

Εγκατάσταση Μικρής Ανεμογεννήτριας και Συστοιχίας Φωτοβολταϊκών σε Οικία



Αλεξίου Κωνσταντίνος
&
Βαρβέρης Δημήτριος

ΑΙΓΑΛΕΩ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

Ηλεκτρική Ενέργεια & Ηλεκτροπαραγωγή



Συμβατικές Μέθοδοι Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας

- Γαιάνθρακες



- Πετρέλαιο



- Φυσικό αέριο



- Πυρηνική ενέργεια



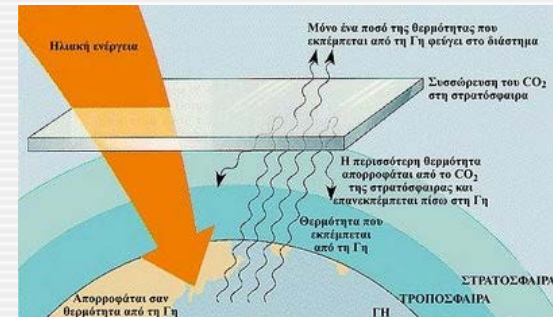
Ηλεκτρική Ενέργεια & Ηλεκτροπαραγωγή

Ενεργειακό Πρόβλημα

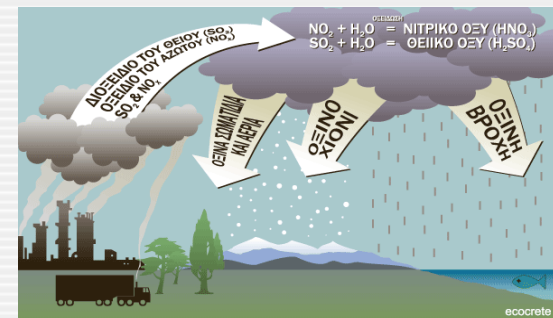
- Συνεχώς αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις.
- Εξάντληση των φυσικών πόρων της Γης.

Περιβαλλοντικό Πρόβλημα

- Φαινόμενο του θερμοκηπίου



- Όξινη βροχή



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας



Είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

- Ηλιακή ενέργεια



- Αιολική ενέργεια



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας



Είδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

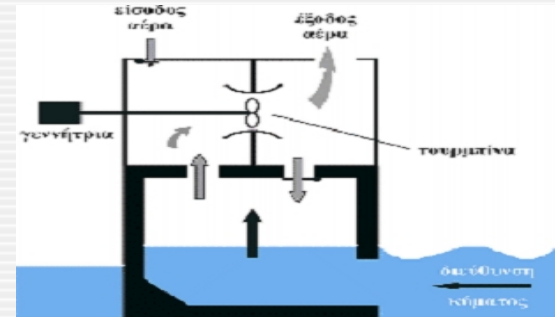
- Βιομάζα



- Γεωθερμική ενέργεια



- Ενέργεια από τη θάλασσα



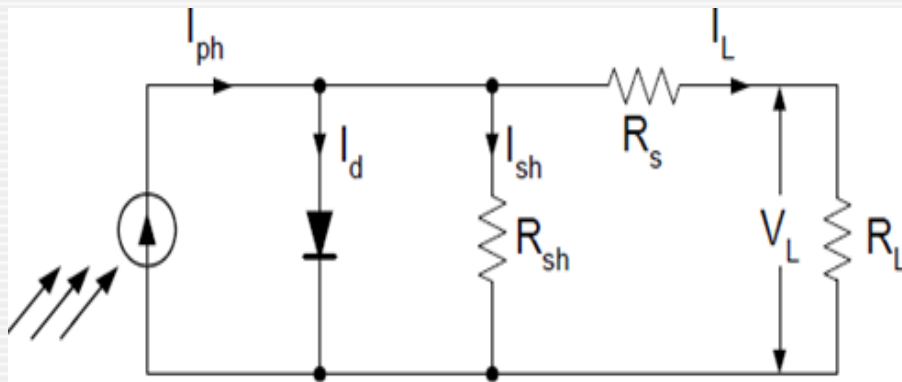
- Υδραυλική ενέργεια



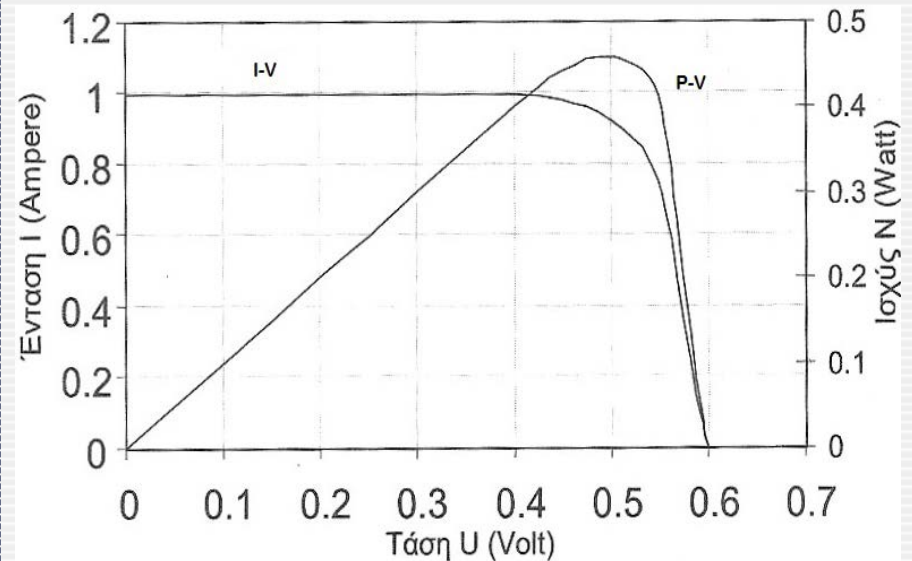
Ηλιακή Ενέργεια & Φωτοβολταϊκά

Αρχή Λειτουργίας Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

- Ισοδύναμο κύκλωμα φωτοβολταϊκού στοιχείου



- Χαρακτηριστική καμπύλη φωτοβολταϊκού στοιχείου



Ηλιακή Ενέργεια & Φωτοβολταϊκά



Τύποι Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

- Φωτοβολταϊκά συστήματα πυριτίου “Μεγάλου πάχους”
 1. Στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου
 2. Κελιά πολυκρυσταλλικού πυριτίου
 3. Στοιχεία ταινίας πυριτίου
- Φωτοβολταϊκά υλικά λεπτών επιστρώσεων “Thin film”
 1. Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός
 2. Στοιχεία άμορφου πυριτίου
 3. Τελουριούχο κάδμιο
 4. Αρσενικούχο γάλλιο

Ηλιακή Ενέργεια & Φωτοβολταϊκά



Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

- Σταθερά φωτοβολταϊκά συστήματα
 1. Στήριξη στο έδαφος
 2. Στήριξη σε επικλινή στέγη
 3. Στήριξη σε επίπεδη οροφή κτιρίου
- Κινητά φωτοβολταϊκά συστήματα (solar trackers)
 1. Κίνηση στον κάθετο άξονα
 2. Κίνηση στον οριζόντιο άξονα
 3. Κίνηση και στους δυο άξονες
- Φωτοβολταϊκά συστήματα σε οικία
 1. Διασυνδεδεμένα στο δίκτυο
 2. Αυτόνομα
 3. Μεικτά
- Φωτοβολταϊκά πάρκα

Αιολική Ενέργεια & Ανεμογεννήτριες



Είδη Ανεμογεννητριών

- Καθέτου άξονα



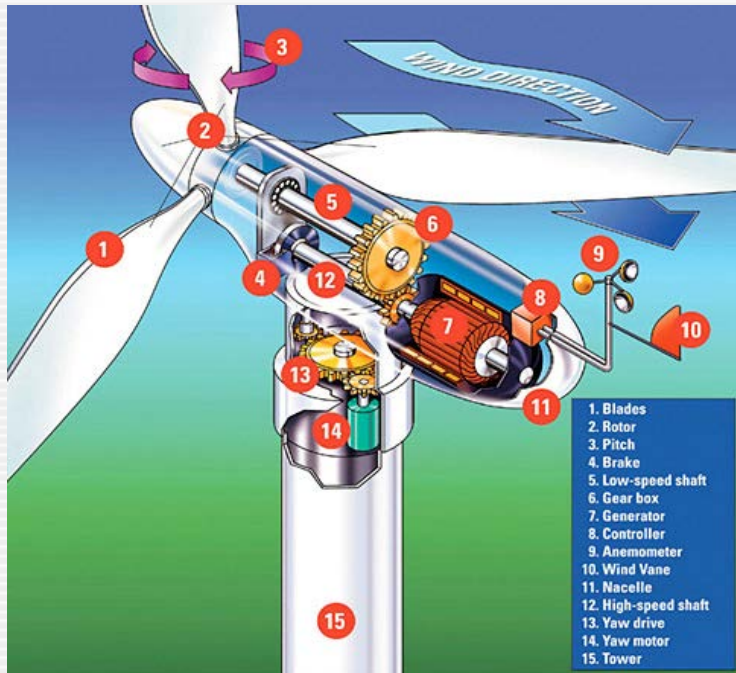
- Οριζοντίου άξονα



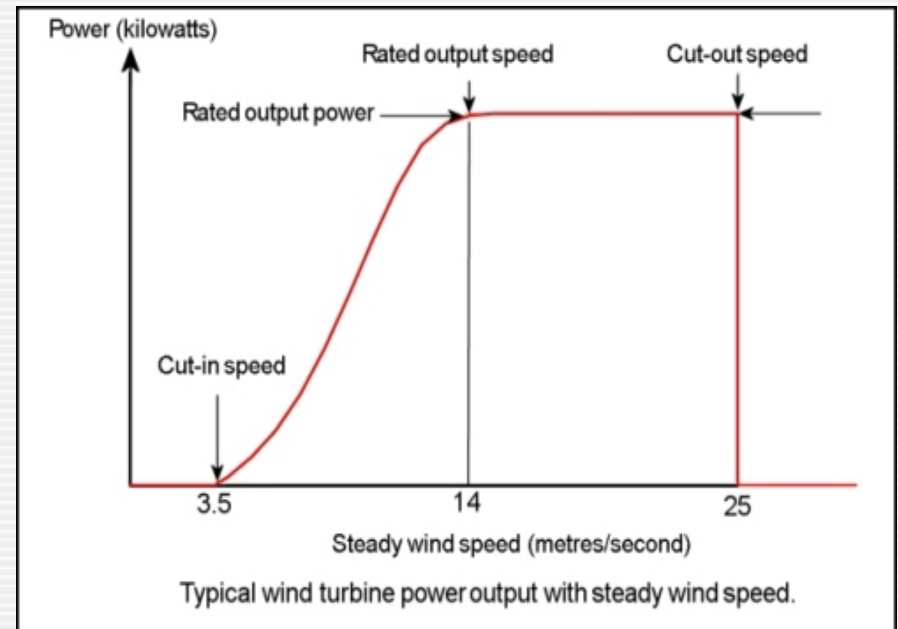
Αιολική Ενέργεια & Ανεμογεννήτριες

Αρχή Λειτουργίας Ανεμογεννήτριας

- Κύρια μέρη ανεμογεννήτριας



- Χαρακτηριστική καμπύλη ανεμογεννήτριας



Αιολική Ενέργεια & Ανεμογεννήτριες



Εγκατάσταση Ανεμογεννητριών

- Κριτήρια για την κατάλληλη θέση εγκατάστασης ανεμογεννητριών
 1. Χαρακτηριστικές παράμετροι του ανέμου
 2. Τραχύτητα του εδάφους
 3. Ανατάραξη του αέρα
 4. Περιβαλλοντικοί
- Συστήματα ανεμογεννητριών σε οικία
 1. Διασυνδεδεμένα στο δίκτυο
 2. Αυτόνομα
 3. Μεικτά
- Αιολικά πάρκα
 1. Χερσαία
 2. Παράκτια

Συσσωρευτές

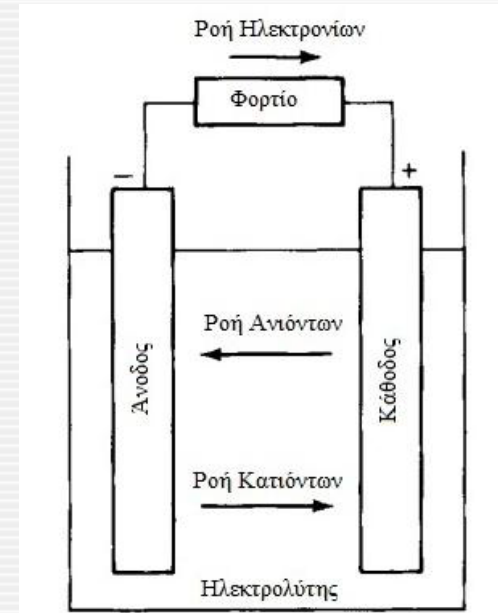


Κατηγορίες Συσσωρευτών

- Πρωτεύουσες μπαταρίες (μη επαναφορτιζόμενες)



- Δευτερεύουσες μπαταρίες (επαναφορτιζόμενες)



Συσσωρευτές



Χαρακτηριστικά Συσσωρευτών

- Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά
- Βάθος εκφόρτισης
- Χρόνος ζωής
- Αυτοεκφόρτιση
- Ρεύμα φόρτισης
- Αποδοτικότητα

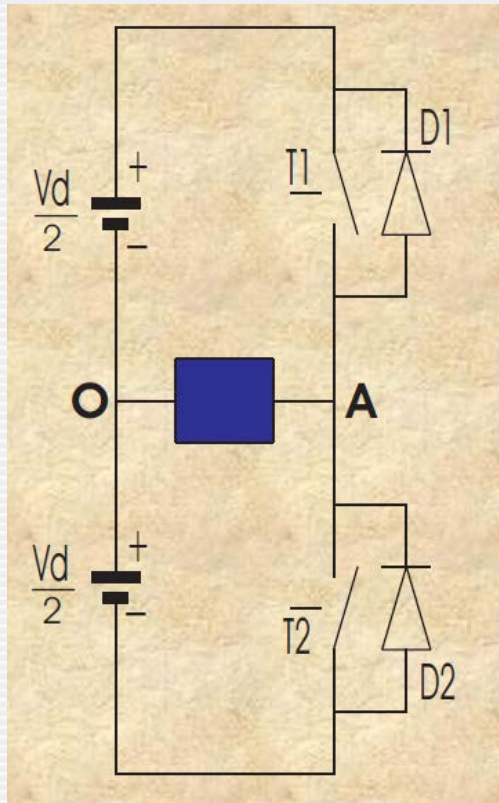
Περιφερειακά Συσσωρευτών

- Ελεγκτής φόρτισης
- Ισοσταθμιστής φόρτισης
- Συστήματα παρακολούθησης
- Φορτιστής
- Συστήματα ανάδευσης ηλεκτρολύτη

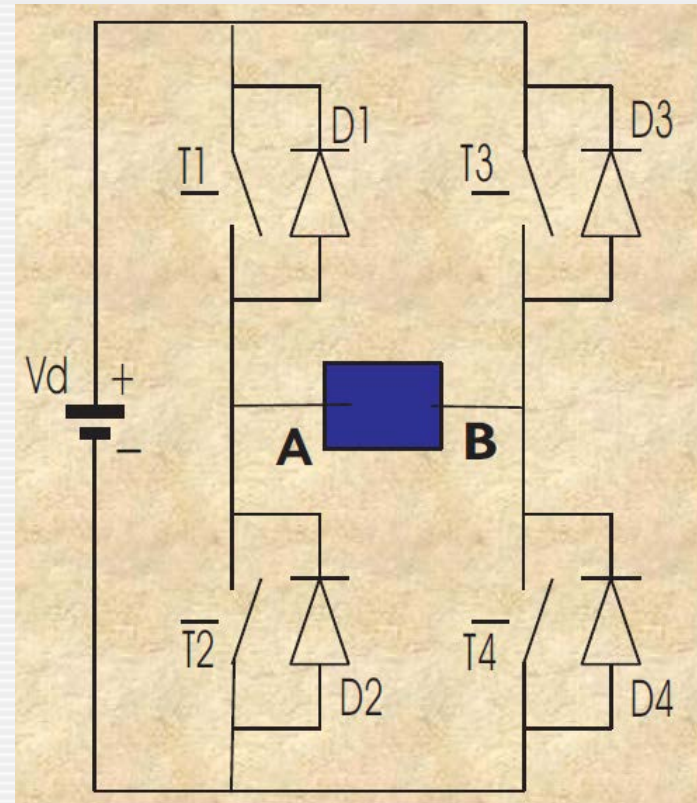
Αντιστροφείς



Μονοφασικός Αντιστροφέας Ημιγέφυρας

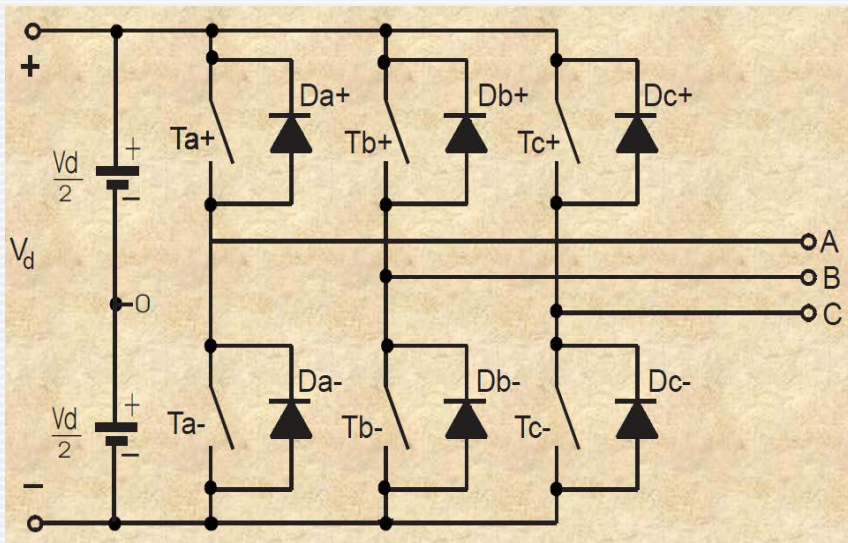


Μονοφασικός Αντιστροφέας Πλήρους Γέφυρας



Αντιστροφείς

Τριφασικός Αντιστροφέας



Νησιδοποίηση

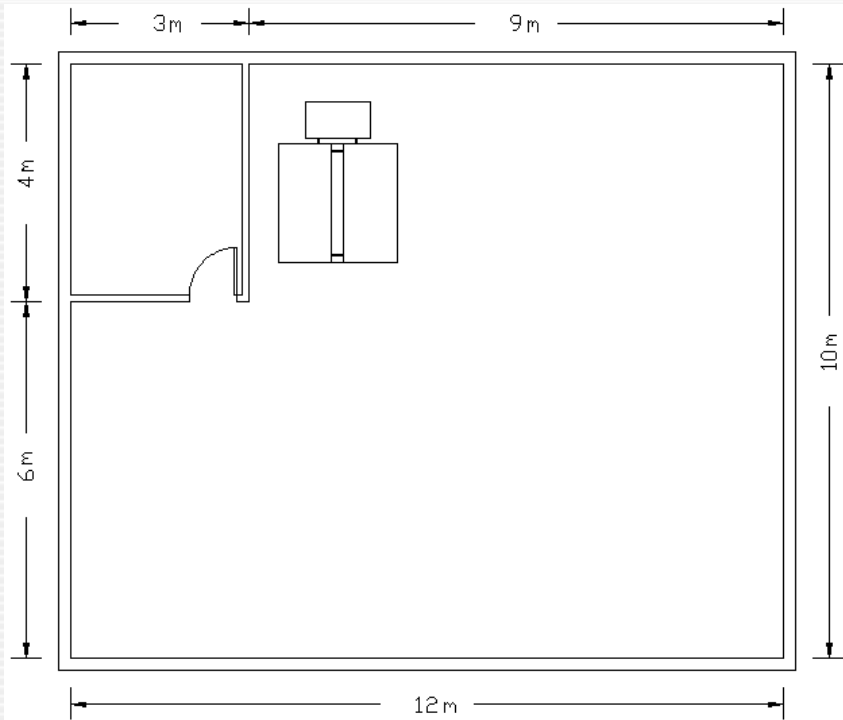
- Ασφάλεια εγκαταστάσεων και προσώπων
- Διασφάλιση υψηλής ποιότητας παρεχόμενης ενέργειας



Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος



Χαρακτηριστικά Οικίας



Στοιχεία οικίας

- Νομός: Αττικής
- Δήμος: Βούλας
- 120 m²
- Οικόπεδο με περιμετρικό ελεύθερο χώρο

Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

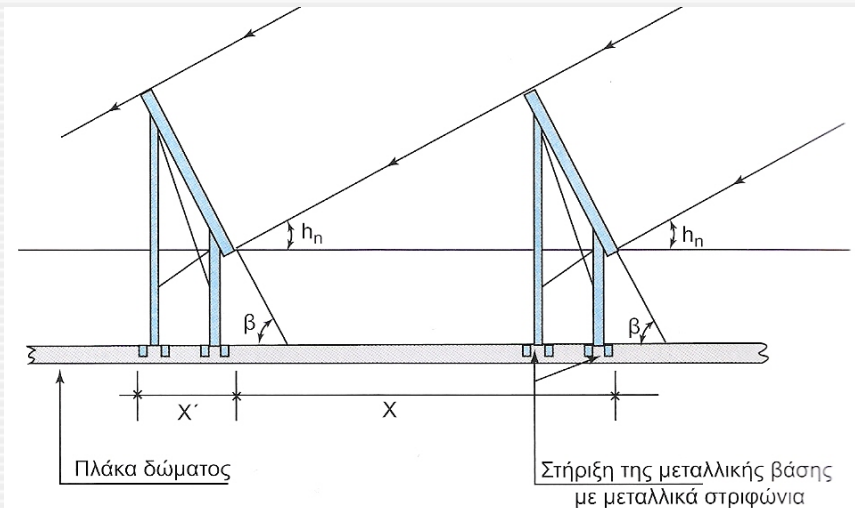
Φωτοβολταϊκός Συλλέκτης

- Sopray SR 230 P
- 230 W, 24 V



Βέλτιστη Κλίση

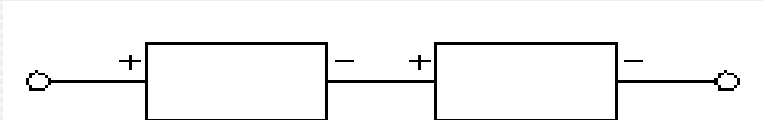
- $\beta = 28^\circ$
- $h_1 = 1,743$
- $h_2 = 0,883$



Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

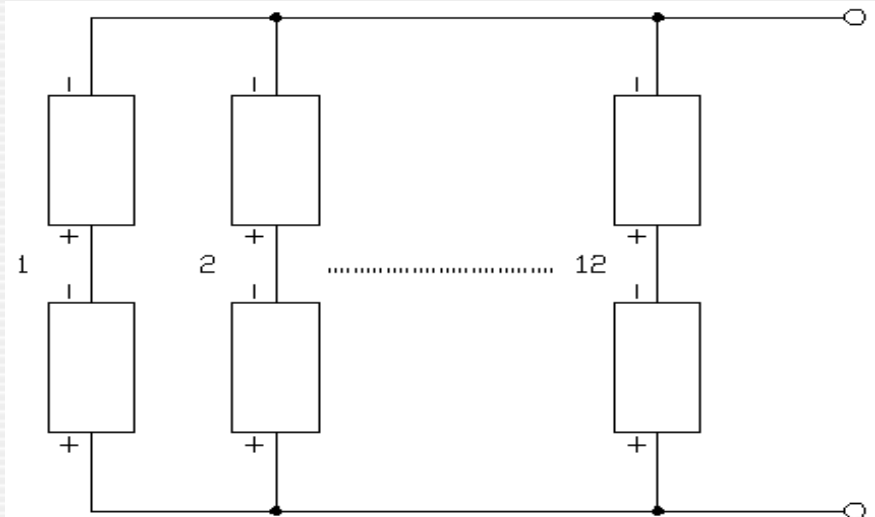
Αρχική Ομαδοποίηση Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

- $U_{\alpha\rho\chi} = 2 * U_{m\rho\rho} = 2 * 30 = 60 \text{ V}$
- $I_{\alpha\rho\chi} = I_{m\rho\rho} = 7,66 \text{ A}$
- $P_{\alpha\rho\chi} = 2 * P_{m\rho\rho} = 2 * 230 = 460 \text{ W}$



Τελική Ομαδοποίηση Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

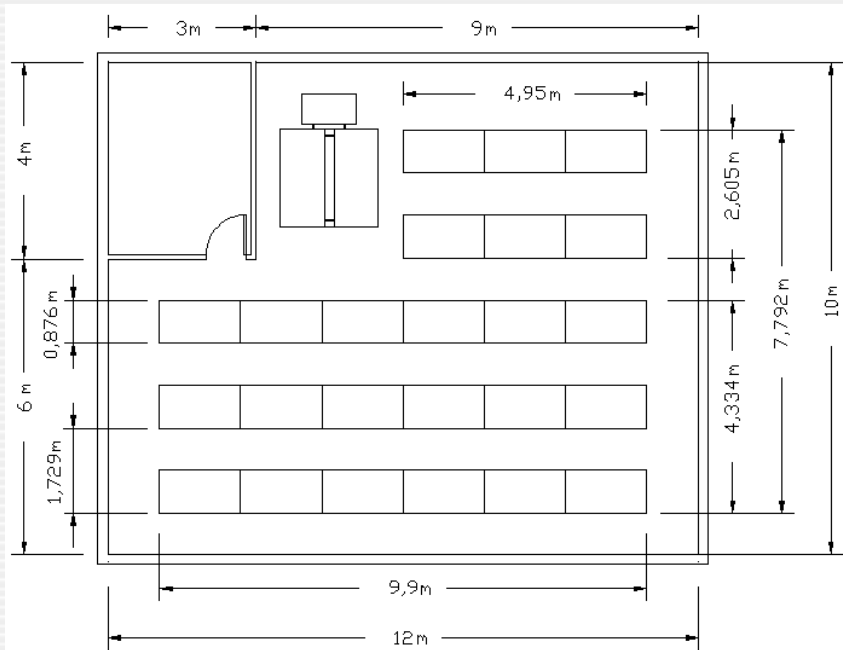
- $U_{\tau\epsilon\lambda} = U_{\alpha\rho\chi} = 60 \text{ V}$
- $I_{\tau\epsilon\lambda} = 12 * I_{\alpha\rho\chi} = 12 * 7,66 = 91,92 \text{ A}$
- $P_{\tau\epsilon\lambda} = 12 * P_{\alpha\rho\chi} = 12 * 460 = 5.520 \text{ W}$



Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συλλεκτών

Ετήσια Παραγόμενη Ενέργεια Φωτοβολταϊκών

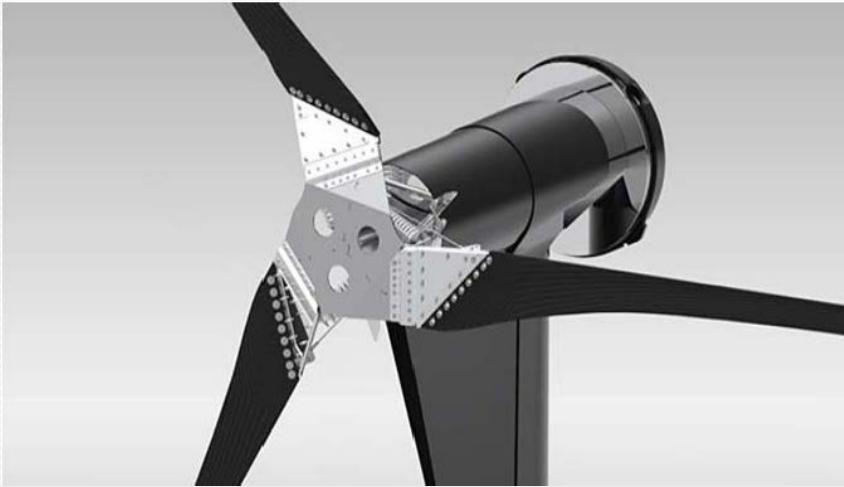


ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ	
Ιανουάριος	418,42 kWh
Φεβρουάριος	421,73 kWh
Μάρτιος	607,20 kWh
Απρίλιος	701,40 kWh
Μάιος	772,80 kWh
Ιούνιος	789,36 kWh
Ιούλιος	811,44 kWh
Αύγουστος	789,36 kWh
Σεπτέμβριος	723,12 kWh
Οκτώβριος	574,08 kWh
Νοέμβριος	395,78 kWh
Δεκέμβριος	360,46 kWh
Σύνολο:	7.364,78 kWh

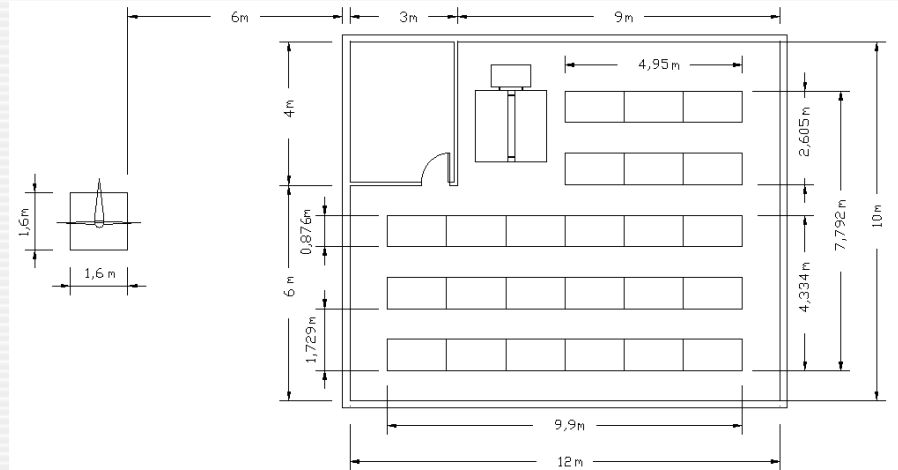
Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

Ανεμογεννήτρια

- Proven 2.5
- 2.500 W, 48 V

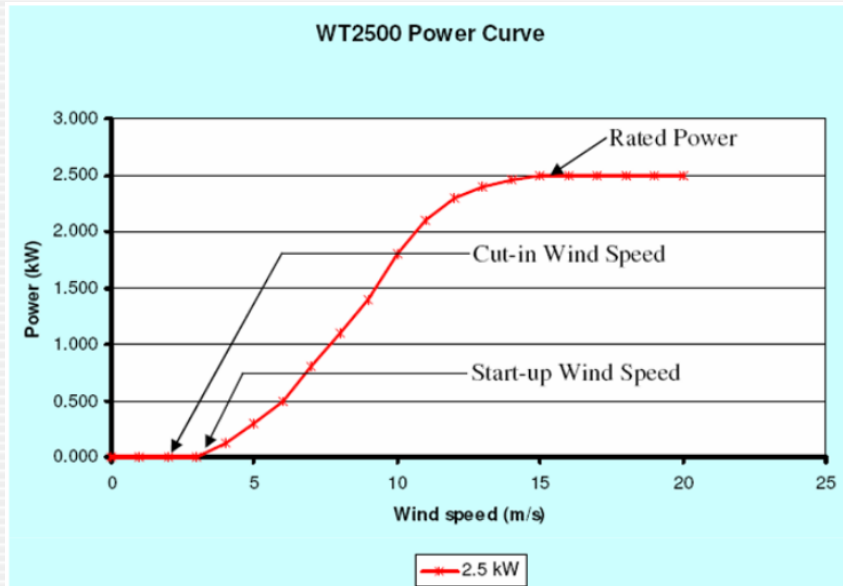


Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συλλεκτών & Ανεμογεννήτριας



Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

Χαρακτηριστική Καμπύλη Ανεμογεννήτριας



Ετήσια Παραγόμενη Ενέργεια Ανεμογεννήτριας

α/α	Διάστημα ταχύτητας ανέμου (m/s)	Αριθμός ωρών εμφάνισης του ανέμου (h)	Ισχύς (kW)	Ετήσια παραγόμενη ενέργεια (kWh)
1	0 – 1	290	0,00	0
2	1 – 2	780	0,00	0
3	2 – 3	700	0,00	0
4	3 – 4	680	0,10	68
5	4 – 5	650	0,30	195
6	5 – 6	770	0,50	385
7	6 – 7	820	0,85	697
8	7 – 8	740	1,10	814
9	8 – 9	750	1,40	1050
10	9 – 10	620	1,80	1116
11	10 – 11	530	2,13	1128,9
12	11 – 12	380	2,23	847,4
13	12 – 13	240	2,38	571,2
14	13 – 14	180	2,45	441
15	14 – 15	190	2,50	475
16	15 – 16	160	2,50	400
17	16 – 17	90	2,50	225
18	17 – 18	60	2,50	150
19	18 – 19	40	2,50	100
20	19 – 20	20	2,50	50
21	20 – 21	20	2,50	50
22	21 – 22	0	2,50	0
23	22 – 23	0	2,50	0
24	23 – 24	0	2,50	0
25	24 – 25	0	2,50	0
26	25 – 26	0	2,50	0
Σύνολο:				8.763,5

Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος



Υπολογισμοί Επιλεγμένων Καταναλώσεων της Οικίας

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΥΠΟ ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ				
α/α	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	ΙΣΧΥΣ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΟ 24-ΩΡΟ
1	Ψυγείο	1	100 W	8
2	Εσωτερικός Φωτισμός	20	100 W	7
3	Εξωτερικός Φωτισμός	6	60 W	1

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ					
α/α	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΙΣΜΟΥ	ΤΕΛΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
1	Ψυγείο	2	200 (Wh)	1	200 (Wh)
2	Εσωτερικός Φωτισμός	6	12000 (Wh)	0,75	9000 (Wh)
3	Εξωτερικός Φωτισμός	1	360 (Wh)	0,75	270 (Wh)
ΣΥΝΟΛΟ:					9.470 (Wh)

Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

Συσσωρευτές

- Concorde PVX – 2580 L
- 12 V, 236 Ah



Σύνδεση Συσσωρευτών

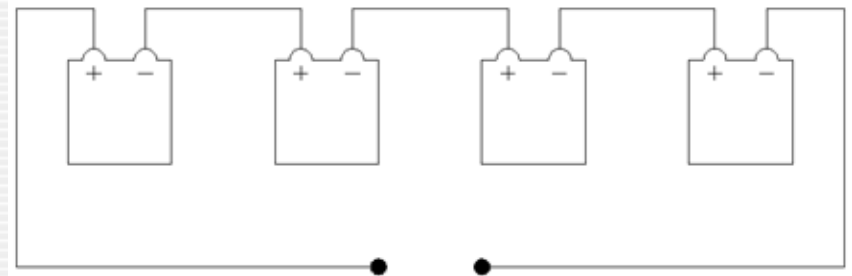
- Ονομαστική χωρητικότητα

$$C_N = \frac{n * E_K}{\alpha * \beta_{εΚ} * V_B} = \frac{0,4 * 9470}{0,9 * 0,4 * 48} = 219,2 \text{ Ah}$$

- Αριθμός κλάδων

$$N_K = \frac{C_N}{C_{\text{συσσωρ.}}} = \frac{219,2}{236} = 0,929$$

- Συνδεσμολογία



Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος



Αντιστροφέας Φωτοβολταϊκής Συστοιχίας



Schneider Xantrex Combi XW6048	
Όνομαστική ισχύς	6.000 W
Τάση εισόδου	48 V
Ρεύμα εισόδου	131 A
Τάση εξόδου	230 V
Ρεύμα εξόδου	26,1 A
Συχνότητα εξόδου	50 Hz
Τύπος σήματος	Καθαρού ημιτονίου
Βαθμός απόδοσης	95,4 %

Αντιστροφέας Ανεμογεννήτριας



Outback VFX 3048e	
Όνομαστική ισχύς	3.000 W
Τάση εισόδου	48 V
Τάση εξόδου	230 V
Ρεύμα εξόδου	13 A
Συχνότητα εξόδου	50 Hz
Τύπος σήματος	Καθαρού ημιτονίου
Βαθμός απόδοσης	90%

Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

Inverter/Charger Συσσωρευτών

Στοιχεία Εγκατάστασης

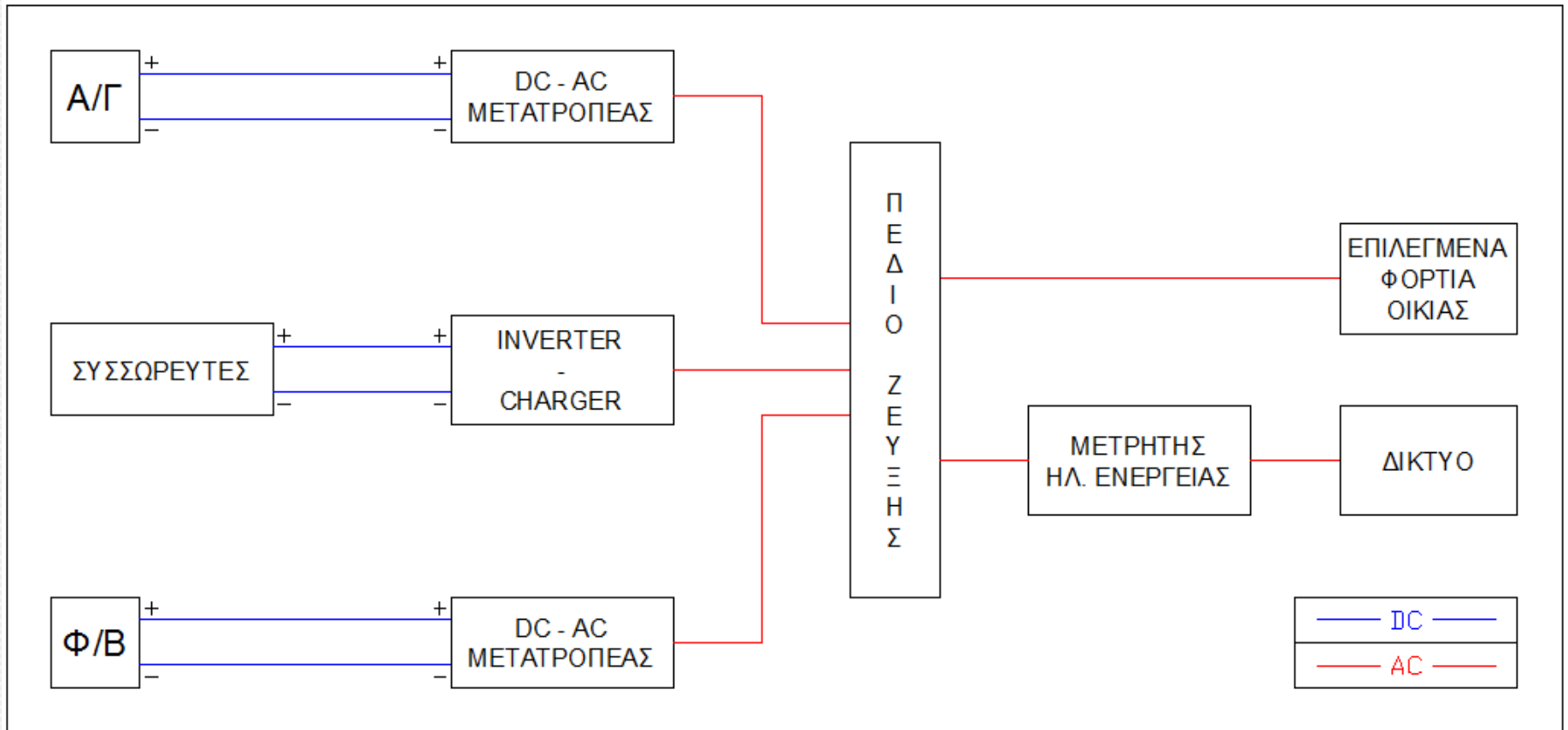


Outback Radian GS 3548E	
Όνομαστική ισχύς	3.500 W
Τάση συσσωρευτών	48 V
Τάση παροχής	230 V
Ρεύμα παροχής	30 A
Συχνότητα παροχής	50 Hz
Εύρος AC τάσης εισόδου	170 - 290 V
Εύρος AC συχνότητας εισόδου	45 - 55 Hz
Τύπος σήματος	Καθαρού ημιτονίου
Βαθμός απόδοσης	92%

- 24 φωτοβολταϊκά πλαίσια
- 1 ανεμογεννήτρια
- 4 συσσωρευτές
- 2 μετατροπείς DC-AC
- 1 inverter/charger
- 1 πεδίο ζεύξης, λειτουργίας και ελέγχου της εγκατάστασης
- 1 μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας

Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

Συνδεσμολογία Υβριδικής Εγκατάστασης



Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος



Συνολικό Κόστος Εγκατάστασης

Είδος	Ποσότητα	Εταιρία - Μοντέλο	Τιμή μονάδος (€)	Τελική τιμή (€)
Φωτοβολταϊκοί συλλέκτες	24	Sopray SR - 230 P	305,53	7.332,72
Ανεμογεννήτρια	1	Proven 2.5 48 Volt 2500 Watt	5.372,85	5.372,85
Πύργος ανεμογεννήτριας	1	Proven TM650 / 2500	2.388,75	2.388,75
Θεμελίωση και ανέγερση Α/Γ	—	—	—	1.500,00
Αντιστροφέας Φ/Β	1	Schneider Xantrex Combi XW6048	3.699,00	3.699,00
Αντιστροφέας Α/Γ	1	Outback VFX 3048e	1.842,34	1.842,34
Inverter/Charger	1	Outback Radian GS 3548E	3.104,31	3.104,31
Συσσωρευτές	4	Concorde PVX - 2580 L	593,00	2.372,00
Λοιπός ηλ. εξοπλισμός	—	—	—	2.800,00
Αδειοδότηση	—	—	—	5.000,00
Κόστος εργασίας	—	—	—	2.240,00
			Σύνολο:	37.651,97 €

Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος

Οικονομική Αξιολόγηση Συστήματος

- Τιμή πώλησης kWh:

$$1 \text{ kWh} = 0,4963 \text{ €}$$

- Ετήσια παραγωγή του συστήματος:

$$E_{ολ} = E_{\Phi/B} + E_{A/\Gamma} = 7.364,78 + 8.763,5 = 16.128,28 \text{ kWh/έτος}$$

- Έσοδα έτους:

$$\text{Ετήσια έσοδα} = E_{ολ} * 0,4963 = 8.004,465 \text{ €/έτος}$$

- Ετήσια έξοδα συντήρησης:

$$\begin{aligned} \text{Έξοδα}_{\text{συντ.}} &= \text{Συντ.}_{\Phi/B} + \text{Συντ.}_{A/\Gamma} + \text{Συντ.}_{\Delta.Ε.} \\ &= 150 + 700 + 150 = 1.000 \text{ €} \end{aligned}$$

- Καθαρά ετήσια έσοδα:

$$\text{Ετήσια έσοδα}_{\text{καθ.}} = \text{Ετήσια έσοδα} - \text{Έξοδα}_{\text{συντ.}} = 7.004,465 \text{ €}$$

- Έσοδα διάρκειας 25 ετών:

$$\text{Έσοδα}_{25} = 25 * \text{Έσοδα}_{\text{έτους}} = 25 * 8.004,465 = 200.111,625 \text{ €}$$

- Καθαρά έσοδα διάρκειας 25 ετών:

$$\begin{aligned} \text{Έσοδα}_{\text{καθ.25}} &= \text{Έσοδα}_{25} - \text{Έξοδα}_{\text{εγκ.}} - (25 * \text{Έξοδα}_{\text{συντ.}}) \\ &= 200.111,625 - 37.651,97 - (25 * 1.000) = 137.459,655 \text{ €} \end{aligned}$$

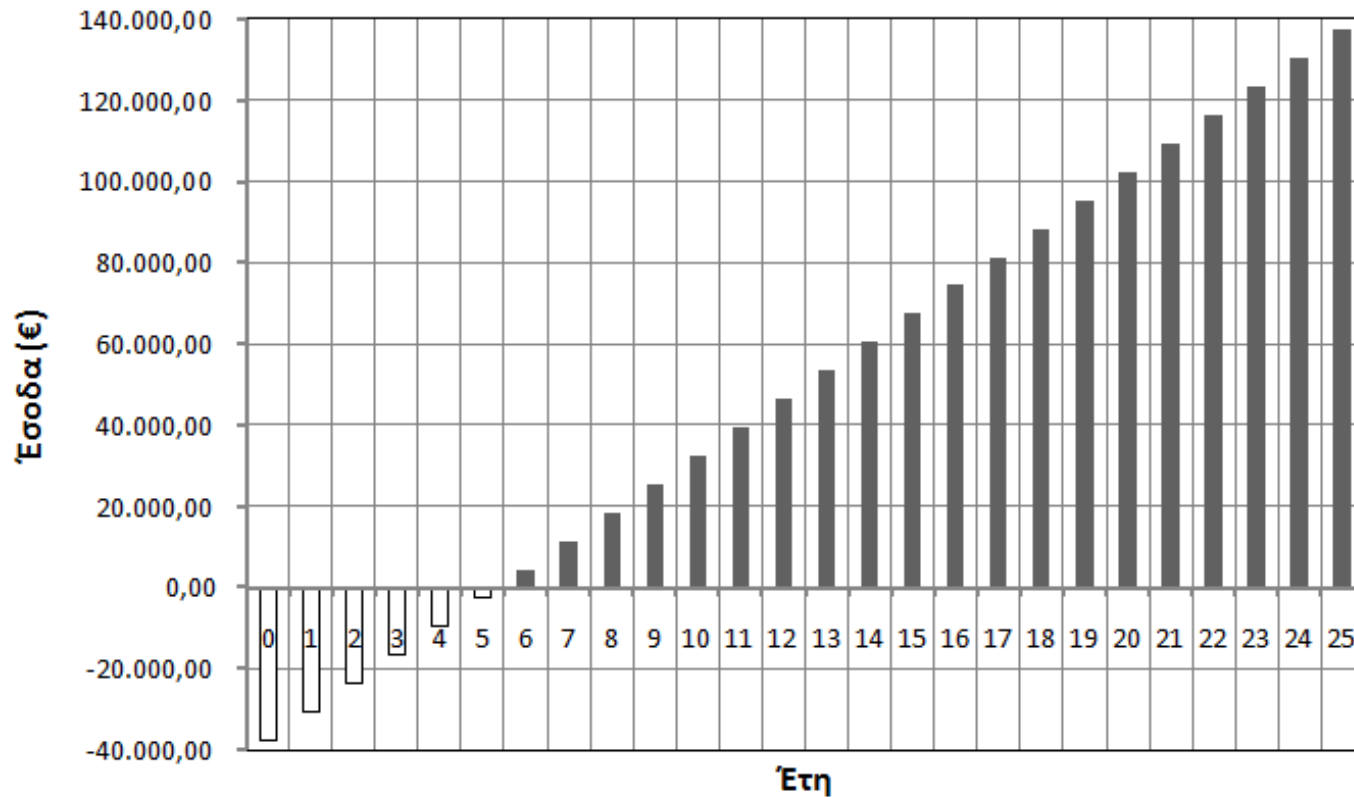
- Χρονική διάρκεια απόσβεσης:

$$\begin{aligned} \text{Χρόνος Απόσβεσης} &= \frac{\text{Έξοδα}_{\text{εγκ.}}}{\text{Ετήσια έσοδα}_{\text{καθ.}}} = \frac{37.651,97}{7.004,465} \\ &= 5,375 \simeq 5 \text{ χρόνια και } 4,5 \text{ μήνες} \end{aligned}$$

Μελέτη Εγκατάστασης Υβριδικού Συστήματος



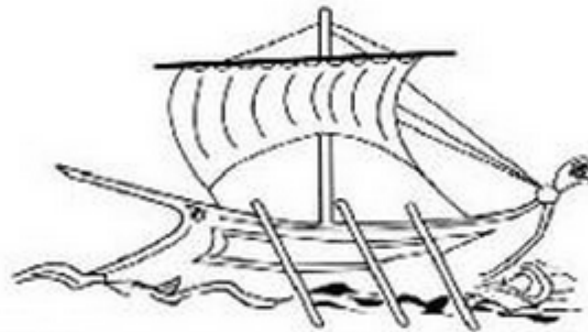
Διάγραμμα Οικονομικής Αξιολόγησης



Τέλος Παρουσίασης



Ευχαριστούμε Για Την Προσοχή Σας !



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ