

ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΕΣ Φ/Β ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΕ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΑ ΝΗΣΙΑ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Ε.Καλαγκιά Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
 Π.Πληγορόπουλος Ηλεκτρονικός Μηχανικός
 ΔΕΗ - Δ/νση Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας
 Ναυαρίνου 10, 106 80 Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του προγράμματος HORS QUOTA η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει 70 Φ/Β μονάδες, ισχύος 700 WP η κάθε μία, σε μικρά, δυσπρόσιτα και απομακρυσμένα νησιά του Αιγαίου. Ο σκοπός του έργου είναι η ηλεκτροδότηση των μεμονωμένων οικημάτων των λιγιστών κατοίκων που διαμένουν στα προαναφερόμενα νησιά, για κοινωνικούς αλλά και για εθνικούς λόγους. Οι μονάδες αυτές λειτουργούν αυτόνομα, τροφοδοτώντας τις κατοικίες με συνεχή τάση 24 V. Από την ολιγόχρονη λειτουργία τους αποκομίστηκαν και τα πρώτα συμπεράσματα από τη συμπεριφορά τόσο των επιμέρους τμημάτων, όσο και της κάθε μονάδας ως σύνολο. Η αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων από τη ΔΕΗ στις φάσεις της εγκατάστασης των μονάδων αλλά και της επίβλεψης και συντήρησης αυτών είναι επίσης ένα από τα θέματα της εργασίας. Γενικά συμπεράσματα περί λειτουργίας των Φ/Β συστημάτων στον ελληνικό χώρο και η μελλοντική εξέλιξή τους παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρουσιάζουν όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον στη σύγχρονη εποχή.

Η συμβολή τους στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο, καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος θεωρήθηκε αρκετά σοβαρή.

Πολλές χώρες, όπως και η Ελλάδα, που οι κλιματολογικές συνθήκες είναι αρκετά ευνοϊκές, ανέπτυξαν δραστηριότητες στην προώθηση των τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έτσι, η ΔΕΗ, σε συνεργασία με ευρωπαϊκές κατασκευάστριες εταιρείες και με συγχρηματοδότηση από τις Ευρωπαϊκές Κοινότητες, προχώρησε στην εκπόνηση και υλοποίηση πολλών ερευνητικών, επιδεικτικών αλλά και εμπορικών έργων. Ένα από αυτά είναι και το έργο προμήθειας και εγκατάστασης 70 μεμονωμένων φωτοβολταϊκών μονάδων σε 23 απομακρυσμένα νησιά του Αιγαίου (βλ. χάρτη).

Το έργο είχε ενταχθεί στο Πρόγραμμα HORS QUOTA και επιδοτήθηκε από αυτό κατά 50%.

Η συνολική ισχύς και των 70 Φ/Β μονάδων φτάνει στα 49 kWp.

2.ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Τα 23 νησιά του ΑΙΓΑΙΟΥ, όπου έγινε η εγκατάσταση των 70 Φ/Β μονάδων, είχαν προταθεί από το Υπουργείο Αιγαίου σε συνεννόηση με τις Νομαρχίες Χίου, Σάμου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Μαγνησίας και Χανίων. Αργότερα στον κατάλογο των νησιών προστέθηκαν άλλα 2 νησιά των Νομών Λέσβου και Πειραιώς (βλ. Πίνακα Νησιών).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΝΗΣΙΩΝ ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ Φ/Β ΜΟΝΑΔΕΣ				
Α/Α	ΝΟΜΟΣ	ΝΗΣΙ	ΑΡ. Φ/Β ΜΟΝ.	ΠΑΡΑΤΗΡ
1	ΧΙΟΥ	ΠΑΣΑΣ (ΠΑΝΑΓΙΤΣΑ)	4	
2	ΧΙΟΥ	ΟΙΝΟΥΣΕΣ	1	
3	ΣΑΜΟΥ	ΣΑΜΙΟΠΟΥΛΑ	3	
4	ΣΑΜΟΥ	ΑΓ. ΜΗΝΑΣ	1	
5	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΑΝΤΙΚΕΡΙ	2	
6	"	ΚΑΤΩ ΚΟΥΦΟΝΗΣΙ	8	
7	"	ΔΟΝΟΥΣΑ	4	
8	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ	ΚΙΝΑΡΟΣ	1	
9	"	ΛΕΒΙΘΑ	3	
10	"	ΜΑΡΑΘΟΣ	5	
11	"	ΣΑΡΙΑ	2	
12	"	ΣΥΡΝΑ	2	
13	"	ΡΩ	1	
14	"	ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ	1	
15	"	ΝΙΜΟΣ	3	
16	"	ΑΛΙΜΙΑ	1	
17	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΑ	10	
18	"	ΚΥΡΑ ΠΑΝΑΓΙΑ	2	
19	"	ΓΙΟΥΡΑ	2	
20	"	ΑΛΟΝΝΗΣΟΣ	1	
21	ΧΑΝΙΩΝ	ΓΑΥΔΟΣ	10	
22	ΠΕΙΡΑΙΑ	ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	1	
23	ΛΕΣΒΟΥ	ΛΗΜΝΟΣ	2	

Τα νησιά αυτά είναι ως επί το πλείστον απομακρυσμένα και δυσπρόσιτα. Η σύνδεσή τους με τα μεγαλύτερα κοντινά νησιά γίνεται με μικρά καύκια.

Τα πιο μικρά από αυτά είναι σχεδόν εγκαταλελειμμένα και οι μόνοι κάτοικοι αυτών είναι βοσκοί. Σε άλλα υπάρχουν περιορισμένες σε αριθμό και συνήθως διασκορπισμένες κατοικίες, άλλες μόνιμες και άλλες εποχιακές.

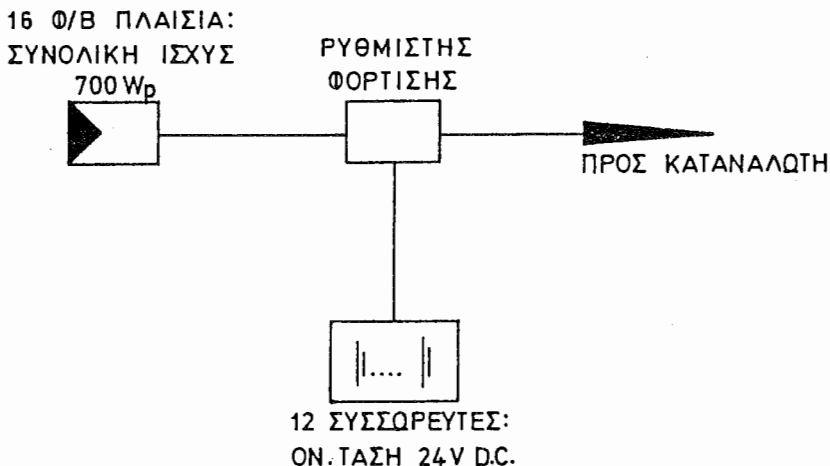
Η φυσική τους ομορφιά προσελκύει τους μοναχικούς τουρίστες, αλλά η έλλειψη στοιχειώδους υποδομής δεν επιτρέπει την ανάπτυξή τους.

Η ηλεκτροδότηση λοιπόν αυτών των νησιών είχε ως βασικό σκοπό την ανύψωση του βιοτικού επιπέδου των απομονωμένων εκεί κατοίκων καθώς και την τουριστική ανάπτυξή τους.

3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ Φ/Β ΜΟΝΑΔΩΝ

Η προμήθεια των 70 Φ/Β μονάδων έγινε το 1989 από την "ΗΛΙΟΔΥΝΑΜΗ" ΕΠΕ, η οποία είχε αναλάβει και την εγγύηση της καλής λειτουργίας του συνόλου των μονάδων.

Τα τρία βασικά τμήματα της κάθε μονάδας που είναι τα Φ/Β πλαίσια, οι συσσωρευτές και ο ρυθμιστής φόρτισης συσσωρευτών έχουν κατασκευαστεί αντίστοιχα από τους οίκους "KYOCERA" ΙΑΠΩΝΙΑΣ, "ΕΡΓΟΝ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΑΙ" ΕΠΕ και "RESPECT" ΕΛΛΑΔΑΣ. Η κάθε μονάδα λειτουργεί αυτόνομα, τροφοδοτώντας μια ανεξάρτητη κατοικία με ισχύ 700 WP και τάση εξόδου 24 V D.C (βλ. σχ. 1).

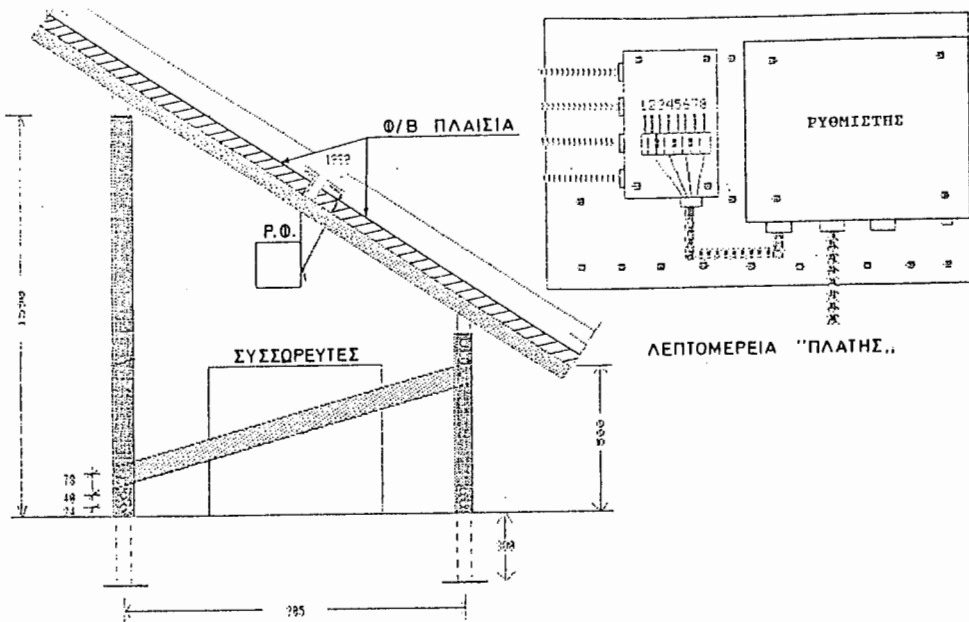


ΣΧΗΜΑ 1. ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΥΤΟΝΟΜΗΣ Φ/Β ΜΟΝΑΔΑΣ

Πιο αναλυτικά, η κάθε μονάδα αποτελείται από:

- 16 Φ/Β πλαίσια που συνδέονται μεταξύ τους με τρόπο ώστε να παρέχουν συνεχή τάση 24 V.
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Φ/Β πλαισίου υπό συνθήκες ακτινοβολίας 100 m W/cm² και θερμοκρασία 25°C είναι τα ακόλουθα:
 - ισχύς εξόδου : 48 Wp.
 - μέγιστη τάση : 16,7 V
 - μέγιστο ρεύμα : 2,88 A
 - τάση ανοιχτού κυκλώματος : 20,7 V
 - ρεύμα βραχυκύκλωσης : 3,1 A
- 12 στοιχεία συσσωρευτών μολύβδου με συνολική ονομαστική τάση 24 V DC και ονομαστική χωρητικότητα 300 Ah.
- Ρυθμιστή φόρτισης συσσωρευτών, κατάλληλο για την προστασία των συσσωρευτών από υπερφορτίσεις και βαθιές εκφορτίσεις. Η λειτουργία του ρυθμιστή βασίζεται στη μέθοδο SHUNT SWITCH - PULSE WIDTH MODULATION, που διατηρεί τη μέγιστη τάση των συσσωρευτών (28,2 V σε 25°C) σταθερή με απαραίτητο ρεύμα συντηρήσεως.

Τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται επάνω σε ειδικά μεταλλικά στηρίγματα, στην πίσω πλευρά των οποίων στηρίζονται επίσης ο ρυθμιστής φόρτισης και το κουτί διακλαδώσεως, ενώ οι συσσωρευτές τοποθετούνται στο πίσω μέρος της Φ/Β γεννήτριας επάνω σε μια τσιμεντένια βάση (βλ. σχ. 2).



ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ Φ/Β ΜΟΝΑΔΑΣ

ΣΧΗΜΑ 2. ΟΨΕΙΣ ΑΥΤΟΝΟΜΗΣ Φ/Β ΜΟΝΑΔΑΣ.

4. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ Φ/Β ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διατήρηση της καλής λειτουργίας των μεμονωμένων αυτόνομων Φ/Β μονάδων, που εγκαθίστανται σε απομακρυσμένες και δυσπρόσβατες περιοχές, θεωρείται ως η πλέον βασική προϋπόθεση του έργου.

Η καλή λειτουργία τους ουσιαστικά μπορεί να εξασφαλισθεί μόνο με την άριστη συνεργασία των 3 βασικών τμημάτων της Φ/Β μονάδας, που είναι τα Φ/Β πλαίσια, οι συσσωρευτές και ο ρυθμιστής φόρτισης.

Παίζοντας τον πρωταγωνιστικό ρόλο ο ρυθμιστής φόρτισης λειτουργεί αυτόματα τη μονάδα αποδίδοντας ή όχι την παρεχόμενη ενέργεια στον καταναλωτή. Σε περιόδους με αρκετή ηλιοφάνεια όλη η παραγόμενη ενέργεια από τα Φ/Β πλαίσια αποδίδεται μέσω του ρυθμιστή στους καταναλωτές, ενώ οι συσσωρευτές, πλήρως φορτισμένοι, βρίσκονται σε αναμονή για τις νυχτερινές ώρες ή για ώρες με ανεπαρκή ηλιοφάνεια.

Επιτηρώντας την τάση των συσσωρευτών ο ρυθμιστής φόρτισης επιτρέπει τη λειτουργία τους μέσα στα προδιαγραφόμενα όρια, προστατεύοντάς τους από υπερφορτίσεις ή βαθιές εκφορτίσεις. Ενα από τα θετικά στοιχεία των Φ/Β μονάδων είναι ότι η επίβλεψη της λειτουργίας και η υποτυπώδη συντήρησή τους μπορούν να γίνουν και από τους καταναλωτές. Έτσι, για να λειτουργήσουν ομαλά οι μονάδες, είναι σκόπιμο να γίνεται η επιθεώρησή τους 1 ως 2 φορές το χρόνο. Στην επιθεώρηση θα γίνεται η μέτρηση των τάσεων των συσσωρευτών, δηλαδή του συνόλου της συστοιχίας και του κάθε στοιχείου χωριστά, της πυκνότητας και της θερμοκρασίας του ηλεκτρολύτη, ο έλεγχος των φωτεινών ενδείξεων του ρυθμιστή φόρτισης, καθώς και της καθαρότητας των Φ/Β πλαισίων για την καλύτερη αποδοσή τους.

Προκειμένου να εξασφαλισθεί η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση της αποδιδόμενης ισχύος των Φ/Β μονάδων η ΔΕΗ έχει παραχωρήσει προς χρήση στους καταναλωτές οικιακές συσκευές χαμηλής κατανάλωσης, όπως έγχρωμη τηλεόραση, ψυγείο και λαμπτήρες φωτισμού.

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι, όπως οι οικιακές συσκευές, έτσι και οι Φ/Β μονάδες, παραχωρήθηκαν εντελώς δωρεάν και οι καταναλωτές δεν επιβαρύνονται για την ηλεκτρική ενέργεια που τους παρέχεται.

Η εγκατάσταση των μεμονωμένων Φ/Β μονάδων άρχισε το 1990. Σήμερα μπορούμε να επισημάνουμε τα πρώτα συμπεράσματα που απορούν τη λειτουργία τους. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

- Λόγω απομακρυσμένων και δυσπρόσβατων περιοχών, όπου συνήθως εγκαθίστανται οι Φ/Β μονάδες είναι απαραίτητο η λειτουργία τους να είναι αξιόπιστη και οι διαδικασίες επίβλεψης και συντήρησης να είναι απλές.
- Είναι σημαντική η τακτική παρακολούθηση των στοιχείων των συσσωρευτών για την αποφυγή τυχόν προβλημάτων και για την διατήρηση της διάρκειας ζωής τους.
- Ιδιαίτερα σημαντική θεωρείται η καλή λειτουργία του ρυθμιστή φόρτισης που συμβάλλει στην ομαλή λειτουργία όλης της μονάδας.

- Λόγω υψηλού κινδύνου διαβρώσεως των μεταλλικών τμημάτων της Φ/Β μονάδας από το θαλασσινό περιβάλλον έχει μεγάλη σημασία η ειδική προστασία τους, καθώς και η καλή στεγανοποίηση όλων των συστημάτων.

5. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Όπως έχει αναφερθεί, η εγκατάσταση των 70 Φ/Β μονάδων έγινε σε μικρά, απομακρυσμένα και δυσπρόσιτα νησάκια του ΑΙΓΑΙΟΥ.

Η έλλειψη τακτικών μέσων μεταφοράς και μετακίνησης, ακόμα και της υποτυπώδους υποδομής, δημιούργησε αρκετά προβλήματα στις φάσεις μεταφοράς και εγκατάστασης των μονάδων.

Οι περισσότερες μεταφορές διά θαλάσσης έγιναν με μικρά καΐκια, που ταξίδευαν μόνο όταν επέτρεπε ο καιρός, ενώ πάνω στα νησιά η μεταφορά του εξοπλισμού έγινε με ζώα.

Λόγω εγκατάλειψης των περισσότερων νησιών, τα λιγοστά κατοικίσια σπίτια που παραμένουν είναι σκορπισμένα σε μεγάλες αποστάσεις το ένα από το άλλο και οι κάτοικοί τους είναι ως επί το πλείστον, γέροι ή βοσκοί.

Οι συνθήκες διαβίωσης, πολύ δύσκολες και χαρακτηριστικές για τα εγκαταλελειμμένα και απομακρυσμένα αυτά μέρη, δημιούργησαν επιπλέον προβλήματα στα συνεργεία της ΔΕΗ που, θα πρέπει να σημειωθεί, κατέβαλαν μεγάλη προσπάθεια για να εγκαταστήσουν εκεί τις Φ/Β μονάδες.

Στη σειρά των προβλημάτων θα πρέπει να αναφερθούν και τα λειτουργικά προβλήματα των μονάδων που παρουσιάστηκαν κατά τη φάση της λειτουργίας τους. Τα βασικά από αυτά είναι:

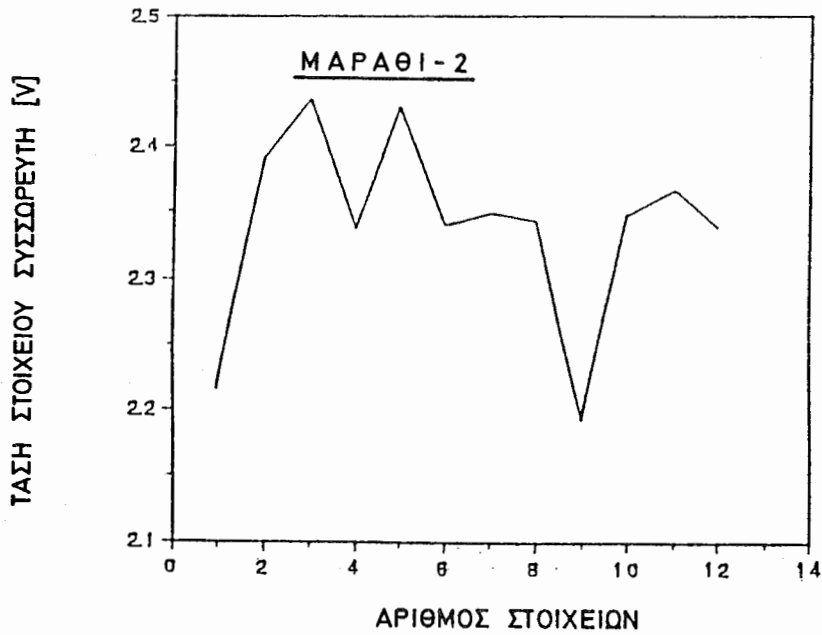
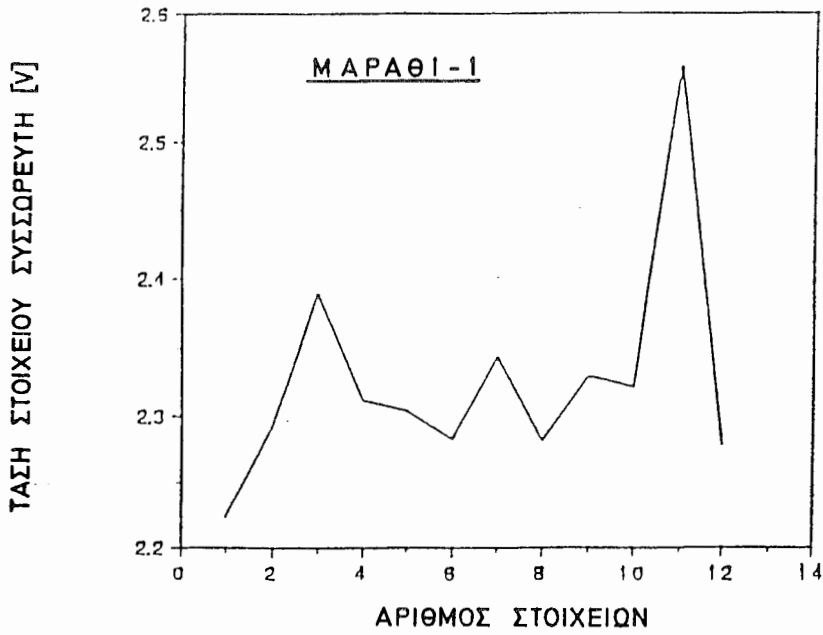
- Συχνό κάψιμο των ασφαλειών γυαλιού στο ρυθμιστή φόρτισης που οφειλόταν στην χαλαρότητα των ασφαλειοθηκών.

Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό ολόκληρο το σύστημα των υπαρχόντων ασφαλειών αντικαταστάθηκε με αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματους).

- Σε ορισμένες μονάδες παρατηρήθηκε μεγάλη διακύμανση των τάσεων μεταξύ των στοιχείων του συσσωρευτή (βλ. σχ. 3) μετά από λειτουργία τους 6 μηνών και πάνω. Η επιτρεπόμενη απόκλιση των τάσεων μεταξύ των στοιχείων είναι της τάξης του 10%.
- Χαμηλές πυκνότητες του ηλεκτρολύτη των συσσωρευτών, παρά το γεγονός ότι οι ενδείξεις των ρυθμιστών φόρτισης παρουσίαζαν την φόρτισή τους ως κανονική.

Η αντιμετώπιση των 2 παραπάνω προβλημάτων πραγματοποιήθηκε με την αποσύνδεση από τις μονάδες του φορτίου και την πλήρη φόρτιση των συσσωρευτών από τα Φ/Β πλαίσια.

Τα προαναφερόμενα λειτουργικά προβλήματα παρουσιάστηκαν σε μεμονωμένες περιπτώσεις, ενώ γενικά η λειτουργία των Φ/Β μονάδων μπορεί να χαρακτηριστεί ως ομαλή και ικανοποιητική.



ΣΧΗΜΑ 3. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ ΣΕ 2 Θ/Β ΜΟΝΑΔΕΣ.

6. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εκτός από τις 70 Φ/Β μονάδες η ΔΕΗ έχει εγκαταστήσει άλλους πέντε Φ/Β σταθμούς στα νησιά Κρήτη, Γαύδος, Αντικύθηρα, Άρκοι και Κύθνος με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 220 kWp. Από αυτούς οι σταθμοί της Γαύδου, των Αντικυθήρων και των Άρκων λειτουργούν αυτόνομα.

Ο σταθμός της Κύθνου είναι διασυνδεδεμένος με το δίκτυο της ΔΕΗ ενώ ο σταθμός της Αγ. Ρουμέλης Κρήτης έπαψε να λειτουργεί λόγω διασύνδεσης του χωριού με το δίκτυο της Κρήτης.

Ως γενικά συμπεράσματα από τη λειτουργία των προαναφερομένων Φ/Β σταθμών μπορούν να αναφερθούν τα εξής:

- Η πιο συχνή αιτία δημιουργίας προβλημάτων είναι το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας που περιλαμβάνει τους συσσωρευτές και τον ρυθμιστή φόρτισης.
- Η διατήρηση σταθερής τάσης φόρτισης των συσσωρευτών από τους ρυθμιστές φόρτισης συνεχούς λειτουργίας επιτυγχάνει την πιο ομαλή λειτουργία τους.
- Για τη διατήρηση της διάρκειας ζωής των συσσωρευτών θεωρείται σημαντική η τακτική παρακολούθηση αυτών.
- Η αντιδιαβρωτική προστασία των μεταλλικών τμημάτων, καθώς και η στεγανότητα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων θα πρέπει να είναι υψηλών απαιτήσεων, λόγω αυξημένης περιεκτικότητας σε αλάτι του αέρα σε νησιωτικούς χώρους.

Η πολύτιμη εμπειρία από τη λειτουργία των ήδη εγκατεστημένων Φ/Β σταθμών θα συνεισφέρει σημαντικά στον καθορισμό των απαιτήσεων και την αναθεώρηση των προδιαγραφών για μελλοντικές εφαρμογές Φ/Β συστημάτων από τη ΔΕΗ.

Οι ευνοϊκές καιρικές συνθήκες της Ελλάδας, η πλούσια ηλιοφάνεια και οι αυξημένες απαιτήσεις ως προς την προστασία του περιβάλλοντος της σύγχρονης ζωής επιβάλλουν την αξιοποίηση των ηλιακών εφαρμογών.

Ετσι ο στόχος της ΔΕΗ, μέχρι το έτος 2000, είναι να εγκαταστήσει Φ/Β μονάδες συνολικής ισχύος 1000 kWp.

Μέχρι τότε ευχόμαστε η έρευνα πάνω στις Φ/Β γεννήτριες να πετύχει δύο σημαντικά πράγματα: τη μείωση του κόστους και την αύξηση της απόδοσής τους.