

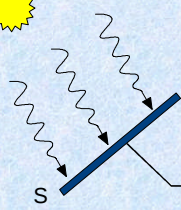
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΠΕ



Γ. ΒΙΣΚΑΔΟΥΡΟΣ
Ι. Φραγκιαδάκης – Φ. Μαυροματάκης

ΦΒ σύστημα

Ενεργειακοί υπολογισμοί



Στιγμιαία ισχύς, P_m και
ημερήσια ενέργεια, H_t

$$E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{H_t}{G_{STC}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta = \frac{P_m}{G_t \cdot S} \Rightarrow P_m = \eta \cdot G_t \cdot S \\ \eta_{STC} = \frac{P_p}{G_{STC} \cdot S} \Rightarrow P_p = \eta_{STC} \cdot G_{STC} \cdot S \end{array} \right\} \Rightarrow P_m = P_p \cdot \frac{\eta}{\eta_{STC}} \cdot \frac{G_t}{G_{STC}}$$

$$\text{και } \Rightarrow E_{\Phi B} = \int_0^{24h} P_m dt \Rightarrow E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{H_t}{G_{STC}}$$

$$\text{οππου } PR = \frac{E_{\Phi B}(\eta \cdot G_t)}{E_{\Phi B}(\eta_{STC} \cdot G_t)} \text{, ο λόγος επίδοσης.}$$

**Αναφερόμενοι σε χρονικές
περιόδους μηνός ή έτους
χρησιμοποιούμε, αντί του H_t , τη
μέση τιμή, στην αντίστοιχη
περίοδο H_t**

Λόγος Επίδοσης : πηλίκο της αποδιδόμενης ηλεκτρικής ενέργειας,
προς αυτή που μπορεί να αποδοθεί σε ιδανικές λειτουργίες

Υπολογισμοί

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή Απολαβή (H_t)	Λόγος Επίδοσης PR	Παραγωγή από 1 Kw $E_{\Phi B}(\text{kWh})/\text{day}$	Συνολική Παραγωγή $E_{\Phi B}(\text{kWh})$
Ιανουάριος	31	3,96	0,854		
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845		
Μάρτιος	31	5,06	0,830		
Απρίλιος	30	5,93	0,806		
Μάιος	31	6,76	0,786		
Ιούνιος	30	6,58	0,787		
Ιούλιος	31	6,70	0,781		
Αύγουστος	31	6,68	0,795		
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820		
Οκτώβριος	31	4,90	0,840		
Νοέμβριος	30	3,84	0,855		
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867		
				Σύνολο έτους	

Υπολογισμοί

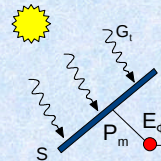
Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή Απολαβή (H _t)	Λόγος Επίδοσης PR	Παραγωγή από 1 Kw E ₉₆ (kWh)/day	Συνολική Παραγωγή E ₉₆ (kWh)
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	3.38	
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	3.72	
Μάρτιος	31	5,06	0,830	4.2	
Απρίλιος	30	5,93	0,806	4.78	
Μάιος	31	6,76	0,786	5.32	
Ιούνιος	30	6,58	0,787	5.18	
Ιούλιος	31	6,70	0,781	5.24	
Αύγουστος	31	6,68	0,795	5.32	
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	5.1	
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	4.12	
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	3.28	
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	2.68	

$$E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{H_t}{G_{STC}} \quad \text{Σύνολο έτους}$$

Υπολογισμοί

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή Απολαβή (H _t)	Λόγος Επίδοσης PR	Παραγωγή από 1 Kw E ₉₆ (kWh)/day	Συνολική Παραγωγή E ₉₆ (kWh)
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	3.38	104.78
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	3.72	104.16
Μάρτιος	31	5,06	0,830	4.2	130.2
Απρίλιος	30	5,93	0,806	4.78	143.4
Μάιος	31	6,76	0,786	5.32	164.92
Ιούνιος	30	6,58	0,787	5.18	155.4
Ιούλιος	31	6,70	0,781	5.24	162.44
Αύγουστος	31	6,68	0,795	5.32	164.92
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	5.1	153
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	4.12	127.72
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	3.28	98.4
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	2.68	83.08

Σύνολο έτους



Ενεργειακό ισοζύγιο σε ΦΒ σύστημα

$$\text{Ενεργειακό ισοζύγιο: } E_{\Phi B} = \frac{m \cdot E_L}{\eta_{\text{μετ}}}$$

$$\text{Λαμβάνοντας υπόψη ότι: } E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{\bar{H}_t}{G_{STC}}$$

$$\text{η σχέση ισοζυγίου: } P_p \cdot PR \cdot \frac{\bar{H}_t}{G_{STC}} = \frac{m \cdot E_L}{\eta_{\text{μετ}}}$$

$$\text{και άρα έπεται: } P_p = \frac{1}{PR} \cdot \frac{G_{STC}}{\bar{H}_t} \cdot \frac{m \cdot E_L}{\eta_{\text{μετ}}}$$

Υπολογισμοί

m=1,15 n_μετ=0,84

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή (kWh/m2)	Λόγος Επίδοσης	Ώρες λειτουργίας	Φορτίο (W)	Απαιτούμενη ισχύς σε kW
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	12	240	
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	12	240	
Μάρτιος	31	5,06	0,830	11	220	
Απρίλιος	30	5,93	0,806	10	200	
Μάιος	31	6,76	0,786	9	180	
Ιούνιος	30	6,58	0,787	9	180	
Ιούλιος	31	6,70	0,781	9	180	
Αύγουστος	31	6,68	0,795	9	180	
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	10	200	
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	11	220	
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	12	240	
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	12	240	

Υπολογισμοί

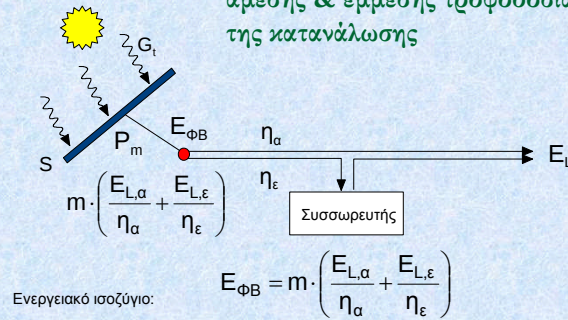
$m=1,15$ $\eta_{\text{μετ}}=0,84$

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή (kWh/m ²)	Λόγος Επίδοσης	Ώρες λειτουργίας	Φορτίο (W)	Απαιτούμενη ισχύς σε kW
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	12	240	1.17
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	12	240	1.06
Μάρτιος	31	5,06	0,830	11	220	0.79
Απρίλιος	30	5,93	0,806	10	200	0.57
Μάιος	31	6,76	0,786	9	180	0.42
Ιούνιος	30	6,58	0,787	9	180	0.43
Ιούλιος	31	6,70	0,781	9	180	0.42
Αύγουστος	31	6,68	0,795	9	180	0.42
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	10	200	0.54
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	11	220	0.80
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	12	240	1.20
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	12	240	1.47

$$P_p = \frac{1}{PR} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot \frac{m \cdot E_L}{\eta_{\text{μετ}}}$$

9

Ενεργειακό ισοζύγιο με σύστημα άμεσης & έμμεσης τροφοδοσίας της κατανάλωσης

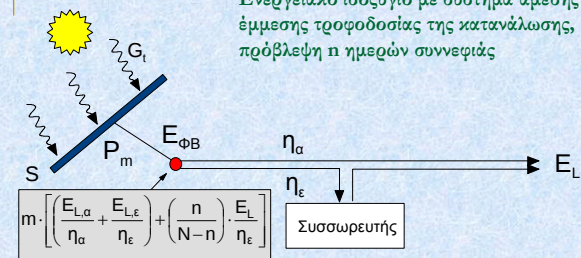


Άρα, έπεται:

$$P_p = \frac{1}{PR} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot m \cdot \left(\frac{E_{L\alpha}}{\eta_{\alpha}} + \frac{E_{L\epsilon}}{\eta_{\epsilon}} \right)$$

όπου, $E_{L\alpha} + E_{L\epsilon} = E_L$

Ενεργειακό ισοζύγιο με σύστημα άμεσης & έμμεσης τροφοδοσίας της κατανάλωσης, με πρόβλεψη η ημερών συννεφιάς



Ενεργειακό ισοζύγιο:

$$E_{\Phi B} = m \cdot \left[\left(\frac{E_{L\alpha}}{\eta_{\alpha}} + \frac{E_{L\epsilon}}{\eta_{\epsilon}} \right) + \left(\frac{n}{N-n} \right) \cdot \frac{E_L}{\eta_{\epsilon}} \right]$$

Συνεπώς, έπεται:

$$P_p = \frac{1}{PR} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot m \cdot \left[\left(\frac{E_{L\alpha}}{\eta_{\alpha}} + \frac{E_{L\epsilon}}{\eta_{\epsilon}} \right) + \left(\frac{n}{N-n} \right) \cdot \frac{E_L}{\eta_{\epsilon}} \right]$$

όπου, $E_{L\alpha} + E_{L\epsilon} = E_L$ και $N = \eta$ χρονική περίοδος στην οποία αναφέρονται οι n μέρες συννεφιάς

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Φορτίο (W)	Ώρες λειτουργίας	Φορτίο (kWh)	Απαιτούμενη ισχύς σε W
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	160	5		
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	360	6		
Μάρτιος	31	5,06	0,830	330	6		
Απρίλιος	30	5,93	0,806	270	7		
Μάιος	31	6,76	0,786	270	8		
Ιούνιος	30	6,58	0,787	300	9		
Ιούλιος	31	6,70	0,781	270	8		
Αύγουστος	31	6,68	0,795	270	7		
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	330	6		
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	300	6		
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	260	5		
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	160	6		
Συντελεστής περιωρίου	1,15						
N	3	ημέρες (μη αιθρίες)					
Συντελεστής μεταφοράς	0,8						
na=0.9, ne=0.8							

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Φορτίο (W)	Ωρες Λειτουργίας	Φορτίο (kWh)	Απαιτούμενη ισχύς σε W
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	160	5	0.8	
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	360	6	2.16	
Μάρτιος	31	5,06	0,830	330	6	1.98	
Απρίλιος	30	5,93	0,806	270	7	1.89	
Μάιος	31	6,76	0,786	270	8	2.16	
Ιούνιος	30	6,58	0,787	300	9	2.7	
Ιούλιος	31	6,70	0,781	270	8	2.16	
Αύγουστος	31	6,68	0,795	270	7	1.89	
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	330	6	1.98	
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	300	6	1.8	
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	260	5	1.3	
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	160	6	0.96	
Συντελεστής περιθωρίου	1,15						
N	3	ημέρες (μη αίθριες)					
Συντελεστής μεταφοράς	0,8						
na=0.9, ne=0.8							

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Φορτίο (W)	Ωρες Λειτουργίας	Φορτίο (kWh)	Απαιτούμενη ισχύς σε W
Ιανουάριος	31	3,96	0.854	160	5	0.8	376.49
Φεβρουάριος	28	4,41	0.845	360	6	2.16	933.22
Μάρτιος	31	5,06	0.830	330	6	1.98	750.32
Απρίλιος	30	5,93	0.806	270	7	1.89	631.59
Μάιος	31	6,76	0.786	270	8	2.16	646.99
Ιούνιος	30	6,58	0.787	300	9	2.7	832.78
Ιούλιος	31	6,70	0.781	270	8	2.16	656.96
Αύγουστος	31	6,68	0.795	270	7	1.89	566.41
Σεπτέμβριος	30	6,21	0.820	330	6	1.98	621.05
Οκτώβριος	31	4,90	0.840	300	6	1.8	696.00
Νοέμβριος	30	3,84	0.855	260	5	1.3	632.43
Δεκεμβριος	31	3,10	0.867	160	6	0.96	568.46
Συντελεστής περιθωρίου	1,15	Νυχτερινό Φορτίο					
N	3	ημέρες (μη αίθριες)					
Συντελεστής μεταφοράς	0,8						
na=0.9, ne=0.8							

$$P_p = \frac{1}{PR} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot m \cdot \left[\left(\frac{E_{L,a}}{\eta_a} + \frac{E_{L,e}}{\eta_e} \right) + \left(\frac{n}{N-n} \right) \cdot \frac{E_L}{\eta_e} \right]$$

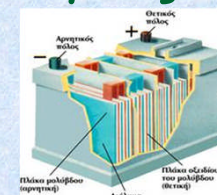
Αποθήκευση ηλεκτρικής Ενέργειας (Συσσωρευτές) σε ΦΒ



Χαρακτηριστικά Συσσωρευτή

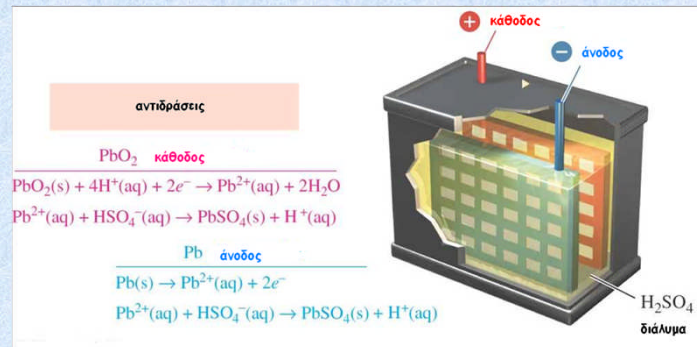
- Ονομαστική Τάση (2V,6V,12V,24V)
 - 2,35V /στοιχείο
- Χωρητικότητα (C σε Ah)
- Βάθος εκφόρτισης (χρήση μεγάλου βάθους 40% , 50%)

Δομή της μπαταρίας

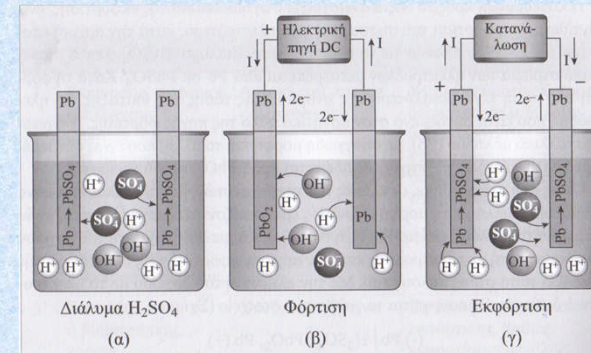


- Μία μπαταρία αποτελείται από ένα ή περισσότερα ηλεκτρικά στοιχεία. Ένα ηλεκτρικό στοιχείο αποτελείται από δύο πλάκες φτιαγμένες από διαφορετικά μέταλλα.
- Τα μέταλλα αυτά είναι συνήθως ψευδάργυρος και χαλκός. Οι πλάκες αυτές ονομάζονται «ηλεκτρόδια» και είναι βουτηγμένες σε υγρό που επιτρέπει την ροή ρεύματος και ονομάζεται «ηλεκτρολύτης».
- Οι μεταλλικές πλάκες αντιδρούν χημικά με τον ηλεκτρολύτη και αν τα συνδέσουμε με αγωγό, θα έχουμε την ροή ηλεκτρικού ρεύματος.

ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ Μολύβδου



Φόρτιση -Εκφόρτιση



- Ρεύμα Φόρτισης C/20
- Ρεύμα Φόρτισης ΦΒ συσσωρευτών C/10

Προσδιορισμός Κατάστασης Φόρτισης Συσσωρευτή

- Η κατάσταση πλήρους φόρτισης ενός συγκεκριμένου συσσωρευτή εξαρτάται από
 - Τη θερμοκρασία του
 - Τους κύκλους λειτουργίας του
 - Το βάθος εκφόρτισης
 - Το ρυθμό φόρτισης - εκφόρτισης

Προσδιορισμός χωρητικότητας συσσωρευτή, με πρόβλεψη η ημερών αυτονομίας

$$n_{\gamma} n_{\text{εκφ}} \beta_{\text{εκφ}} C(n) V = n E_L + E_{L,\epsilon}$$

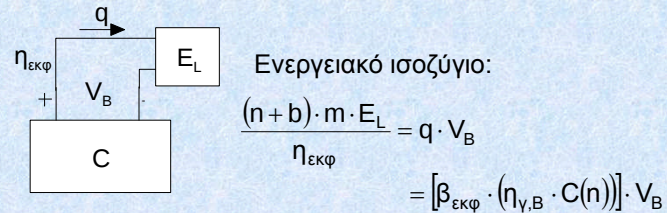
$$(\text{Ιδανικά } C(n) V = n E_L + E_{L,\epsilon})$$

n_{γ} συντελεστής γήρανσης

$n_{\text{εκφ}}$ συντελεστής απωλειών μεταφοράς ενέργειας (εκφόρτιση)

$\beta_{\text{εκφ}}$ βάθος εκφόρτισης

Προσδιορισμός χωρητικότητας συσσωρευτή, με πρόβλεψη n ημερών αυτονομίας



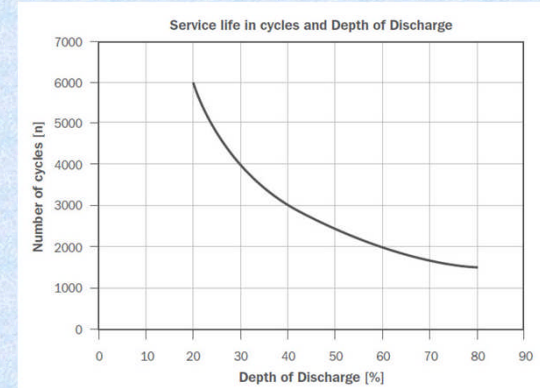
όπου $\beta_{εκφ} = \frac{\Delta C}{C(n)}$, με $\Delta C = q$

Άρα

$$C(n) = \frac{(n+b) \cdot m \cdot E_L}{\eta_{V,B} \cdot \eta_{εκφ} \cdot \beta_{εκφ} \cdot V_B}$$

όπου, $b = E_{L,c} / E_L$

Συσσωρευτής – Βάθος εκφόρτισης



Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Φορτίο (Wh)	Απαιτούμενη ισχύς σε W (χωρίς απώλειες)	Τελικά Απαιτούμενη ισχύς σε W	Χωρητικότητα σε Ah
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	360			
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	360			
Μάρτιος	31	5,06	0,830	330			
Απρίλιος	30	5,93	0,806	270			
Μάιος	31	6,76	0,786	270			
Ιούνιος	30	6,58	0,787	270			
Ιούλιος	31	6,70	0,781	270			
Αύγουστος	31	6,68	0,795	270			
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	330			
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	300			
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	360			
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	360			

Συντελεστής περιθωρίου	1,15		$b = E_{L,c}/E_L$	1	Βάθος Εκφόρτισης	0,5
n	3	ημέρες (μη αθρίες)	Γήρανση	0,9	Τάση συσσωρευτών	12
Συντελεστής μεταφοράς	0,8		εκφόρτιση	0,9		

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Φορτίο (Wh)	Απαιτούμενη ισχύς σε W (χωρίς απώλειες)	Τελικά Απαιτούμενη ισχύς σε W	Χωρητικότητα σε Ah
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	360	106,5		
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	360	96,6		
Μάρτιος	31	5,06	0,830	330	78,6		
Απρίλιος	30	5,93	0,806	270	56,5		
Μάιος	31	6,76	0,786	270	50,8		
Ιούνιος	30	6,58	0,787	270	52,1		
Ιούλιος	31	6,70	0,781	270	51,6		
Αύγουστος	31	6,68	0,795	270	50,8		
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	330	64,8		
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	300	72,9		
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	360	109,6		
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	360	133,9		

Συντελεστής περιθωρίου	1,15	$b = E_{L,c} / E_L$	1	Βάθος Εκφόρτισης	0,5	$P_p = \frac{E_{\Phi B}}{PR \cdot \frac{H}{G_{STC}}}$
n	3	ημέρες (μη αθρίες)	Γήρανση	0,9	Τάση συσσωρευτών	
Συντελεστής μεταφοράς	0,8		εκφόρτιση	0,9		

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Φορτίο (Wh)	Απαιτούμενη ισχύς σε W (χωρίς απώλειες)	Τελικά Απαιτούμενη ισχύς σε W	Χωρητικότητα σε Ah
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	360	106,5	169,4	
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	360	96,6	155,5	
Μάρτιος	31	5,06	0,830	330	78,6	125,1	
Απρίλιος	30	5,93	0,806	270	56,5	90,2	
Μάιος	31	6,76	0,786	270	50,8	80,9	
Ιούνιος	30	6,58	0,787	270	52,1	83,3	
Ιούλιος	31	6,70	0,781	270	51,6	82,1	
Αύγουστος	31	6,68	0,795	270	50,8	80,9	
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	330	64,8	103,5	
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	300	72,9	116,0	
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	360	109,6	175,1	
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	360	133,9	213,2	

Συντελεστής περιθωρίου	1,15	b = EL, ε/EL	1	Βάθος Εκφόρτισης	0,5
n	3	ημέρες (μη αίθριες)	Γήρανση	0,9	Τάση συσσωρευτών
Συντελεστής μεταφοράς	0,8	εκφόρτιση	0,9		

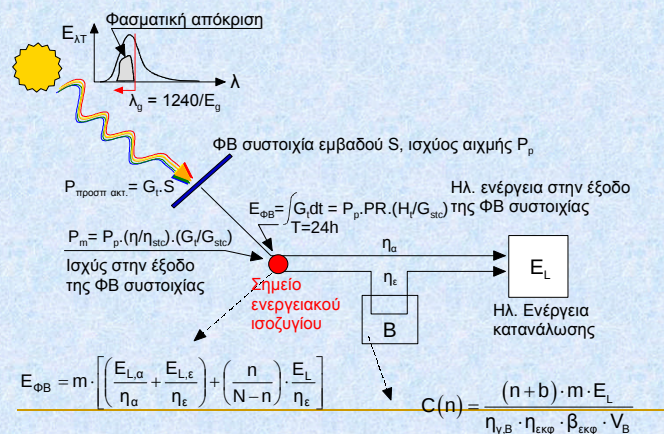
$$P_p = \frac{1}{PR} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot m \cdot \left[\left(\frac{E_{L,a}}{\eta_a} + \frac{E_{L,e}}{\eta_e} \right) + \left(\frac{n}{N-n} \right) \cdot \frac{E_L}{\eta_e} \right]$$

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Φορτίο (Wh)	Απαιτούμενη ισχύς σε W (χωρίς απώλειες)	Τελικά Απαιτούμενη ισχύς σε W	Χωρητικότητα σε Ah
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	360	106,5	169,4	341
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	360	96,6	155,5	341
Μάρτιος	31	5,06	0,830	330	78,6	125,1	312
Απρίλιος	30	5,93	0,806	270	56,5	90,2	256
Μάιος	31	6,76	0,786	270	50,8	80,9	256
Ιούνιος	30	6,58	0,787	270	52,1	83,3	256
Ιούλιος	31	6,70	0,781	270	51,6	82,1	256
Αύγουστος	31	6,68	0,795	270	50,8	80,9	256
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	330	64,8	103,5	312
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	300	72,9	116,0	284
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	360	109,6	175,1	341
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	360	133,9	213,2	341

Συντελεστής περιθωρίου	1,15	b = EL, ε/EL	1	Βάθος Εκφόρτισης	0,5
n	3	ημέρες (μη αίθριες)	Γήρανση	0,9	Τάση συσσωρευτών
Συντελεστής μεταφοράς	0,8	εκφόρτιση	0,9		

$$C(n) = \frac{(n+b) \cdot m \cdot E_L}{\eta_{V,B} \cdot \eta_{EK\Phi} \cdot \beta_{EK\Phi} \cdot V_B}$$

Γενική θεώρηση της παραγωγής ηλ. ενέργειας από ΦΒ συστοιχία



Γενικοί τύποι

ΦΒ συστοιχία	Παραγόμενη ΦΒ ηλ. ενέργεια	$E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{\bar{H}_t}{G_{STC}}$
	Ενεργειακό ισοζύγιο	$E_{\Phi B} = m \cdot \left[\left(\frac{E_{L,a}}{\eta_a} + \frac{E_{L,e}}{\eta_e} \right) + \left(\frac{n}{N-n} \right) \cdot \frac{E_L}{\eta_e} \right]$
Συσσωρευτής		$C(n) = \frac{(n+b) \cdot m \cdot E_L}{\eta_{V,B} \cdot \eta_{EK\Phi} \cdot \beta_{EK\Phi} \cdot V_B}$ $E_{L,a} + E_{L,e} = E_L \quad \mu\epsilon \quad b = \frac{E_{L,e}}{E_L}$

Επιλογή χαρακτηριστικών ενεργειακού συστήματος με βάση το «δυσμενέστερο μήνα»

- Τα χαρακτηριστικά της ενεργειακής πηγής και του συστήματος αποθήκευσης προσδιορίζονται με έλεγχο σε συνδυασμό
 - α) του ενεργειακού δυναμικού της πηγής για κάθε μήνα, στον τόπο εγκατάστασης
 - β) του προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης της εφαρμογής, για κάθε μήνα
- Η μεθοδολογία προσδιορισμού του δυσμενέστερου μήνα αφορά στον προσδιορισμό της ονομαστικής ισχύος της ενεργειακής πηγής και της χωρητικότητας του συστήματος αποθήκευσης, με τα δεδομένα κάθε μήνα. **Ο μήνας με τη μεγαλύτερη απαιτούμενη ονομ. ισχύ αποτελεί το δυσμενέστερο μήνα για την ενεργειακή πηγή και τη συγκεκριμένη κατανάλωση.**
- **Παρατήρηση:** Όταν το ενεργειακό προφίλ της κατανάλωσης είναι σταθερό σ' όλους τους μήνες, τότε αρκεί ο προσδιορισμός του μήνα με τη μικρότερη μέση ημερήσια ενεργειακή παραγωγή της πηγής ανά μήνα.

Μήνες	Ημέρες ανά μήνα	Ενεργειακή απολαβή	Λόγος Επίδοσης	Ώρες λειτουργίας
Ιανουάριος	31	3,96	0,854	12
Φεβρουάριος	28	4,41	0,845	12
Μάρτιος	31	5,06	0,830	11
Απρίλιος	30	5,93	0,806	10
Μάιος	31	6,76	0,786	9
Ιούνιος	30	6,58	0,787	9
Ιούλιος	31	6,70	0,781	9
Αύγουστος	31	6,68	0,795	9
Σεπτέμβριος	30	6,21	0,820	10
Οκτώβριος	31	4,90	0,840	11
Νοέμβριος	30	3,84	0,855	12
Δεκέμβριος	31	3,10	0,867	12

Να υπολογιστεί η απαιτούμενη ισχύς ΦΒ συστοίχιας για την κάλυψη σταθερού νυχτερινού φορτίου ισχύος 30 W για όλο το έτος καθώς και τη χωρητικότητα του συσσωρευτή που απαιτείται. Δίνονται μέσες μηνιαίες τιμές (ανά ημέρα) όπως στον Πίνακα.

Σε πρώτη φάση, υπολογίστε την απαιτούμενη ισχύ με την υπόθεση ότι δεν υπάρχουν καθόλου απώλειες. Σε δεύτερη φάση, υπολογίστε την πραγματικά απαιτούμενη ισχύ σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα (n=3, ημετ=0,8, κ.λπ.)

Συντελεστής περιθωρίου	1,15	b = EL _ε /EL	1	Βάθος εκφόρτισης	0,5	
n	3	ημέρες (μη αιθριες)	Γήρανση	0,9	Τάση συσσωρευτών	12
Συντελεστής μεταφοράς	0,8	εκφόρτιση	0,9	Φορτίο (ισχύς)	30	

Εφαρμογές

- Φωτιστικό εξωτερικού χώρου
- Παραθεριστική κατοικία

Φωτιστικό εξωτερικού χώρου



Φωτιστικό εξωτερικού χώρου

Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

Λαμπτήρας με ισχύ 260W πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως φωτιστικό εξωτερικού χώρου στο ΤΕΙ Κρήτης κατά τη διάρκεια της νύχτας. Να υπολογιστεί η ισχύς ενός αυτόνομου ΦΒ συστήματος που θα καλύπτει απαίτηση 3 συνεφιασμένων ημερών καθώς και η χωρητικότητα των συσσωρευτών που θα χρησιμοποιηθούν. Δίνεται $m=1$, $\eta_e=0.78$, $PR=0.867$, $H_t=3.1$, $\eta_v=0.9$, $\eta_{εκφ}=0.9$, $\beta_{εκφ}=0.4$

Για αυτονομία $n=3$ συνεφιασμένων ημερών ανά μήνα, $m=1$, $\eta_e=0.78$ και δεδομένου ότι εδώ $E_L=E_{L,e}$ (δηλαδή $E_{L,a}=0$) προκύπτει από τη σχέση (46) της § 5.4.1,

$$P_p(n) = \frac{1}{PR_\sigma} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot m \cdot \left(\frac{N}{N-n} \right) \cdot \frac{E_L}{\eta_e} = \frac{1}{0.867} \cdot \frac{1}{3.1} \cdot \left(\frac{31}{28} \right) \cdot \frac{260 \text{ W}}{0.78} = 137.3 \text{ W}$$

Επιλογή: Δύο (2) ΦΒ πλαίσια ισχύος αιχμής $P_{p1}=70 \text{ W}$ έκαστο, συνδεδεμένα παράλληλα ή ένα (1), 140 W.

Συσσωρευτής (Σχέση 48):

$$C(3) = \frac{(n+b) \cdot m \cdot E_L}{\eta_{γ,B} \cdot \eta_{εκφ} \cdot \beta_{εκφ} \cdot V_B} = \frac{(3+1) \cdot 260 \text{ Wh}}{0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.4 \cdot 12 \text{ V}} \approx 267 \text{ Ah}$$

Επιλογή: Ελάχιστη χωρητικότητα συσσωρευτή, $C=270 \text{ Ah}$.

ΦΒ σύστημα παραθεριστικής κατοικίας

Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

α/α	Είδος κατανάλωσης	Ισχύς (W)	Χρόνος λειτουργίας (h)	Καταναλισκόμενη Ενέργεια (Wh)
1	Φωτισμός ¹⁶⁹ α) Εντός: 3×20W	60	6	360
2	β) Εκτός: 4×9W	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.α.).	1000	0,5	500
6	Σύνολα:	1266		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: $m=1,1$

ΦΒ σύστημα παραθεριστικής κατοικίας

Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

Παράμετροι υπολογισμού μελέτης

Ενεργειακές καταναλώσεις	Παράγοντες καθορισμού της απόδοσης του ΦΒ συστήματος	
$E_{L,a} = 1 \text{ kWh}$	$\eta_a = 0,92$	$\eta_{γ,σ} = 0,90$
$E_{L,e} = 2,06 \text{ kWh}$	$\eta_e = 0,76$	$\eta_{ινν} = 0,94$
$E_L = 3,06 \text{ kWh/day}$		$\eta_{εκφ} \approx 0,91$
$m = 1,1$		$\eta_{γ,B} = 0,80$
		$PR_\sigma = 0,72$

ΦΒ σύστημα παραθεριστικής κατοικίας

Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

$$P_p = \frac{1}{PR_\sigma} \cdot \frac{G_{STC}}{H_t} \cdot m \cdot \left(\frac{E_{L,a}}{\eta_a} + \frac{E_{L,e}}{\eta_e} \right) = \frac{1}{0,72} \cdot \frac{1}{6} \cdot 1,1 \cdot \left(\frac{1}{0,92} + \frac{2,06}{0,76} \right) \text{ kW} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_p \approx 967 \text{ W}$$

$b=2,06 \text{ kWh}/3,06 \text{ kWh}$, $n=0$, $m=1,1$

$\eta_{γ,B}=0,8$, $\eta_{εκφ}=0,91$, $\beta_{εκφ}=40\%$, $V_B=24 \text{ V}$

$$C(n) = \frac{(n+b) \cdot m \cdot E_L}{\eta_{γ,B} \cdot \eta_{εκφ} \cdot \beta_{εκφ} \cdot V_B} = 818,8 \text{ Ah} \Rightarrow C = 820 \text{ Ah}$$

ΦΒ σύστημα παραθεριστικής κατοικίας Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

■ Καθορισμός ΦΒ συστοιχίας

$$N \text{ (πλήθος ΦΒ πλαισίων)} = [P_p / P_{p1}]$$

$$N_{\text{σε σειρά}} \times N_{\text{παράλληλα}} = N \text{ (πλήθος ΦΒ πλαισίων)}$$

■ Όρια Ανοχής Inverter N , ΦΒ πλαισίων

$$N_{\text{σε σειρά}} = [V_N / V_{\max}]$$

$$N_{\text{παράλληλα}} = [I_N / I_{\max}]$$

ΦΒ σύστημα παραθεριστικής κατοικίας Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

■ Καθορισμός ΦΒ συστοιχίας αν $P_{p1}=70W$

$$N \text{ (πλήθος ΦΒ πλαισίων)} = [967 / 70] = 13.8$$

$$N \text{ (πλήθος ΦΒ πλαισίων)} = 14$$

■ Inverter 1500W (έως 150V, και έως 10A) με ΦΒ πλαίσια με $V_{\max} = 21.2V$ και $I_{\max}=3.3A$

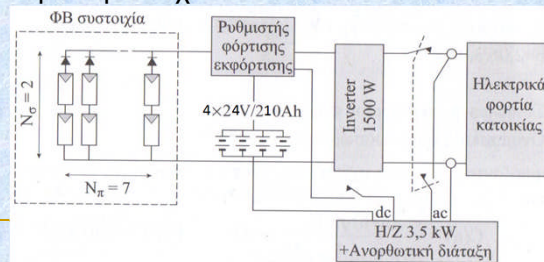
$$N_{\text{σε σειρά}} = [150 / 21.8] = [7.07] = 7$$

$$N_{\text{παράλληλα}} = [10 / 3.3] = [3.03] = 3$$

ΦΒ σύστημα παραθεριστικής κατοικίας Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

- Επομένως θα χρησιμοποιηθούν 7 σειρές με 2 ΦΒ πλαίσια η καθεμία για να καλύψουν το απαιτούμενο φορτίο.

■ Ηλεκτρολογικό Σχέδιο



ΦΒ σύστημα παραθεριστικής κατοικίας Προσδιορισμός ΦΒ συστήματος

■ Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος

- Καλύπτει την ισχύ κανονικής λειτουργίας της εφαρμογής 1,3kW
- Τη φόρτιση των συσσωρευτών χωρητικότητας 820Ah με ρεύμα φόρτισης έως $C/10=82A$

Τεχνικά χαρακτηριστικά του Η/Ζ

Μόνο για φόρτιση συσσωρευτή

$$\alpha. \text{ Χρόνος φόρτισης, με } I_{\phi}=70 \text{ A: } t_{\phi} = \frac{\beta_{\text{εκφ}} \cdot C}{\eta_{\phi} \cdot I_{\phi}} = \frac{0,4 \times 820 \text{ Ah}}{0,9 \times 70 \text{ A}} \Rightarrow t_{\phi} \approx 5,2 \text{ h}$$

β. Ισχύς Η/Ζ απαιτούμενη για τη φόρτιση του συσσωρευτή,

$$P_{\phi} = I_{\phi} \times V_{\phi} = 70 \text{ A} \times 30 \text{ V} = 2100 \text{ W} \Rightarrow P_{\phi} = 2,1 \text{ kW}$$

όπου V_{ϕ} , η τάση εξόδου του Η/Ζ προς το συσσωρευτή.

Ισχύς Η/Ζ: τουλάχιστον, $P_{\text{H/Z}} = P_{\phi} + P_{\phi} \approx 3,5 \text{ kW}$

ΦΒ πλαίσια ενσωματωμένα σε κτίρια



© Photowatt International

