος επισημαίνει το Τ.Ε.Ε. ότι οι μελέτες δεν αυξάνουν το κόστος σε καμία περίπτωση, αντίθετα μειώνουν το κόστος κάθε επένδυσης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι βέβαιο, ότι το κόστος της μελέτης ενσωματώνεται στο συνολικό κόστος εγκατάστασης και προσφέρεται ως “πακέτο” από τις εμπορικές επιχειρήσεις. Άρα, ο διαχωρισμός του κόστους της μελέτης από το κόστος της προμήθειας και εγκατάστασης, απλώς θα διασφαλίζει για τον καταναλωτή ότι θα επιλεγεί η πλέον άρτια, επαρκής για τις ανάγκες του και οικονομική λύση, ενώ δεν θα τον επιβαρύνει με επιπλέον κόστος.

Υπό το πρίσμα λοιπόν όλων αυτών, συνεχίζει το Τ.Ε.Ε., προκαλεί κατάπληξη το επιχείρημα περί συντεχνίας που προβάλλει με την ανακοίνωσή της η Greenpeace, δηλώνοντας κατά τον πλέον κατηγορηματικό τρόπο ότι το Τ.Ε.Ε. επιθυμεί και επιδιώκει την ταχύτερη δυνατή εφαρμογή του προγράμματος οικιακών ΦΒ, αλλά και διακηρύσσοντας προς κάθε κατεύθυνση “*αφήστε τον ήλιο να λάμψει, αλλά χωρίς σκιές που θα ακυρώνουν την περιβαλλοντική και ενεργειακή του αξία*” (πηγή : περιοδικό Τ.Ε.Ε.-τεύχος 2540-15.06.2009).

Την ανάγκη να τεθούν εξ αρχής όλες οι προϋποθέσεις, όροι και περιορισμοί που συνεπάγεται η εγκατάσταση ΦΒ στα κτίρια, επισημαίνει το Τ.Ε.Ε., το οποίο μάλιστα, δηλώνει έτοιμο να

ανταποκριθεί, κατά τη φάση επεξεργασίας της Κ.Υ.Α. διατυπώνοντας συγκεκριμένες προτάσεις για σημαντικά ζητήματα, συνεργαζόμενο με τα αρμόδια υπουργεία.

Υπενθυμίζεται ότι το Τ.Ε.Ε., εδώ και χρόνια, στηρίζει την προοπτική χρησιμοποίησης των επιφανειών των κτιρίων για την παραγωγή “καθαρής” ενέργειας και επισημαίνεται ότι κάθε εγχείρημα, ακόμη και όταν ξεκινά με τις καλύτερες προθέσεις και βρίσκεται καταρχήν στη σωστή κατεύθυνση, κινδυνεύει να αποτύχει κατά την υλοποίησή του, εφόσον στο στάδιο της μελέτης δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι παράγοντες και τα προβλήματα που πιθανόν να ανακύψουν.

Έχοντας υπόψη μόνο το κείμενο της συνέντευξης Τύπου του ΥΠ.ΑΝ. και την ανακοίνωση Τύπου του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. το Τ.Ε.Ε. καταγράφει ορισμένα ζητήματα που θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη από τους αρμοδίους.

I. Ζητήματα μελετητικού χαρακτήρα

■ *Αρχιτεκτονικού – μορφολογικού χαρακτήρα.* Το δώμα και η στέγη ολοκληρώνουν και το κέλυφος του κτιρίου και ως εκ τούτου διαμορφώνουν την παρουσία του στο δομημένο περιβάλλον. Η οποιαδήποτε επέμβαση σε αυτό θα πρέπει να ελέγχεται σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις και την Ε.Π.Α.Ε. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε περιοχές ειδικών διαταγμάτων, πλησίον αρχαιολογικών χώρων, μνημείων κ.λ.π.. Με την ελεύθερη, όπως αναφέρεται στην ανακοίνωση του ΥΠ.ΑΝ., τοποθέτηση των Φ/Β σε οποιοδήποτε οικόπεδο στις εκτός σχεδίου περιοχές, θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα η διαμόρφωση του φυσικού τοπίου.

■ *Τεχνικού χαρακτήρα :* η θέση και ο χώρος τοποθέτησης Φ/Β, καθώς και η στατική επάρκεια της όλης κατασκευής σε ανεμοπιέσεις κ.λ.π. Προσδιορισμός των εργασιών που προηγούνται και έπονται της τοποθέτησης των Φ/Β, όπως υγρομονώσεις κ.λ.π.

■ Επίσης, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τα τεχνικά ζητήματα, τα οποία θα ανακύψουν κατά την εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος, όπως ο τρόπος στήριξης των panels, η όδευση και προστασία του κεντρικού καλωδίου μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος από την οροφή στο ισόγειο ή υπόγειο του κτιρίου, η σύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. αλλά και η προβλεπόμενη τεχνική μελέτη.

II. Ζητήματα Πολεοδομικής νομοθεσίας και ειδικών κανονισμών

Από τα παραπάνω προκύπτει σαφώς ότι η τοποθέτηση Φ/Β είναι έργο μηχανικών, που απαιτεί τόσο μελέτη όσο και επίβλεψη κατά την εκτέλεσή του. Συνεπώς, δεν μπορεί να υπαχθεί στις “εργασίες μικρής κλίμακας”. Είναι δε αποδεδειγμένο ότι η σύνταξη των μελετών και η παρουσία επιβλέποντος μηχανικού συμβάλλουν σημαντικά στην οικονομία του έργου. Πρέπει να οριστεί χορήγηση ειδικής άδειας με υποβαλλόμενο φάκελο στο αρμόδιο Πολεοδομικό Γραφείο, του οποίου η πληρότητα και τα λοιπά στοιχεία εύκολα καθορίζονται.

III. Ζητήματα κατασκευής

■ καθορισμός σαφών προδιαγραφών για όλα τα υλικά που θα αποτελέσουν την κατασκευή.

■ πιστοποίηση των εγκαταστάσεων και λοιπών εμπλεκομένων στην κατασκευή φορέων.

■ παράδοση – παραλαβή του έργου από αρμόδιο φορέα.

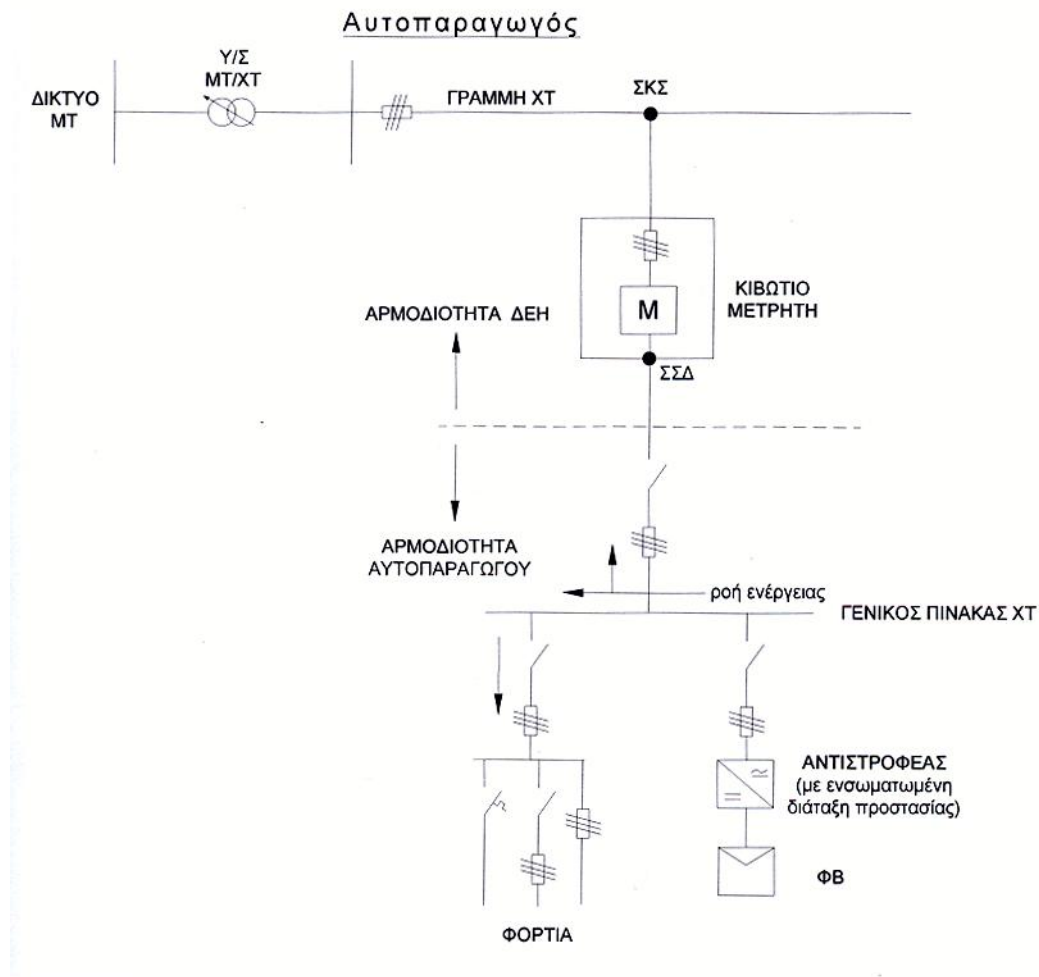
Το Τ.Ε.Ε. θεωρεί ότι η συνεργασία με τα αρμόδια υπουργεία θα θέσει εξαρχής σε σωστή και διαχρονική βάση, την εφαρμογή μιας τόσο σημαντικής για την οικονομία και το περιβάλλον υπόθεσης.

5. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

5.1. Τα δυνατά σχήματα σύνδεσης ενός Φ/Β συστήματος με το Δίκτυο Χ.Τ. της Δ.Ε.Η. είναι :

(α) Σχήμα σύνδεσης Αυτοπαραγωγού

Στην περίπτωση αυτή ο Φ/Β σταθμός τροφοδοτεί μέσω του ζυγού Χ.Τ. του Γενικού Πίνακα τα φορτία της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης και σε περίπτωση περίσσειας ενέργειας διοχετεύει αυτή προς το Δίκτυο Χ.Τ..



Σχήμα 5.1 : Σχήμα σύνδεσης Αυτοπαραγωγού

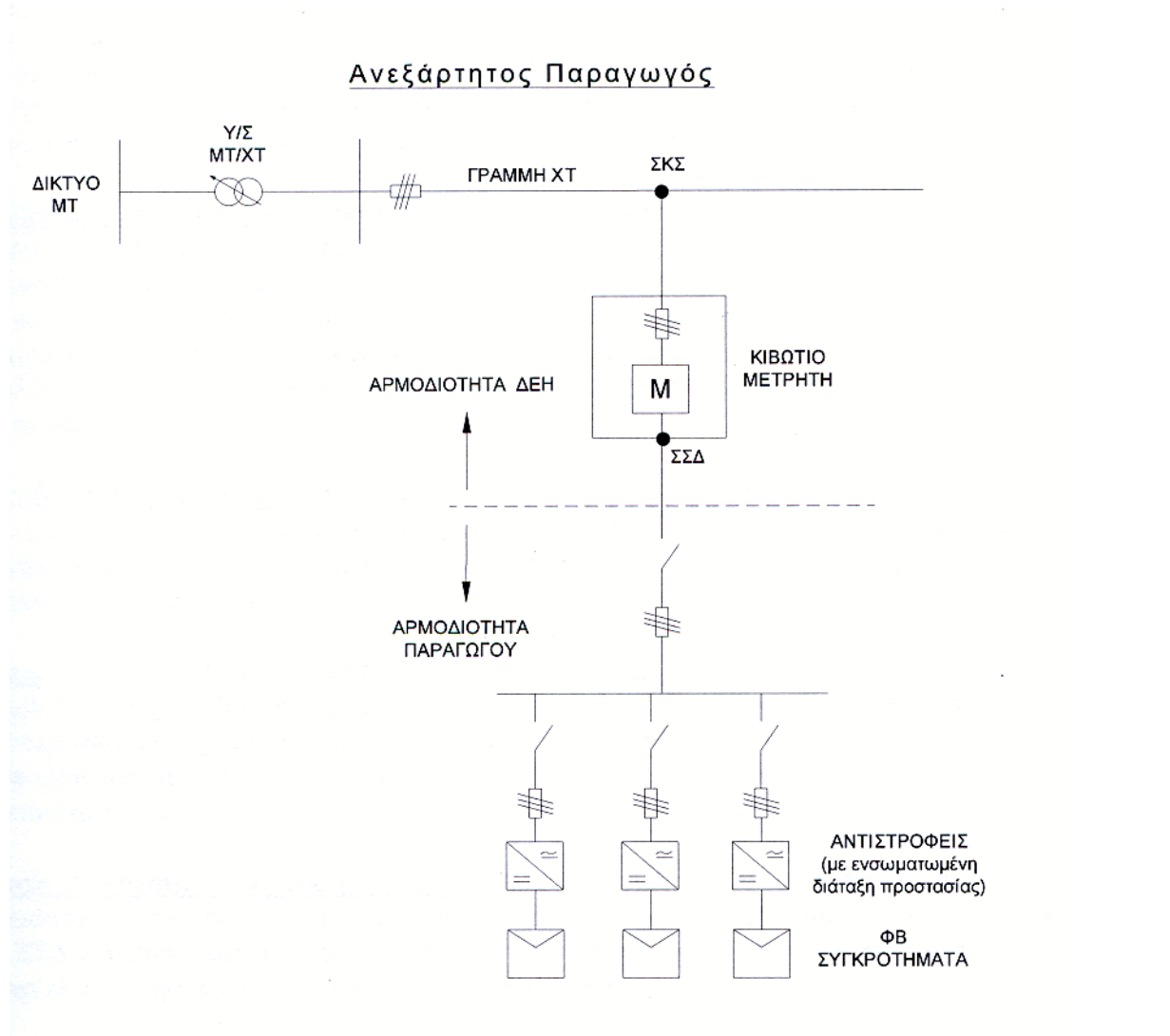
- Σημείο Σύνδεσης στο Δίκτυο (Σ.Σ.Δ.) : είναι το σημείο του Δικτύου, όπου συνδέονται οι εγκαταστάσεις του Παραγωγού και βρίσκεται πάντοτε στην έξοδο των εγκαταστάσεων αυτών. Στο Σ.Σ.Δ. εγκαθίσταται η διάταξη μέτρησης της ενέργειας, που είτε αποδίδει ο Παραγωγός στο Δίκτυο, είτε απορροφά από το Δίκτυο ως καταναλωτής.
- Σημείο Κοινής Σύνδεσης (Σ.Κ.Σ.) : είναι το πλησιέστερο προς τις εγκαταστάσεις του Παραγωγού σημείο του Δικτύου, στο οποίο συνδέεται ή μπορεί να συνδεθεί στο μέλλον άλλος χρήστης (Παραγωγός ή Καταναλωτής). Το Σ.Κ.Σ. αποτελεί το σημείο αναφοράς για τον προσδιορισμό των προκαλούμενων επιπτώσεων στη λειτουργία του Δικτύου από την εγκατάσταση παραγωγής.

■ Όριο Ιδιοκτησίας και αρμοδιοτήτων : είναι το σημείο του Δικτύου, που αποτελεί το όριο διαχωρισμού αρμοδιοτήτων και ευθύνης μεταξύ Δ.Ε.Η. και Παραγωγού, στην προκειμένη περίπτωση οι ακροδέκτες εξόδου του μετρητή ή οι ακροδέκτες των μετασχηματιστών εντάσεως σε περίπτωση παροχών Νο 5 και Νο 6.

■ Προστασία Απόξευξης Αντιστροφέα : είναι τα στοιχεία εκείνα που επιτρέπουν την απομόνωση των κατάντη του αντιστροφέα (inverter) εγκαταστάσεων συμπεριλαμβανομένου και του ίδιου του αντιστροφέα, στην περίπτωση της εκτός ορίων λειτουργίας του Φ/Β σταθμού ή σε περίπτωση απουσίας του Δικτύου ή άλλων δυσλειτουργιών. Η προστασία αυτή μπορεί να ενσωματώνεται στον αντιστροφέα ή να αποτελεί ξεχωριστή διάταξη.

(β) Σχήμα Ανεξάρτητου Παραγωγού

Στην περίπτωση αυτή ο Φ/Β σταθμός διοχετεύει στο Δίκτυο ολόκληρη την ποσότητα της ενέργειας που παράγει.



Σχήμα 5.2 : Σχήμα σύνδεσης Ανεξάρτητου Παραγωγού

5.2. Διαδικασία για τη σύνδεση Φ/Β σταθμών στο δίκτυο Χ.Τ. (ισχύς έως 100kW)

Η διαδικασία αυτή αναφέρεται σε Φ/Β σταθμούς ανεξάρτητων παραγωγών και αυτοπαραγωγών ισχύος έως και 100kW. Οι σταθμοί αυτοί θα συνδέονται στο δίκτυο Χ.Τ. και η σύνδεσή τους θα διεκπεραιώνεται σε επίπεδο Περιοχής. Οι Φ/Β σταθμοί ισχύος άνω των 100kW θα συνδέονται στο δίκτυο Μ.Τ. και η διαχείριση των αντίστοιχων αιτημάτων θα διενεργείται σε κεντρικό επίπεδο, επί του παρόντος από τη Δ.Δ.Δ., όπως συμβαίνει και για τους σταθμούς Α.Π.Ε. άλλων τεχνολογιών (αιολικά πάρκα, μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί κ.λ.π.).

Διευκρινίζεται ότι σύμφωνα με το ν. 3468/2006 :

Φ/Β σταθμοί ισχύος μέχρι και 20kW	Φ/Β σταθμοί ισχύος άνω 20kW έως και 150kW	Φ/Β σταθμοί ισχύος άνω των 150kW
Απαιτούνται :	Απαιτούνται :	Απαιτούνται :
<ul style="list-style-type: none"> ■ Σύμβαση σύνδεσης με τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. ■ Σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με το Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε. ή τη Δ.Ε.Η. για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Σύμβαση σύνδεσης με τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. ■ Σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με το Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε. ή τη Δ.Ε.Η. για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Σύμβαση σύνδεσης με τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. ■ Σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με το Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε. ή τη Δ.Ε.Η. για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά.
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ε.Π.Ο. από την αρμόδια Διοικητική Περιφέρεια, σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. υπ' αριθ. οικ. 10447 (Φ.Ε.Κ. 63B/26.5.2006). ■ Λήψη εξαίρεσης από την υποχρέωση χορήγησης άδειας παραγωγής από τη Ρ.Α.Ε. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Λήψη άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας από την αρμόδια Διοικητική Περιφέρεια ■ Λήψη άδειας παραγωγής από το ΥΠ.ΑΝ. μετά από γνωμοδότηση της Ρ.Α.Ε.
<u>Δεν υπόκεινται</u> σε υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής και κατ' επέκταση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας, ούτε λήψης σχετικής εξαίρεσης από τη Ρ.Α.Ε.	<u>Δεν υπόκεινται</u> σε υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής και κατ' επέκταση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας.	

Δεδομένου ότι οι Φ/Β σταθμοί ισχύος μέχρι και 20kW δεν υπόκεινται ουσιαστικά σε καμία άλλη έγκριση από φορείς της Διοίκησης και επιπλέον απαλλάσσονται της περιβαλλοντικής αδειοδότησης (εφόσον βρίσκονται εκτός περιοχών NATURA 2000, εθνικών δρυμών, παραδοσιακών οικισμών και περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος), η Δ.Ε.Η. αποτελεί στην περίπτωση αυτή το μοναδικό αρμόδιο φορέα για την υποδοχή, τον έλεγχο και την υλοποίηση των αιτημάτων σύνδεσης.

5.2.1 Υποβολή αίτησης από ενδιαφερόμενο

Η αίτηση σύνδεσης γίνεται με τη συμπλήρωση του τυποποιημένου εντύπου αίτησης από τον ενδιαφερόμενο (ΝΕΟ-ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 1-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) και την υποβολή στον Τομέα Δικτύου της Περιοχής με επισύναψη των εγγράφων και στοιχείων που πρέπει να συνοποβάλλονται κατά την αρχική αίτηση. Οι αιτήσεις θα αριθμοδοτούνται με σειρά χρονικής προτεραιότητας, κατ' αύξοντα αριθμό (ΦΒ1, ΦΒ2,...). Η αριθμοδότηση θα είναι ενιαία ανεξαρτήτως έτους. Σε κάθε αίτηση

αποδίδεται και ένας αριθμός παροχής. Σε περίπτωση που τα στοιχεία της αίτησης δεν είναι πλήρη, ή τα συνυποβαλλόμενα έγγραφα και στοιχεία είναι ελλιπή, η αίτηση δεν παραλαμβάνεται και δεν αριθμοδοτείται.

Από την εμπειρία που αποκτήθηκε κατά τη διετία εφαρμογής του Οδηγού για τη σύνδεση Φ/Β σταθμών στο Δίκτυο Χ.Τ. και την υποδοχή μεγάλου πλήθους αιτημάτων από τις Περιοχές, επανασταθμίστηκε το ζήτημα της προκαταβολικής είσπραξης μέρους των γενικών δαπανών, εις τρόπον ώστε να καλύπτονται εν μέρει οι δαπάνες εξέτασης και διαχείρισης των πολλών αιτημάτων, ανεξάρτητα από την τελική τους έκβαση και η Δ.Ε.Η. να μην δαπανά ασκόπως πόρους στις περιπτώσεις που οι αιτήσεις παραμένουν σε εκκρεμότητα ή αναστέλλονται. Έτσι λοιπόν κατά την υποβολή αιτήσεων για σύνδεση Φ/Β σταθμών στο δίκτυο Χ.Τ., οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να καταβάλλουν ταυτόχρονα εφάπαξ ποσό για την εξέταση της αίτησής τους ως εξής :

- 300€, για σταθμούς ισχύος άνω των 5kW έως και 20kW.
- 500€, για σταθμούς ισχύος άνω των 20kW έως και 100kW.

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α υπάρχει έντυπο αίτησης, ενδεικτικά συμπληρωμένο, για ανεξάρτητο παραγωγό (ισχύς παραγωγής 19,98kW).

Ειδικά στις περιπτώσεις ταυτόχρονης υποβολής πολλαπλών αιτήσεων επί του αυτού ακινήτου, θα πρέπει για κάθε Φ/Β σταθμό δηλ. για κάθε αίτηση χωριστά, ο ενδιαφερόμενος να προσκομίσει στην Περιοχή, απαραίτητα στη φάση της αρχικής αίτησης :

- σε περίπτωση ιδιοκτησίας του διαιρετού τμήματος του ακινήτου, τη συμβολαιογραφική πράξη αγοράς του διαιρετού τμήματος του ακινήτου συνοδευόμενη από το πιστοποιητικό μεταγραφής της πράξης αυτής στο υποθηκοφυλακείο.
- σε περίπτωση νόμιμης κατοχής το μισθωτήριο συμβόλαιο, από συμβολαιογράφο του αντιστοίχου διαιρετού τμήματος του ακινήτου, συνοδευόμενο από το πιστοποιητικό μεταγραφής του στο υποθηκοφυλακείο.
- την έγκριση εργασιών από την αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία χωριστά για κάθε διαιρετό τμήμα του ακινήτου.

Στις περιπτώσεις αυτές, προκειμένου οι αιτήσεις να γίνουν δεκτές, θα πρέπει να συνοδεύονται από ισάριθμες εγκρίσεις εργασιών από την Πολεοδομία, διαφορετικά δεν θα παραλαμβάνονται. Επίσης, ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να καταβάλλει το ποσό των 300€ για ένα έκαστο των σταθμών έναντι των γενικών δαπανών διαχείρισης και εξέτασης για τη σύνδεσή του.

(πηγή : Δ.Ε.Η. Α.Ε. N.Drosos@dei.com.gr και S.Aggelaki@dei.com.gr).

Παραθέτουμε τους κάτωθι ορισμούς, οι οποίοι θα βοηθήσουν στη σωστή συμπλήρωση της αίτησης :

■ Αυτοπαραγωγοί : καλούνται φυσικά ή νομικά πρόσωπα, στα οποία επιτρέπεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του Νόμου (αδειοδότηση ή εξαίρεση αδειοδότησης) η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

στις εγκαταστάσεις τους, με σκοπό την κατανάλωση της ενέργειας αυτής για την κάλυψη των αναγκών τους και σε περίπτωση ύπαρξης περίσσειας, τη διοχέτευση της περίσσειας αυτής στο Δίκτυο. Στην περίπτωση των Φ/Β σταθμών ένας αυτοπαραγωγός με συνολική εγκατεστημένη ισχύ παραγωγής έως 100kW μπορεί να συνδέεται μέσω της εσωτερικής ηλεκτρικής του εγκατάστασης στο Δίκτυο Χ.Τ. (δηλ. σε παροχές μέχρι Νο 6), ενώ για ισχύ >100kW θα συνδέεται στο Δίκτυο Μ.Τ., μέσω Υ/Σ ανύψωσης, ιδιοκτησίας του.

■ Ανεξάρτητοι Παραγωγοί : καλούνται φυσικά ή νομικά πρόσωπα, στα οποία επιτρέπεται, σύμφωνα με τις προβλέψεις του Νόμου (αδειοδότηση ή εξαίρεση αδειοδότησης), η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό τη διοχέτευση του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στο Δίκτυο. Στην περίπτωση των Φ/Β σταθμών ένας ανεξάρτητος παραγωγός με εγκατεστημένη ισχύ έως 100kW μπορεί να συνδέεται απευθείας στο Δίκτυο Χ.Τ., ενώ για ισχύ >100kW υποχρεούται να συνδέεται και πάλι απευθείας στο Δίκτυο Μ.Τ. μέσω Υ/Σ ανύψωσης, ιδιοκτησίας του.

■ Νησιδοποίηση (islanding) : είναι η κατάσταση στην οποία ένα τμήμα του δικτύου, το οποίο περιλαμβάνει τόσο φορτία όσο και παραγωγή, απομονώνεται από το υπόλοιπο δίκτυο αλλά συνεχίζει να λειτουργεί από τους καταναμημένους παραγωγούς.

■ Αντιστροφέας : είναι η συσκευή μετατροπής συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ονομαστικής συχνότητας.

■ Πιστοποιημένος Αντιστροφέας : είναι ο αντιστροφέας που συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές διεθνών οργανισμών και διαθέτει πιστοποιητικά συμμόρφωσης.

5.2.2 Διατύπωση όρων σύνδεσης προς τον Παραγωγό

Μέσα σε χρονικό διάστημα 45 ημερών από την υποβολή της αίτησης, η Περιοχή με επιστολή προς τον ενδιαφερόμενο Παραγωγό (ΝΕΟ ΥΠΟΛΕΙΓΜΑ 3-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α), προβαίνει στη διατύπωση των τεχνικών και οικονομικών όρων σύνδεσης του σταθμού με το Δίκτυο Χ.Τ., μετά από την τεχνική εξέταση της περίπτωσης και τον καθορισμό (από μελέτη ή προμελέτη σε περίπτωση έργων Μ.Τ.), των έργων που απαιτούνται για τη σύνδεση και του αντίστοιχου προϋπολογιστικού κόστους. Στην επιστολή αυτή θα ζητείται από τον Παραγωγό να ειδοποιήσει εγγράφως την Περιοχή για την αποδοχή των όρων σύνδεσης και τη σύναψη της σχετικής Σύμβασης Σύνδεσης με το Δίκτυο Χ.Τ.. Κατά τη διατύπωση των όρων σύνδεσης θα αναφέρεται η διαφορά του συνολικού προϋπολογιστικού κόστους μείον το ποσό που έχει ήδη καταβληθεί από τον Παραγωγό (300 ή 500€). Επισημαίνεται ότι τα ως άνω εφάπαξ ποσά θα είναι απαιτητά για κάθε ένα Φ/Β σταθμό (δηλ. για κάθε αίτηση) χωριστά, στις περιπτώσεις ταυτόχρονης υποβολής πολλαπλών αιτήσεων επί του αυτού ακινήτου (κατάτμηση ισχύος). Επίσης τα ποσά αυτά θα απαιτούνται και στις περιπτώσεις αιτήσεων επανεξέτασης των όρων σύνδεσης, εφόσον δεν είχαν καταβληθεί κατά την αρχική αίτηση και μόνον.

5.2.3 Κατάρτιση και υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης

Μέσα σε χρονικό διάστημα 15 ημερών από τη λήψη της πιο πάνω έγγραφης ειδοποίησης του Παραγωγού, η Περιοχή προβαίνει στην κατάρτιση της σχετικής Σύμβασης (ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 4-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α), το περιεχόμενο της οποίας διαφοροποιείται κατά περίπτωση μόνον, ως προς την περιγραφή, το κόστος των έργων και τον χρόνο κατασκευής τους. Ο Παραγωγός θα ενημερώνεται τηλεφωνικά να προσέλθει για την υπογραφή της Σύμβασης και την ταυτόχρονη καταβολή της συνολικής προϋπολογιστικής δαπάνης ή του αναλογούντος τιμήματος σε περίπτωση διακανονισμού πληρωμής, σύμφωνα με τις ισχύουσες ρυθμίσεις. Η Σύμβαση συντάσσεται σε δύο όμοια πρωτότυπα (για τον Παραγωγό και τη Δ.Ε.Η.), τα οποία υπογράφονται και σφραγίζονται ανά σελίδα από τον Παραγωγό και τον Διευθυντή της Περιοχής.

5.2.4 Κατασκευή των έργων Σύνδεσης

Μετά την υπογραφή της Σύμβασης και την ταυτόχρονη καταβολή από τον Παραγωγό του προβλεπόμενου από τη Σύμβαση τιμήματος (του συνολικού προϋπολογιστικού κόστους, είτε της πρώτης από τις καθοριζόμενες στη Σύμβαση δόσεις σε περίπτωση διακανονισμού) προωθείται η κατασκευή των έργων σύνδεσης, που θα πρέπει να υλοποιηθεί εντός της καθοριζόμενης στη Σύμβαση προθεσμίας. Στις περιπτώσεις που τα έργα σύνδεσης συνίστανται στην κατασκευή νέας απλής παροχής (χωρίς δίκτυο) ή στην αντικατάσταση του υφιστάμενου μετρητή η κατασκευή θα πρέπει να ολοκληρώνεται εντός 30 εργάσιμων ημερών. Ο Παραγωγός ειδοποιείται εγγράφως από την Περιοχή για την περάτωση των έργων σύνδεσης. Επισημαίνεται ότι μετά το πέρας κατασκευής, εντός του συμβατικού χρόνου, των έργων σύνδεσης, η σύνδεση δεν ενεργοποιείται, παρά μόνον υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στη συνέχεια.

5.2.5 Ενεργοποίηση της Σύνδεσης

Για την ενεργοποίηση της σύνδεσης του Φ/Β σταθμού με το Δίκτυο Χ.Τ. ο Παραγωγός θα πρέπει :

- α)* να έχει προσκομίσει τα προβλεπόμενα κατά τη φάση αυτή έγγραφα και στοιχεία, όπως αυτά απαριθμούνται στην αίτηση σύνδεσης.
- β)* να έχει υπογράψει συμβόλαιο κατανάλωσης ρεύματος (τιμολόγιο Γενικής Χρήσης), χωρίς καμία άλλη οικονομική επιβάρυνσή του (συμμετοχή, προκαταβολή έναντι καταναλώσεως κ.λ.π.) και χωρίς πρόσθετα δικαιολογητικά, υπό τον αυτό αριθμό παροχής.
- γ)* να δηλώσει εγγράφως, την ετοιμότητα της εγκατάστασής του για έλεγχο από τη Δ.Ε.Η. και σύνδεση στο Δίκτυο.

δ) να ειδοποιηθεί τηλεφωνικώς για το χρόνο της επίσκεψης του κλιμακίου της Περιοχής στο χώρο της εγκατάστασής του για τη διενέργεια του αναγκαίου ελέγχου προ της θέσης υπό τάση παρουσία του ιδίου ή εκπροσώπου του.

Η ενεργοποίηση της Σύνδεσης θα γίνει αμέσως μετά τη διενέργεια του ελέγχου της εγκατάστασης από την Περιοχή. Εάν κατά τον έλεγχο που θα διενεργηθεί διαπιστωθούν ελλείψεις ή δυσλειτουργίες στις εγκαταστάσεις του Παραγωγού, η σύνδεση θα παραμείνει ανενεργή μέχρις ότου ο Παραγωγός προβεί στις διορθωτικές ενέργειες, που θα του υποδείξει η Δ.Ε.Η.. Στην περίπτωση αυτή η σύνδεση θα ενεργοποιείται μετά τον επιτυχή επανέλεγχο της εγκατάστασης.

5.2.6 Απολογισμός δαπανών

Εντός 2 μηνών από τη σύνδεση του Φ/Β σταθμού με το Δίκτυο συντάσσεται από την Περιοχή απολογισμός δαπανών με αντίστοιχη χρεοπίστωση του Παραγωγού. Ο απολογισμός θα καλύπτει το πλήρες κόστος των έργων (υλικά, εργατικά, εργολαβικά), τις Α.Ω. απασχόλησης του προσωπικού της Περιοχής (ή και ενδεχομένως της Περιφέρειας), καθώς και τις γενικές δαπάνες. Ο απολογισμός γνωστοποιείται εγγράφως στον Παραγωγό και οι ενδεχόμενες διαφορές εκκαθαρίζονται, ατόκως, εντός ενός μηνός από την ημερομηνία γνωστοποίησης.

5.2.7 Ενημερώσεις - Γνωστοποιήσεις

Θα πρέπει σε όλες τις περιπτώσεις να τηρούνται οι ακόλουθες γνωστοποιήσεις στα επιμέρους στάδια της διαδικασίας, ως εξής :

■ [Παραλαβή αίτησης → Ρ.Α.Ε., Δ.Δ.Δ.](#)

Αμέσως μετά την παραλαβή κάθε αίτησης σύνδεσης Φ/Β σταθμού στο Δίκτυο Χ.Τ., την αριθμοδότησή της και τη συμπλήρωση της ημερομηνίας υποβολής, αντίγραφο της 1^{ης} μόνο σελίδας θα αποστέλλεται με fax στη Ρ.Α.Ε. και στη Δ.Δ.Δ.

■ [Διατύπωση όρων σύνδεσης → Δ.Δ., Δ/νση Περιφέρειας](#)

Οι επιστολές διατύπωσης των όρων σύνδεσης θα κοινοποιούνται από την Περιοχή στη Δ/νση Δικτύου και στην οικεία Δ/νση Περιφέρειας.

■ [Υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης → Δ/νση Περιφέρειας](#)

Αντίγραφο της Σύμβασης Σύνδεσης θα διαβιβάζεται από την Περιοχή στην οικεία Δ/νση Περιφέρειας.

■ [Ενεργοποίηση Σύνδεσης → Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε/Δ.Μ.Δ.Ν., Ρ.Α.Ε., Δ.Δ.Δ., Δ.Δ., Δ/νση Περιφέρειας](#)

Ταυτόχρονα ή αμέσως μετά την ενεργοποίηση της σύνδεσης θα αποστέλλεται επιστολή ([ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 5-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α](#)) προς τον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. (για σταθμούς που εγκαθίστανται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα) ή στο Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών (για σταθμούς που εγκαθίστανται στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά), στην οποία θα αναγράφεται η ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης (ηλέκτριση των μετρητών) και στην οποία θα επισυνάπτεται πίνακας με

τα στοιχεία της μετρητικής διάταξης. Η επιστολή αυτή θα κοινοποιείται στη Ρ.Α.Ε. (χωρίς το συνημμένο πίνακα), στη Δ.Δ.Δ., τη Δ.Δ. και την οικεία Δ/ση Περιφέρειας (με τον συνημμένο πίνακα).

5.2.8 Κοστολόγηση Είσπραξη –Λογαριασμοί – Απολογισμός

■ Οι Παραγωγοί Α.Π.Ε. εν γένει και επομένως και οι Παραγωγοί με Φ/Β σταθμούς καταβάλλουν το πλήρες κόστος των έργων που απαιτούνται για τη σύνδεσή τους με το Δίκτυο.

■ Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης και τον καθορισμό των απολύτως αναγκαίων έργων σύνδεσης (βέλτιστη τεχνικά και οικονομικά λύση), προσδιορίζεται το προϋπολογιστικό κόστος της σύνδεσης που περιλαμβάνει :

→ κόστος τεχνικής εξέτασης και μελέτης σύνδεσης (με εκτίμηση των Α.Ω. που θα απαιτηθούν για τις εργασίες αυτές).

→ κόστος κατασκευής δικτύου (εφόσον απαιτείται) και παροχής που ενσωματώνει τα εξής :

◇ κόστος υλικών (η αξία του ηλεκτρονικού μετρητή με ενσωματωμένο GSM/GPRSβmodem θα λαμβάνεται 300€ για μονοφασικό μετρητή και 500€ για τριφασικό).

◇ κόστος εργολαβικών και εργατικών Δ.Ε.Η. για κατασκευή με αυτεπιστασία (τα εργολαβικά θα υπολογίζονται βάσει των τιμών μονάδας του τιμολογίου των εκάστοτε ισχυουσών Συμβάσεων Έργων Δικτύων Διανομής, προ εκπτώσεως, προ αναθεωρήσεως).

◇ κόστος επίβλεψης (με εκτίμηση των πραγματικών Α.Ω. που θα απαιτηθούν).

→ κόστος μεταφορικών μέσων Δ.Ε.Η. (με εκτίμηση των ωρών χρήσης ανά τύπο οχήματος).

→ κόστος ελέγχου σύνδεσης (με εκτίμηση των Α.Ω. που θα απαιτηθούν, καταρχήν 2 Α.Ω.)

→ κόστος οδοιπορικών (εντός των ορίων της Περιοχής).

→ κόστος δαπανών (μελετών κ.λ.π.) απασχόλησης προσωπικού της Περιφέρειας (εφόσον απαιτείται).

→ κόστος γενικών δαπανών που θα χρεώνεται ενιαία ως ποσοστό 10% επί του συνόλου των ανωτέρω δαπανών.

— Το κόστος Α.Ω. θα λαμβάνεται από τον πίνακα κοστολόγησης απασχόλησης μισθωτών Δ.Ε.Η. για λογαριασμό τρίτων που εκδίδεται από τη Δ.Ο.Λ., όπως εκάστοτε ισχύει.

— Το κόστος μεταφορικών μέσων θα λαμβάνεται από τον πίνακα κοστολόγησης των υπηρεσιών που παρέχονται σε τρίτους από τη διάθεση των μεταφορικών μέσων της Δ.Ε.Η. που εκδίδεται από τη Δ.Ο.Λ., όπως εκάστοτε ισχύει.

— Το συνολικό προϋπολογιστικό κόστος, χωρίς ανάλυση, πλέον Φ.Π.Α., αναγγέλεται στον Παραγωγό κατά τη διατύπωση των όρων σύνδεσης.

■ Ο Παραγωγός θα καταβάλλει το προϋπολογιστικό κόστος ταυτόχρονα με την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης. Διακανονισμός με δόσεις θα γίνεται μόνον μετά από αίτημα του Παραγωγού και για σχετικά μεγάλο ύψος προϋπολογιστικής δαπάνης (άνω των 3.000€). Στην περίπτωση διακανονισμού το τίμημα που καταβάλλεται κατά την υπογραφή της Σύμβασης αντιστοιχεί στην πρώτη από τις προβλεπόμενες δόσεις. Η διαχείριση των αντιστοίχων εγγυητικών επιστολών γίνεται σύμφωνα με τις πάγιες λειτουργικές ρυθμίσεις της Δ.Ε.Η..

■ Μετά το πέρας του έργου και την ενεργοποίηση της σύνδεσης θα συντάσσεται απολογισμός δαπανών εντός χρονικού διαστήματος 2 μηνών. Ο απολογισμός αυτός θα περιλαμβάνει :

→ τις πραγματικές δαπάνες τεχνικής εξέτασης και μελέτης σύνδεσης, βάσει των Α.Ω. που απαιτήθηκαν.

→ τις εργολαβικές δαπάνες, βάσει των αντιστοίχων πιστοποιήσεων για κάθε εντολή έργου, ή/και τις πραγματικές δαπάνες εργατικών Δ.Ε.Η., στις περιπτώσεις κατασκευής με συνεργεία Δ.Ε.Η., βάσει των Α.Ω. που απαιτήθηκαν.

→ την αξία των τοποθετηθέντων υλικών.

→ τις πραγματικές δαπάνες επίβλεψης, βάσει των Α.Ω. που απαιτήθηκαν.

→ τις πραγματικές δαπάνες μεταφορικών μέσων Δ.Ε.Η., βάσει των ωρών χρήσης που πραγματοποιήθηκαν ανά τύπο οχήματος.

→ τις πραγματικές δαπάνες ελέγχου και ενεργοποίησης της σύνδεσης, βάσει των Α.Ω. που απαιτήθηκαν.

→ ενδεχόμενες δαπάνες οδοιπορικών (εντός των ορίων της Περιοχής).

→ ενδεχόμενες δαπάνες (μελετών κ.λ.π.) απασχόλησης προσωπικού της Περιφέρειας.

→ γενικές δαπάνες που θα προκύψουν ως ποσοστό 10% επί του συνόλου των ως άνω απολογιστικών δαπανών.

Ο απολογισμός γνωστοποιείται εγγράφως στον Παραγωγό, με ανάλυση του συνολικού ποσού ως εξής : **1)** Υλικά **2)** Εργολαβικά **3)** Λοιπές δαπάνες

Η προκύπτουσα διαφορά έναντι του προϋπολογιστικού κόστους που χρεώνεται ή πιστώνεται στον Παραγωγό καταβάλλεται από αυτόν ή επιστρέφεται σε αυτόν από τη Δ.Ε.Η. άτοκα, εντός χρονικού διαστήματος ενός μηνός από την ημερομηνία γνωστοποίησης.

5.2.9 Ενεργοποίηση της σύνδεσης

Μετά το πέρας κατασκευής των έργων σύνδεσης και αφού ο Παραγωγός :

α) έχει ήδη προσκομίσει τα προβλεπόμενα έγγραφα και στοιχεία, όπως αυτά απαριθμούνται στην αίτηση σύνδεσης

β) έχει υπογράψει συμβόλαιο κατανάλωσης ρεύματος,

γ) έχει δηλώσει εγγράφως, την ετοιμότητα της εγκατάστασής του,

δ) έχει ειδοποιηθεί τηλεφωνικά για το χρόνο της επίσκεψης του κλιμακίου της Περιοχής στο χώρο εγκατάστασής του,

κλιμάκιο της Περιοχής, με επικεφαλής τον Τομεάρχη Δικτύου, μεταβαίνει στο χώρο του Φ/Β σταθμού και προβαίνει στην ενεργοποίηση της σύνδεσης με την ακόλουθη σειρά ενεργειών :

- Οπτικός έλεγχος της εγκατάστασης του σταθμού, πιστοποίηση των δηλωθέντων στοιχείων της (πλήθος, τύπος και ισχύς πλαισίων και αντιστροφών), έλεγχος της ισοκατανομής των στοιχείων παραγωγής για τη συμμετρική φόρτιση των φάσεων.

- Σύνδεση της γραμμής γενικού πίνακα – μετρητή του σταθμού με τους ακροδέκτες του μετρητή, με το στοιχείο απόζευξης του σταθμού πάντα σε θέση “εκτός”.

- Προγραμματισμός και έλεγχος του μετρητή, τοποθέτηση ασφαλειών μετρητή και θέση του στοιχείου απόζευξης του σταθμού στη θέση “εντός”.

- Διεξαγωγή όλων των απαραίτητων δοκιμών της μετρητικής διάταξης για τη διαπίστωση της ορθής λειτουργίας της.

- Επίδειξη από τον εκπρόσωπο του Παραγωγού των σχετικών ρυθμίσεων προστασίας απόζευξης των αντιστροφών και του χρόνου αυτών επί της οθόνης των αντιστροφών, καθώς και των λοιπών μεγεθών της παραγωγής κατά το χρόνο αυτό (τάση, ένταση και συχνότητα), εφόσον ο αντιστροφέας έχει τη δυνατότητα αυτή. Καταγραφή των εντάσεων των 3 φάσεων (ή και αμπερομέτρηση) και επαλήθευση ότι οι τιμές των εντάσεων δε διαφέρουν σε εύρος μεγαλύτερο του 20%.

- Έλεγχος για την προστασία έναντι νησιδοποίησης.

→ Θέση του στοιχείου απόζευξης του Παραγωγού στη θέση “εκτός”. Οι αντιστροφείς θα πρέπει να τεθούν εκτός λειτουργίας, γεγονός που διαπιστώνεται με έλεγχο στην άφιξη του στοιχείου απόζευξης.

→ Διενέργεια μονοπολικής και τριπολικής απόζευξης στην αναχώρηση Χ.Τ., στην οποία συνδέεται ο σταθμός, από το κιβώτιο ασφαλειών του Υ/Σ. Οι αντιστροφείς θα πρέπει να τεθούν εκτός λειτουργίας, γεγονός που διαπιστώνεται με έλεγχο στην άφιξη των ασφαλειών του Υ/Σ και ταυτόχρονα στη θέση της εγκατάστασης.

→ και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, μετά την άρση της τεχνητής διακοπής, είτε μέσω του στοιχείου απόζευξης του Παραγωγού, είτε μέσω των ασφαλειών Χ.Τ. της αναχώρησης στον Υ/Σ, οι αντιστροφείς θα πρέπει να τεθούν σε λειτουργία μετά τον προκαθορισμένο χρόνο (>3min).

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της άνω διαδικασίας, η σύνδεση ενεργοποιείται μόνιμα. Καταγράφονται τα στοιχεία της μετρητικής διάταξης και οι αρχικές ενδείξεις.

Ταυτόχρονα με την ενεργοποίηση της σύνδεσης, το κλιμάκιο της Περιοχής που θα διενεργήσει τον έλεγχο θα φροντίσει για τη σήμανση, με τον κατά περίπτωση πλέον ενδεδειγμένο μόνιμο τρόπο, της ύπαρξης Φ/Β σταθμού που συνδέεται στο συγκεκριμένο Υ/Σ.

Η σήμανση αυτή θα πρέπει να γίνει εξωτερικά και εσωτερικά του κιβωτίου ασφαλειών, κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται η ενημέρωση του προσωπικού στις περιπτώσεις μεταγενέστερων

επεμβάσεων και χειρισμών, για την ύπαρξη Φ/Β σταθμού, ενώ θα πρέπει να διακρίνεται η αναχώρηση προς την οποία συνδέεται.

Επιπρόσθετα, αμέσως μετά την ενεργοποίηση της σύνδεσης θα πρέπει απαραίτητα να ενημερώνεται το λειτουργικό σχέδιο Χ.Τ. της Περιοχής για την ύπαρξη παραγωγής στο συγκεκριμένο σημείο. Επίσης ενημερώνεται το αρχείο καταχώρησης των Φ/Β σταθμών με την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης και τα στοιχεία του Υ/Σ και της αναχώρησης Χ.Τ..

5.3. Διαδικασία για την εγκατάσταση και σύνδεση μικρών Φ/Β συστημάτων, ισχύος έως 10kW στο δίκτυο Χ.Τ.

Με οικονομικά κίνητρα και απλοποίηση των πολεοδομικών αλλά και φορολογικών υποχρεώσεων επιχειρεί το ΥΠ.ΑΝ. να προωθήσει την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων ισχύος μέχρι 10kW σε δώματα και στέγες κτιρίων (συμπεριλαμβανομένων των στεγάστρων βεραντών), που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων (μέχρι 10 άτομα προσωπικό και μέχρι 2 εκατ. ευρώ τζίρο ετησίως). Εκτιμάται ότι η όλη διαδικασία εγκατάστασης και λειτουργίας του Φ/Β συστήματος θα ολοκληρώνεται το πολύ σε 70 ημέρες.

Το Φ/Β σύστημα συνδέεται στο Δίκτυο διανομής Χ.Τ.. Για τη σύνδεσή του, η Δ.Ε.Η. Α.Ε. ως Διαχειριστής του Δικτύου, κάνει χρήση της παροχής μέσω της οποίας τροφοδοτούνται οι καταναλώσεις της ιδιοκτησίας του κυρίου, όπου εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα, όταν αυτό είναι τεχνικά δυνατό. Σε κάθε περίπτωση η σύνδεση αντιστοιχεί σε υφιστάμενο αριθμό παροχής της ιδιοκτησίας του κυρίου του Φ/Β συστήματος.

Πριν ακόμα ο ενδιαφερόμενος καταναλωτής – μελλοντικός Παραγωγός – απευθυνθεί στη Δ.Ε.Η. και ακολουθήσει τη διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω για τη σύνδεση του Φ/Β συστήματος, θα πρέπει πρωτίστως να απευθυνθεί σε κάποια εταιρεία Φ/Β συστημάτων, ώστε να ενημερωθεί για τα είδη των Φ/Β κυψελών, πλαισίων που υπάρχουν στην αγορά, την απόδόσή τους, το κόστος τους, να ζητήσει εγγυήσεις προϊόντος για τα πάνελ και τους αντιστροφείς – μετατροπείς (ειδικά για τους αντιστροφείς η εμπειρία “προστάζει” πως πρέπει να διεκδικείται επέκταση εγγύησης για 20 χρόνια) κ.λ.π. Προς ενημέρωση των ενδιαφερομένων στο δικτυακό τόπο του ΥΠ.ΑΝ. αναρτάται ενδεικτικός κατάλογος μελετητών – εγκαταστατών και εταιρειών, που δραστηριοποιούνται στον τομέα προμήθειας και εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων, το οποίο τηρείται με ευθύνη του Κ.Α.Π.Ε.. Προς το παρόν δραστηριοποιούνται γύρω στις 200 εταιρείες Φ/Β συστημάτων. Σημαντικό είναι ότι υλοποιούνται και 5 ελληνικές παραγωγικές μονάδες με δυναμικότητα παραγωγής πανέλων 200MW.

Μετά την έρευνα αγοράς από τον ενδιαφερόμενο, η εταιρεία με τη σειρά της θα στείλει μελετητές – εγκαταστάτες της, οι οποίοι θα εποπτεύουν το κτίριο, όπου θα εγκατασταθεί το Φ/Β και θα αποφανθούν και επιληφθούν για τα κάτωθι :

— κόστος εγκατάστασης.

- *προσανατολισμό και κλίση της επιφάνειας των Φ/Β*. Τα πάνελ θα πρέπει να “κοιτάνε” στον νότο και η κλίση τους σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο (εφόσον δεν θα τοποθετηθούν κινητές βάσεις) είναι για την Ελλάδα 28°-30° (εάν τα πάνελ δεν έχουν νότιο ή τουλάχιστον νοτιοδυτικό ή νοτιοανατολικό προσανατολισμό καλό θα ήταν να μην τοποθετηθούν).
- *σκίαση!* Θα πρέπει το σημείο της εγκατάστασης να δέχεται την ελάχιστη δυνατή σκίαση και αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη πριν ακόμα τοποθετηθούν τα πάνελ γιατί μετά θα είναι αργά. Παρατηρήστε την επιφάνεια που σκέφτεστε να τοποθετήσετε τα πάνελ για μια ολόκληρη χειμωνιάτικη ηλιόλουστη (αν είναι δυνατόν) ημέρα και επιλέξτε αν είναι εύκολο, το σημείο με το μικρότερο δυνατό ποσοστό σκίασης. Εάν υπάρχουν μεγάλα κτίρια που εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ίσως θα πρέπει να αναθεωρηθεί και ολόκληρος ο σχεδιασμός της επένδυσης.
- *σωστή επιλογή των Φ/Β πάνελ!* Ανοχές ισχύος εξόδου, εγγυήσεις απόδοσης, υλικά κατασκευής, τύπος Φ/Β στοιχείων, ανοχές σε υψηλές θερμοκρασίες κ.λ.π.
- *σωστή ηλεκτρολογική εγκατάσταση* με τα ειδικά υλικά και βύσματα για τα Φ/Β συστήματα.
- *τοποθέτηση των πάνελ σε σημείο του κτιρίου*, για το οποίο μπορούμε να είμαστε σίγουροι για την ασφάλεια του από τον κίνδυνο κλοπής. Εάν δεν είμαστε σίγουροι θα πρέπει επιπλέον να ασφαλίσουμε την εγκατάσταση σε κάποια ασφαλιστική εταιρεία. Επιθυμητό είναι το σύστημα συναγερμού, καθώς επίσης και η χρήση αντικλεπτικών μικροϋλικών σύνδεσης κατά την τοποθέτηση.
- *πλύσιμο των πάνελ* (άρα και πρόσβαση σε νερό) περιοδικά (μια φορά την εβδομάδα) και συχνότερα) ανάλογα βέβαια την περίπτωση. Η εκκάθιση σκόνης, περιττωμάτων πουλιών κ.λ.π. μπορούν να μειώσουν αισθητά την απόδοση του συστήματος.

Για τη σύνδεση του Φ/Β συστήματος στο δίκτυο Χ.Τ. ακολουθείται η διαδικασία :

I) Υποβάλλεται αίτηση προς τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. (Τοπική Υπηρεσία, Περιοχή), ως Διαχειριστή του Δικτύου, που περιλαμβάνει κατ’ ελάχιστον, τα εξής :

- (i)*** στοιχεία του κυρίου του Φ/Β συστήματος.
- (ii)*** στοιχεία της εγκατάστασης, με το έντυπο αίτησης που χορηγείται από τη Δ.Ε.Η. Α.Ε.
- (iii)*** στοιχεία των Φ/Β πλαισίων και του αντιστροφέα,
- (iv)*** λοιπά τεχνικά στοιχεία για την εγκατάσταση και λειτουργία,
- (v)*** υπεύθυνες δηλώσεις ότι πληρούνται οι προϋποθέσεις ένταξης στο πρόγραμμα.

— *μέρος των θερμικών αναγκών* σε ζεστό νερό χρήσης της ιδιοκτησίας του κυρίου του Φ/Β, εφόσον αυτή χρησιμοποιείται για κατοικία, πρέπει να καλύπτεται με χρήση Α.Π.Ε., όπως ενδεικτικά ηλιοθερμικά, ηλιακοί θερμοσίφωνες.

— *η μη ύπαρξη* δημόσιας ενίσχυσης στο πλαίσιο του Αναπτυξιακού – Επενδυτικού νόμου, όπως κάθε φορά ισχύει, των συγχρηματοδοτούμενων από την Ε.Ε. δράσεων χρηματοδότησης (π.χ. στο πλαίσιο ΕΠ του ΕΣΠΑ) και γενικότερα οποιουδήποτε άλλου προγράμματος χρηματοδότησης.

(vi) δήλωση σχετικά με τα στοιχεία που αποδεικνύουν την ιδιότητα Μ.Μ.Ε. μιας επιχείρησης, σύμφωνα με το έντυπο της αίτησης που χορηγείται από τη Δ.Ε.Η. Α.Ε..

(vii) ταυτόχρονη καταβολή εφάπαξ ποσού 300€.

2) Μετά την υποβολή της αίτησης και των στοιχείων (i-vii), η Δ.Ε.Η. Α.Ε., ως Διαχειριστής του Δικτύου, εξετάζει το αίτημα κατά προτεραιότητα και προβαίνει εντός 20 ημερών σε διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον ενδιαφερόμενο κύριο του Φ/Β, που περιλαμβάνει την περιγραφή και τη δαπάνη των έργων σύνδεσης, η οποία ισχύει για 3 μήνες από την ημερομηνία έκδοσής της. Η Δ.Ε.Η. Α.Ε. γνωστοποιεί στον κύριο του Φ/Β κάθε στοιχείο που θα ζητηθεί για την τεκμηρίωση της ανάγκης υλοποίησης των συγκεκριμένων έργων σύνδεσης και του κόστους αυτών.

3) Μετά την αποδοχή της Προσφοράς Σύνδεσης προσκομίζεται από τον κύριο του Φ/Β η Έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας, που χορηγείται κατόπιν αιτήσεως του ενδιαφερόμενου, από την αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία της περιοχής της εγκατάστασης του σταθμού. Η υποβολή της Έγκρισης εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας στη Δ.Ε.Η. μπορεί να γίνεται κατά τη φάση της αρχικής αίτησης του Παραγωγού ή το πολύ προ της συνάψεως της Σύμβασης Σύνδεσης. Κατ' αυτόν τον τρόπο διασφαλίζονται εξαρχής καλύτερα τόσο η Δ.Ε.Η. όσο και οι παραγωγοί, έναντι οιασδήποτε πιθανών μελλοντικών εμπλοκών σε προχωρημένη φάση κατασκευής των έργων. Επομένως, το πολεοδομικό έγγραφο (έγκριση εργασιών) θα υποβάλλεται πλέον κατά την αρχική αίτηση ή το αργότερο προ της υπογραφής της Σύμβασης Σύνδεσης και της καταβολής της δαπάνης για τα έργα σύνδεσης των Φ/Β σταθμών. Επισημαίνεται δε εδώ ότι δεν προβλέπεται στο νόμο η εκ των υστέρων θεώρηση της έγκρισης εργασιών (2^η υπογραφή) (πηγή : Δ.Ε.Η. Α.Ε. N.Drosos@dei.com.gr – S.Aggelaki@dei.com.gr).

4) Υπογράφεται η Σύμβαση Σύνδεσης μεταξύ του κυρίου του Φ/Β και της Δ.Ε.Η. Α.Ε., ως Διαχειριστή του Δικτύου και καταβάλλεται η σχετική δαπάνη. Η κατασκευή των έργων σύνδεσης ολοκληρώνεται από τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. εντός 20 ημερών από την υπογραφή της Σύμβασης, εφόσον δεν απαιτούνται νέα έργα Δικτύου. Κατά τη διατύπωση των όρων σύνδεσης θα αναφέρεται η διαφορά του συνολικού προϋπολογιστικού κόστους μείον το ποσό που έχει ήδη καταβληθεί από τον Παραγωγό (300€). Η αντίστοιχη διατύπωση στην επιστολή διατύπωσης των όρων σύνδεσης, θα έχει τη μορφή που δίνεται στο συνημμένο ΝΕΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ 3 – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.

5) Μετά την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης υποβάλλεται αίτηση για τη σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού προς τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. (Τοπική Υπηρεσία Εμπορίας) ή άλλον προμηθευτή που ηλεκτροδοτεί τις καταναλώσεις της ιδιοκτησίας του κυρίου, όπου εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα. Η ανωτέρω διαδικασία ολοκληρώνεται εντός 15 ημερών από την παραλαβή του αιτήματος.

5) Για την ενεργοποίηση της σύνδεσης του Φ/Β συστήματος υποβάλλεται αίτημα προς τη Δ.Ε.Η. Α.Ε. (Τοπική Υπηρεσία, Περιοχή), ως Διαχειριστή του Δικτύου, με το οποίο συνυποβάλλονται :

(i) αντίγραφο της Σύμβασης Συμψηφισμού.

(ii) υπεύθυνη δήλωση μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας για τη συνολική εγκατάσταση,

με συνημμένα : ■ τεχνική περιγραφή του τρόπου αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης και

■ μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο της εγκατάστασης,

στην οποία θα αναφέρονται οι ρυθμίσεις των ορίων τάσεως και συχνότητας στην έξοδο του αντιστροφέα, που σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να βρίσκονται εκτός των ορίων +15% έως -20% της ονομαστικής τάσης και +0,5Hz έως -0,5Hz της ονομαστικής συχνότητας, καθώς επίσης και ότι έχει γίνει πρόβλεψη σε περίπτωση υπέρβασης των εν λόγω ορίων ο αντιστροφέας να τίθεται εκτός (αυτόματη απόξευση) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις :

(α) θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5 δευτερόλεπτα

(β) επανάρξεση του αντιστροφέα μετά από τρία πρώτα λεπτά.

(γ) αναφορά σε χρόνο λειτουργίας της προστασίας έναντι της νησιδοποίησης.

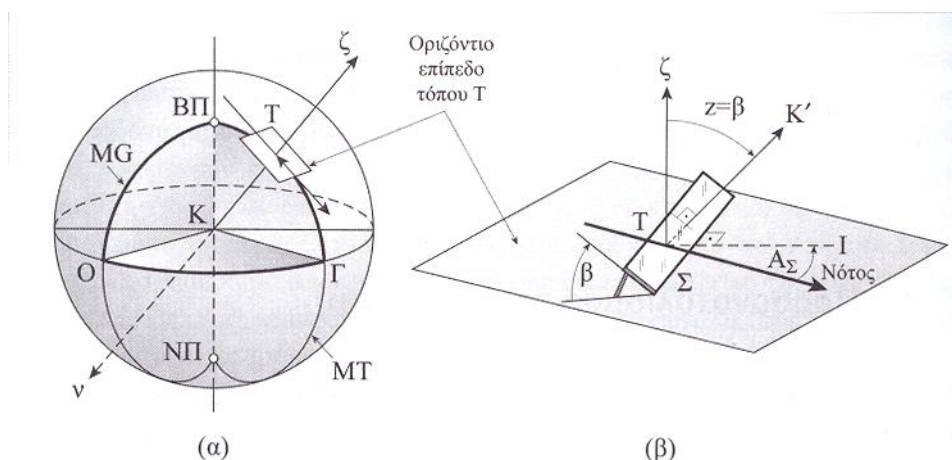
(iii) υπεύθυνη δήλωση του κυρίου του Φ/Β συστήματος, όπου θα αναφέρεται ότι καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του Φ/Β δεν θα τροποποιηθούν οι ρυθμίσεις που δηλώθηκαν βάσει των απαιτήσεων της περίπτωσης (ii) της παρούσας παραγράφου.

5.4. Προσανατολισμός του συλλέκτη - Βέλτιστη γωνία κλίσης

Σημαντικό ρόλο στην αποδοτικότερη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας από έναν συλλέκτη παίζει ο προσανατολισμός του ως προς τον ηλιακό νότο, ο οποίος αντιστοιχεί στη στιγμή που ο ήλιος βρίσκεται στο μεσημβρινό του συγκεκριμένου τόπου.

Κάθε τόπος, όπως π.χ. ο τόπος T του σχήματος 5.3(α), πάνω στην επιφάνεια της γης προσδιορίζεται από τις σφαιρικές συντεταγμένες του : το γεωγραφικό μήκος (L) και το γεωγραφικό πλάτος (λ).

Ας θεωρήσουμε έναν επίπεδο συλλέκτη Σ , τοποθετημένο έτσι ώστε το επίπεδό του να σχηματίζει γωνία β ως προς τον ορίζοντα (σχήμα 5.3 (β)).



Σχήμα 5.3 : (α) Ο τόπος T , πάνω στην επιφάνεια της γης, προσδιορίζεται από το γεωγραφικό μήκος του, ίσο με το τόξο OG και από το γεωγραφικό πλάτος του, που καθορίζεται από το τόξο GT , πάνω στον μεσημβρινό του τόπου MT . (β) A_{Σ} και β , αξιμούθιο και γωνία κλίσης του συλλέκτη Σ .

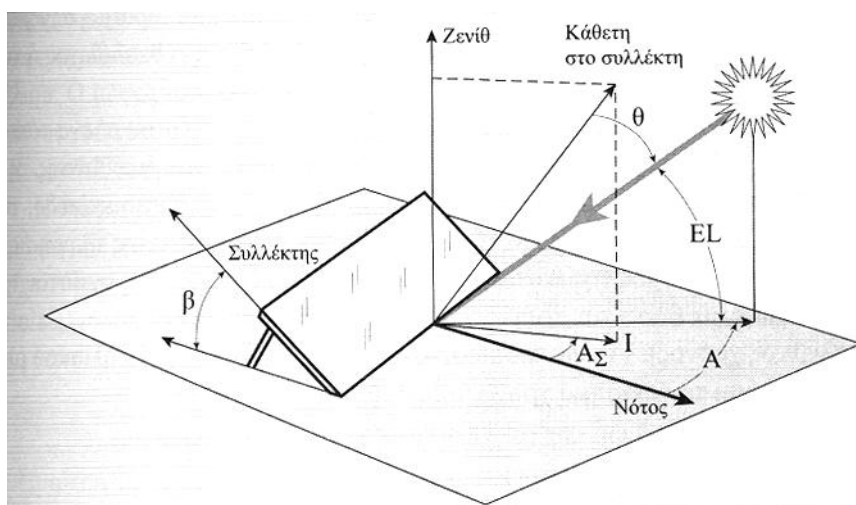
Η γωνία κλίσης του συλλέκτη β , ισούται με τη ζενίθια γωνία z , της καθέτου στο επίπεδο του συλλέκτη (TK'), η οποία μπορεί να πάρει τιμές από 0° (Ζενίθ) έως 180° (Ναδίρ).

Η γωνία A_Σ , μεταξύ της κατακόρυφης προβολής TI, της καθέτου στο συλλέκτη TK', πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, με τη διεύθυνση του νότου, ονομάζεται αζιμούθιο ή αζιμουθιακή γωνία του συλλέκτη και παίρνει τιμές από $+180^\circ$ μέχρι -180° . Όταν ο συλλέκτης στραφεί, ώστε οι ακτίνες του ήλιου (απευθείας ακτινοβολία), να προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνειά του, τότε το ύψος του ήλιου EL και η γωνία κλίσης β του συλλέκτη δίνουν άθροισμα 90° ($EL + \beta = 90^\circ$).

Η στροφή του συλλέκτη, ώστε αυτός να παρακολουθεί ανά πάσα στιγμή τον ήλιο γίνεται με μηχανισμούς, οι οποίοι οδηγούνται από κατάλληλες ηλεκτρονικές διατάξεις, με βάση τις εξισώσεις κίνησης του ήλιου στην ουράνια σφαίρα.

Βασικά στοιχεία καθορισμού του προσανατολισμού ενός συλλέκτη είναι γωνία κλίσης και το αζιμούθιο του, μετρούμενο ως προς την κατεύθυνση του Νότου. Η κατεύθυνση αυτή χαρακτηρίζεται από τη μέγιστη τιμή της απευθείας ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας αίθριας ημέρας.

Ο προσδιορισμός της αληθούς διεύθυνσης Βορρά – Νότου μπορεί να γίνει, είτε με τη βοήθεια σχετικών οργάνων (σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως, ηλεκτρονικά όργανα προσδιορισμού των γεωγραφικών συν/ων της θέσης ενός τόπου μέσω επικοινωνίας με σύστημα 24 δορυφόρων και επίγειων σταθμών ελέγχου των σχετικών στοιχείων (GPS, Global Positioning System)), όπως είναι η μαγνητική και γυροσκοπική πυξίδα (η χρησιμοποίηση μαγνητικής πυξίδας γίνεται αφού ελεγχθεί ότι ο προσανατολισμός της δεν είναι αποτέλεσμα παρουσίας σιδερένιων αντικειμένων στο χώρο εργασίας. Η γυροσκοπική πυξίδα δεν έχει τέτοιο πρόβλημα), είτε με προσδιορισμό της χρονικής στιγμής του ηλιακού μεσημεριού. Η χρησιμοποίηση της πυξίδας προϋποθέτει τη γνώση της μαγνητικής απόκλισης για τον δεδομένο τόπο, με βάση στοιχεία από σχετικούς πίνακες ή χάρτες. Για τον ακριβή προσδιορισμό των γωνιών χρησιμοποιούνται γωνιομετρικά όργανα ακριβείας, όπως είναι ο θεοδόλιχος ή το ταχύμετρο, σε συνδυασμό με την πυξίδα.



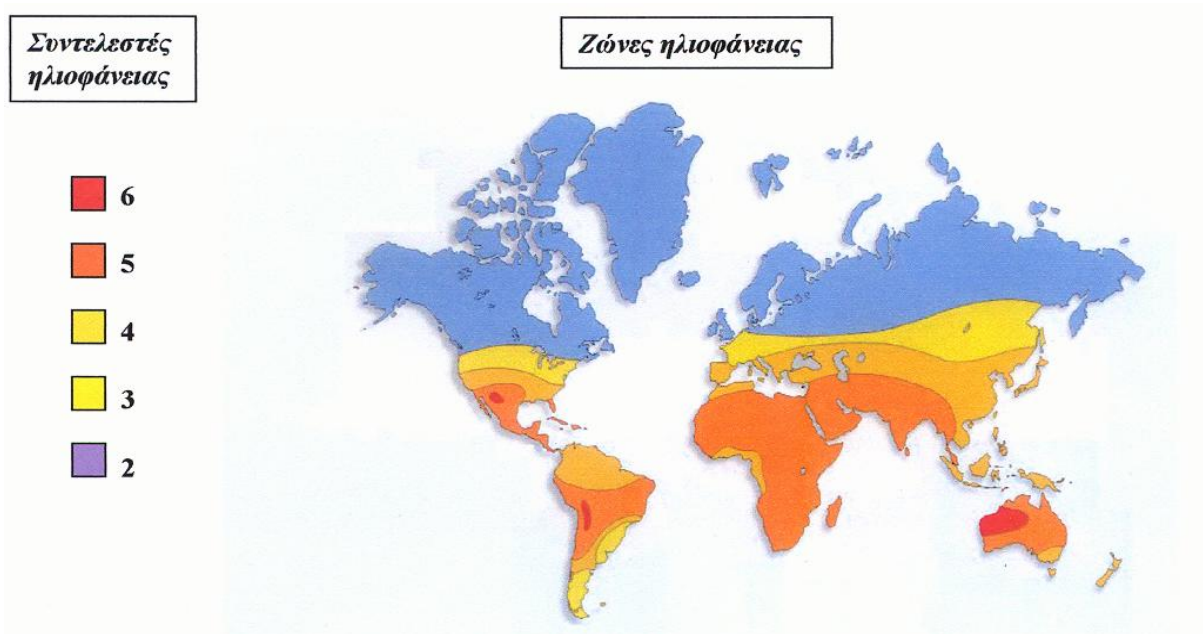
Σχήμα 5.4 : Η γωνία θ , μεταξύ των ακτίνων του ήλιου και της καθέτης στο συλλέκτη, μια δεδομένη χρονική στιγμή, καθορίζεται από τον προσανατολισμό του συλλέκτη (Αζιμούθιο A_Σ και γωνία κλίσης β) και τις σφαιρικές συν/νες της θέσης του ήλιου ως προς το σύστημα του παρατηρητή στον τόπο T, δηλ. το αζιμούθιο και το ύψος του EL.

Η μέθοδος προσδιορισμού της κατεύθυνσης του αληθούς Νότου σ' έναν τόπο, με βάση το ηλιακό μεσημέρι βασίζεται στον προσδιορισμό της διεύθυνσης της σκιάς που δημιουργεί μια κατακόρυφη, λεπτή ράβδος, σε οριζόντιο επίπεδο, τη στιγμή που ο ήλιος βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της φαινομένης ημερήσιας τροχιάς του. Ο καθορισμός της κατάστασης αυτής απαιτεί γνώση της αντίστοιχης χρονικής στιγμής, με βάση τον τοπικό χρόνο, όπως τον δείχνει ένα ρολοί (Επίσημος ή Πολιτικός). Για να προσδιοριστεί η χρονική στιγμή του ηλιακού μεσημεριού, με βάση τον επίσημο χρόνο απαιτούνται : (α) η ζώνη πολιτικού χρόνου και το γεωγραφικό μήκος του τόπου και (β) η χρονική διόρθωση με βάση την εξίσωση του χρόνου, για τη συγκεκριμένη ημέρα του έτους.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι για τη βελτιστοποίηση της σχεδίασης χρησιμοποιούνται προγράμματα, όπως π.χ. το [PVSYST](#).

5.5 Διαστασιοποίηση Φ/Β συστήματος

Διαστασιοποίηση ενός Φ/Β συστήματος σημαίνει ότι καθορίζουμε πόση ενέργεια απαιτείται και πόσα ηλιακά πλαίσια χρειάζονται για να παράγουν αυτή την ενέργεια. Το ηλιακό σύστημα πρέπει να παρέχει τόση ενέργεια όση χρειάζεται για τις καθημερινές καταναλώσεις και επιπλέον ένα ποσό ενέργειας, το οποίο καταναλώνεται από το ίδιο το σύστημα για τις ανάγκες λειτουργίας του.



Σχήμα 5.5 : Ζώνες ηλιοφάνειας παγκόσμιου χάρτη – συντελεστές ηλιοφάνειας

Υπάρχουν δύο βασικοί παράμετροι που θα πρέπει να είναι γνωστοί προκειμένου να διαστασιοποιηθεί το σύστημά μας. Η πρώτη παράμετρος είναι πόση ενέργεια καταναλώνεται. Το ποσό αυτό υπολογίζεται για την κάθε κατανάλωση ξεχωριστά και στη συνέχεια προστίθενται οι επιμέρους καταναλώσεις, ώστε να προκύψει το συνολικό ποσό ενέργειας σε Wh. Η δεύτερη παράμετρος είναι το πόση ενέργεια

θα παράγουν τα ηλιακά πλαίσια, σε Wh, βάσει ενός συντελεστή ηλιοφάνειας, ο οποίος διαφοροποιείται για κάθε σημείο του πλανήτη. Προσεγγιστικά, ο παγκόσμιος χάρτης χωρίζεται σε ζώνες κοινού συντελεστή ηλιοφάνειας, όπως φαίνεται στο *σχήμα 5.5* (πηγή : www.photovoltaic.gr)

Στο σημείο αυτό επισημαίνουμε ότι σε τέτοια συστήματα είναι προτιμότερη η χρήση καταναλωτών που εξοικονομούν ενέργεια. Π.χ. είναι ορθότερο να χρησιμοποιούνται για φωτισμό λυχνίες χαμηλής κατανάλωσης (ηλεκτρονικές), με τις οποίες επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας έως και 75% και όχι λαμπτήρες πυρακτώσεως.

Μεγάλη σημασία στο όλο σύστημα παίζουν οι συσσωρευτές, οι οποίοι πρέπει να είναι ικανοί να αποθηκεύουν ενέργεια, τόση όση είναι απαραίτητη για τις καθημερινές λειτουργίες. Η χωρητικότητα των συσσωρευτών πρέπει να επιλέγεται να είναι τέτοια, ώστε η αποθηκευμένη ενέργεια να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του καταναλωτή για περισσότερες από μια ημέρες, κατά τις οποίες δεν έχουμε ηλιοφάνεια λόγω καιρικών συνθηκών, π.χ. λόγω συννεφιάς. Οι ημέρες που μπορούν οι μπαταρίες να καλύψουν τις καταναλώσεις καλείται “χρόνος αυτονομίας” του συστήματος.

Άλλο ένα σημείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η βέλτιστη κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο που πρέπει να έχουν τα πλαίσια όταν εγκατασταθούν. Έχοντας τη βέλτιστη κλίση μπορούμε να αποκομίσουμε από το σύστημα την καλύτερη απόδοση. Η γωνία αυτή, όταν πρόκειται για αυτόνομο Φ/Β σύστημα που θα χρησιμοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ισούται με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου συν 20°. Τονίζουμε ότι η επιφάνεια των πλαισίων πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό.

Παρακάτω δίνεται ενδεικτικά η ισχύς ορισμένων συσκευών συνεχούς (DC) αλλά και εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος. Με τη βοήθεια των στοιχείων αυτών θα υπολογίσουμε για μια κατοικία τις απαιτήσεις σε Φ/Β πλαίσια και συσσωρευτές για δύο διαφορετικές περιπτώσεις. Αρχικά, για την περίπτωση κατοικίας με καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος (DC) και στη συνέχεια για κατοικία με καταναλώσεις εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) (πηγή : www.photovoltaic.gr).

	Ηλεκτρική Συσκευή	Ηλ. Ισχύς	Είδος Φορτίου
√	Ανεμιστήρας οροφής	20 W	DC
√	Ψυγείο	50-70 W	DC
√	Τηλεόραση	45 W	DC
√	Λάμπες ηλεκτρονικές	5-13 W	DC
√	Hi-Fi	100 W	DC
√	Λάμπες ηλεκτρονικές	7-26 W	AC
√	Τηλεόραση	60-85 W	AC
√	Hi-Fi	40 W	AC
√	Φούρνος μικρ/των	450-750 W	AC
√	Ψυγείο	70-150 W	AC
√	Τοστιέρα	900-1100 W	AC
√	Τρυπάνι	450-1000 W	AC
√	Καταψύκτης	200-300 W	AC

Πίνακας 5.1 : Ισχύς οικιακών συσκευών συνεχούς (DC) & εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος

5.5.1. Παράδειγμα κατοικίας με καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος

Αρχικά υπολογίζουμε την ημερήσια ενέργεια που απαιτούν οι καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος ανάλογα με το χρόνο (σε ώρες) που λειτουργούν.

Συσκευή	Ηλεκτρική Ισχύς (W)	x	Χρόνος λειτουργίας (h)	=	Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (Wh)
Λάμπα ηλεκτρονική	11	x	5	=	55
Λάμπα ηλεκτρονική	7	x	6	=	42
Τηλεόραση	45	x	3	=	135
Ανεμιστήρας	20	x	4	=	80
Συνολική ημερήσια καταναλισκόμενη ενέργεια					= 312
+ 30% απώλειες (αυτοκατανάλωση) του συστήματος					= 93,6
= Συνολική ημερήσια απαιτούμενη ενέργεια					= 405,6

Συνεπώς, η συνολική απαιτούμενη ενέργεια για τις καταναλώσεις συνεχούς ρεύματος είναι : 405,6 Wh.

Ας υποθέσουμε ότι επιλέξαμε να εγκαταστήσουμε Φ/Β πλαίσια Siemens SM55 ισχύος 55W. Την ισχύ αυτή των Φ/Β πλαισίων την πολλαπλασιάζουμε με έναν συντελεστή ηλιοφάνειας, που για το γεωγραφικό πλάτος της Ελλάδας, υπολογίζεται σε 4(±1). Στη συνέχεια, τον αριθμό που βρίσκουμε τον διαιρούμε με το συνολικό ποσό της ενέργειας που υπολογίσαμε παραπάνω. Δηλαδή έχουμε ως εξής :

$$4h * 55W = 220Wh$$

405,6Wh/220Wh ≈ 1,8 Συνεπώς απαιτούνται 2 Φ/Β πλαίσια SM55 για να καλύψουμε τις καταναλώσεις μας.

Ακολουθως υπολογίζουμε τη συνολική χωρητικότητα που πρέπει να έχει η συστοιχία των συσσωρευτών. Πρώτα καθορίζουμε τον αριθμό των ημερών αυτονομίας του Φ/Β συστήματος. Έστω ότι απαιτούνται 5 ημέρες αυτονομίας. Πολλαπλασιάζουμε τις 5 ημέρες με τη συνολική ισχύ και στη συνέχεια στο ποσό αυτό προσθέτουμε ακόμα 30% της τιμής του. Έπειτα διαιρούμε την τιμή που βρίσκουμε με την τάση του συστήματος (π.χ. 12V) και βρίσκουμε τη χωρητικότητα (σε Ah) του συσσωρευτή. Πρακτικά η διαδικασία υπολογισμού της χωρητικότητας είναι :

$$405,6Wh * 5_{(ημέρες\ αυτονομίας)} = 2028 Wh \text{ και}$$

$$2028 + 608,4_{(30\%)} = 2636,4 Wh$$

$$2636,4/12 = 220 Ah$$

Άρα απαιτείται συστοιχία συσσωρευτών χωρητικότητας **220 Ah**.

5.5.2 Παράδειγμα κατοικίας με καταναλώσεις εναλλασσόμενου ρεύματος

Αρχικά υπολογίζουμε την ημερήσια ενέργεια που απαιτούν οι καταναλώσεις εναλλασσόμενου ρεύματος ανάλογα με το χρόνο (σε ώρες) που λειτουργούν.

Συσκευή	Ηλ. Ισχύς (W)	x	Χρόνος λειτουργίας (h)	=	Καταναλισκόμενη Ηλ. Ενέργεια (Wh)
Ηλεκτρικό εργαλείο	500	x	0,2	=	100
H/Y	40	x	3,5	=	140
Hi-Fi	30	x	2	=	60
Ψυγείο	80	x	8	=	640
Συνολική ημερήσια καταναλισκόμενη ενέργεια					= 940
+ 40% απώλειες (αυτοκατανάλωση) του συστήματος					= 376
= Συνολική ημερήσια απαιτούμενη ενέργεια					= 1316

Συνεπώς, η συνολική απαιτούμενη ενέργεια για τις καταναλώσεις εναλλασσόμενου ρεύματος είναι : 1316 Wh.

Ας υποθέσουμε ότι επιλέξαμε να εγκαταστήσουμε Φ/Β πλαίσια Siemens SM55 ισχύος 55W. Όμοια με πριν ακολουθείται η ίδια διαδικασία. Την ισχύ αυτή των Φ/Β πλαισίων την πολλαπλασιάζουμε με έναν συντελεστή ηλιοφάνειας, που για το γεωγραφικό πλάτος της Ελλάδας, υπολογίζεται σε 4(±1). Στη συνέχεια, τον αριθμό που βρίσκουμε τον διαιρούμε με το συνολικό ποσό της ενέργειας που υπολογίσαμε παραπάνω. Δηλαδή έχουμε ως εξής :

$$4h * 55W = 220Wh$$

1316Wh/220Wh ≈ 5,9 Συνεπώς απαιτούνται 6 Φ/Β πλαίσια SM55 για να καλύψουμε τις καταναλώσεις μας.

Ακολουθως υπολογίζουμε τη συνολική χωρητικότητα που πρέπει να έχει η συστοιχία των συσσωρευτών. Πρώτα καθορίζουμε τον αριθμό των ημερών αυτονομίας του Φ/Β συστήματος. Έστω ότι απαιτούνται 5 ημέρες αυτονομίας. Πολλαπλασιάζουμε τις 5 ημέρες με τη συνολική ισχύ και στη συνέχεια στο ποσό αυτό προσθέτουμε ακόμα 30% της τιμής του. Έπειτα διαιρούμε την τιμή που βρίσκουμε με την τάση του συστήματος (π.χ. 12V) και βρίσκουμε τη χωρητικότητα σε Ah του συσσωρευτή. Πρακτικά η διαδικασία υπολογισμού της χωρητικότητας είναι :

$$1316Wh * 5_{(ημέρες αυτονομίας)} = 6580 Wh \text{ και}$$

$$6580 + 1974_{(30\%)} = 8554 Wh$$

$$8554 / 12 = 712 Ah$$

Άρα απαιτείται συστοιχία συσσωρευτών χωρητικότητας **712 Ah**.

Σε περίπτωση χρήσης εξωτερικής πηγής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος) η προσδιδόμενη ενέργεια αφαιρείται από το σύνολο της κατανάλωσης που υπολογίστηκε παραπάνω.

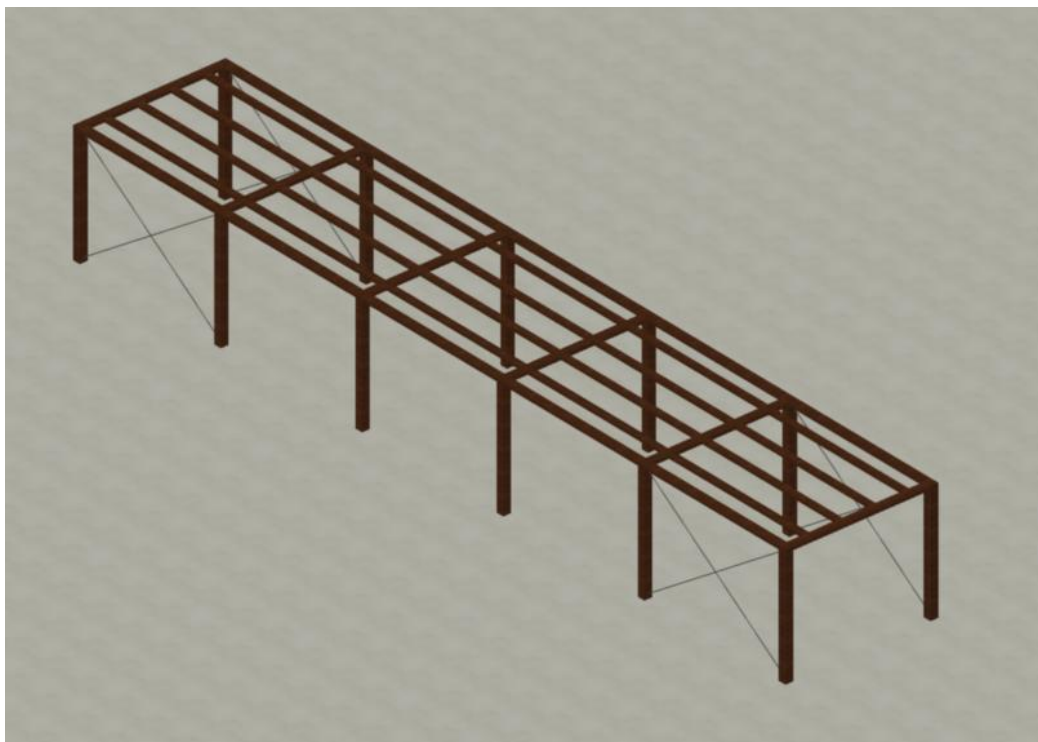
Π.χ. στο δεύτερο παράδειγμα εάν θεωρήσουμε μια ανεμογεννήτρια 400W ότι λειτουργεί 1h ημερησίως, τότε η απαιτούμενη ενέργεια που οφείλει να προσδοθεί από τα Φ/Β είναι :

$$(1316 - 400) Wh = 916 Wh$$

5.6 Τοποθέτηση Φ/Β συστημάτων

Οι κατασκευές στις οποίες τοποθετούνται τα Φ/Β στοιχεία, εκτός από το δικό τους βάρος, πρέπει να είναι ικανές να αντέξουν το βάρος των Φ/Β στοιχείων, καθώς και των φορτίων που οφείλονται στη δυναμική δράση του ανέμου και τη συσσώρευση του χιονιού. Πρόκειται για μεταλλικά προφίλ από αλουμίνιο και γαλβανισμένο ή ανοξείδωτο χάλυβα. Τα χαλύβδινα προφίλ χρησιμοποιούνται κυρίως λόγω του χαμηλού τους κόστους και της μηχανικής αντοχής, ενώ τα προφίλ αλουμινίου προτιμώνται τόσο σε ειδικές εφαρμογές (ηλιακές προσόψεις, εγκαταστάσεις ενσωματωμένες στις οροφές) όσο και για το μικρό βάρος και την ταχύτητα τοποθέτησης που περιορίζει το κόστος των εργατικών, καθώς και για λόγους αισθητικής.

Σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. οι εφαρμογές σε επίπεδες οροφές και ταράτσες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σκελετός αποτελούμενος εν μέρει από χαλύβδινα εξαρτήματα, όπως τα κεκλιμένα τρίγωνα και εν μέρει από τμήματα αλουμινίου που καθιστούν ταχύτερη την τοποθέτηση των πάνελ. Το ξύλο χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση ιδιαίτερων υποχρεώσεων προστασίας του τοπίου και του περιβάλλοντος ή για αρχιτεκτονικούς ή αισθητικούς λόγους. Ορισμένες κατασκευές από ξύλο με αντικολλητά φύλλα έχουν χρησιμοποιηθεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα σε δημόσια πάρκα και αυλές δημιουργώντας επίσης μορφές σε σχήμα δέντρου, στέγης κ.λ.π. Η τοποθέτηση πρέπει να γίνεται υπολογίζοντας τους αναγκαίους χώρους για τις μετέπειτα επεμβάσεις συντήρησης και για να αποφεύγεται η αμοιβαία σκίαση των στοιχείων.



Σχήμα 5.6 : Πέργκολα τοποθέτησης Φ/Β συστήματος

Για παράδειγμα εάν πρόκειται να τοποθετήσουμε ένα Φ/Β σύστημα με μόνιμο βάρος 1,5 tn σε δώμα διαστάσεων 3,5m x 20m, θα πρέπει να κατασκευασθεί πέργκολα (ύψους 2,80 ή 3,00m), που αποτελείται από 5 ξύλινα πλαίσια τοποθετημένα ανά 4m, δηλ. θα δημιουργηθούν 5 φατνώματα. Τα

κατακόρυφα ξύλινα στοιχεία του πλαισίου θα έχουν διατομή 20cmx20cm, ενώ η οριζόντια ξύλινη δοκός του πλαισίου θα έχει διατομή 21cmx9cm. Τα πλαίσια θα συνδέονται μεταξύ τους με οριζόντιες ξύλινες δοκούς - τεγίδες διατομής 15cmx9cm τοποθετημένες ανά 0,70m. Στα ακραία φατνώματα θα τοποθετηθούν χιαστί αντιανεμίμοι σύνδεσμοι (ντίζες) Φ25.

(οι διατομές που αναφέρθηκαν δεν εξήχθησαν από στατική μελέτη αλλά βασίζονται σε εμπειρικές εφαρμογές).

Τα Φ/Β μπορεί να είναι με ή χωρίς πλαίσιο, συνήθως από αλουμίνιο. Ο πρώτος τύπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εγκαταστάσεις σε προσόψεις, όπου το Φ/Β εγκαθίσταται ως κοινός υαλοπίνακας, παρεμβάλλοντας ένα στρώμα ελαστικού μεταξύ του στοιχείου και του προφίλ αλουμινίου ή σε κατασκευές που τοποθετούνται στα τοιχώματα. Τα στοιχεία με πλαίσιο μπορούν αντιθέτως να τοποθετηθούν για εγκαταστάσεις σε κεκλιμένη στέγη (ενσωματωμένα ή πρόσθετα) ή σε επίπεδη οροφή. Σε περίπτωση κεκλιμένης στέγης, τα στοιχεία μπορούν να εγκατασταθούν ενσωματωμένα ή πάνω από τα κεραμίδια. Σε περίπτωση Φ/Β εγκαταστάσεων, σε αντίθεση με τις θερμικές ηλιακές εγκαταστάσεις, η ενσωμάτωση στην οροφή μειώνει την αποτελεσματικότητα του Φ/Β στοιχείου, ιδίως το καλοκαίρι, όταν η παραγωγή θα μπορούσε να φτάσει στη μέγιστη τιμή της. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται και με την αεριζόμενη στέγη και κατά συνέπεια, αν και η λύση αυτή δε συνιστάται στις περισσότερες περιπτώσεις, θα ήταν σκόπιμο να λαμβάνεται υπόψη δημιουργώντας την ενσωμάτωση με μια κατασκευή που θα επιτρέπει τον αερισμό και τη ροή αέρα πίσω από τα στοιχεία.

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η ενσωμάτωση των Φ/Β εγκαταστάσεων στην οροφή επιτυγχάνεται με προφίλ αλουμινίου και πλάκες στεγάνωσης. Η κατασκευή στερεώνεται στην επιφάνεια οροφής χωρίς κεραμίδια, ελέγχοντας την ευθυγράμμιση των στοιχείων με τα κεραμίδια. Τα προφίλ τοποθετούνται επίσης με τη βοήθεια αποστατών που διορθώνουν τις ανωμαλίες της στέγης. Ιδιαίτερη φροντίδα απαιτείται για την αποφυγή ζημιών στη μόνωση της στέγης, καλύπτοντας κάθε οπή για τη στερέωση των αγκυρίων με στεγανούς μανδύες. Μετά την τοποθέτηση του σκελετού αλουμινίου θα τοποθετηθούν οι πλάκες στεγάνωσης (από χαλκό ή αλουμίνιο), έτσι ώστε η επικάλυψη μεταξύ κεραμιδιών και πλακών να διασφαλίζει τη στεγανότητα.

Πράγματι, η βροχή με την ώθηση του ανέμου μπορεί να κινηθεί ανοδικά για αρκετές δεκάδες εκατοστά. Οι πλάκες στεγάνωσης πρέπει συνεπώς να επικαλύπτονται τουλάχιστον κατά 10 εκατ. και να σφραγίζονται με ελαστομερή ή σιλικόνες. Η τοποθέτηση της κατασκευής πάνω από την οροφή γίνεται με προφίλ από χάλυβα ή αλουμίνιο συνήθως τετράγωνου ή ορθογώνιου σχήματος. Ο σκελετός στερεώνεται στην επιφάνεια της οροφής με στηρίγματα σχήματος “Z” που περνούν κάτω από τα κεραμίδια χάρη στο μικρό τους πάχος (λίγα χιλιοστά). Πολλές από τις κατασκευές στήριξης που κυκλοφορούν σήμερα προέρχονται από την παραγωγή κουφωμάτων αλουμινίου και διατίθενται με χαμηλότερο κόστος σε σχέση με το πρόσφατο παρελθόν.

Οι λύσεις υψηλού αισθητικού αποτελέσματος που ενσωματώνονται στην αρχιτεκτονική των κτιρίων, καθιστούν τα προϊόντα αυτά κατάλληλα για ειδικές εφαρμογές. Για τη στερέωση των

σκελετών σε τοιχώματα ή οροφές χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά συστήματα ρητινών. Εάν για υπόβαθρα τσιμέντου ενδείκνυται αναμφίβολα οι ρητίνες, για επιφάνειες αποτελούμενες από διάτρητα τούβλα ή λίθινα υλικά, η μόνη λύση είναι συνήθως η χρήση αγκυρίων βυθισμένων σε ρητίνη στο εσωτερικό σωλήνων μεταλλικού ή συνθετικού πλέγματος που τοποθετούνται στις τρύπες.

Για επίπεδες οροφές και ταράτσες χρησιμοποιούνται ενίοτε αντίβαρα από σκυρόδεμα ή άλλο υλικό. Η λύση αυτή προσθέτει βάρος στην οροφή που πολλές φορές υπερβαίνει το βάρος της ίδιας της κατασκευής, ενώ εάν τα αντίβαρα υποδιαστασιολογηθούν, μπορεί να αποβεί άσκοπη ή ακόμη και επικίνδυνη.

Η όλη κατασκευή πρέπει να είναι ιδιαιτέρως ανθεκτική στην υγρασία, ατμόσφαιρα υψηλής περιεκτικότητας σε άλμη, δυνατές κρούσεις χαλαζόπτωσης, θερμικές καταπονήσεις.

Τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται σε μεταλλικά στηρίγματα από profil αλουμινίου ή από σιδερογωνιές γαλβανισμένες εν θερμώ, ώστε να εξασφαλίζουν αντοχή στη διάβρωση. Όλα τα στηρίγματα συνδέονται με χρήση ανοξείδωτων κοχλιών και περικοχλίων ασφαλείας (εγγύηση 20 χρόνων).

5.6.1 Η επίδραση του ανέμου

Ο ισχυρός άνεμος μπορεί να μετακινήσει τις κατασκευές μαζί με τα αντίβαρα μέσω κραδασμών που προκαλεί. Αυτό μπορεί να συμβεί ακόμη και αν έχει υπολογιστεί σωστά το φορτίο του ανέμου. Πράγματι, τα πρότυπα προβλέπουν μόνο την επίδραση του ανέμου με στρωτή ροή, ενώ στην πραγματικότητα τα κτίρια προσβάλλονται από ριπές και στροβιλισμούς, οι οποίοι προκαλούν αναπηδήσεις της κατασκευής που δεν έχει στερεωθεί στην οροφή και την μετακινούν με ανομοιόμορφο τρόπο προκαλώντας κάμψεις και συνεπακόλουθες βλάβες. Συνιστάται συνεπώς η στερέωση με αγκύρια σε ρητίνη και η στεγανοποίηση με ελαστομερή.

Μια ελαφρά στερέωση μπορεί να επιτευχθεί και σε περίπτωση χρήσης αντίβαρων για να αποφεύγεται η μετακίνησή τους. Για αντίβαρα που τοποθετούνται σε οροφές στεγανοποιημένες με στεγανωτικές μεμβράνες σε ρολό, είναι σκόπιμο να τοποθετείται κάτω από το αντίβαρο μια λωρίδα μεμβράνης έτσι ώστε τα αντίβαρα να μη βυθίζονται καταστρέφοντας τη στεγανωτική μεμβράνη όταν αυτή μαλακώνει από την αύξηση της θερμοκρασίας το καλοκαίρι.

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α υπάρχει παράδειγμα ενός έργου ισχύος 20 kW σε πρόσοψη κτιρίου. Τα πάνελ πρόκειται να τοποθετηθούν πάνω σε μεταλλική κατασκευή, η οποία θα είναι πακτωμένη στα στηθαία των εξωστών του κτιρίου. Επισυνάπτονται σχέδιο χωροθέτησης των Φ/Β πάνελ στην πρόσοψη του κτιρίου, σχέδιο της μεταλλικής κατασκευής πάνω στην οποία θα πακτωθούν τα πλαίσια και οι υπολογισμοί της στατικής μελέτης για τη συγκεκριμένη μεταλλική κατασκευή. Το βάρος του μεταλλικού πάνελ (μόνιμα φορτία) το βρίσκει ο μελετητής σε εγχειρίδιο ανάλογα με το είδος και την ισχύ παραγωγής του (επισυνάπτεται εγχειρίδιο).

5.7 Ηλεκτρικά εξαρτήματα

Η καλωδίωση μεταξύ Φ/Β στοιχείων αρχίζει από τα τερματικά τους, που βρίσκονται στο εσωτερικό του κιβωτίου σύνδεσης, στην πίσω πλευρά των στοιχείων. Στο κιβώτιο αυτό, ένας ακροδέκτης παρέχει δύο πολικότητες επικοινωνώντας με το εξωτερικό μέσω δύο οπών με στυπιοθλίπτες καλωδίου. Σήμερα ωστόσο αυξάνεται ο αριθμός των προκαλωδιωμένων στοιχείων που διαθέτουν στεγανούς συνδετήρες και επιτρέπουν τη γρήγορη σύνδεση χωρίς να είναι αναγκαίο το άνοιγμα κιβωτίων σύνδεσης. Η προκαλωδίωση αυτή περιλαμβάνει καλώδια διαφορετικού μήκους με αρσενικό και θηλυκό βύσμα για τις δύο πολικότητες. Στο εσωτερικό του κιβωτίου σύνδεσης υπάρχουν επίσης μία ή δύο δίοδοι by-pass που συνήθως τοποθετούνται από τον κατασκευαστή με σκοπό να περιορίζουν τις βλάβες από σκίαση. Συνήθως χρησιμοποιούνται μονοπολικά καλώδια με ελάχιστη διατομή 4mm^2 , η οποία επιτρέπει τον περιορισμό των απωλειών λόγω του φαινομένου Joule καθώς κάθε Φ/Β στοιχείο παράγει υψηλές εντάσεις ρεύματος (4-5 A).

Ένα σύνολο συνδεδεμένων σε σειρά στοιχείων ονομάζεται σειρά. Οι σειρές συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους μέσω των πινάκων παράλληλης σύνδεσης σειρών ή πινάκων πεδίου. Εκτός από την παράλληλη σύνδεση, οι πίνακες αυτοί περιέχουν επίσης τις διατάξεις προστασίας και τις διόδους εμπλοκής (τοποθετημένες σε σειρά στο θετικό πόλο κάθε σειράς), ώστε να μην επιτρέπεται η κυκλοφορία ρεύματος μεταξύ των σειρών σε περίπτωση που παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές τάσης.

Συνήθως χρησιμοποιούνται δίοδοι Schottky γιατί χαρακτηρίζονται από χαμηλή πτώση τάσης (περίπου 1V) και κατά συνέπεια από χαμηλές απώλειες. Στη συνέχεια εγκαθίστανται αποζεύκτες ή διακόπτες για να διακόπτουν τα κυκλώματα κάθε σειράς και μια διάταξη για την απαγωγή των επαγωγικών τάσεων, των βραχυκυκλωμάτων και των ατμοσφαιρικών ηλεκτρικών εκκενώσεων. Όταν η εγκατάσταση περιλαμβάνει δεκάδες σειρών, καθίσταται σκόπιμη η δημιουργία πινάκων παράλληλης σύνδεσης ομάδων σειρών, οι οποίοι εν συνεχεία καταλήγουν σε ένα γενικό πίνακα συνεχούς ρεύματος. Εάν οι επιλογές της μελέτης προβλέπουν λύση με inverter σειράς, οι πίνακες συνεχούς ρεύματος δεν είναι αναγκαίοι καθώς οι καλωδιώσεις των σειρών εισέρχονται απευθείας στο inverter.

Τα inverter πρέπει να τοποθετούνται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στα στοιχεία για να αποφεύγονται υπερβολικές απώλειες συνεχούς ρεύματος. Πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη ότι η απόδοση των inverter μειώνεται με τη θερμοκρασία και κατά συνέπεια πρέπει να προστατεύονται από τον ήλιο ή την υπερβολική θέρμανση.

Όσον αφορά την προστασία από τις ατμοσφαιρικές εκκενώσεις, η πλευρά συνεχούς ρεύματος των inverter πρέπει να προστατεύεται με Spd (Απαγωγείς Κρουστικών Υπερτάσεων) κλάσης II ή III, αν και ορισμένα inverter περιέχουν ήδη τις αναγκαίες διατάξεις. Τα Spd της κλάσης II τοποθετούνται επίσης και στους πίνακες παράλληλης σύνδεσης για να προστατεύουν τα στοιχεία, τις διόδους και τις μονώσεις από ενδεχόμενες υπερτάσεις. Σε περίπτωση ακραίου κινδύνου, μπορούν να προστεθούν Spd και στην πλευρά εναλλασσόμενου ρεύματος του inverter. Εάν η κατασκευή που φιλοξενεί την

εγκατάσταση Φ/Β διαθέτει Lps (Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας) οι μεταλλικές δομές του συστήματος Φ/Β πρέπει να συνδέονται στο Lps. Σε περίπτωση απουσίας Lps, πρέπει να αποφεύγεται η άμεση σύνδεση των μεταλλικών δομών με τη γείωση. Όσον αφορά τις προστασίες γείωσης, η εγκατάσταση Φ/Β απαιτεί ιδιαίτερη απόδοση του ηλεκτροδίου, εξαιτίας της παρουσίας των Spd και κατά συνέπεια σε περίπτωση που το ηλεκτρόδιο υπάρχει ήδη, είναι σκόπιμο να ελέγχεται η καταλληλότητα του για νέα κατάσταση μετά την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος. Η εγκατάσταση πρέπει να συνδέεται επίσης με τον κόμβο γείωσης της υφιστάμενης ηλεκτρικής εγκατάστασης μέσω ισοδυναμικού αγωγού. Εάν η Φ/Β εγκατάσταση βρίσκεται στο έδαφος μπορεί να συνδεθεί απευθείας η κατασκευή με ηλεκτρόδιο γείωσης.

6. ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

6.1 Οικονομικά στοιχεία

Για τον υπολογισμό του πραγματικού συνολικού κόστους ενός Φ/Β συστήματος (κόστος προμήθειας, εγκατάστασης, συντήρησης και λειτουργίας) ακολουθούνται τα επόμενα βήματα :

1. Με βάση το τρέχον επιτόκιο d (*discount rate*) και τον τρέχοντα πληθωρισμό i (*inflation*) υπολογίζεται το αποπληθωρισμένο επιτόκιο r από τη σχέση :

$$r = \frac{1+d}{1+i} - 1 = \frac{d-i}{1+i}$$

2. Υπολογίζεται το ολικό κόστος κύκλου ζωής της επένδυσης **LCC** (*Life Cycle Cost*), το οποίο συνίσταται από :

- το αρχικό κόστος επένδυσης (κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του αρχικού συστήματος), C_0 .
- Καθορίζεται η διάρκεια ζωής της εγκατάστασης/επένδυσης, N έτη.
- το ολικό κόστος αντικατάστασης τμημάτων του συστήματος, C_R , με βάση τις σημερινές τιμές των τμημάτων που πρόκειται να αντικατασταθούν σε N_R έτη από το έτος αρχικής επένδυσης, μέσω του *παράγοντα παρούσας αξίας PVF* (*Present Value Factor*).

$$PVF = (1+r)^{-N_R}$$

Δηλαδή,

$$C_R = \sum_i PVF_i \cdot C_{R,i}$$

όπου $C_{R,i}$ το κόστος αντικατάστασης του τμήματος i , το έτος $N_{R,i}$

- το ολικό κόστος συντήρησης και λειτουργίας του συστήματος ανά έτος, που προκύπτει με αναγωγή του ετήσιου κόστους συντήρησης και λειτουργίας των τμημάτων του, θεωρούμενο σταθερό ανά έτος, σε παρούσα αξία, με αναφορά στο χρόνο ζωής του συστήματος, μέσω του *παράγοντα ανάκτησης κεφαλαίου CRF* (*Capital Recovery Factor*)

$$CRF = \frac{r}{1 - (1+r)^{-N}}$$

Αν $C_{OM,y}$ είναι το ολικό κόστος συντήρησης και λειτουργίας (*Operation & Maintenance*) του συστήματος, ανά έτος, για N έτη, η παρούσα αξία του, C_{OM} είναι :

$$C_{OM} = \frac{C_{OM,y}}{CRF}$$

Στην περίπτωση $i=d$, στη θέση του CRF τίθεται $\frac{1}{N}$.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, το ολικό κόστος κύκλου ζωής της επένδυσης LCC, δίνεται από τη σχέση :

$$LCC=C_0+C_R+C_{OM}-S$$

όπου S, η απομένουσα αξία του συστήματος στο τέλος του χρόνου ζωής του.

3. Υπολογίζεται το Καθαρό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος **ΚΕΟΟ**, αποτελούμενο από το Άμεσο Καθαρό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος **ΑΚΕΟΟ** και το Έμμεσο Καθαρό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος **ΕΚΕΟΟ**,

$$\mathbf{ΚΕΟΟ=ΑΚΕΟΟ+ΕΚΕΟΟ}$$

όπου το **ΑΚΕΟΟ** υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\mathbf{ΑΚΕΟΟ} = \left(\begin{array}{l} \text{περίοδος αξιοποίηση} - \\ \text{σης μέσα στο έτος,} \\ \text{σε ημέρες} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{l} \text{κόστος} \\ \text{ηλεκτρικής} \\ \text{kWh} \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{l} \text{Πλήθος} \\ \Phi / B \\ \text{kWh/day} \end{array} \right)$$

Εμπειρικά προκύπτει ότι : $EKEOO=50\%AKEOO$. Συνεπώς, $KEOO=1,5xAKEOO$

Το **ΕΚΕΟΟ** είναι αποτέλεσμα :

- του περιορισμού της οικολογικής επιβάρυνσης, λόγω της χρήσης Α.Π.Ε.
- της μείωσης των πρόσθετων κοινωνικών δαπανών, που προκαλούνται από τη χρήση των συμβατικών καυσίμων π.χ. ιατρική και φαρμακευτική περίθαλψη, πρόωρη σύνταξη κ.λ.π.

Παρατήρηση : όταν το ΕΚΕΟΟ δεν αποτιμάται τότε $KEOO=AKEOO$

4. Η Καθαρή Παρούσα Αξία **Κ.Π.Α.** της επένδυσης υπολογίζεται από τη σχέση :

$$Κ.Π.Α. = \frac{KEOO}{CRF} - C_0 \quad (i)$$

Η επένδυση χαρακτηρίζεται ως βιώσιμη, από το έτος N εκείνο ($N=N_{EΠΑ}$, Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής), από το οποίο και μετά η Κ.Π.Α. καθίσταται θετική. Το $N_{EΠΑ}$ προκύπτει από τη σχέση (i) θέτοντας $Κ.Π.Α.(N_{EΠΑ})=0$

$$N_{EΠΑ} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{rC_0}{KEOO}\right)}{\ln(1+r)}$$

5. Το κόστος Ενέργειας (COE) δηλ. το κόστος της παραγόμενης από το σύστημα ηλεκτρικής kWh προκύπτει διαιρώντας το ολικό ετήσιο κόστος της επένδυσης (Annualised LCC=ALCC),

$ALCC = LCC \cdot CRF$ δια της ετησίως παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας E_y , σε kWh,

$$COE = \frac{LCC \cdot CRF}{E_y}$$

6.2 Εφαρμογή : Υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής Αυτόνομου Φ/Β Συστήματος

Παρουσιάζουμε τα βήματα οικονομικής ανάλυσης επένδυσης που αφορά σε ένα αυτόνομο Φ/Β σύστημα εγκατεστημένο στην Κρήτη (πηγή : I.E. Φραγκιαδάκης – Φ/Β Συστήματα – 2^η έκδοση).

Περιγραφή συστήματος	
Φ/Β συστοιχία, ισχύς αιχμής, P_p	150W
Συσσωρευτής, χωρητικότητα, C	270 Ah
Παράμετροι οικονομικής ανάλυσης συστήματος	
Περίοδος ανάλυσης, N	20 έτη
Πληθωρισμός, i	2,5%
Τρέχον επιτόκιο, d	6%
Αποπληθωρισμένο επιτόκιο, $r = \frac{d - i}{1 + i}$	3,4%
Κόστος μονάδας ισχύος αιχμής Φ/Β συστοιχίας	5 €/W
Κόστος μονάδας χωρητικότητας συσσωρευτή	1,4 €/Ah
Παράγων Παρούσας Αξίας, $PVF = (1 + r)^{-N_R}$	0,715
Παράγων Ανάκτησης Κεφαλαίου, $CRF = \frac{r}{1 - (1 + r)^{-N}}$	0,070
Κόστος αρχικής επένδυσης, C_0	
Κόστος Φ/Β συστοιχίας	750 €
Κόστος συσσωρευτή	378 €
Κόστος εγκατάστασης, $C_{εγκ.}$	170 €
Ολικό κόστος αρχικής επένδυσης, C_0	1.298 €
Απομένουσα Αξία στο τέλος της 20ετίας ($S=20\%C_0$)	259 €
Κόστος αντικατάστασης συσσωρευτή	
Χρόνος αντικατάστασης	10 έτη
Κόστος αντικατάστασης, $C_R = \sum_i PVF_i \cdot C_{R,i}$	270 €
Κόστος λειτουργίας και συντήρησης, C_{OM}	
Ετήσιο κόστος συντήρησης	30 €/y
Ολικό κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης, $C_{OM} = \frac{C_{OM,y}}{CRF}$	430 €
Κόστος Κύκλου Ζωής (LCC)	
$LCC = C_0 + C_R + C_{OM} \cdot S$	1.738 €
Κόστος Ενέργειας, COE	
Ημερήσια ηλεκτρική ενέργεια από το σύστημα	260 Wh
Συνολική παραγόμενη ενέργεια στο χρόνο ζωής του συστήματος	1.898 kWh
Κόστος kWh ηλ. Ενέργειας από ΔΕΗ (Κρήτη)	0,14

	€/kWh
ΑΚΕΟΟ	266 €
ΕΚΚΕΟΟ=50%ΑΚΕΟΟ	133 €
ΚΕΟΟ	299 €
ΚΠΑ=(ΚΕΟΟ/CRF)-C ₀	4.412 €
N _{ΕΠΛΑ}	3,5 έτη
Ετησίως παραγόμενη ενέργεια, E _y	94,9 kWh
COE	1,28 €/kWh

6.3 Εφαρμογή : Υπολογισμός Φ/Β Συστήματος για παραθεριστική κατοικία

Η παραθεριστική κατοικία αποτελεί αντιπροσωπευτική εφαρμογή για τα Φ/Β συστήματα, επειδή η χρονική περίοδος αυξημένης ενεργειακής ζήτησης συμπίπτει με την περίοδο υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας ενός Φ/Β συστήματος. Στις περιπτώσεις αυτές, το Φ/Β σύστημα σχεδιάζεται με δυνατότητα ολίγων ημερών αυτονομίας (που συνήθως δεν ξεπερνούν τις πέντε) δεδομένης της μειωμένης πιθανότητας μη αίθριων ημερών κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, από τα μέσα της Άνοιξης μέχρι και τα μέσα Φθινοπώρου, στα μεσαία και μικρά γεωγραφικά πλάτη. Πέραν του χρόνου αυτονομίας, την τροφοδοσία του φορτίου αναλαμβάνει το Η/Ζ, το οποίο διασφαλίζει τη λειτουργία της κατοικίας σε κάθε περίπτωση μη κάλυψης της επιπλέον ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας από το Φ/Β σύστημα και επαναφέρει τον εκφορτισμένο συσσωρευτή στην κατάσταση πλήρους φόρτισης. Ουσιαστικά, η εφαρμογή αυτή αφορά σε υβριδικό Φ/Β σύστημα. Εδώ παρουσιάζουμε τα βήματα επιλογής των βασικών τμημάτων του Φ/Β συστήματος, στην πιο απλή μορφή της εφαρμογής αυτής, χωρίς να εξετάζουμε τις προϋποθέσεις βελτιστοποίησής της από οικονομοτεχνικής πλευράς. Μελετάται η περίπτωση καθημερινής χρήσης, με δυνατότητα αυτονομίας συσσωρευτή για μια (1) μη αίθρια ημέρα ανά μήνα (πηγή : I.E. Φραγκιαδάκης – Φ/Β Συστήματα – εκδόσεις ΖΗΤΗ – 2^η έκδοση).

√ Ηλεκτρικές καταναλώσεις

Καταχωρούμε τα στοιχεία ημερήσιας κατανάλωσης της παραθεριστικής κατοικίας, στον επόμενο πίνακα, με κριτήριο το μέγιστο δυνατό περιορισμό των καταναλώσεων των επιμέρους φορτίων, τα οποία επιλέγονται με κριτήριο την υψηλή τιμή του λόγου της αποδιδόμενης προς καταναλισκόμενη ενέργεια.

Τμήματα Φ/Β εγκατάστασης :

- Φ/Β συστοιχία
- Inverter (220Vac)
- Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (Η/Ζ)

Στοιχεία καταναλώσεων παραθεριστικής κατοικίας

a/a	Είδος κατανάλωσης	Ισχύς (W)	Χρόνος λειτουργίας (h)	Καταναλισκόμενη ενέργεια (Wh)
1	Φωτισμός α) Εντός : 3x20W	60	6	360
2	β) Εκτός : 4x9W	36	5	180

3	TV	70	6	420
4	Ψυγείο	100	(8h ημ.+8h νύκτ.)=16	800+800=1600
5	Άλλες χρήσεις (εργαλεία, στεγνωτήρας μαλλιών κ.λ.π.)	1000	0,5	500
6	Σύνολα :	1266	33,5	3060

Συνολική κατανάλωση : $E_L \sim 3.06\text{kWh}$

Συνολική ισχύς φορτίων : $P_L \sim 1.3\text{kW}$

Συντελεστής περιθωρίου υπολογισμού ηλεκτρικών φορτίων : $m=1,1$

Για ρεαλιστικούς υπολογισμούς θεωρούμε ότι, από την ημερήσια ηλεκτρική ενέργεια των φορτίων (3.060 Wh), τα 1.000 Wh, αφορούν σε άμεση τροφοδοσία των φορτίων, κατά τη διάρκεια της ημέρας (π.χ. λειτουργία του ψυγείου) και το υπόλοιπο αποταμιεύεται στο συσσωρευτή για κάλυψη κάθε άλλης κατανάλωσης κατά τη διάρκεια του 24ώρου.

√ Αναλυτικοί υπολογισμοί

Στα επόμενα αναφέρονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθούνται για προσδιορισμό των επιμέρους στοιχείων της Φ/Β εγκατάστασης της παραθεριστικής κατοικίας, με απαίτηση αυτονομίας μιας μη ηλιοφανούς ημέρας, $n=1$.

A. Τοπικά δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας

$\overline{H_t}$ = μέση ημερήσια πυκνότητα ενέργειας ηλιακής ακτινοβολίας/ $\text{m}^2/\text{μήνα}$ στο επίπεδο της Φ/Β συστοιχίας. Η μέση ημερήσια ενεργειακή απολαβή, για τη χρονική περίοδο χρήσης, Μάρτιος - Οκτώβριος, με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής, για γωνία κλίσης συλλέκτη $\beta=\lambda-10^\circ=25^\circ$ είναι ίση με $\sim 6\text{kWh}/\text{m}^2\text{d}$.

$\overline{\theta_a}$ = Μέση ετήσια θερμοκρασία περιβάλλοντα αέρα $=20^\circ\text{C}$.

$\overline{\theta'_a}$ = Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντα αέρα περιόδου *Μαρτίου - Οκτωβρίου* $=25^\circ\text{C}$.

B. Ενεργειακές καταναλώσεις

Ενεργειακές καταναλώσεις και συντελεστές μεταφοράς και απόδοσης

Ενεργειακές καταναλώσεις	Παράγοντες καθορισμού της απόδοσης του Φ/Β συστήματος	
$E_{L,\alpha} = 1 \text{ kWh}$	$n_\alpha=0,92$	$n_{\gamma,\sigma} = 0,90$
$E_{L,\varepsilon} = 2,06 \text{ kWh}$	$n_\varepsilon=0,76$	$n_{\text{inv}} = 0,94$
$E_L=3,06 \text{ kWh/day}$		$n_{\text{εκφ}} \approx 0,91$
$m=1,1$		$n_{\gamma,B} = 0,80$
		$\text{PR}_\sigma = 0,72$

Γ. Υπολογισμός χαρακτηριστικών του Φ/Β συστήματος

Γ1. Ισχύς αιχμής Φ/Β συστοιχίας

Υπολογισμός της ισχύος αιχμής της Φ/Β συστοιχίας :

$$P_{p,\sigma} = \frac{1}{PR_{\sigma}} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot m \cdot \left(\frac{E_{L,\alpha}}{n_a} + \frac{E_{L,\varepsilon}}{n_e} \right) = \frac{1}{0,72} \cdot \frac{1}{6} \cdot 1,1 \cdot \left(\frac{1}{0,92} + \frac{2,06}{0,76} \right) kW \Rightarrow P_{p,\sigma} \approx 967 \text{ W}$$

Γ2. Πλήθος Φ/Β πλαισίων

Προσδιορίζονται οι δυνατοί συνδυασμοί σειράς Φ/Β πλαισίων του εμπορίου, με ισχύ αιχμής στην περιοχή των 50W_p έως και 150W_p, με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές τους, με κριτήρια την τάση και το ρεύμα φόρτισης συσσωρευτή. Η χρησιμοποίηση *converter* δίνει τη δυνατότητα μεταφοράς της ενέργειας υπό υψηλή τάση π.χ. συνδέοντας 4 ή 8 Φ/Β πλαίσια σε σειρά, οπότε μειώνεται αντίστοιχα το ρεύμα στις γραμμές μεταφοράς και συνακόλουθα η διατομή των καλωδίων μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Η συγκριτική αντιπαράθεση των χαρακτηριστικών των συνδυασμών αυτών, λαμβανομένου υπόψη του κόστους ανά W_p, οδηγεί στον προσφορότερο συνδυασμό. Τελικά προσδιορίζεται ο πραγματικός αριθμός απαιτούμενων Φ/Β πλαισίων και το πραγματικό συνολικό κόστος της συστοιχίας. Στο παράδειγμα αυτό θα θεωρήσουμε δεδομένο το αποτέλεσμα της διαδικασίας επιλογής. Έστω, λοιπόν, ότι ο συνδυασμός αυτός αναφέρεται σε Φ/Β πλαίσια ισχύος αιχμής P_p=70W.

$$\text{Πλήθος Φ/Β πλαισίων } 70 \text{ W}_p: N=967\text{W}/70\text{W}=13,8 \Rightarrow N^* = 14$$

Γ3. Ηλεκτρικοί συσσωρευτές

▣ Επιλεγόμενο βάθος εκφόρτισης : β_{εκφ}=40%.

Αντίστοιχος χρόνος ζωής : 1200μέρες/0,4=3.000μέρες≈8 έτη

▣ b=2,06/3,06≈0,7

▣ n=1

▣ Συντελεστής περιθωρίου ενέργειας : m=1,1

▣ Ονομαστική τάση συσσωρευτή : V_B=24V

Εφαρμόζοντας τη γενική σχέση για τη χωρητικότητα του συσσωρευτή έπεται :

$$C(n) = \frac{(n+b) \cdot m \cdot E_L}{n_{\gamma,B} \cdot n_{εκφ} \cdot \beta_{εκφ} \cdot V_B} = 818,8 \text{ Ah} \Rightarrow C=820 \text{ Ah}$$

Γ4. Inverter

▣ Ισχύς εξόδου = 1,5 kW

▣ Απόδοση τριπλάσιας ισχύος αιχμής (5 kW) για τουλάχιστον 10 s

▣ Τάση εισόδου/εξόδου-Συχνότητα = 24V/220Vac – 50 Hz

■ Κυματομορφή εξόδου : Τροποποιημένο ή διαμορφωμένο ημίτονο ή πλήρες ημίτονο.

Γ5. Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος

Η ισχύς του Η/Ζ πρέπει να καλύπτει παράλληλα τα φορτία της εφαρμογής και τη φόρτιση των συσσωρευτών. Στο κύκλωμα παρεμβάλλεται κατάλληλος ανορθωτής (Rectifier), ο οποίος μπορεί να είναι ενσωματωμένος στο Η/Ζ. Αναλυτικότερα, το Η/Ζ πρέπει να καλύπτει :

◇ την ισχύ P_0 κανονικής λειτουργίας της εφαρμογής : 1,3kW/220Vac

◇ τη φόρτιση των συσσωρευτών χωρητικότητας $C=820Ah$, μέσω ανορθωτή με ρεύμα φόρτισης μέχρι $C/10=82A$.

Τεχνικά χαρακτηριστικά του Η/Ζ

Μόνο για φόρτιση συσσωρευτή

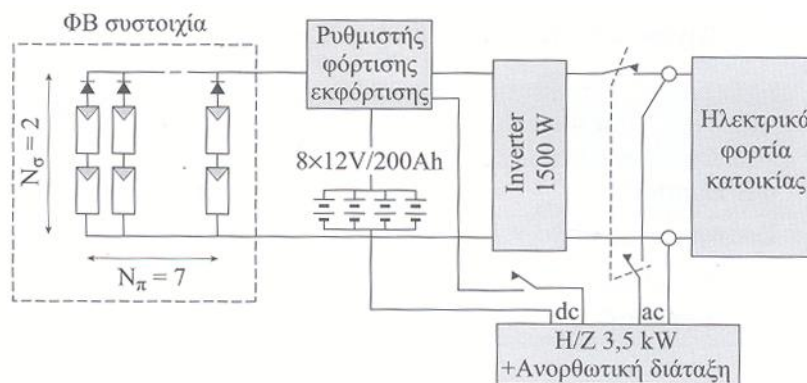
■ Χρόνος φόρτισης, με $I_\phi=70A$: $t_\phi = \frac{\beta_{εκφ} \cdot C}{n_q \cdot I_\phi} = \frac{0.4 \times 820 Ah}{0.9 \times 70 A} = t_\phi \approx 5,2h$

■ Ισχύς Η/Ζ απαιτούμενη για τη φόρτιση του συσσωρευτή : $P_\phi = I_\phi \times V_\phi = 70A \times 30V = 2100W \Rightarrow P_\phi = 2,1kW$

όπου V_ϕ =η τάση εξόδου του Η/Ζ προς το συσσωρευτή

Ισχύς Η/Ζ: τουλάχιστον $P_{HZ} = P_0 + P_\phi \approx 3,5kW$

Γ6. Ηλεκτρολογικό διάγραμμα εγκατάστασης



Δ. Οικονομικά στοιχεία εφαρμογής

Υπολογίζεται το τελικό κόστος της εγκατάστασης και η ποσοστιαία συμμετοχή κάθε τμήματος στο συνολικό αρχικό κόστος της εγκατάστασης, το οποίο αφορά στο χρόνο ζωής των συσσωρευτών, τυπική τιμή του οποίου μπορεί να θεωρηθεί η 10ετία (ο χρόνος ζωής των Φ/Β πλαισίων υπερβαίνει τα 25 έτη για Φ/Β πλαίσια c-SI).

Συγκεντρωτικός πίνακας κόστους αρχικής δαπάνης επιμέρους συστημάτων και εργασιών εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος

α/α	Υποσύστημα	Τιμή μονάδος (€)	Ποσότητα	Συνολικό κόστος (€)
1	Φ/Β πλαίσια c-Si 70 W _p (5€/W _p)	350	14	4.900
2	Συσσωρευτές, 12V/200Ah Βιομηχανικού τύπου (~ 100€/kWh)	~240	8	1.920
3	Inverter 1,5kW+ελεγκτής φόρτισης	1.500	1	1.500
4	Εγκατάσταση	800	-	800
5	H/Z 3,5kW/220Vac, με ανορθωτική διάταξη αυτόματης λειτουργίας	1.500	1	1.500
Σύνολο :				10.620

Συνολικό κόστος Φ/Β Συστήματος : 10.620 €

Αναλογία κόστους συστήματος ανά kW_p : 10,8 κ€/kW_p (ή 10,8 €/W_p).

Κατανομή κόστους ανά τμήμα του έργου

Υποσύστημα	Ποσοστιαία συμμετοχή ανά υποσύστημα (%)
Φ/Β πλαίσια	46,1
Συσσωρευτές	18,1
Inverter, ελεγκτής φόρτισης, H/Z	28,2
Εγκατάσταση	7,6
Σύνολο	100,0

6.4 Επένδυση σε μικρά Φ/Β συστήματα ισχύος έως 10kW σε αστικό περιβάλλον

Τα χρήματα που χρειάζεται κάποιος για ένα μικρό Φ/Β σύστημα είναι ανάλογα του μεγέθους της εγκατάστασης που θα υλοποιήσει. Έτσι, για παράδειγμα εάν κάποιος τοποθετήσει 1 Φ/Β πάνελ των 200 Watt (μαζί με τα λοιπά εξαρτήματα) σε μια σκεπή (ή στέγη ή δώμα) για να πουλήσει το ρεύμα που παράγει στη Δ.Ε.Η. θα χρειαστεί από 700 έως 1.100€. Εάν πάλι τοποθετήσει 5 πάνελ των 200 Watt (σύνολο 5x200=1000 Watt ή 1 kW) το αντίστοιχο κόστος θα είναι από 3.500 έως 5.500€. Εάν αντίστοιχα εγκατασταθούν 5 kW οι τιμές κυμαίνονται από 17.500 έως 27.500€. Το κύριο μέρος του κόστους της εγκατάστασης αφορά τα Φ/Β πλαίσια (ή πάνελ ή συλλέκτες ή πανέλα ή καθρέφτες ή ακόμα και...τζάμια), 50-70% του συνολικού κόστους. Το υπόλοιπο κόστος επιμερίζεται στους αντιστροφέις (inverter) περίπου 10%, το σύστημα στήριξης, περίπου 5% και κατά δεύτερο λόγο στις καλωδιώσεις, ηλεκτρολογικούς πίνακες (ασφάλειες, διακόπτες, αντικεραυνικά κ.λ.π.), κόστος εγκατάστασης, μεταφορικών και λοιπών εξόδων, περίπου 15% .

Γενικά λοιπόν το κόστος και οι τιμές για ένα σταθερό Φ/Β σύστημα στην ελληνική αγορά κυμαίνεται από 3.500 έως 5.500 €/ kW ή 3,5 έως 5,5€/Watt. Φυσικά, η αναλογία τιμή ανά Watt μειώνεται όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της εγκατάστασης.

Τα έσοδα από μια μικρή Φ/Β εγκατάσταση εξαρτώνται από την ενέργεια που παράγει το Φ/Β σύστημα. Κοντά στο σημείο σύνδεσης του Φ/Β συστήματος με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. θα υπάρχει ένας διπλός μετρητής (ο ίδιος και για την ενέργεια που καταναλώνουμε), ο οποίος θα μετράει την ενέργεια που παράγει το Φ/Β σύστημα σε kWh. Αυτήν την ενέργεια η Δ.Ε.Η. είναι υποχρεωμένη να την

αγοράζει από τον Παραγωγό πληρώνοντας 0,55€/kWh (η Δ.Ε.Η. χρεώνει τον οικιακό καταναλωτή προς 0,11€/kWh). Αυτό σημαίνει ότι εάν για κάποιον μήνα παράγουμε για παράδειγμα 100 kWh, η Δ.Ε.Η. θα πρέπει να μας πληρώσει $0,55 \times 100 = 55€$. Συνεπώς, ανάλογα με την ενέργεια που παράγει το σύστημα έχουμε και τα αντίστοιχα έσοδα.

Η τιμή 0,55€/kWh θα είναι σταθερή μέχρι το 2012. Από το 2013 και έπειτα η τιμή αυτή θα μειώνεται κατά 5% ανά έτος. Να διευκρινίσουμε όμως (μετά από επικοινωνία με το ΥΠ.ΑΝ.) ότι αν κάποιος εγκαταστήσει ένα σύστημα το 2010 η τιμή πώλησης μετά από 3 χρόνια θα αρχίσει να μειώνεται κατά 5% κάθε έτος έως και το έτος 2019. Η τιμή θα είναι σταθερή και μάλιστα θα προσαυξάνεται σύμφωνα με τον Δείκτη Τιμών Καταναλωτή (ακολουθεί τον πληθωρισμό). Αν κάποιος δηλ. συνδεθεί φέτος θα έχει σίγουρα τουλάχιστον 0,55€/kWh και μετά από 5 ή 10 χρόνια. Αν όμως συνδεθεί το 2013 η τιμή αγοράς θα είναι $0,55 \times 0,95 = 0,5225€/kWh$. Ενώ εάν συνδεθεί το 2014 η τιμή θα είναι $0,5225 \times 0,95 = 0,4963€/kWh$.

Η επένδυση σε ένα μικρό Φ/Β σταθμό ισχύος μέχρι 10kW εκτιμάται ότι αξίζει να γίνει από κάποιον ιδιώτη ακόμα κι αν δεν έχει τα χρήματα για να υλοποιήσει την επένδυση και αναγκαστεί να καταφύγει στη λύση του τραπεζικού δανείου. Έχει υπολογιστεί ότι εάν κάποιος σχεδιάσει σωστά την επένδυσή του και κάνει και την αντίστοιχη έρευνα αγοράς (ώστε να αποφύγει τα περιττά έξοδα) ενδέχεται να μην πληρώσει τίποτα ο ίδιος και το Φ/Β σύστημα να αποπληρώσει τις δόσεις του δανείου με τα έσοδα από την παραγόμενη ενέργεια.

Το κόστος εγκατάστασης ενός Φ/Β συστήματος ανέρχεται σε 5.000€ ανά εγκατεστημένο kW, το κόστος της μελέτης σε 500-1.000€, ενώ το κόστος των υπόλοιπων διαδικασιών κυμαίνεται μεταξύ 300-500€. Δηλαδή η μέση επένδυση για την εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος 5kW σε 80 τ.μ. δώματος κοστίζει γύρω στις 25.000-27.000€. Η απόσβεση της επένδυσης για την τοποθέτηση θα γίνει σε 7-8 χρόνια, ωστόσο οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει, συνυπολογίζοντας τις επιπλέον εργασίες (π.χ. μονώσεις) και το κόστος συντήρησης, να υπολογίζουν απόσβεση σε 12 με 15 χρόνια, σύμφωνα με τους παράγοντες της αγοράς. Άλλωστε, η εμπειρία από τους ηλιακούς συσσωρευτές στις πολυκατοικίες δείχνει ότι σε τακτά χρονικά διαστήματα απαιτούνται χρήματα για τις επισκευές στα δώματα λόγω των διαρροών, ενώ δεν πρέπει να αποκλειστεί και το ενδεχόμενο σοβαρότερων ζημιών στα πάνελ, σε κάποιο από τα συχνά πλέον ακραία καιρικά φαινόμενα. Θα πρέπει επίσης να συνυπολογίσουμε ότι μέσα στα επόμενα 25 χρόνια η “ψαλίδα” της τιμής που πουλάει η Δ.Ε.Η. στα νοικοκυριά θα μικραίνει διαρκώς σε σχέση με την εγγυημένη τιμή αγοράς (πηγή : www.ethnos.gr - 31.05.2009.)

Με έναν πρόχειρο υπολογισμό λοιπόν, ένα δάνειο 12ετίας μπορεί κάποιος να το αποπληρώσει μετά από 12 χρόνια, να έχει καθαρά κέρδη, χωρίς ουσιαστικά να πληρώσει ποτέ ο ίδιος. Για παράδειγμα, έστω μια Φ/Β εγκατάσταση ισχύος 3kW στη Λάρισα

■ Συνολικά κόστος εγκατάστασης και εξόδων σύνδεσης – ενδεικτικά – 15.000€.

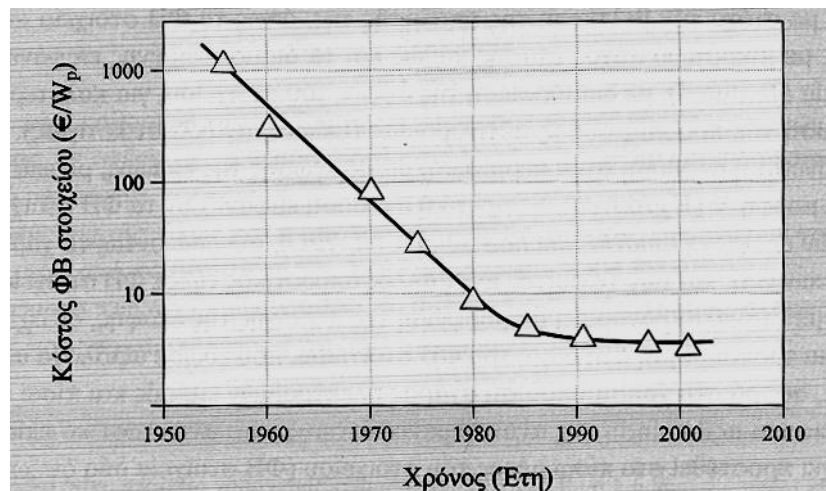
■ Λήψη δανείου αξίας 15.000€ με 7% επιτόκιο και 12 έτη αποπληρωμής. Σύνολο σε 12 έτη θα δοθούν στην Τράπεζα 22,213€ με ετήσια δόση 1,851€.

■ Εκτίμηση παραγωγής ενέργειας ανά έτος για τα $3\text{kW} = 3.550\text{kWh}$ άρα για χρέωση $0,55\text{€/kWh}$ ετήσια έσοδα : 1.952€ ετήσια δόση δανείου ($1,851\text{€}$). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μετά την παρέλευση των 12 ετών θα έχει αποπληρωθεί μια η εγκατάσταση Φ/Β στην κατοικία μας, για την οποία δεν ξοδέψαμε ποτέ πραγματικά χρήματα και η οποία έχει διάρκεια ζωής 25 χρόνια δηλ. θα έχουμε κέρδη για 13 χρόνια ακόμη.

(Το παράδειγμα είναι ενδεικτικό και φυσικά δεν προτρέπει κανέναν να το πράξει, διότι παίζουν ρόλο και οι παράγοντες πιστοληπτικής ικανότητας και τραπεζικής διαθεσιμότητας, οι οποίοι δε είναι δυνατόν να συνυπολογιστούν).

6.5 Μείωση κόστους των Φ/Β στοιχείων με την εξέλιξη της τεχνολογίας

Το εμπορικό κόστος των Φ/Β στοιχείων, με τη βιομηχανική τους μορφή (Φ/Β πλαίσιο) σε μονάδες €/W_p μειώθηκε ραγδαία (όπως φαίνεται στο σχήμα) από τα 1000€/W_p το 1956 στο επίπεδο των $4,1 \text{€/W}_p$ (μέση τιμή) το 2002 (I.E.A. International Energy Agency). Την ίδια χρονική περίοδο οι χώρες με το χαμηλότερο κόστος Φ/Β πλαισίου ήταν η Γερμανία ($2,9 \text{€/W}_p$), οι Η.Π.Α. ($3,25 \text{€/W}_p$), η Πορτογαλία ($3,3 \text{€/W}_p$), η Ιταλία ($3,7 \text{€/W}_p$) και η Ιαπωνία ($3,7 \text{€/W}_p$).



Σχήμα 6.1 : Διάγραμμα μεταβολής του κόστους του Φ/Β στοιχείου, σε δολάρια ανά W_p . Είναι πράγματι εντυπωσιακή η ελάττωση του κόστους της βιομηχανικής παραγωγής του, με τη μορφή Φ/Β πλαισίων (πηγή : I.E. Φραγκιαδάκης – Φ/Β Συστήματα – 2^η έκδοση).

Παρά το σχετικά υψηλό κόστος των Φ/Β πλαισίων σήμερα αναμένεται μέσα στη 2^η δεκαετία του 21^{ου} αιώνα ικανή μείωση του κόστους τους, ώστε το κόστος της Φ/Β kWh να καταστεί συγκρίσιμο με το τότε κόστος της κιλοβατώρας από συμβατικά καύσιμα.

6.6 Μελλοντικές Τιμολογήσεις

Ως τον Αύγουστο του 2010 οι εγγυημένες τιμές για την ενέργεια από Φ/Β διατηρούνται στα 400, 450 και 500 €/mWh, ανάλογα με τη συνολική ισχύ του σταθμού και το αν είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο ή όχι. Από τον Αύγουστο του 2010 ξεκινά η αποκλιμάκωση των τιμών, η οποία τερματίζεται το 2014, καθώς από το 2015 η τιμολόγηση συνδέεται με την Οριακή Τιμή του Συστήματος.

Η αποκλιμάκωση αρχίζει με μείωση της τιμής 1,99%, καθώς από τα 400, 450 και 500 €/mWh του Ιουλίου 2010, ο Αύγουστος ξεκινά με τιμές 392.04, 441.05 και 490.05 €/mWh.

Τον Φεβρουάριο του 2011 οι τιμές υποχωρούν στα 372.83, 419.43 και 446.03 €/mWh (πτώση εξαμήνου 4,9% τον Αύγουστο του 2011 πέφτουν στις 351.01, 394.88 και 438.76 €/mWh και συνεχίζουν να μειώνονται κάθε εξάμηνο έως τον Αύγουστο του 2014, οπότε τερματίζεται η αποκλιμάκωση στα 260.97, 293.59 και 326.22 €/mWh.

Σε όλο το χρονικό διάστημα οι τιμές αναπροσαρμόζονται κάθε χρόνο κατά ποσοστό ίσο με το 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτό καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος.

Σε περίπτωση που η τελική τιμή (μαζί με την αναπροσαρμογή βάσει του δείκτη τιμών καταναλωτή) είναι μικρότερη της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος (Ο.Τ.Σ.) του προηγούμενου έτους προσαυξημένης κατά 30%, 40% και 50% ανάλογα με την κατηγορία του Φ/Β σταθμού, τότε η τιμολόγηση θα γίνεται με βάση τη μέση Ο.Τ.Σ. του προηγούμενου χρόνου, προσαυξημένη κατά τους αντίστοιχους συντελεστές.

Από το Φεβρουάριο του 2015 η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας θα γίνεται με βάση τη μέση οριακή τιμή του συστήματος του προηγούμενου χρόνου πολλαπλασιαζόμενη με έναν συντελεστή. Ο συντελεστής αυτός είναι 1.3, 1.4 και 1.5 ανάλογα με την κατηγορία του Φ/Β. Η σύμβαση πώλησης της ενέργειας θα είναι 20 έτη.

Οι παραγωγοί που ήδη έχουν υπογράψει σύμβαση πώλησης και λειτουργούν τους σταθμούς μπορούν είτε να τροποποιήσουν τη σύμβαση, σύμφωνα με τις νέες διατάξεις (τιμή αναφοράς του Φεβρουαρίου 2009 και διάρκεια ίση με το χρονικό διάστημα που υπολείπεται της εικοσαετίας από τη θέση των σταθμών σε λειτουργία) είτε να συνεχίσουν με την υφιστάμενη σύνδεση.

Όσοι έχουν υπογράψει συμβάσεις πώλησης ενέργειας για σταθμούς που δεν έχουν τεθεί σε δοκιμαστική λειτουργία ή δεν έχει ενεργοποιηθεί η σύνδεσή τους έως την έναρξη ισχύος του νέου νόμου, υποχρεώνονται να ενταχθούν στις ρυθμίσεις του νέου νόμου.

(πηγή : περιοδική έκδοση του Τ.Ε.Ε. Πελοποννήσου “ο ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ σήμερα” ΟΚΤ.-ΝΟΕ.-ΔΕΚ. 2008- Αρ. Φύλλου 52).

7. ΣΥΧΝΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1. Γιατί φωτοβολταϊκά συστήματα ;

- Προσφέρουν υψηλή και εγγυημένη απόδοση.
- Έχουν ελάχιστη συντήρηση και εν γένει ενασχόληση μετά την αρχική εγκατάσταση.
- Βελτιώνουν το οικολογικό προφίλ της επιχείρησης, καθώς έχουν μηδενική ρύπανση και αθόρυβη λειτουργία.
- Έχουν υψηλή αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Έχουν δυνατότητα επέκτασης.

2. Πώς λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά ;

Το Φ/Β φαινόμενο στηρίζεται στην άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρές δέσμες ενέργειας που λέγονται *φωτόνια*, τα οποία περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα Φ/Β στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας “ημιαγωγός”) άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από αυτό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Συγκεκριμένα, τα φωτόνια που απορροφώνται από το ημιαγωγίμο υλικό δημιουργούν ζεύγη οπών ηλεκτρονίου-ηλεκτρονίου κάτω από την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου και καθοδηγούνται μέσω εξωτερικού κυκλώματος. Πιο απλά, τα φωτόνια αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του Φ/Β να μετακινηθούν σε άλλη θέση και όπως γνωρίζουμε ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων.

3. Ποια η διαφορά μεταξύ ηλιακού συλλέκτη και Φ/Β συστήματος ;

Υπάρχουν δύο (2) τύποι ηλιακών πλαισίων : το *ηλεκτρικό* και το *θερμικό*.

- Το ηλεκτρικό πλαίσιο, το οποίο αποτελείται από μια διάταξη ή σύνολο διατάξεων που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αναφέρεται ως “φωτοβολταϊκό”.
- Το θερμικό πλαίσιο, το οποίο αποκαλείται ως “ηλιακός συλλέκτης” ή ηλιακός θερμοσίφωνα, αποτελείται από σωληνώσεις νερού, γυαλί και μόνωση και έχει ως στόχο τη θέρμανση ενός ρευστού (συνήθως νερού ή αέρα).

4. Γιατί να επιλέξουμε τη φωτοβολταϊκή ενέργεια ;

Για δύο (2) βασικούς λόγους :

- την κάλυψη των αναγκών μας σε ενέργεια και

■ την προστασία του περιβάλλοντος. Κάθε kWh ηλεκτρισμού από το Δίκτυο της Δ.Ε.Η., η οποία παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με τουλάχιστον 1Kg CO₂ (το αέριο του θερμοκηπίου που κυρίως ευθύνεται για τις κλιματικές αλλαγές).

Επιπλέον :

✓ τα Φ/Β έχουν μικρό λειτουργικό κόστος, δεν απαιτούν συνεχή παρακολούθηση και χρειάζονται ελάχιστη περιοδική συντήρηση.

✓ είναι εύκολη η επέκταση του συστήματος, εφόσον έχει προβλεφθεί στο σχεδιασμό. Έτσι, αν αυξηθεί η ζήτηση ενέργειας υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της παραγωγής.

✓ τα Φ/Β βασίζονται σε μια ώριμη τεχνολογία, η οποία έχει αποδείξει την απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος για περισσότερα από 15 χρόνια.

5. Τι ενεργειακές ανάγκες μπορεί να καλύψει ένα Φ/Β σύστημα ;

Φωτισμό, τηλεπικοινωνίες, ψύξη, ηχητική κάλυψη και γενικά ό, τι καλύπτει και το ρεύμα του Δικτύου της Δ.Ε.Η. Ωστόσο, η χρήση Φ/Β δεν συνιστάται για την τροφοδότηση θερμικών ηλεκτρικών συσκευών π.χ. ηλεκτρική κουζίνα, θερμοσίφωνα, ηλεκτρικό καλοριφέρ ή θερμοσυσσωρευτές. Για τις χρήσεις αυτές υπάρχουν οικονομικότερες λύσεις, όπως : ηλιακός θερμοσίφωνα, ηλιακός/γεωθερμικός κλιματισμός ή συστήματα θέρμανσης φυσικού αερίου, υγραερίου, με βιομάζα κ.λ.π.

Ας πάρουμε το παράδειγμα της θέρμανσης του νερού : αν χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρικό θερμοσίφωνα που τροφοδοτείται από ένα Φ/Β σύστημα, το ηλιακό φως μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και κατόπιν από τον θερμοσίφωνα σε θερμότητα. Το συνολικό κόστος των δύο αυτών συστημάτων είναι πολύ μεγαλύτερο από έναν ηλιακό θερμοσίφωνα που μετατρέπει απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.

Αντίθετα, ο φωτισμός (κατά προτίμηση με λάμπες εξοικονόμησης) και η χρήση ηλεκτρονικών συσκευών (υπολογιστές, ηχητικά συστήματα, ψυγεία, τηλεοράσεις, τηλεπικοινωνίες κ.λ.π.) μπορούν να καλυφθούν εύκολα και οικονομικά με Φ/Β.

6. Τα Φ/Β αποδίδουν μόνο όταν έχει ήλιο ; Τι γίνεται τις ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια ή τη νύχτα ;

Η παραγωγή ηλεκτρισμού από τον ήλιο με Φ/Β χρειάζεται το φως της ηλιακής ακτινοβολίας, όχι τη θερμότητά της. Ακόμη και κατά τη διάρκεια μιας συννεφιασμένης χειμωνιάτικης μέρας, με διάχυτο φως, τα Φ/Β παράγουν ηλεκτρισμό – έστω και με μειωμένη απόδοση (ακόμα και με απόλυτη συννεφιά το Φ/Β θα παράγει το 5-20% της μέγιστης ισχύος του). Π.χ. στη Γερμανία ένα Φ/Β 3kW_p σε ταράτσα μπορεί να παράγει, ετήσια, περίπου 3.000kWh, ενέργεια που είναι δυνατόν να καλύψει τη ετήσια ζήτηση σε ηλεκτρισμό ενός μέσου νοικοκυριού.

Η Ελλάδα είναι ιδιαίτερα ευνοημένη από τον ήλιο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αν σκεφτεί κανείς ότι πολλά από τα Φ/Β συστήματα έχουν αναπτυχθεί και αποδίδουν στη Β. Ευρώπη, είναι φανερό ότι οι συνθήκες ηλιοφάνειας της χώρας μας προσφέρονται για συμφέρουσα παραγωγή ενέργειας. Σε γενικές γραμμές, ένα Φ/Β σύστημα στην Ελλάδα παράγει ετησίως περίπου 1.100-1.500 kWh/έτος/kW_p. Φυσικά, στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα Φ/Β παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό σε σχέση με τις βόρειες. Ενδεικτικά, ένα Φ/Β στην Αθήνα αποδίδει 1.300-1.400 kWh/έτος/kW_p, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.250 kWh/έτος/kW_p και στην Κρήτη ή τη Ρόδο 1.350-1.500 kWh/έτος/kW_p.

7. Σε τι διαφέρει ένα αυτόνομο Φ/Β σύστημα (off-grid) από ένα διασυνδεδεμένο (on-grid) ;

Τα διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα τροφοδοτούν με ηλεκτρισμό απευθείας το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα αυτόνομα συστήματα τροφοδοτούν απευθείας μια κατοικία ή μια εγκατάσταση. Συνήθως τα αυτόνομα συστήματα διαθέτουν συσσωρευτή για τη αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται.

8. Τι σημαίνει “Φ/Β Ενσωματωμένο σε Κτίριο (Φ.Β.Ε.Κ.)” ;

Ένα Φ/Β σύστημα θεωρείται Ενσωματωμένο σε Κτίριο (Φ.Β.Ε.Κ.), όταν η χρήση των Φ/Β πλαισίων έχει ενταχθεί στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και η τοποθέτησή τους γίνεται παράλληλα με την κατασκευή του οικοδομήματος. Ωστόσο, θα μπορούσε να τοποθετηθεί και αργότερα (εναπόθεση από πάνω). Τα Φ.Β.Ε.Κ. αποτελούν δομικό υλικό για το κέλυφος του κτιρίου, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως παραγωγοί καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο, με πλεονέκτημα την εξοικονόμηση κόστους τόσο των υλικών όσο και της ηλεκτρικής ενέργειας.

Για το σωστό σχεδιασμό και εγκατάσταση ενός συστήματος Φ.Β.Ε.Κ., είναι απαραίτητη η συνεργασία πολλών διαφορετικών ειδικοτήτων, όπως αρχιτεκτόνων, πολιτικών μηχανικών και σχεδιαστών Φ/Β συστημάτων.

9. Με ποιους τρόπους είναι δυνατόν να τοποθετηθούν Φ/Β συστήματα σε υπάρχοντα ή νεοανεγειρόμενα κτίρια ;

- με ενσωματωμένα συστήματα Φ.Β.Ε.Κ., τα Φ/Β πλαίσια των οποίων αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του κτιρίου και συνήθως υποκαθιστούν οικοδομικά υλικά.
- με συστήματα όπου τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται στις υφιστάμενες εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων (στέγες, οικόπεδο).

Η πρώτη περίπτωση είναι προτιμότερη. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα εντοπίζεται στην έμμεση μείωση του κόστους του Φ/Β συστήματος από τη υποκατάσταση δομικών υλικών (όπως

υαλώσεων, υλικών σκεπής και παραθύρων). Επιπρόσθετα, η πλήρης ενσωμάτωση στην κτιριακή δομή βελτιώνει σημαντικά το αισθητικό αποτέλεσμα της κατασκευής.

10. Πού μπορούν να τοποθετηθούν τα Φ/Β συστήματα ;

- Στις στέγες ή προσόψεις υφιστάμενων κτιρίων.
- Στη στέγη ή πρόσοψη νέων κτιριακών κατασκευών ως δομικά συστατικά (αντικατάσταση υαλοπινάκων, κεραμιδιών κ.λ.π.) – πλήρης ενσωμάτωση στο κτίριο.
- Ως Φ/Β συστήματα σκίασης. Χρησιμοποιούνται ως σκίαστρα και τοποθετούνται ταυτόχρονα με το δομικό στοιχείο ή αργότερα.
- Ως “αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις” σε στάδια, πάρκα, πλατείες, δρόμους κ.λ.π.
- Σε οποιονδήποτε ανοικτό ιδιόκτητο και περιφραγμένο χώρο.

11. Γιατί η επένδυση στα Φ/Β συστήματα είναι σίγουρης απόδοσης ;

Τα Φ/Β πάνελ που αποτελούν τα μεγαλύτερο κόστος ενός Φ/Β συστήματος δίνονται από τους κατασκευαστές με εγγυήσεις από 10 έως και 25 έτη.

Το κόστος λειτουργίας – συντήρησης ενός Φ/Β συστήματος είναι πρακτικά μηδαμινό. Η προληπτική συντήρηση που απαιτούν είναι ο καθαρισμός αυτών από τη σκόνη, όταν υπάρχουν μεγάλα διαστήματα ανομβρίας και η φροντίδα ώστε ο περιβαλλοντικός χώρος να μη μεταβάλλεται ώστε να δημιουργούνται συνθήκες σκίασης (όπως ανάπτυξη δέντρων, θάμνων κ.λ.π.).

Οι περιπτώσεις έκτακτων καταστροφών (φωτιά, σεισμός κ.λ.π.) καλύπτονται από συνηθισμένες ασφάλειες κτιρίων και εξοπλισμού.

Ως εκ τούτου με σταθερό και προβλέψιμο κόστος 20ετίας, με προβλέψιμη ενεργειακή απόδοση (kWh/έτος/kW) αλλά και δεδομένη τιμή πώλησης για μια 20ετία οι επενδύσεις στα Φ/Β συστήματα είναι από τις πλέον σίγουρες επενδύσεις της αγοράς.

12. Είναι το κτίριο που διαθέτω κατάλληλο για την εγκατάσταση Φ/Β ;

Τα περισσότερα κτίρια είναι κατάλληλα, αρκεί να πληρούνται κάποιες βασικές προϋποθέσεις.

■ Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Τα Φ/Β έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό, πράγμα που σημαίνει ότι αποδίδουν καλύτερα αν τοποθετηθούν σε κτίριο που έχει τη στέγη ή κάποιον τοίχο στραμμένο προς το νότο. Καπνοδόχοι, φεγγίτες, δέντρα ή κτίρια μπορούν να δημιουργήσουν σκιάσεις και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την τοποθέτηση των Φ/Β καθώς μπορεί να συντελέσουν στη μείωση της απόδοσης του συστήματος.

■ Τα Φ/Β να τοποθετηθούν με σωστή κλίση σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

■ Να μην είναι σε μεγάλη απόσταση από το Δίκτυο Χαμηλής Τάσης (Δ.Χ.Τ.), εάν πρόκειται για διασυνδεδεμένο σύστημα.

■ Μια τυπική εγκατάσταση απαιτεί επιφάνεια τουλάχιστον 7-15 m². Αν επιλεγεί αυτόνομο σύστημα χρειάζεται επιπλέον κατάλληλος χώρος για τα ηλεκτρονικά συστήματα και τους συσσωρευτές.

■ Τα Φ/Β πλαίσια ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται ενδέχεται να έχουν σημαντικό βάρος. Έτσι, θα πρέπει να ελεγχθεί εάν η στέγη μπορεί να δεχθεί αυτό το βάρος (π.χ. στην περίπτωση τοποθέτησης πάνω σε κεραμίδια). Ωστόσο, ένα τυπικό Φ/Β σύστημα μαζί με τις βάσεις του ζυγίζει περίπου 15-20 Kg/m² και συνήθως δε δημιουργείται κανένα πρόβλημα στα στατικά του κτιρίου.

13. Σε ποια φάση της ανέγερσης/κατασκευής ενός νέου κτιρίου θα πρέπει να σχεδιαστεί η εγκατάσταση Φ/Β ;

Καλό είναι το Φ/Β σύστημα να έχει ενταχθεί από την αρχή στο σχεδιασμό του κτιρίου. Μια συνολική μελέτη που θα καλύπτει την εξοικονόμηση ενέργειας (μόνωση, έξυπνα παράθυρα, σκίαση κ.λ.π.), τη θέρμανση, τον κλιματισμό και τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό θα βοηθήσει να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Η θέση των Φ/Β έχει μεγάλη σημασία για την απόδοσή τους. Π.χ. αν κτίζετε τώρα την κατοικία σας μπορείτε να διαμορφώσετε τη στέγη σας κατάλληλα ώστε να υποδεχθεί τα Φ/Β πλαίσια. Θα γλιτώσετε χώρο από τον κήπο ή την αυλή καθώς και μέρος των δαπανών στήριξης των πλαισίων. Τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Μπορούν ακόμα να υποκαταστήσουν τμήμα κεραμοσκεπής και τα υαλοστάσια σε μια πρόσοψη (μειώνοντας αντίστοιχα το κόστος) ή να παίξουν το ρόλο σκιάστρων πάνω από παράθυρα (βοηθώντας έτσι στη μείωση των δαπανών κλιματισμού). Τέλος για ειδικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές τα Φ/Β παρέχονται σε διάφορα χρώματα και διαφάνειες.

14. Πόσος χώρος χρειάζεται για την εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος ;

Εξαρτάται από την τεχνολογία που εφαρμόζεται. Π.χ. ένα σύστημα 3kW_p από κρυσταλλικά πλαίσια χρειάζεται περίπου 25 m² μιας στέγης με κλίση και νότιο προσανατολισμό.

Γενικά, η Φ/Β τεχνολογία δεν απαιτεί μεγάλες εκτάσεις. Για να καλυφθεί το σύνολο της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την Ευρώπη θα ήταν αρκετό το 0,7% της συνολικής έκτασης της. Υπάρχει αρκετή επιφάνεια διαθέσιμη που δεν ανταγωνίζεται άλλες χρήσεις γης π.χ. προσόψεις κτιρίων, ηχοπετάσματα κ.λ.π.

15. Πόσο βαρύ είναι ένα Φ/Β σύστημα ; Μήπως τα στατικά του κτιρίου πρέπει να ενισχυθούν ;

Ένα πλήρες Φ/Β σύστημα μαζί με τις βάσεις ζυγίζει περίπου 15-20 Kg/m². Έτσι, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν χρειάζεται περαιτέρω ενίσχυση των στατικών.

Οι κατά παραγγελία διατάξεις μπορεί να έχουν μεγαλύτερο βάρος. Τα πλαίσια που χρησιμοποιούνται σε ηλιοροφές και αίθρια και κατά κανόνα είναι μονωμένα με διπλό ή τριπλό τζάμι έχουν 2 με 3 φορές μεγαλύτερο βάρος. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το βάρος ενός Φ/Β συστήματος είναι το είδος του πλαισίου και η μέθοδος διασύνδεσης.

Σε κάθε περίπτωση, οι Φ/Β εγκαταστάσεις πρέπει να πληρούν τους οικοδομικούς κανονισμούς και τους κώδικες ασφάλειας.

16. Πόσο ισχυρό πρέπει να είναι ένα Φ/Β σύστημα για να καλύψει τις ανάγκες της κατοικίας μου;

Εάν έχετε επιλέξει ένα διασυνδεδεμένο σύστημα, η ερώτηση αυτή είναι ανούσια. Το πόση ισχύς θα είναι το Φ/Β σύστημα εξαρτάται μόνο από δύο παραμέτρους : τη διαθέσιμη επιφάνεια στο κτίριο ή το οικόπεδό σας, για να εγκατασταθούν τα Φ/Β συστήματα και τα χρήματα που είστε διατεθειμένοι να επενδύσετε. Θα μπορούσατε π.χ. να εγκαταστήσετε ένα σύστημα που θα κάλυπτε το 10% των αναγκών σας (αν έχετε λίγο χώρο και χρήματα) ή να υπερκαλύψετε πολλές φορές τις ανάγκες σας (πουλώντας την περίσσεια πράσινης ενέργειας στο Δίκτυο).

Στην περίπτωση των αυτόνομων εφαρμογών δεν υπάρχει μονοσήμαντη απάντηση. Και αυτό διότι η ίδια κατοικία θα έχει πολύ διαφορετικές ανάγκες αν χρησιμοποιείται ως κύρια κατοικία ή ως εξοχική, ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκεται, τον αριθμό των ατόμων και τις ώρες που διαμένουν εκεί, ακόμα και τις συνήθειες τους.

16. Από τι εξαρτάται η απόδοση ενός Φ/Β συστήματος ;

■ Από το κλίμα της περιοχής (όσο λιγότερες είναι οι μέρες της ηλιοφάνειας π.χ. στη Δυτική Ελλάδα, τόσο μικρότερη είναι η απόδοση).

■ Από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (όσο πιο νότια είναι η περιοχή τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας).

■ Από την κλίση των Φ/Β πλαισίων ως προς το οριζόντιο επίπεδο (η βέλτιστη απόδοση είναι με νότιο προσανατολισμό και κλίση περίπου 30°).

■ Από την ηλικία των Φ/Β πλαισίων (υπολογίζεται ότι τα πλαίσια έχουν ζωή 23-30 έτη με απόδοση έως και 80% για τα πρώτα 20 έτη).

Αυτό που ενδιαφέρει είναι πόσες **kWh** θα δώσει το σύστημα σε ετήσια βάση και πόσο θα κοστίζει η κάθε παραγόμενη kWh. Για την Ελλάδα μπορούμε να θεωρήσουμε πως ένα Φ/Β σύστημα με τη βέλτιστη κλίση και τον βέλτιστο προσανατολισμό παράγει κατά μέσο όρο 1.100-1.500

kWh/έτος/kW_p . Στην Ελλάδα οι υψηλότερες αποδόσεις παρατηρούνται όσο πιο νότια και ανατολικά βρίσκεται μια περιοχή.

Σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Εταιριών Φωτοβολταϊκών (Σ.Ε.Φ.) η σχετική απόδοση των Φ/Β σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς είναι :

Ενδεικτική απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς
(με νότιο προσανατολισμό και στη βέλτιστη κλίση, παίρνετε το 100% της απόδοσης)

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%

Πίνακας 7.1 : Απόδοση Φ/Β σε διάφορες κλίσεις

17. Ποιος είναι ο χρόνος ζωής ενός Φ/Β συστήματος ; Τα Φ/Β συστήματα έχουν υψηλό λειτουργικό κόστος ;

Μια καλά σχεδιασμένη και συντηρημένη εγκατάσταση μπορεί να λειτουργήσει για περισσότερα από 20 έτη. Τα Φ/Β συστήματα εκτός από τα κινητά τους μέρη έχουν αναμενόμενη διάρκεια ζωής άνω των 30 ετών. Η μέχρι σήμερα εμπειρία δείχνει πως σε ένα Φ/Β σύστημα μπορεί να εμφανιστούν προβλήματα μόνο λόγω κακής εγκατάστασης. Άστοχες συνδέσεις, ανεπαρκές μήκος καλωδιώσεων, υλικά κατάλληλα για εφαρμογές συνεχούς ρεύματος κ.λ.π. είναι οι κυριότερες αιτίες προβλημάτων. Μια ακόμα τυπική αιτία δυσλειτουργίας είναι η ανεπάρκεια των ηλεκτρονικών τμημάτων (αντιστροφέας, συστήματα ελέγχου και ασφάλειας κ.λ.π.). Σε γενικές γραμμές το κόστος λειτουργίας και συντήρησης των Φ/Β συστημάτων είναι χαμηλό.

18. Πόσο κοστίζει μια εγκατάσταση Φ.Β.Ε.Κ. ;

Το κόστος μιας εγκατάστασης Φ.Β.Ε.Κ. υπολογίζεται σε €/εγκατεστημένο kW και εξαρτάται από :

- Την τεχνολογία των πλαισίων (π.χ. τα πλαίσια άμορφου πυριτίου κοστίζουν λιγότερο, απαιτούν όμως περίπου διπλάσια έκταση από τα μονοκρυσταλλικά).
- Την προέλευση των πλαισίων και των λοιπών στοιχείων του εξοπλισμού (τα ευρωπαϊκά είναι ακριβότερα αλλά και πιο αξιόπιστα από τα κινέζικα).
- Το μέγεθος του Φ/Β συστήματος (όσο μικρότερη είναι η ισχύς τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος του κάθε εγκατεστημένου kW).
- Τη δυσκολία της εγκατάστασης (δυσπρόσιτες περιοχές ή εγκαταστάσεις με αυξημένη τεχνική δυσκολία κοστίζουν περισσότερο).
- Την απόσταση από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. (πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος επέκτασης του δικτύου).
- Τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου.

Ενδεικτικά, το κόστος ανά εγκατεστημένο KW κυμαίνεται από 4.200€ (για πλαίσιο άμορφου πυριτίου σε ήδη διαμορφωμένο και φραγμένο χώρο) έως 7.500€ (για πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου με πλήρη διαμόρφωση χώρου και περίφραξη ασφαλείας). Για τον αρχικό προγραμματισμό του ο υποψήφιος επενδυτής μπορεί να υπολογίσει μια ενδεικτική μέση τιμή συνολικού κόστους 6.000€/εγκατεστημένο KW.

Οι σχεδιαστές Φ/Β συστημάτων γνωρίζουν ότι κάθε απόφαση που λαμβάνεται κατά το σχεδιασμό ενός Φ/Β συστήματος επηρεάζει το τελικό κόστος της εγκατάστασης. Εάν το σύστημα υπερδιαστασιολογηθεί επειδή ο αρχικός σχεδιασμός βασίστηκε σε μη ρεαλιστικές απαιτήσεις το αρχικό κόστος αυξάνεται υπερβολικά. Αν υπάρχουν κινητά μέρη το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης αυξάνεται. Συνεπώς, ο σωστός σχεδιασμός μιας Φ/Β εγκατάστασης είναι το “κλειδί” για μια οικονομικά αποδοτική επένδυση.

19. Ποιές άδειες απαιτούνται για την εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος ;

- ▶ Για εγκαταστάσεις άνω των 150 kW απαιτείται η άδεια λήψης παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας.
- Για την έκδοση της άδειας παραγωγής απαιτείται αίτηση στη Ρ.Α.Ε., η οποία συνοδεύεται από Π.Π.Ε.. Η αίτηση περιλαμβάνει μια αναλυτική τεχνοοικονομική μελέτη του έργου. Οι σχετικές διαδικασίες απαιτούν 6-7 μήνες. Η άδεια παραγωγής ισχύει για 25 έτη με δυνατότητα ανανέωσης άλλων 25.
- Η άδεια εγκατάστασης εκδίδεται από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας εντός 15 ημερών από την υποβολή της σχετικής αίτησης του ενδιαφερομένου, τα περιεχόμενα της οποίας θα καθορισθούν με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για εγκαταστάσεις σε προστατευόμενες περιοχές Ramsar, Natura 2000, Εθνικούς Δρυμούς και αισθητικά δάση για τις οποίες η άδεια εγκατάστασης εκδίδεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης εντός ενός μηνός από την αίτηση.

■ Η άδεια λειτουργίας εκδίδεται από το ίδιο όργανο που εκδίδει και την άδεια εγκατάστασης (Περιφέρεια ή ΥΠ.ΑΝ.) μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου. Η άδεια λειτουργία ισχύει για 20 έτη και μπορεί να ανανεωθεί για άλλα 20.

► Για εγκαταστάσεις από 20kW έως 150kW δεν απαιτούνται άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας. Στην περίπτωση αυτή όμως απαιτείται η λήψη άδειας εξαίρεσης, η οποία περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τεχνική περιγραφή που εκδίδεται από τη Ρ.Α.Ε. εντός 10 εργάσιμων ημερών από την υποβολή σχετικής αίτησης. Επίσης για τη λειτουργία της εγκατάστασης απαιτείται σχετική Ε.Π.Ο. με διαδικασίες που απαιτούν σχετικές μελέτες και διαρκούν 3-5 μήνες.

Εξαίρεση στην προηγούμενη περίπτωση άρα και απαίτηση για άδεια παραγωγής υπάρχει στην περίπτωση κορεσμού του δικτύου. Σύμφωνα με απόφαση της Ρ.Α.Ε. (αρ. 136, 20/07/2006) μέχρι τον προσδιορισμό των κορεσμένων περιοχών και τον προσδιορισμό του περιορισμού απορρόφησης ισχύος σε αυτές δεν υποβάλλονται αιτήσεις για εξαίρεση λήψης άδειας παραγωγής, για τα νησιά, συμπεριλαμβανομένης της Εύβοιας.

► Για εγκαταστάσεις άνω των 20kW δεν απαιτείται άδεια παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας. Ωστόσο, απαιτείται πριν την εγκατάσταση η ενημέρωση του αρμόδιου διαχειριστή (Δ.Ε.Η.) για τη θέση, την ισχύ και την τεχνολογία των εγκαταστάσεων αυτών.

Σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η υπάρχουσα νομοθεσία, ανάλογα με την περιοχή και τη μορφή της επένδυσης. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιες περιπτώσεις όπως στατική μελέτη και άδεια πολεοδομίας για εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων στη οροφή υπάρχοντος κτιρίου, γνωμοδότηση από την Αρχαιολογική Υπηρεσία σε περίπτωση εγκατάστασης σε περιοχή αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, τυχόν γνωμοδότηση Ρυθμιστικού, άδεια από το οικείο Δασαρχείο όταν η εγκατάσταση γίνεται εντός δασικής εκτάσεως κ.λ.π.

20. Με ποια κριτήρια αξιολογούνται από τη Ρ.Α.Ε. οι αιτήσεις παραγωγής ενέργειας ;

- Την εθνική ασφάλεια.
- Την προστασία της δημόσιας υγείας και ασφάλειας.
- Την εν γένει ασφάλεια των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του Συστήματος και του Δικτύου, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις του Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου και του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Την ενεργειακή αποδοτικότητα του έργου και την οικονομική βιωσιμότητά του.
- Την ωριμότητα του έργου σε σχέση με τη δυνατότητα ταχείας υλοποίησής του.
- Την εξασφάλιση ή τη δυνατότητα εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

- Τη δυνατότητα του αιτούντος να υλοποιήσει το έργο με βάση την οικονομική, επιστημονική και τεχνική επάρκεια του.
- Τη διασφάλιση παροχής υπηρεσιών κοινής ωφελείας και προστασίας των πελατών
- Την προστασία του περιβάλλοντος, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις και σε σχέση με την γνωμοδότηση που εκδίδει η αρμόδια υπηρεσία περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

21. Τι απαιτείται για τη σύνδεση του Φ/Β με το Δίκτυο ;

Ο Παραγωγός πρέπει να ενημερώσει τη Δ.Ε.Η. για τη θέση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σταθμού. Η Δ.Ε.Η. συντάσσει μια προμελέτη της βέλτιστης τεχνικά και οικονομικά λύσης για τη σύνδεση του Φ/Β Σταθμού του Παραγωγού με το Δίκτυο, εκτός αν συντρέχουν αποδεδειγμένα τεχνικοί λόγοι που δικαιολογούν την άρνηση της σύνδεσης.

Εντός ενός έτους ο Παραγωγός υπογράφει σύμβαση κατασκευής έργων σύνδεσης με τη Δ.Ε.Η. όπου προσδιορίζεται και το χρονοδιάγραμμα των έργων σύνδεσης. Εντός 3 μηνών υποβάλλει αίτηση για την κατασκευή έργων σύνδεσης και καταβάλλει το προϋπολογιστικό κόστος αυτής. Η σύνδεση με τη Δ.Ε.Η. γίνεται μόνο εφόσον έχουν εκδοθεί όλες οι απαιτούμενες άδειες (παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας όπου απαιτούνται) έχουν εγκριθεί οι περιβαλλοντικοί όροι και έχει υπογραφεί σύμβαση πώλησης του ηλεκτρικού ρεύματος με τον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε..

Για σταθμούς εγκατεστημένης ισχύος έως 100kW η σύνδεση γίνεται στην Χαμηλή Τάση (Χ.Τ.) και εφόσον ο σταθμός βρίσκεται δίπλα στο Δίκτυο, το κόστος σύνδεσης είναι περίπου 4.000€. Η αίτηση σύνδεσης στη Χ.Τ. γίνεται στο Τμήμα Διαχείρισης Δικτύου στα τοπικά γραφεία της Δ.Ε.Η.

Για σταθμούς εγκατεστημένης ισχύος άνω των 100kW η σύνδεση γίνεται στη Μέση Τάση (Μ.Τ.) και εφόσον ο σταθμός βρίσκεται δίπλα στο Δίκτυο, το κόστος σύνδεσης είναι περίπου 15.000€. Η αίτηση σύνδεσης στη Μ.Τ. γίνεται στη Δ/ση Διαχείρισης Δικτύου στα κεντρικά γραφεία της Δ.Ε.Η. στην Αθήνα.

22. Με ποια τιμή αγοράζει η Δ.Ε.Η. το παραγόμενο ρεύμα ;

Ισχύς Φ/Β Συστήματος	Ηπειρωτικό Δίκτυο	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
≤100 kW	0,45 €/kWh	0,50 €/kWh
>100 kW	0,40 €/kWh	0,45 €/kWh

Οι παραπάνω τιμές ψηφίστηκαν με το ν. 3468/2006 και αναπροσαρμόζονται κάθε έτος με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης σύμφωνα με τις αυξήσεις των τιμολογίων της Δ.Ε.Η. ή με το 80% του δείκτη των τιμών του Καταναλωτή.

Εφόσον γίνει σύμβαση με το Δίκτυο ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. υποχρεούται να συνάψει σύμβαση πώλησης με τον παραγωγό που ισχύει για 10 έτη και μπορεί να παρατείνεται για 10 επιπλέον έτη μονομερώς με έγγραφη δήλωση του παραγωγού.

23. Ποια βήματα να ακολουθήσω ; Τι πρέπει να προσέξω ;

- Περιγράψτε αναλυτικά τις ενεργειακές σας ανάγκες. Καταγράψτε τις ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιείτε καθώς και το χρόνο που λειτουργούν. Αν είστε συνδεδεμένοι στο δίκτυο συγκεντρώστε τους λογαριασμούς του τελευταίου έτους.
- Εφαρμόστε απλές πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας. Υπολογίστε έστω και χονδρικά τη μείωση της κατανάλωσης σε ηλεκτρισμό που αναμένετε να έχετε ακολουθώντας τις.
- Επικοινωνήστε με αντιπροσώπους και εγκαταστάτες Φ/Β και δώστε τους τα παραπάνω στοιχεία. Καλέστε τους να λάβουν γνώση του χώρου σας ώστε να εκτιμήσουν την ισχύ του συστήματος που χρειάζεστε. Ζητήστε προσφορές για Φ/Β ή υβριδικά συστήματα, τα οποία θα καλύπτουν τις ανάγκες σας.
- Ζητήστε από τις εταιρείες να σας δείξουν κάποιες υπάρχουσες εγκαταστάσεις. Αν είναι δυνατόν, επισκεφθείτε άλλους πελάτες τους και ζητήστε την άποψή τους. Κάλυψαν τις ανάγκες τους ; Είναι ικανοποιημένοι από την ποιότητα εργασίας και την τεχνική υποστήριξη ;
- Μελετήστε τις προσφορές. Ζητήστε τη σχετική τεκμηρίωση για το προτεινόμενο σύστημα.
- Συγκρίνετε τις τιμές, την εγγύηση και την τεχνική υποστήριξη που προσφέρει κάθε εταιρεία.
- Συζητήστε με τις εταιρείες για τη δυνατότητα επιδότησης του συστήματός σας και την αναγκαία διαδικασία αδειοδότησης.

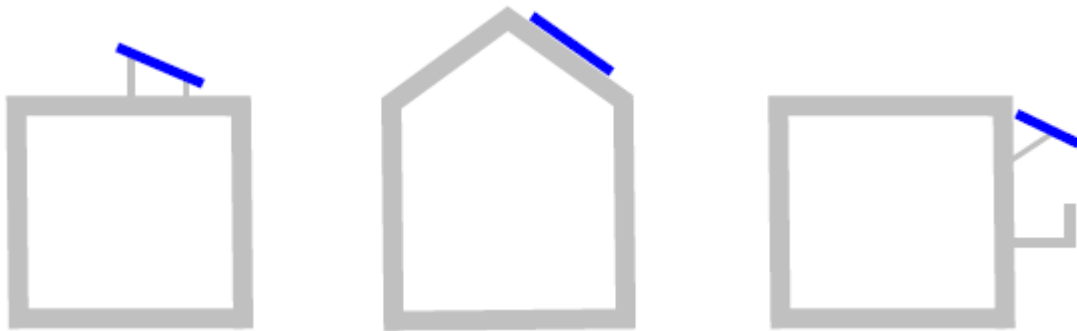
8. ΣΥΧΝΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΣΧΥΟΣ ΕΩΣ 10kW ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

Το Ειδικό Πρόγραμμα “Φ/Β στις Στέγες (Φ.Β.Σ.)”

τίθεται σε ισχύ την 1^η Ιουλίου 2009 και θα διαρκέσει έως και την 31^η Δεκεμβρίου 2019.

1. Ποιος έχει το δικαίωμα να εγκαταστήσει ένα μικρό Φ/Β σύστημα έως 10 kW_p ;

Δικαίωμα ένταξης στο πρόγραμμα έχουν οικιακοί καταναλωτές και πολύ μικρές επιχειρήσεις (προσωπικό μέχρι 10 άτομα και ετήσιο τζίρο μέχρι 2 εκατ. €), που επιθυμούν να εγκαταστήσουν Φ/Β συστήματα ισχύος έως 10kW_p στο δώμα ή τη στέγη κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των στεγάστρον βεραντών. Οι ενδιαφερόμενοι προκειμένου να ενταχθούν στο πρόγραμμα πρέπει να έχουν στην κυριότητά τους τον χώρο, στον οποίο θα εγκατασταθεί το Φ/Β σύστημα.



Σχήμα 8.1 : Εγκατάσταση Φ/Β συστήματος σε δώμα , στέγη, στέγαστρο βεράντας

2. Σε ποιες περιοχές απευθύνεται το Πρόγραμμα “Φ/Β στις Στέγες”;

Το πρόγραμμα ισχύει μόνο για το Ηπειρωτικό Δίκτυο και για τα νησιά εκείνα που είναι διασυνδεδεμένα στο Δίκτυο (π.χ. Εύβοια, Ιόνια, Σποράδες, νησιά Αργοσαρωνικού). Εξαιρούνται προς τα παρόν τα λεγόμενα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (Κρήτη, Δωδεκάνησα, Κυκλάδες, νησιά Β.Α. Αιγαίου), τα οποία θα ενταχθούν στο πρόγραμμα μόλις καθοριστεί πόση επιπλέον ισχύς Φ/Β μπορεί να εγκατασταθεί σε κάθε νησί.

3. Ποιες είναι οι προϋποθέσεις ένταξης στο Πρόγραμμα “Φ/Β στις Στέγες”;

- στο κτίριο όπου θα εγκατασταθεί το Φ/Β σύστημα να υπάρχει σύνδεση με τη Δ.Ε.Η. στο όνομα του κυρίου του Φ/Β συστήματος.
- αν ο ενδιαφερόμενος είναι οικιακός καταναλωτής, μέρος των αναγκών του σε ζεστό νερό να καλύπτονται από Α.Π.Ε. (π.χ. ηλιακό θερμοσίφωνα, βιομάζα, γεωθερμική αντλία θερμότητας κ.λ.π.)
- αν ο ενδιαφερόμενος είναι επιχείρηση, να μην έχει επιδοτηθεί για το Φ/Β από εθνικά ή κοινοτικά προγράμματα.

4. Χρειάζεται κάποια άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από κάποιον κρατικό φορέα, όπως συμβαίνει με τα μεγάλα Φ/Β συστήματα ;

Δεν υπάρχει καμία απαίτηση για άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η Ρ.Α.Ε. ή το ΥΠ.ΑΝ. δεν εμπλέκονται με κανέναν τρόπο στην όλη διαδικασία. Ο ενδιαφερόμενος απευθύνεται μόνο στη Δ.Ε.Η. (Τοπική Υπηρεσία Εμπορίας, Περιοχή,) με την οποία υπογράφει δύο συμβάσεις. Η μια αφορά τη σύνδεση του Φ/Β συστήματος με το δημόσιο δίκτυο και την τοποθέτηση του νέου μετρητή “χελώνας”, ενώ η άλλη θα είναι η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας.

5. Χρειάζεται κάποιος άλλος επιπλέον εξοπλισμός, ώστε να συνδεθεί το Φ/Β σύστημα με το δημόσιο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ;

Ο ενδιαφερόμενος υπογράφει σύμβαση με τη Δ.Ε.Η. (Τοπική Υπηρεσία Εμπορίας, Περιοχή) για τοποθέτηση νέου μετρητή “χελώνας”. Θα τοποθετηθεί ένα νέο ρολόι με διπλό μετρητή για τη μέτρηση της παραγόμενης ενέργειας και της μικρής απορροφούμενης ενέργειας από τον inverter τη νύχτα και τυχόν συνοδευτικό εξοπλισμό (π.χ. κάμερα, συναγερμός). Η καταμέτρηση της παραγόμενης ενέργειας γίνεται ταυτόχρονα με αυτήν της καταναλισκόμενης. Η εκκαθάριση γίνεται από τη Δ.Ε.Η. ή άλλον κάτοχο άδειας προμήθειας, ο οποίος για το σκοπό αυτόν ενεργεί στον λογαριασμό κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος του ακινήτου σχετική πιστωτική εγγραφή. Η όλη διαδικασία απόκτησης του μετρητή διεκπεραιώνεται στην τοπική Δ.Ε.Η. Το κόστος για το ρολόι βαρύνει τον παραγωγό, όπως συμβαίνει σε όλες τις περιπτώσεις σύνδεσης με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. και δεν ξεπερνά τα 500€.

6. Θα πουλάει ο παραγωγός όλο το ηλιακό ρεύμα που παράγει στη Δ.Ε.Η. ή μόνο την περίσσεια ;

Όλη η παραγόμενη από το Φ/Β σύστημα ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο της Δ.Ε.Η.. Ο παραγωγός θα συνεχίσει να αγοράζει ρεύμα από τη Δ.Ε.Η. και να το πληρώνει στην τιμή που το πληρώνει και σήμερα (0,11€/kWh για τους οικιακούς καταναλωτές - 0,12€/kWh για τα καταστήματα). Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι η Δ.Ε.Η. θα εγκαταστήσει ένα νέο μετρητή για να καταγράφει την παραγόμενη ενέργεια. Αν, για παράδειγμα, στο δίμηνο το Φ/Β σας παράγει ηλεκτρική ενέργεια αξίας 250€ και καταναλώνετε ενέργεια αξίας 100€, τότε θα λάβετε πιστωτικό λογαριασμό 150€, ποσό που θα καταθέσει η Δ.Ε.Η. στον τραπεζικό σας λογαριασμό.

7. Θα είναι σταθερή η τιμή αγοράς της kWh από τη Δ.Ε.Η. ;

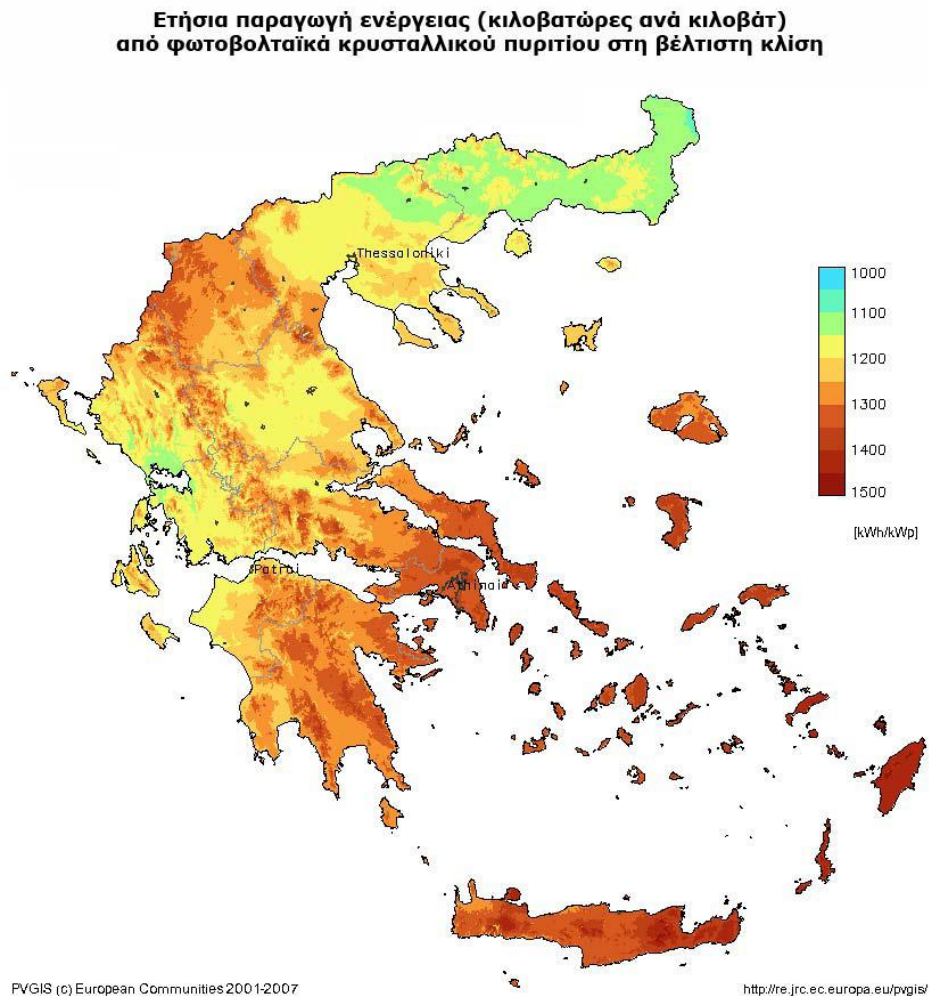
Η τιμή 0,55€/kWh θα είναι σταθερή μέχρι το 2012. Από το 2013 και έπειτα η τιμή αυτή θα μειώνεται κατά 5% ανά έτος. Να διευκρινήσουμε όμως (μετά από επικοινωνία με το ΥΠ.ΑΝ.) ότι αυτό δε

σημαίνει ότι αν κάποιος εγκαταστήσει ένα σύστημα το 2010 η τιμή πώλησης μετά από 3 χρόνια θα αρχίσει να μειώνεται κατά 5% κάθε έτος έως και το 2019. Η τιμή θα είναι σταθερή και μάλιστα θα προσαυξάνεται σύμφωνα με τον Δείκτη Τιμών Καταναλωτή (ακολουθεί τον πληθωρισμό). Αν κάποιος δηλαδή συνδεθεί φέτος θα πωλεί σίγουρα τουλάχιστον προς 0,55€/kWh και μετά από 5 ή 10 χρόνια. Αν όμως συνδεθεί το 2013 η τιμή αγοράς θα είναι $0,55 \times 0,95 = 0,5225 \text{ €/kWh}$.

Ενώ εάν συνδεθεί το 2014 η τιμή θα είναι $0,5225 \times 0,95 = 0,4964 \text{ €/kWh}$.

8. Πόση ενέργεια παράγει ένα μικρό Φ/Β ;

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Αυτό που ενδιαφέρει, είναι πόσες kWh θα δώσει το Φ/Β σύστημα σε ετήσια βάση. Σε γενικές γραμμές, ένα Φ/Β σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.450 kWh ανά εγκατεστημένο kW_p. Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα Φ/Β παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό σε σχέση με τις βόρειες.



Σχήμα 8.2 : Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα

9. Εάν ο ενδιαφερόμενος παραγωγός δεν έχει το κεφάλαιο για την επένδυση, συμφέρει το τραπεζικό δάνειο ;

Η μέση επένδυση ενός Φ/Β συστήματος 5kW σε 80τ.μ. δώματος κοστίζει γύρω στις 25.000-27.000€. Η απόσβεση της επένδυσης για την εγκατάσταση θα γίνει σε 7-8 χρόνια, ωστόσο οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει συνυπολογίζοντας τις επιπλέον εργασίες (π.χ. μονώσεις) και το κόστος συντήρησης, να υπολογίζουν απόσβεση σε 12-15 χρόνια, σύμφωνα με παράγοντες της αγοράς. Με ένα πρόχειρο υπολογισμό : ένα δάνειο 12ετίας μπορεί κάποιος να το αποπληρώσει και μετά από 12 χρόνια να έχει καθαρά κέρδη για τα άλλα 13 χρόνια (η Σύμβαση Συμψηφισμού έχει 25ετή διάρκεια), χωρίς ουσιαστικά να έχει βάλει ποτέ το χέρι στην τσέπη.

Παράδειγμα : εγκατάσταση Φ/Β ισχύος 3kW στη Δράμα. Σημειώνουμε ότι στην περιοχή της Δράμας 1kW παράγει 1.150 kWh ετησίως.

■ συνολικό κόστος εγκατάστασης και εξόδων σύνδεσης (ενδεικτικά **15.000€**).

■ λήψη **δανείου αξίας 15.000€**, με **7,0% επιτόκιο** και **12 έτη αποπληρωμής**.

Σύνολο σε 12 έτη θα πληρωθούν στην τράπεζα **22.213€ με ετήσια δόση 1.851€**.

■ εκτίμηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος : $3 \times 1.150 = 3.450 \text{ kWh/έτος}$

■ **ετήσια έσοδα** : $3.450 \text{ kWh} \times 0,55 \text{ €/kWh} = 1.897,50 \text{ €} > \text{ετήσια δόση δανείου } 1.851 \text{ €}$

10. Υπάρχει περίπτωση η Δ.Ε.Η. να αρνηθεί να συνδέσει το Φ/Β σύστημα ;

Ναι! Για καθαρά τεχνικούς λόγους (όπως π.χ. κορεσμένο ηλεκτρικό δίκτυο) η Δ.Ε.Η. έχει το δικαίωμα να αρνηθεί το αίτημα για προσφορά σύνδεσης.

Η Δ.Ε.Η. Α.Ε., ως Διαχειριστής του Δικτύου, αναρτά στο δικτυακό της τόπο, στοιχεία, που αφορούν στο σύνολο της ισχύος που αντιστοιχεί στα αιτήματα σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, στην ήδη συμβασιοποιημένη ισχύ καθώς και σε τυχόν περιπτώσεις κορεσμού των τοπικών δικτύων διανομής.

11. Ποιες άλλες εγκρίσεις θα ζητήσει η Δ.Ε.Η. ;

Απαιτείται η Έγκριση Εκτέλεσης Εργασιών Μικρής Κλίμακας, κατά την έννοια του άρθρου 7 παρ. 1 του ν. 3212/2003 (Φ.Ε.Κ. Α' 308). Οι όροι εγκατάστασης, οι οποίοι θα ορισθούν με εγκύκλιο του Υπουργού Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε., θα αναφέρονται στις ανάγκες αισθητικής, στο ποσοστό κάλυψης και σε θέματα μόνωσης προκειμένου να αποφευχθεί η επιβάρυνση του μικροκλίματος των περιοχών, όπου θα εγκατασταθούν τα συστήματα αυτά.

12. Πώς θα γίνεται ο συμψηφισμός της αξίας του ρεύματος που πωλείται με τον λογαριασμό κατανάλωσης της Δ.Ε.Η. ;

Το αντίτιμο πώλησης του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο, μειούμενο κατά το ποσό του συνολικού λογαριασμού της Δ.Ε.Η., θα παρουσιάζεται σε πιστωτικό λογαριασμό της Δ.Ε.Η. και θα εισπράττεται από τον κύριο του συστήματος. Αν ο κύριος του συστήματος είναι η διαχείριση της πολυκατοικίας (οριζόντια ιδιοκτησία,) τότε το σύστημα θα συνδέεται με τον κοινόχρηστο μετρητή (ρολόϊ) της Δ.Ε.Η. και τα έσοδα θα εισπράττονται από τον διαχειριστή και θα κατανέμονται ανάλογα στους συνιδιοκτήτες.

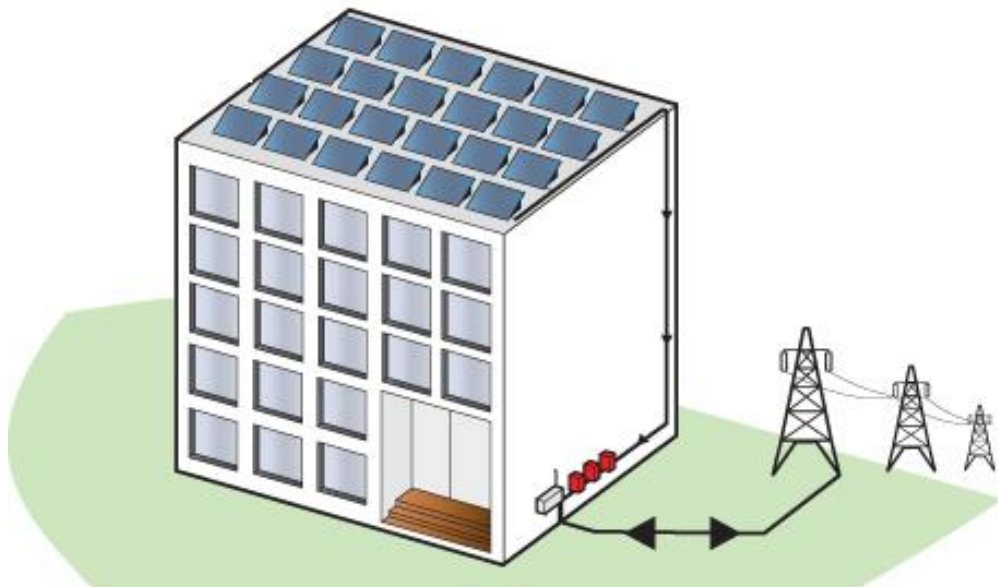
13. Αν ο ενδιαφερόμενος – μελλοντικός κύριος του Φ/Β συστήματος διαμένει σε πολυκατοικία δηλ. σε οριζόντια ιδιοκτησία, μπορεί να εγκαταστήσει το Φ/Β σύστημα ;

Μπορεί, αρκεί να πληρούνται οι παρακάτω όροι :

- ▶ **είτε** να συμφωνήσουν εγγράφως οι υπόλοιποι ιδιοκτήτες,
- ▶ **είτε** το Φ/Β σύστημα να εγκατασταθεί εξ ονόματος όλων των ιδιοκτητών (τους οποίους στην περίπτωση αυτή εκπροσωπεί ο διαχειριστής).

▣ Σε κάθε πολυκατοικία μπορεί να εγκατασταθεί ένα και μόνο Φ/Β σύστημα.

▣ Αν το δώμα είναι κοινόκτητο και οι κύριοι του χώρου αυτού θέλουν να το παραχωρήσουν σε κάποιον άλλον ιδιοκτήτη του κτιρίου, ο οποίος δεν έχει δικαιώματα επί του δώματος, μπορούν να το κάνουν.



Σχήμα 8.3: Εγκατάσταση Φ/Β σε πολυκατοικία

14. Αν ο ενδιαφερόμενος διαθέτει μεγάλη επιφάνεια δώματος ή στέγης, μπορεί να εγκαταστήσει περισσότερα του ενός Φ/Β συστήματα ;

Όχι !!! Σε κάθε κτίριο επιτρέπεται η τοποθέτηση ενός και μόνο Φ/Β συστήματος.

15. Ποιες είναι οι υποχρεώσεις του ιδιοκτήτη του συστήματος έναντι της εφορίας ;

Η μικρή ισχύς των Φ/Β συστημάτων εξασφαλίζει ότι η παραγόμενη ενέργεια αντιστοιχεί σε αυτήν που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κυρίου του Φ/Β συστήματος. Όπως αναφέρει η Κ.Υ.Α. “δεν υφίστανται για τον κύριο του Φ/Β συστήματος, φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας αυτής στο δίκτυο”. Ο πολίτης παραγωγός – καταναλωτής δεν θα έχει φορολογική ή ασφαλιστική υποχρέωση (άνοιγμα βιβλίων, έκδοση τιμολογίων, ασφάλιση κ.λ.π.) είτε είναι επιτηδευματίες είτε όχι. Με άλλα λόγια, τα όποια έσοδα έχει από την πώληση της ενέργειας δεν θα φορολογούνται. Με βάση τον ισχύοντα φορολογικό νόμο, δικαιούται επιπλέον και έκπτωση δαπανών από το εισόδημα (εκπίπτει 20% της δαπάνης για εγκατάσταση Φ/Β και μέχρι 700€ ανά σύστημα) (πηγή : Σ.Ε.Φ. – Ιούνιος 2009).

16. Ποια βήματα πρέπει να ακολουθήσει ο ενδιαφερόμενος ;

(i) Ενημέρωση για την πλήρη κατανόηση του προγράμματος και έρευνα αγοράς των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στα Φ/Β συστήματα.

(ii) εκπόνηση ηλεκτρολογικού σχεδίου, τεχνικής μελέτης και της σχετικής αίτησης για προσφορά σύνδεσης από το τοπικό κατάστημα της Δ.Ε.Η. (θα χρειαστεί κάποιος αδειούχος μηχανικός ή τεχνική εταιρεία για την υπογραφή των σχεδίων). Η Δ.Ε.Η. θα πρέπει να απαντήσει σε 20 ημέρες.

(iii) Έγκριση Εκτέλεσης Εργασιών Μικρής Κλίμακας, που χορηγείται κατόπιν αιτήσεως του ενδιαφερομένου, από την αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία της περιοχής εγκατάστασης του σταθμού. Οι όροι θα οριστούν με εγκύκλιο του Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. και η έκδοσή της θα πρέπει να γίνεται σε 5 ημέρες.

(iv) εάν χρησιμοποιηθεί δάνειο, εξασφάλιση της σχετικής δανειοδότησης.

(v) αίτηση σύμβασης σύνδεσης στην τοπική Δ.Ε.Η. και υλοποίηση των έργων σύνδεσης (ολοκλήρωση σε 20 ημέρες). Αφορά ουσιαστικά το κόστος εγκατάστασης της νέας “χελώνας” με διπλό μετρητή για την εισερχόμενη και εξερχόμενη ηλεκτρική ενέργεια (κόστος 300-500€).

(vi) εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος από την εταιρεία, στην οποία ανατέθηκε η υλοποίηση της κατασκευής (διάρκεια από 2-14 ημέρες).

(vii) υπογραφή σύμβασης πώλησης με τη Δ.Ε.Η.

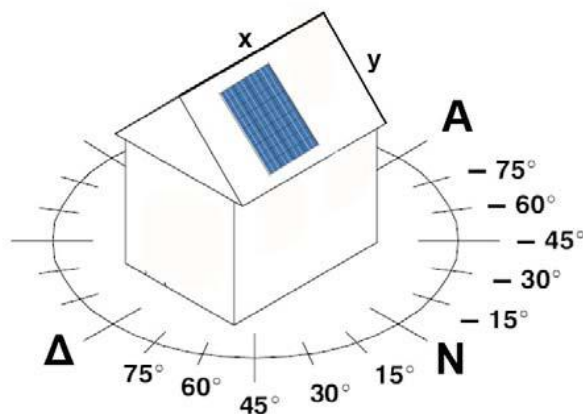
(viii) ενεργοποίηση της σύνδεσης και πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη Δ.Ε.Η.

17. Μπορεί κάποιος να εγκαταστήσει μόνος του Φ/Β σύστημα ;

Μπορεί, εφόσον είναι επαγγελματίας ηλεκτρολόγος και έχει την κατάλληλη εκπαίδευση. Διαφορετικά, σε καμία περίπτωση!!! Με βάση τις ισχύουσες ρυθμίσεις, απαιτείται υπεύθυνη δήλωση μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας για τη συνολική εγκατάσταση, γι' αυτό άλλωστε απευθύνεται ο ενδιαφερόμενος και σε εξειδικευμένες εταιρείες.

18. Τι χώρος χρειάζεται για την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος;

Καταρχήν, ο χώρος θα πρέπει να είναι ασκίαστος. Τα Φ/Β θα πρέπει να “βλέπουν” το νότο και να έχουν μια κλίση κοντά στις 30° . Αν δεν συμβαίνει αυτό (αν δηλ. η στέγη σκιάζεται ή ο προσανατολισμός της δεν είναι νότιος ή το πολύ νοτιοανατολικός ή νοτιοδυτικός) το Φ/Β θα έχει μειωμένη απόδοση, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι δεν είναι βιώσιμη οικονομικά η επένδυσή σας. Το πόσα τετραγωνικά μέτρα επιφάνειας απαιτούνται, εξαρτάται από το χώρο εγκατάστασης (δώμα ή κεκλιμένη στέγη) και από την τεχνολογία των Φ/Β που θα επιλεγεί. Σε ένα δώμα, για παράδειγμα θα χρειαστούν χονδρικά περί τα 12-15 τ.μ. για κάθε kW, ενώ σε μια κεραμοσκεπή 7-10τ.μ.. Η εταιρεία που θα προμηθεύσει τον εξοπλισμό στον ενδιαφερόμενο, θα υπολογίσει ακριβώς την επιφάνεια που απαιτείται.



Σχήμα 8.4: Τα Φ/Β θα πρέπει να “βλέπουν” το νότο και να έχουν μια κλίση κοντά στις 30°

19. Θα αντέξει η στέγη μου το βάρος των Φ/Β ;

Το μέσο βάρος των Φ/Β μαζί με τη βάση στήριξης είναι περί τα $20-25\text{kg/m}^2$. Συνεπώς, κατά τεκμήριο δεν υπάρχει πρόβλημα, ιδιαίτερα σε νεόδμητα κτίρια, αφού η στέγη σχεδιάζεται για να αντέχει πολύ μεγαλύτερα βάρη. Σε κάθε περίπτωση πάντως, θα προηγηθεί έλεγχος για τη στατική επάρκεια της στέγης.

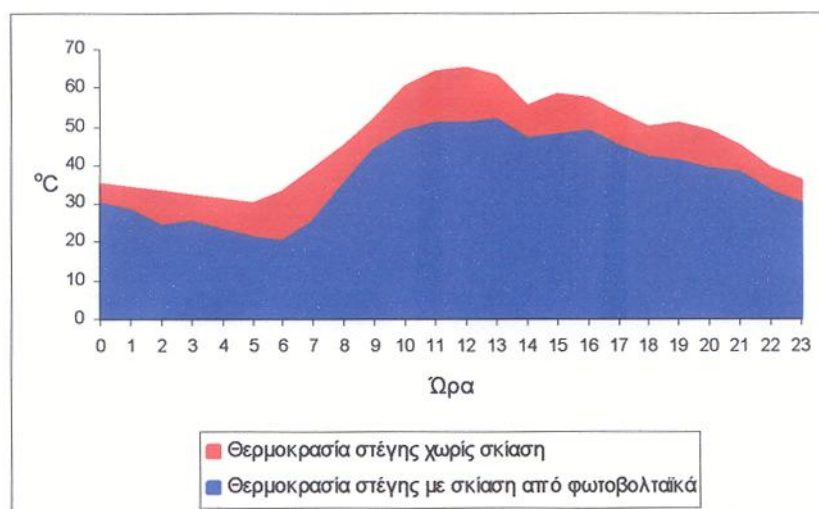
20. Θα χρειαστεί επέμβαση στη μόνωση το δώματος πριν την εγκατάσταση του Φ/Β ;

Συνήθως όχι. Ακόμη όμως και αν χρειαστεί να τραυματιστεί η θερμομόνωση ή η υγραμόνωση του δώματος, ώστε να στηθούν οι βάσεις στήριξης του Φ/Β γίνονται εργασίες αποκατάστασης, οπότε δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα.

21. Υπάρχει περίπτωση να υπερθερμανθεί το δώμα λόγω των Φ/Β ;

Όχι. Διότι τα Φ/Β δεν “ρουφάνε” τη γύρω ακτινοβολία, αλλά αξιοποιούν την ακτινοβολία που ούτως ή άλλως θα πρόσπιπτε στη συγκεκριμένη επιφάνεια. Προκειμένου να απορροφήσουν τη μέγιστη δυνατή ακτινοβολία, τα Φ/Β πλαίσια έχουν σκουρόχρωμη επιφάνεια, η οποία μάλιστα καλύπτεται από μια αντανακλαστική στρώση για να παγιδεύεται η ηλιακή ακτινοβολία. Χάρη σε αυτήν την αντανακλαστική στρώση άλλωστε, τα Φ/Β δεν “γυαλίζουν” και έχουμε μειωμένα φαινόμενα αντανάκλασης, που ορισμένες φορές θα μπορούσαν να είναι ενοχλητικά. Όπως έδειξαν σχετικές μετρήσεις, τα Φ/Β “γυαλίζουν” λιγότερο από τα αυτοκίνητα, όταν πέσει πάνω τους η ηλιακή ακτινοβολία.

Συνέπεια της σκουρόχρωμης επιφάνειας είναι βέβαια ότι αυξάνεται η θερμοκρασία του Φ/Β πλαισίου σε σχέση με τον περιβάλλοντα αέρα. Τι γίνεται λοιπόν αυτή η θερμότητα ; Προφανώς διαχέεται στο περιβάλλον. Το αμέσως επόμενο ερώτημα είναι αν αυτή η θερμότητα που φεύγει από τα πλαίσια μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος ιδιαίτερα σε μια στέγη. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει, για τον απλό λόγο ότι η μάζα το αέρα είναι πρακτικά άπειρη σε σχέση με τη μάζα των Φ/Ω και είναι αδύνατο να αυξηθεί η θερμοκρασία του αέρα σε κάποια απόσταση από τα πλαίσια. Για την ακρίβεια, μόλις 1-2cm από την επιφάνεια των πλαισίων, η θερμοκρασία είναι αυτή του περιβάλλοντος. Άλλωστε, μεταξύ Φ/Β και στέγης υπάρχει ένα κενό για να περνάει ο αέρας δροσίζοντας το Φ/Β/ (κάτι που συν τοις άλλοις αυξάνει και την απόδοσή του).

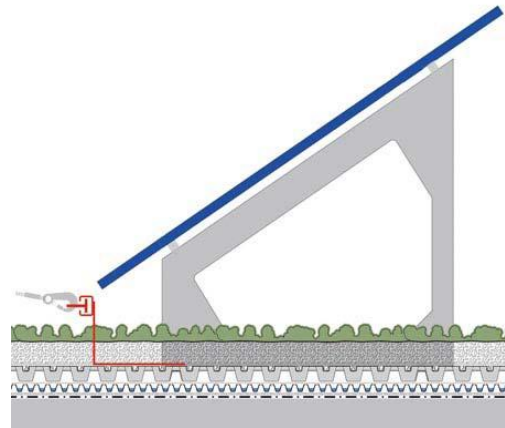


Σχήμα 8.5 : Θερμοκρασία στέγης με και χωρίς σκίαση από Φ/Β

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η θερμοκρασία του δώματος κάτω ακριβώς από τα Φ/Β πλαίσια είναι χαμηλότερη σε σχέση με τη θερμοκρασία του ακάλυπτου δώματος. Σε μια ζεστή καλοκαιρινή μέρα με άπνοια, η θερμοκρασία του δώματος κάτω από τα Φ/Β μπορεί να είναι και 13 βαθμούς χαμηλότερη απ' ό,τι αν ο ήλιος χτυπούσε κατευθείαν στο δώμα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω ενδεικτικό διάγραμμα. Με άλλα λόγια, ο τελευταίος όροφος ενός κτιρίου υποφέρει λιγότερο από τη ζέστη.

22. Μπορεί να συνδυαστεί το Φ/Β σύστημα με πράσινη στέγη ;

Ασφαλώς. Στην περίπτωση αυτή έχουμε πολλαπλά οφέλη. Η μεν πράσινη στέγη δροσίζει το Φ/Β και αυξάνει την απόδοσή του, το δε Φ/Β εμποδίζει τη γρήγορη εξάτμιση και απαιτείται λιγότερο νερό για την πράσινη στέγη. Επιπλέον, μετρήσεις έδειξαν ότι αυξάνει και η βιοποικιλότητα της πράσινης στέγης στα σημεία που σκιάζεται από τα Φ/Β.



Σχήμα 8.6 : Συνδυασμός Φ/Β με πράσινη στέγη

23. Μπορεί να εγκατασταθεί Φ/Β σε πρόσοψη κτιρίου ;

Αν ο ενδιαφερόμενος είναι οικιακός καταναλωτής, όχι. Αν είναι επιχείρηση μπορεί, μόνο που δεν θα ενταχθεί στο ειδικό πρόγραμμα για τα κτίρια που περιγράφουμε αλλά στο καθεστώς ενισχύσεων που προβλέπουν οι ν. 3468/2006 και 3734/2009. Με βάση τους νόμους αυτούς, έως τα 20kW δε χρειάζεται αδειοδότηση, το δε παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί ο παραγωγός να το πουλήσει στον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. έναντι 0,45€/kWh, τιμή που είναι εγγυημένη για μια 20ετία.

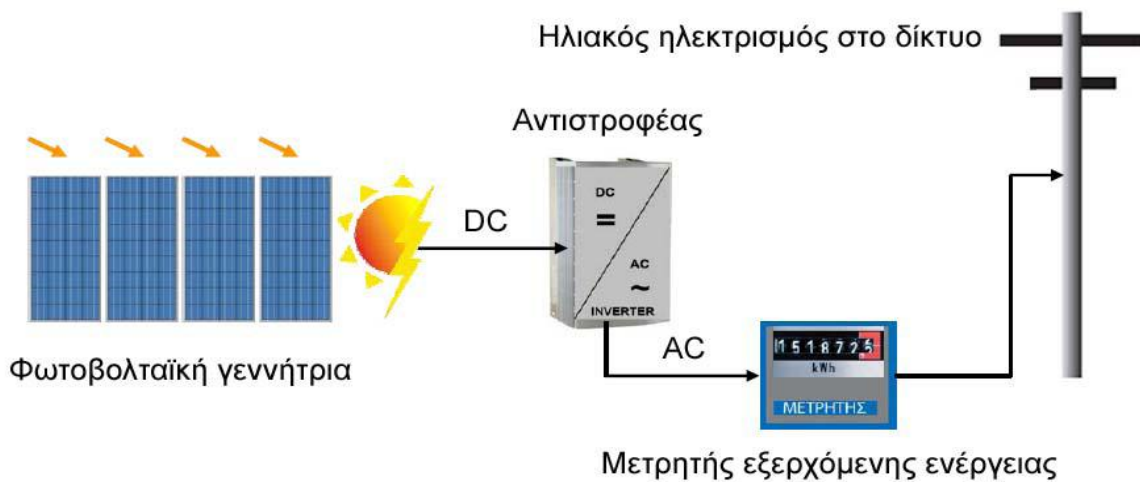
24. Πόσα kW χρειάζομαι για το σπίτι μου ;

Δεδομένου ότι ο παραγωγός πουλάει όλη την παραγόμενη ενέργεια στο δίκτυο και συνεχίζει να αγοράζει από τη Δ.Ε.Η. η ερώτηση αυτή δεν έχει νόημα. Το πόσα kW θα εγκατασταθούν εξαρτάται

από μόνο από δύο παράγοντες : ■ την επιφάνεια στέγης, δώματος ή στεγάστρου βεράντας όπου θα τοποθετηθεί το Φ/Β και ■ το ποσό που είστε διατεθειμένοι να ξοδέψετε.

25. Τι εξοπλισμός χρειάζεται ;

Ένα Φ/Β σύστημα αποτελείται από τα Φ/Β πλαίσια (τη Φ/Β συστοιχία, η οποία εδράζεται σε κάποια μεταλλική βάση στήριξης) και τον αντιστροφέα (inverter) που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα Φ/Β σε εναλλασσόμενο της ίδιας ποιότητας με το ρεύμα της Δ.Ε.Η. Το ρεύμα αυτό περνά από ένα μετρητή και διοχετεύεται στο δίκτυο.



Σχήμα 8.7 : Μετατροπή ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική

26. Πόσα χρήματα απαιτούνται για την επένδυση ;

Εξαρτάται από το είδος του Φ/Β συστήματος που θα τοποθετηθεί και τη θέση του. Χονδρικά, ένα Φ/Β σύστημα κοστίζει όσο ένα αυτοκίνητο (π.χ. ένα Φ/Β ισχύος 2kW κοστίζει όσο και ένα φθηνό αυτοκίνητο μικρού κυβισμού, ενώ ένα μεγαλύτερο σύστημα των 5-10kW όσο ένα αυτοκίνητο μεγάλου κυβισμού). Μόνο που ενώ το αυτοκίνητο έχει συνεχώς έξοδα για τα επόμενα χρόνια, το Φ/Β αντίθετα έχει έσοδα και αποφέρει κέρδη. Και ενώ το αυτοκίνητο με δυσκολία θα έχει διάρκεια ζωής 10 έτη, το Φ/Β θα αντέξει και θα αποφέρει κέρδη για τουλάχιστον μια 25ετία.

Σε αντίθεση με τα περισσότερα προϊόντα και υπηρεσίες που καταναλώνουμε, το κόστος των Φ/Β πέφτει διαχρονικά. Η νέα νομοθεσία δίνει κίνητρα, ώστε σε κάθε περίπτωση να γίνει απόσβεση και να υπάρχει λογικό κέρδος.

Δεν είναι ανάγκη ο ενδιαφερόμενος παραγωγός να έχει όλο το κεφάλαιο της επένδυσης. Μπορεί να καλύψει ένα μόνο μέρος της δαπάνης (π.χ. 25%) και το υπόλοιπο να καλυφθεί από τραπεζικό δάνειο.

Σε κάθε περίπτωση οι αποδόσεις από την εγκατάσταση Φ/Β θα είναι καλύτερες σε σχέση με προθεσμιακούς λογαριασμούς, επενδύσεις σε ομόλογα ή στο χρηματιστήριο. Οι αποδόσεις αυτές είναι σταθερές και εγγυημένες για μια 25ετία !

(πηγή : Σ.Ε.Φ. – Ιούνιος 2009).

27. Μπορεί ο ενδιαφερόμενος να επενδύσει σε πολλά μικρά Φ/Β συστήματα ; Υπάρχει κάποιος περιορισμός ;

Προς το παρόν αυτό το θέμα δεν έχει ξεκαθαριστεί.

9. ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας λοιπόν, συμπεραίνουμε ότι χρειάστηκαν ολόκληρα χρόνια κριτικής και προσδοκίας και αρκετοί μήνες πιέσεων και υποσχέσεων για να φτάσουμε στην πολύ θετική για τον κλάδο των φωτοβολταϊκών και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απόφαση του ΥΠ.ΑΝ. να άρει μια σειρά γραφειοκρατικά εμπόδια από τη δυνατότητα των πολιτών να εγκαταστήσουν στο σπίτι τους Φ/Β συστήματα (οι Φ/Β διατάξεις αποτελούνται από κάτοπτρα – μοιάζουν με αυτά των ηλιακών θερμοσιφώνων – που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό).

Θα μπορούσαμε να γεμίσουμε χιλιάδες μικρά “εργοστάσια” παραγωγής ρεύματος σε όλες τις πόλεις της χώρας με “καύσιμο” την πεντακάθαρη ενέργεια του ήλιου ; Ναι, αυτή η προοπτική, που ήδη αποτελεί πραγματικότητα για μια σειρά άλλες ευρωπαϊκές χώρες, μπορεί πια να αναπτυχθεί και στην ηλιόλουστη Ελλάδα. Το δρόμο ανοίγει η απόφαση του ΥΠ.ΑΝ., σύμφωνα με την οποία για μικρές επενδύσεις Φ/Β συστημάτων μέχρι 10kW, καταργείται η υποχρέωση του ιδιοκτήτη του κτιρίου να ανοίξει βιβλία στην εφορία, ενώ απλοποιείται δραστικά και η αδειοδότηση από την Πολεοδομία, αφού απαιτείται πλέον μόνο μια έγκριση μικρών εργασιών.

Ταυτόχρονα, ανακοινώθηκε η τιμή με την οποία η Δ.Ε.Η. θα αγοράζει το οικιακά παραγόμενο ρεύμα, δηλαδή 55 λεπτά την κιλοβατώρα (kWh), μια τιμή που είναι από τις υψηλότερες με βάση τα διεθνή δεδομένα σήμερα. Ο ιδιοκτήτης θα συνάπτει σύμβαση με τη Δ.Ε.Η. (Τοπική Περιοχή Εμπορίας) ότι για 25 χρόνια θα μπορεί να πουλά το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγει στην εγγυημένη τιμή μέχρι το 2012, ενώ στη συνέχεια θα σημειωθεί μείωση 5% το χρόνο.

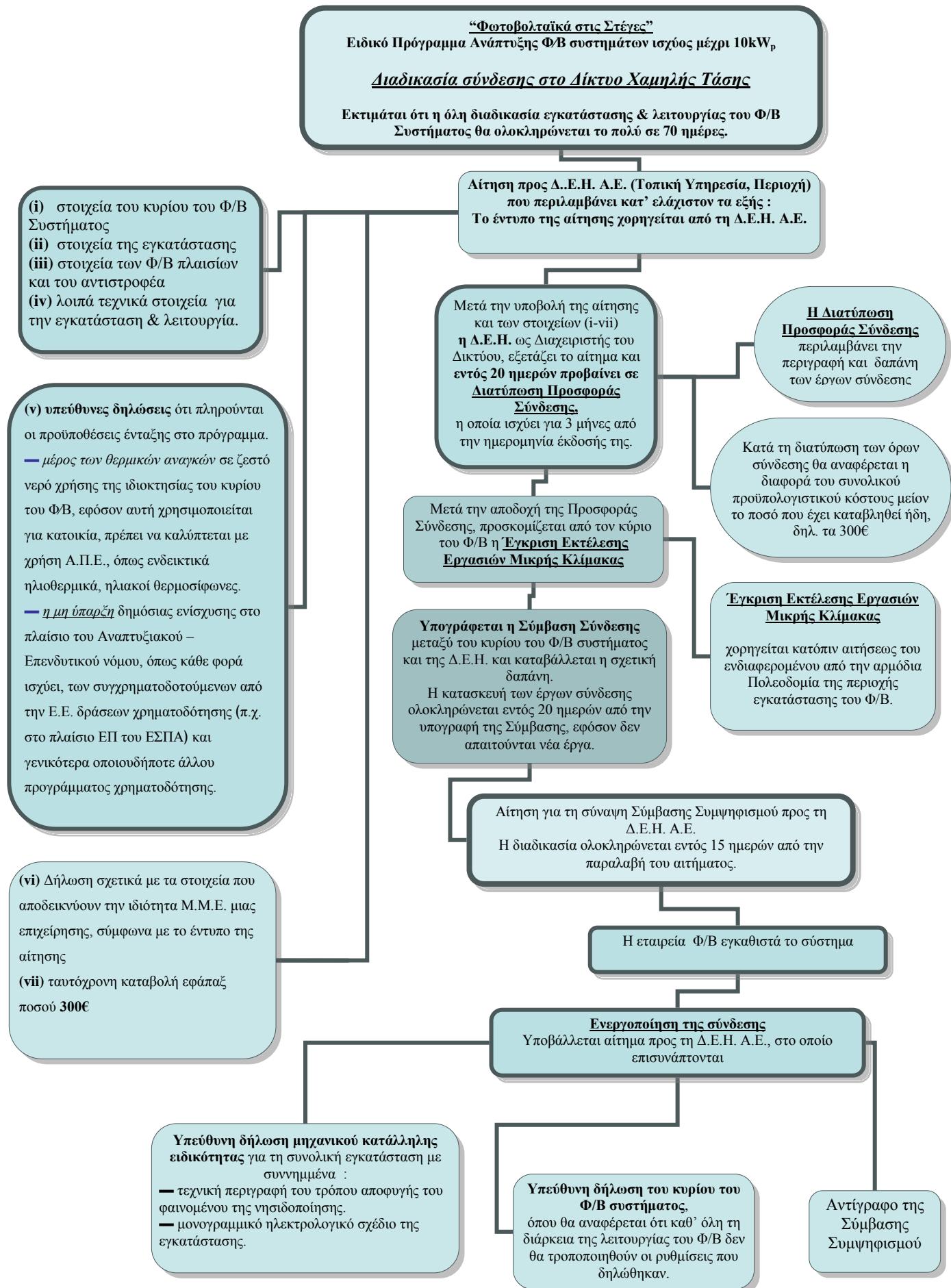
Για να ενταχθεί ο οικιακός καταναλωτής στο πρόγραμμα, υπάρχει η δικαιολογημένη υποχρέωσή του να καλύπτει μέρος των αναγκών του σε ζεστό νερό με ηλιακό θερμοσίφωνα (με τον τρόπο αυτό προσδοκάται ότι θα υπάρξει και μια παράπλευρη ωφέλεια στα ηλιοθερμικά συστήματα).

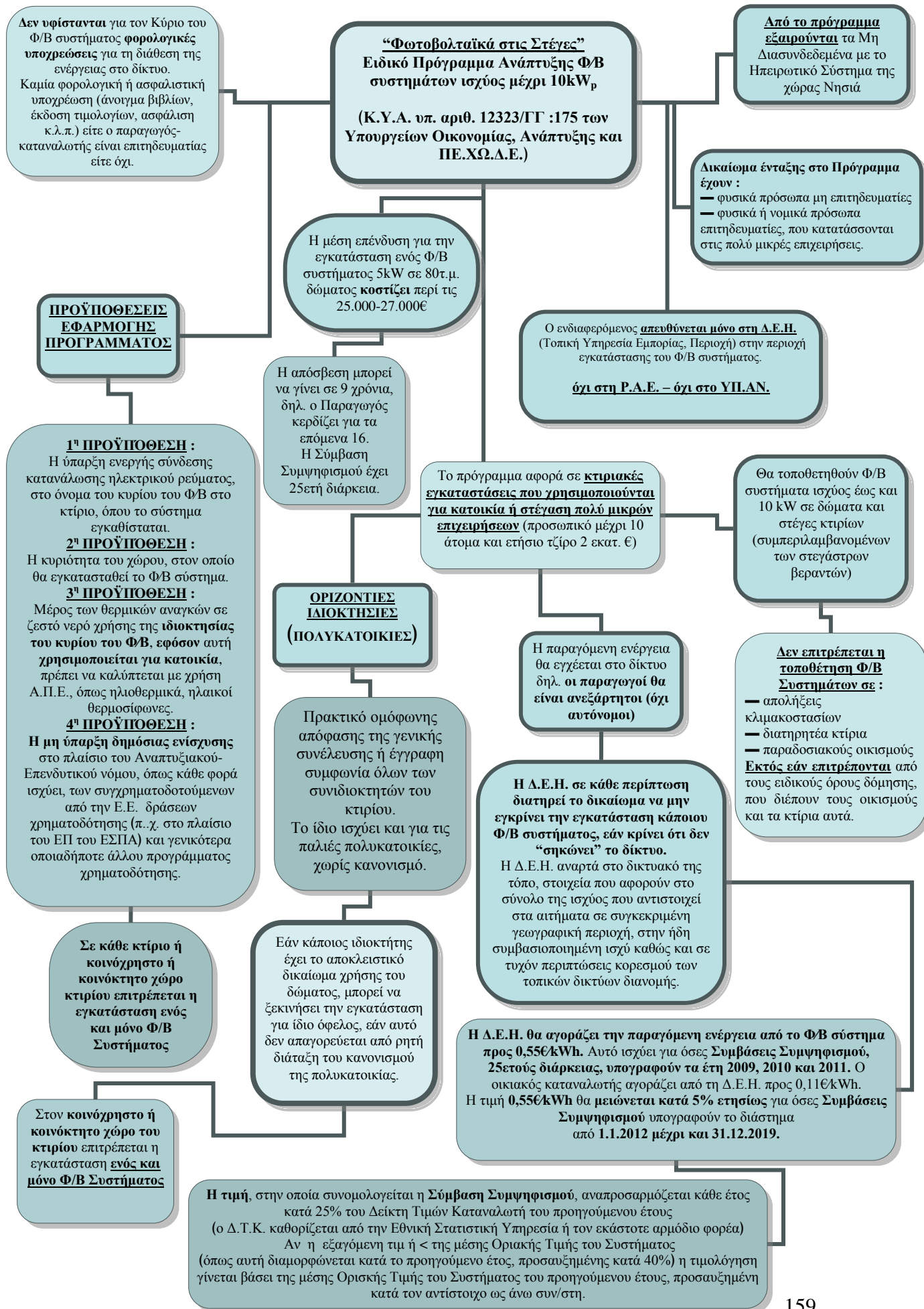
Μεγάλη προσοχή δίνει το ΥΠ.ΑΝ. και στο ζήτημα του χρόνου υλοποίησης των μικρών αυτών επενδύσεων, αφού σημειώνει ότι μέσα σε 70 ημέρες πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία.

Τι όφελος μπορεί να προκύψει όμως για ένα μέσο νοικοκυριό που θα επιλέξει να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά ; Μία μέση ελληνική οικογένεια καταναλώνει 5.000-7.000kWh ετησίως. Το τιμολόγιο της Δ.Ε.Η. είναι σήμερα στα 11 λεπτά την kWh, πράγμα που σημαίνει ότι το ετήσιο κόστος (μόνο για τη Δ.Ε.Η.) βρίσκεται μεταξύ 550-770€. Για να καλυφθούν οι συγκεκριμένες ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα υπολογίζεται ότι απαιτούνται Φ/Β πάνελ ισχύος 5kW και επιφάνεια δώματος 60-80τ.μ. ή επιφάνεια κεραμοσκεπής 30-45τ.μ. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να παράγει 6.500kWh ετησίως, δηλαδή να αποφέρει έσοδα από την πώληση στο δίκτυο $6.500kWh * 0,55€/kWh = 3.575€$. Μέσω του συμψηφισμού, η Δ.Ε.Η. θα επιστρέφει (σε διμηνιαίες δόσεις) το ποσό των 2.800-3.000€ τον χρόνο! Ένα σύστημα Φ/Β ισχύος 5kW κοστίζει περίπου 25.000€. Αυτό σημαίνει ότι σε 9 χρόνια περίπου θα μπορεί ο μικρός επενδυτής να κάνει απόσβεση, ενώ θα απολαμβάνει μια εγγυημένη αγορά για άλλα 16 χρόνια.

Τέλος, με την κίνηση αυτή του ΥΠ.ΑΝ., εκτιμούν παράγοντες εταιρειών Φ/Β ότι θα δοθεί μια σημαντική ώθηση στην αγορά των συστημάτων ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα, που χειμάζονταν τόσα χρόνια. Ήδη στην Ελλάδα υπάρχουν δύο εργοστάσια που παράγουν Φ/Β πάνελ.

Παρακάτω παρουσιάζονται επιγραμματικά η διαδικασία για τη σύνδεση ενός Φ/Β συστήματος ισχύος έως 10kW στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης της Δ.Ε.Η., καθώς και τα βήματα που θα ακολουθήσει ο ενδιαφερόμενος προκειμένου να υλοποιήσει μια τέτοια επένδυση.





Βιβλιογραφία

- [1] “Συμβατικές & Ήπιες Μορφές Ενέργειας” – Εκδόσεις “Εκδοτική” – Κων/νος Μπαλαρας, Αθανάσιος Αργυρίου, Φώτιος Καραγιάννης
- [2] Περιοδική Έκδοση ΤΕΕ Πελ/σου “Ο ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ σήμερα” ΟΚΤ.-ΝΟΕ.-ΔΕΚ. 2008 – Αρ. Φύλλου 52
- [3] Φωτοβολταϊκά Συστήματα – Ι.Ε.Φραγκιαδάκης – Εκδόσεις ΖΗΤΗ Θεσσαλονίκη – 2^η έκδοση
- [4] Περιοδικό “MAISON madame Figaro” Ιανουάριος 2009
- [5] Εφημερίδα Realnews – Κυριακή 1/2/09
- [6] Μηνιαίο Τεχνικό Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ – Μάιος 4/2008
- [7] Εφημερίδα Realnews – Κυριακή 8/2/09
- [8] www.pveresources.gr
- [9] www.seners.gr
- [10] www.draxis.gr
- [11] www.helapco.gr
- [12] www.prosolar.gr
- [13] www.tuv.com
- [14] www.solarserver.gr
- [15] www.iene.gr
- [16] www.isotimia.gr
- [17] www.kathimerini.gr
- [18] Αναδημοσίευση από το ιταλικό περιοδικό “TIS” (IL CORRIERE TERMO IDRO SANITARIO)
- [19] “Φ/Β συστήματα ενσωματωμένα σε κτίρια : Προοπτικές και Πλεονεκτήματα” – Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης.
- [20] “Φ/Β συστήματα ενσωματωμένα σε κτίρια : Τεχνικός Οδηγός και παραδείγματα βέλτιστων εφαρμογών” – Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης.
- [21] Μηνιαίο Τεχνικό Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ – Σεπτέμβριος 191/2007
- [22] <http://lawdb.intrasoftnet.com> (ΒΑΣΕΙΣ ΝΟΜΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ “ΝΟΜΟΣ”)
- [23] www.pure-eie.com
- [23] www.express.gr
- [23] www.selasenergy.gr
- [24] Μηνιαίο Τεχνικό Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ – Ιούνιος 5/2009
- [25] Περιοδικό Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος – Τεύχος 2539 – 8.6.2009
- [26] www.hellenicbusiness.gr
- [27] www.telematica.gr
- [28] www.taxheaven.gr

[29] www.greenenergia.gr

[30] τηλεφωνική και διαδικτυακή επικοινωνία με συνεργάτη της εταιρείας Φ/Β Conergy (κ. Στράτος Θεοδώρου) www.conergy.gr

[31] www.ethnos.gr

[32] www.capital.gr

[32] www.athina984.gr

[33] www.greenpeace.org

[34] ΚΩΝ/ΝΟΣ Π. ΒΑΤΑΛΗΣ “ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΔΙΚΑΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.”

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΑΚΚΟΥΛΑ