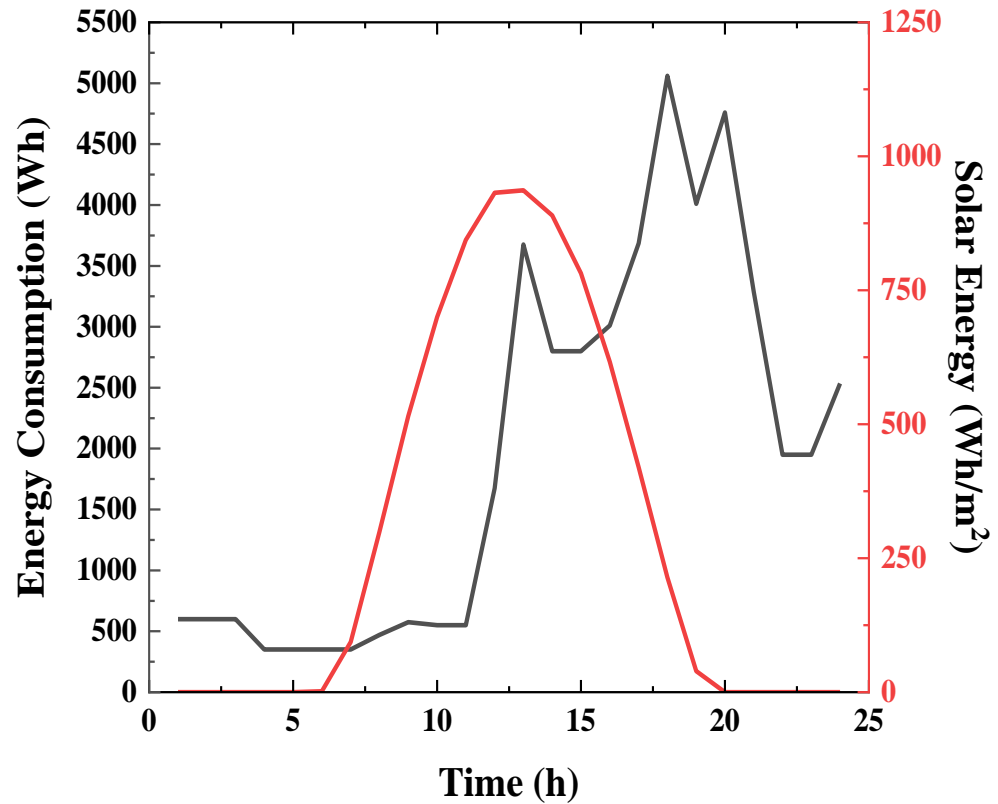


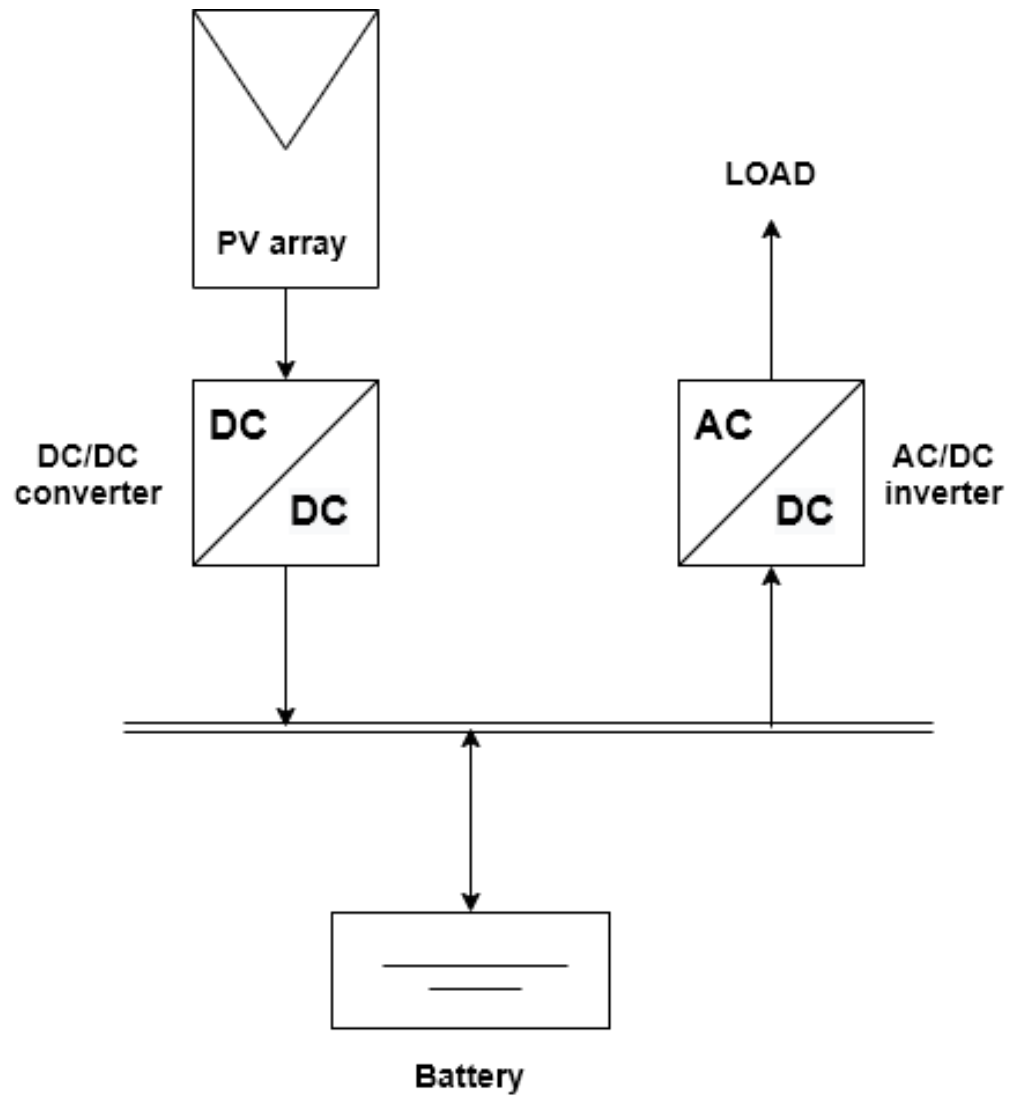
Σχεδιασμός Συστήματος Αυτόνομης Οικίας

Ωρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²
0-1	600	500	0	0
1-2	600	500	0	0
2-3	600	250	0	0
3-4	350	250	0	0
4-5	350	250	0	0
5-6	350	250	1.5	0
6-7	350	370	93.5	0
7-8	470	370	299	17.9
8-9	575	725	515.1	155.9
9-10	550	450	700.1	319.6
10-11	550	450	843.8	453
11-12	1675	450	932	536.1
12-13	3675	2450	936.4	566.7
13-14	2800	450	889.4	523.7
14-15	2800	450	781.6	462.9
15-16	3010	910	616.3	306.8
16-17	3685	1335	419.6	129.9
17-18	5060	2710	214.4	13.5
18-19	4010	2600	39.5	0
19-20	4760	3350	0	0
20-21	3285	2600	0	0
21-22	1950	1850	0	0
22-23	1950	1850	0	0
23-24	2535	1310	0	0
	46540	26680	7282.2	3486

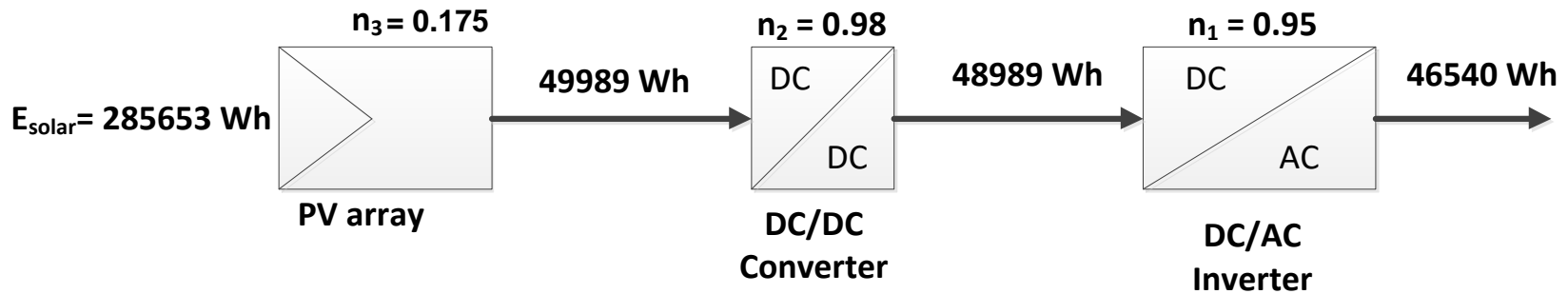
Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²
0-1	600	0
1-2	600	0
2-3	600	0
3-4	350	0
4-5	350	0
5-6	350	1.5
6-7	350	93.5
7-8	470	299
8-9	575	515.1
9-10	550	700.1
10-11	550	843.8
11-12	1675	932
12-13	3675	936.4
13-14	2800	889.4
14-15	2800	781.6
15-16	3010	616.3
16-17	3685	419.6
17-18	5060	214.4
18-19	4010	39.5
19-20	4760	0
20-21	3285	0
21-22	1950	0
22-23	1950	0
23-24	2535	0
	46540	7282





Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας



$$n_1 = \frac{E_{load}}{E_{inv}} \Rightarrow E_{inv} = \frac{E_{load}}{n_1}$$

$$E_{load} = 46540 \text{ Wh}$$

$$n_1 = 0.95$$

$$E_{inv} = 48989 \text{ Wh}$$

$$n_2 = \frac{E_{inv}}{E_{PV}} \Rightarrow E_{PV} = \frac{E_{inv}}{n_2}$$

$$E_{inv} = 48989 \text{ Wh}$$

$$n_2 = 0.98$$

$$E_{PV} = 49989 \text{ Wh}$$

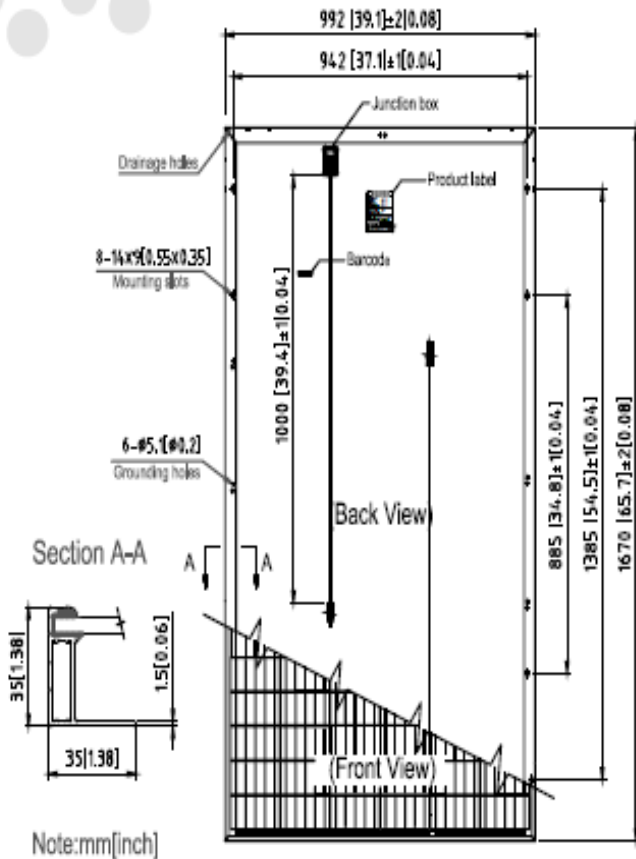
$$n_3 = \frac{E_{PV}}{E_{solar}} \Rightarrow E_{solar} = \frac{E_{PV}}{n_3}$$

$$E_{PV} = 49989 \text{ Wh}$$

$$n_3 = 0.175$$

$$E_{solar} = 285653 \text{ Wh}$$

Επιλογή Προδιαγραφών Φωτοβολταϊκών



Electrical Characteristics

STC	STP290-20/ Wfh	STP285-20/ Wfh	STP280-20/ Wfh
Maximum Power at STC (Pmax)	290 W	285 W	280 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	31.4 V	31.3 V	31.2 V
Optimum Operating Current (Imp)	9.24 A	9.11 A	8.98 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.5 V	38.3 V	38.1 V
Short Circuit Current (Isc)	9.58 A	9.48 A	9.37 A
Module Efficiency	17.5%	17.2%	16.9%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 W		

STC: Irradiance 1000 W/m², module temperature 25 °C, AM=1.5;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

NOCT	STP290-20/ Wfh	STP285-20/ Wfh	STP280-20/ Wfh
Maximum Power at NOCT (Pmax)	214.3 W	210.3 W	206.4 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	29.2 V	29.0 V	28.8 V
Optimum Operating Current (Imp)	7.33 A	7.25 A	7.16 A
Open Circuit Voltage (Voc)	35.4 V	35.2 V	35.0 V
Short Circuit Current (Isc)	7.77 A	7.69 A	7.60 A

NOCT: Irradiance 800 W/m², ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

$$\text{Συνολική Επιφάνεια PV array: } A_t = \frac{E_{solar}}{\frac{E_{solar}}{surf}} = \frac{285653Wh}{7282Wh/m^2} = 39.23m^2$$

$$\text{Η επιφάνεια ενός PV module είναι: } A_m = 1.67m \times 0.992m = 1.657m^2$$

$$\text{Number of Modules: } n = \frac{A_t}{A_m} = \frac{39.23m^2}{1.657 m^2/mod} \cong 24 \text{ modules}$$

Συνδεσμολογία PV modules

Προδιαγραφές PV module: $P_p = 290W$, $V_p = 31.4V$, $I_p = 9.24A$

$$\begin{aligned} 1^{\text{η}} \text{ Διαμόρφωση: } 24 \text{ modules σε σειρά} \rightarrow V_p &= 24 \times 31.4 = 753.6 \text{ V}, I_p = 1 \times 9.24 = 9.24A \\ P_p &= 9.24A \times 753.6V = 6960 \text{ W}_p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2^{\text{η}} \text{ Διαμόρφωση: } 12 \text{ modules σε σειρά} \rightarrow V_p &= 12 \times 31.4 = 376.8 \text{ V}, I_p = 2 \times 9.24 = 18.48A \\ P_p &= 18.48A \times 376.8V = 6960 \text{ W}_p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3^{\text{η}} \text{ Διαμόρφωση: } 8 \text{ modules σε σειρά} \rightarrow V_p &= 8 \times 31.4 = 251.2 \text{ V}, I_p = 3 \times 9.24 = 27.72A \\ P_p &= 27.72A \times 251.2V = 6960 \text{ W}_p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4^{\text{η}} \text{ Διαμόρφωση: } 6 \text{ modules σε σειρά} \rightarrow V_p &= 6 \times 31.4 = 188.4 \text{ V}, I_p = 4 \times 9.24 = 36.96A \\ P_p &= 36.96A \times 188.4V = 6960 \text{ W}_p \end{aligned}$$

Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

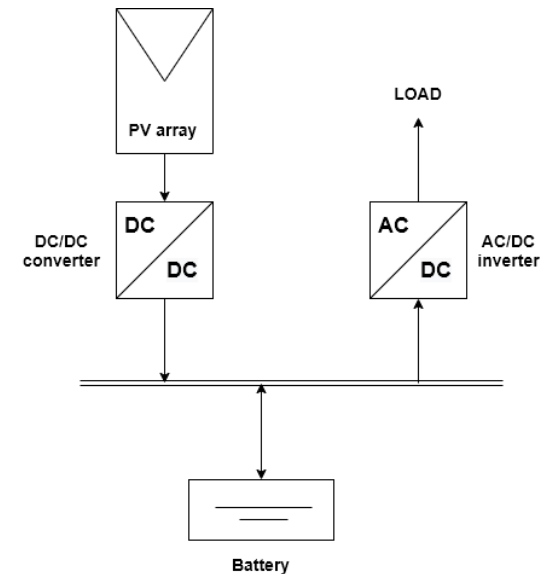
Ωρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	600	0	0.0	632	0
1-2	600	0	0.0	632	0
2-3	600	0	0.0	632	0
3-4	350	0	0.0	368	0
4-5	350	0	0.0	368	0
5-6	350	1.5	10.2	358	0
6-7	350	93.5	638.1	0	257
7-8	470	299	2040.7	0	1505
8-9	575	515.1	3515.6	0	2840
9-10	550	700.1	4778.2	0	4104
10-11	550	843.8	5758.9	0	5065
11-12	1675	932	6360.9	0	4471
12-13	3675	936.4	6390.9	0	2395
13-14	2800	889.4	6070.2	0	3001
14-15	2800	781.6	5334.4	0	2280
15-16	3010	616.3	4206.2	0	954
16-17	3685	419.6	2863.8	1072	0
17-18	5060	214.4	1463.3	3892	0
18-19	4010	39.5	269.6	3957	0
19-20	4760	0	0.0	5011	0
20-21	3285	0	0.0	3458	0
21-22	1950	0	0.0	2053	0
22-23	1950	0	0.0	2053	0
23-24	2535	0	0.0	2668	0
	46540	7282	49701	27154	26871

Ονομαστική Χωρητικότητα Μπαταρίας

Υποθέτοντας ότι DoD = 50% και

$$V_{nom} = 48V$$

$$C_{nom} = \frac{26871}{DoD \cdot V_{nom}} \cong 1120Ah$$



Διακρίνουμε τρεις περιοχές λειτουργίας:

1. Λειτουργία μόνο της μπαταρίας για την κάλυψη των αναγκών του φορτίου

Π.χ. Γραμμή 1. $E_{\text{load}} = 600\text{Wh}$, $E_{\text{pv}} = 0$, $E_{\text{batt}} = 600/0.95 = 632$

$$\text{ή } E_{\text{batt}} = E_{\text{load}} / n_1$$

2. Συνδυαστική λειτουργία των Φωτοβολταϊκών με την μπαταρία για την κάλυψη των αναγκών του φορτίου.

Π.χ. Γραμμή 6. $E_{\text{load}} = 350\text{Wh}$, $E_{\text{pv}} = 10,2\text{Wh}$. Η ενέργεια των PV που καταλήγει το φορτίο είναι: $E_{\text{pv}} * n_1 * n_2 = 10.2 * 0.95 * 0.98 = 9.5\text{Wh}$

Άρα από την μπαταρία χρειαζόμαστε: $E_{\text{batt}} = (350 - 9,5)/0,95 = 358$

$$\text{ή } E_{\text{batt}} = (E_{\text{load}} - E_{\text{pv}} * n_1 * n_2) / n_1$$

3. Φόρτιση της μπαταρίας και κάλυψη των αναγκών του φορτίου από τα Φωτοβολταϊκά

Π.χ. Γραμμή 11. $E_{\text{load}} = 550\text{Wh}$, $E_{\text{pv}} = 5758,9\text{Wh}$. Η ενέργεια που θα χρησιμοποιηθεί από τα PV για την κάλυψη των αναγκών του φορτίου είναι $550 / (0,95*0,98) = 591\text{Wh}$.

Άρα, η ενέργεια που περισσεύει και θα αποθηκευτεί στην μπαταρία είναι:

$(5758,9 - 591)*0,98 = 5065\text{Wh}$.

$$\text{ή } E_{\text{batt}} = (E_{\text{pv}} - E_{\text{load}} / (n_1 * n_2)) * n_2$$

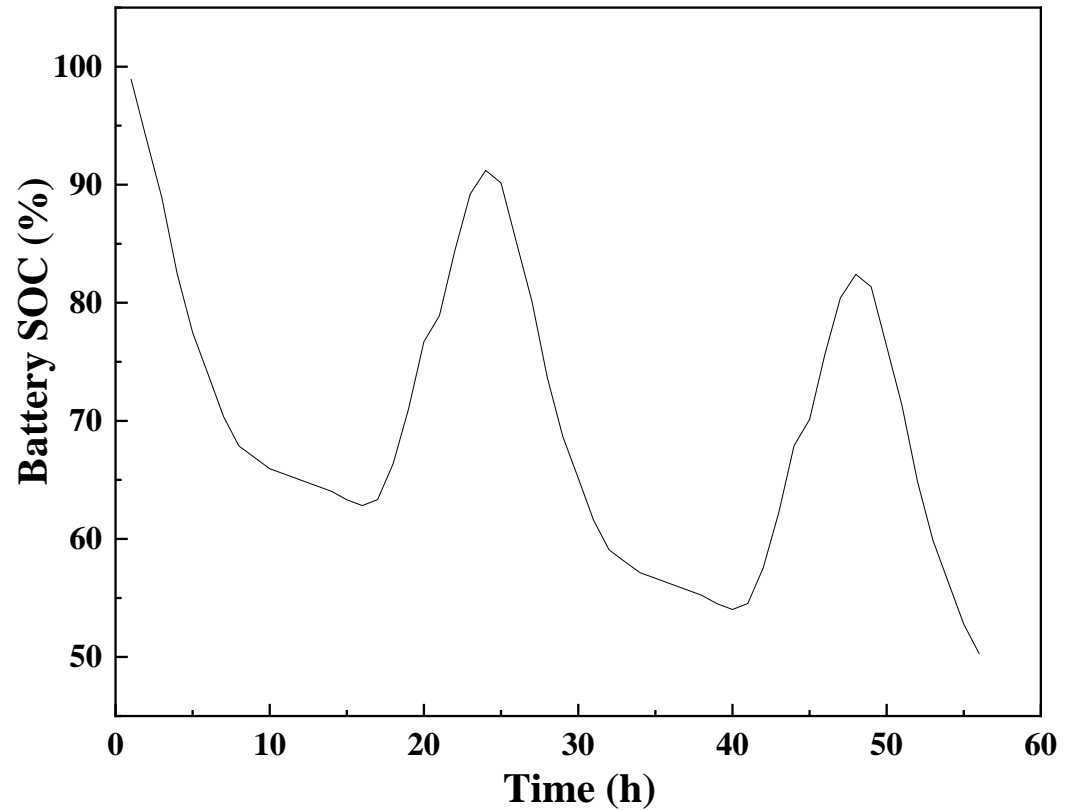
Σενάριο 1^ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	500	0	0	526	0
1-2	500	0	0	526	0
2-3	250	0	0	263	0
3-4	250	0	0	263	0
4-5	250	0	0	263	0
5-6	250	0	0	263	0
6-7	370	0	0	389	0
7-8	370	18	122	270	0
8-9	725	156	1064	0	280
9-10	450	320	2181	0	1664
10-11	450	453	3092	0	2556
11-12	450	536	3659	0	3112
12-13	2450	567	3868	0	1211
13-14	450	524	3574	0	3029
14-15	450	463	3159	0	2622
15-16	910	307	2094	0	1094
16-17	1335	130	887	536	0
17-18	2710	14	92	2762	0
18-19	2600	0	0	2737	0
19-20	3350	0	0	3526	0
20-21	2600	0	0	2737	0
21-22	1850	0	0	1947	0
22-23	1850	0	0	1947	0
23-24	1310	0	0	1379	0
	26680	3486	23792	20337	15569

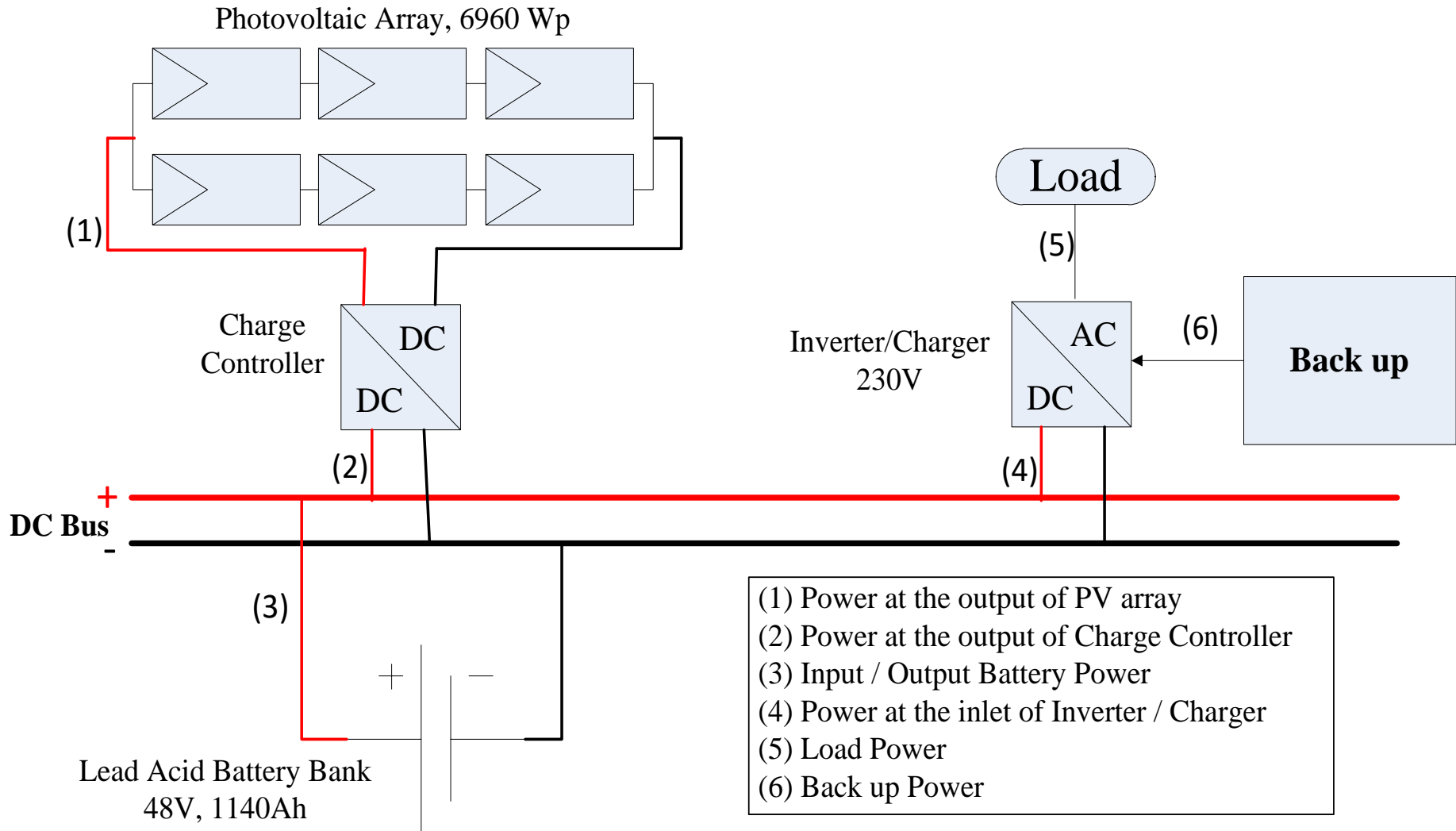
Απαραίτητη η χρήση εφεδρικού συστήματος παροχής ισχύος

Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	526	0
1-2	526	0
2-3	263	0
3-4	263	0
4-5	263	0
5-6	263	0
6-7	389	0
7-8	276	0
8-9	0	280
9-10	0	1664
10-11	0	2556
11-12	0	3112
12-13	0	1211
13-14	0	3029
14-15	0	2622
15-16	0	1094
16-17	580	0
17-18	2767	0
18-19	2737	0
19-20	3526	0
20-21	2737	0
21-22	1947	0
22-23	1947	0
23-24	1379	0
	20391	15569

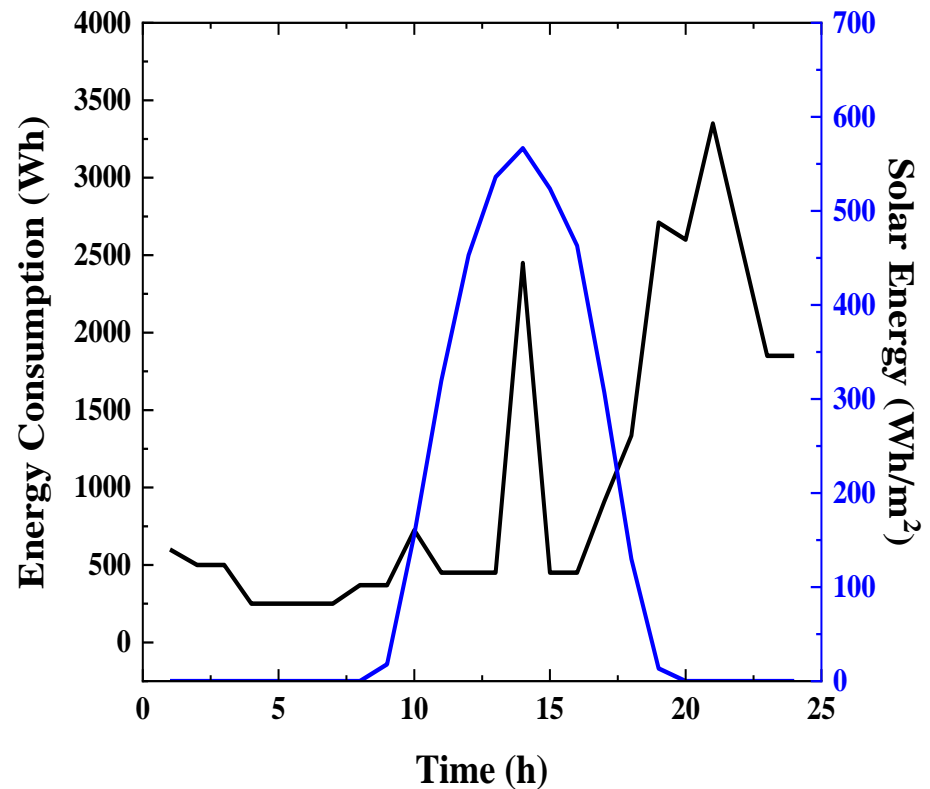


Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

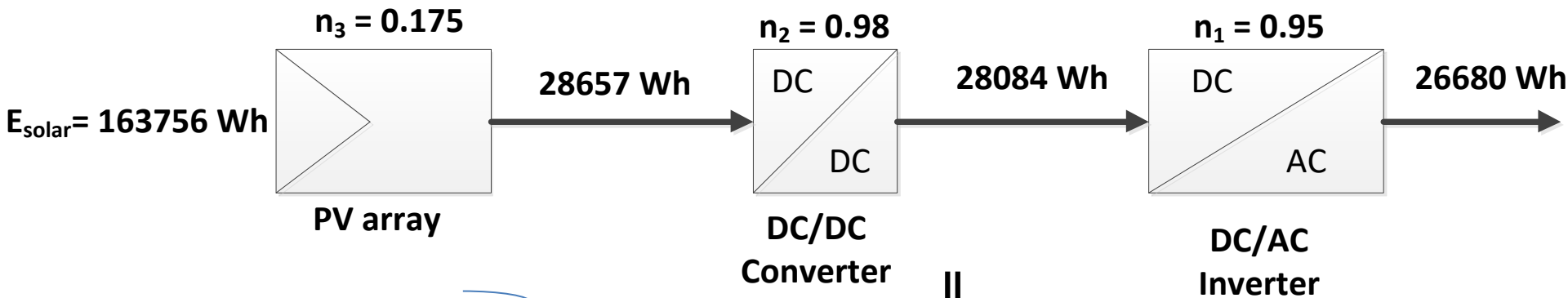


Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²
0-1	500	0
1-2	500	0
2-3	250	0
3-4	250	0
4-5	250	0
5-6	250	0
6-7	370	0
7-8	370	17.9
8-9	725	155.9
9-10	450	319.6
10-11	450	453
11-12	450	536.1
12-13	2450	566.7
13-14	450	523.7
14-15	450	462.9
15-16	910	306.8
16-17	1335	129.9
17-18	2710	13.5
18-19	2600	0
19-20	3350	0
20-21	2600	0
21-22	1850	0
22-23	1850	0
23-24	1310	0
	26680	3486



Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας



$$n_1 = \frac{E_{load}}{E_{inv}} \Rightarrow E_{inv} = \frac{E_{load}}{n_1}$$

$$E_{load} = 26680 \text{ Wh}$$

$$n_1 = 0.95$$

$$E_{inv} = 28084 \text{ Wh}$$

$$n_2 = \frac{E_{inv}}{E_{PV}} \Rightarrow E_{PV} = \frac{E_{inv}}{n_2}$$

$$E_{inv} = 28084 \text{ Wh}$$

$$n_2 = 0.98$$

$$E_{PV} = 28657 \text{ Wh}$$

$$n_3 = \frac{E_{PV}}{E_{solar}} \Rightarrow E_{solar} = \frac{E_{PV}}{n_3}$$

$$E_{PV} = 28657 \text{ Wh}$$

$$n_3 = 0.175$$

$$E_{solar} = 163756 \text{ Wh}$$

$$\text{Συνολική Επιφάνεια PV array: } A_t = \frac{E_{solar}}{\frac{E_{solar}}{surf}} = \frac{163756Wh}{3486Wh/m^2} = 46,98m^2$$

$$\text{Η επιφάνεια ενός PV module είναι: } A_m = 1.67m \times 0.992m = 1.657m^2$$

$$\text{Number of Modules: } n = \frac{A_t}{A_m} = \frac{46,98m^2}{1.657 m^2/mod} \cong 28 \text{ modules}$$

Συνδεσμολογία PV modules

Προδιαγραφές PV module: $P_p = 290W$, $V_p = 31.4V$, $I_p = 9.24A$

$$\begin{aligned} 1^{\text{η}} \text{ Διαμόρφωση: } 28 \text{ modules σε σειρά} \rightarrow V_p &= 28 \times 31.4 = 879,2 \text{ V}, I_p = 1 \times 9.24 = 9.24A \\ P_p &= 9.24A \times 879,2V = 8120 \text{ W}_p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2^{\text{η}} \text{ Διαμόρφωση: } 14 \text{ modules σε σειρά} \rightarrow V_p &= 14 \times 31.4 = 439,6 \text{ V}, I_p = 2 \times 9.24 = 18.48A \\ P_p &= 18.48A \times 439,6V = 8120 \text{ W}_p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3^{\text{η}} \text{ Διαμόρφωση: } 7 \text{ modules σε σειρά} \rightarrow V_p &= 7 \times 31.4 = 219,8 \text{ V}, I_p = 4 \times 9.24 = 36.96A \\ P_p &= 36.96A \times 219,8V = 8120 \text{ W}_p \end{aligned}$$

Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

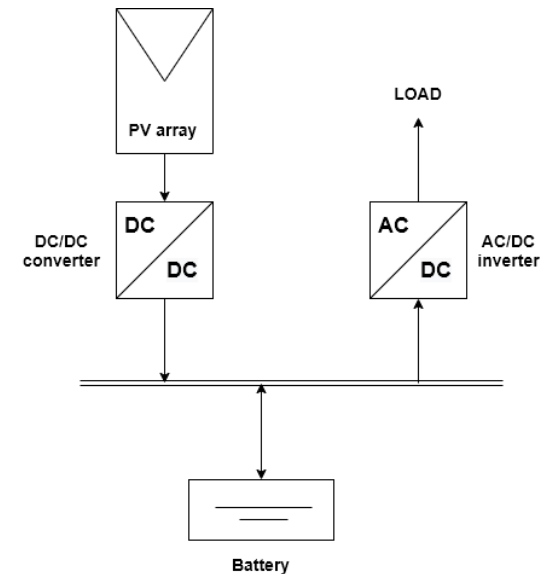
Ωρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	500	0	0.0	526	0
1-2	500	0	0.0	526	0
2-3	250	0	0.0	263	0
3-4	250	0	0.0	263	0
4-5	250	0	0.0	263	0
5-6	250	0	0.0	263	0
6-7	370	0	0.0	389	0
7-8	370	17.9	147.2	245	0
8-9	725	155.9	1282.3	0	493
9-10	450	319.6	2628.7	0	2102
10-11	450	453	3725.9	0	3178
11-12	450	536.1	4409.4	0	3848
12-13	2450	566.7	4661.1	0	1989
13-14	450	523.7	4307.4	0	3748
14-15	450	462.9	3807.4	0	3258
15-16	910	306.8	2523.4	0	1515
16-17	1335	129.9	1068.4	358	0
17-18	2710	13.5	111.0	2744	0
18-19	2600	0	0.0	2737	0
19-20	3350	0	0.0	3526	0
20-21	2600	0	0.0	2737	0
21-22	1850	0	0.0	1947	0
22-23	1850	0	0.0	1947	0
23-24	1310	0	0.0	1379	0
	26680	3486	28672	20116	20130

Ονομαστική Χωρητικότητα Μπαταρίας

Υποθέτοντας ότι DoD = 50% και

$$V_{nom} = 48V$$

$$C_{nom} = \frac{20130}{DoD \cdot V_{nom}} \cong 840Ah$$



Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	600	0	0	632	0
1-2	600	0	0	632	0
2-3	600	0	0	632	0
3-4	350	0	0	368	0
4-5	350	0	0	368	0
5-6	350	1.5	12	356	0
6-7	350	93.5	769	0	385
7-8	470	299	2459	0	1915
8-9	575	515.1	4237	0	3547
9-10	550	700.1	5758	0	5064
10-11	550	843.8	6940	0	6223
11-12	1675	932	7666	0	5749
12-13	3675	936.4	7702	0	3679
13-14	2800	889.4	7315	0	4222
14-15	2800	781.6	6429	0	3353
15-16	3010	616.3	5069	0	1799
16-17	3685	419.6	3451	497	0
17-18	5060	214.4	1763	3598	0
18-19	4010	39.5	325	3903	0
19-20	4760	0	0	5011	0
20-21	3285	0	0	3458	0
21-22	1950	0	0	2053	0
22-23	1950	0	0	2053	0
23-24	2535	0	0	2668	0
	46540	7282	59896	26228	35936

Περίσσεια Ενέργειας

Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

