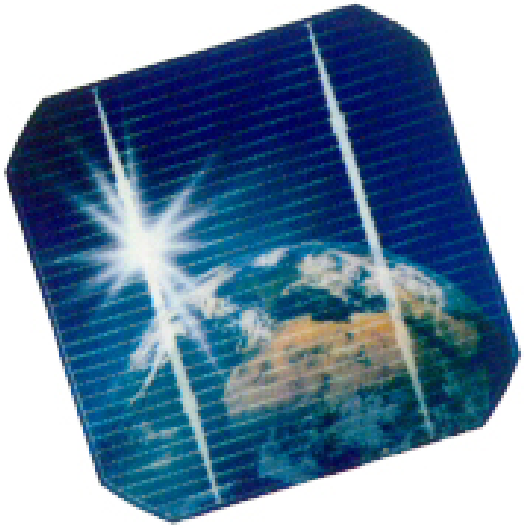
Kon Tiki Solar

NAČRTOVANJE SAMOSTOJNIH PV SISTEMOV

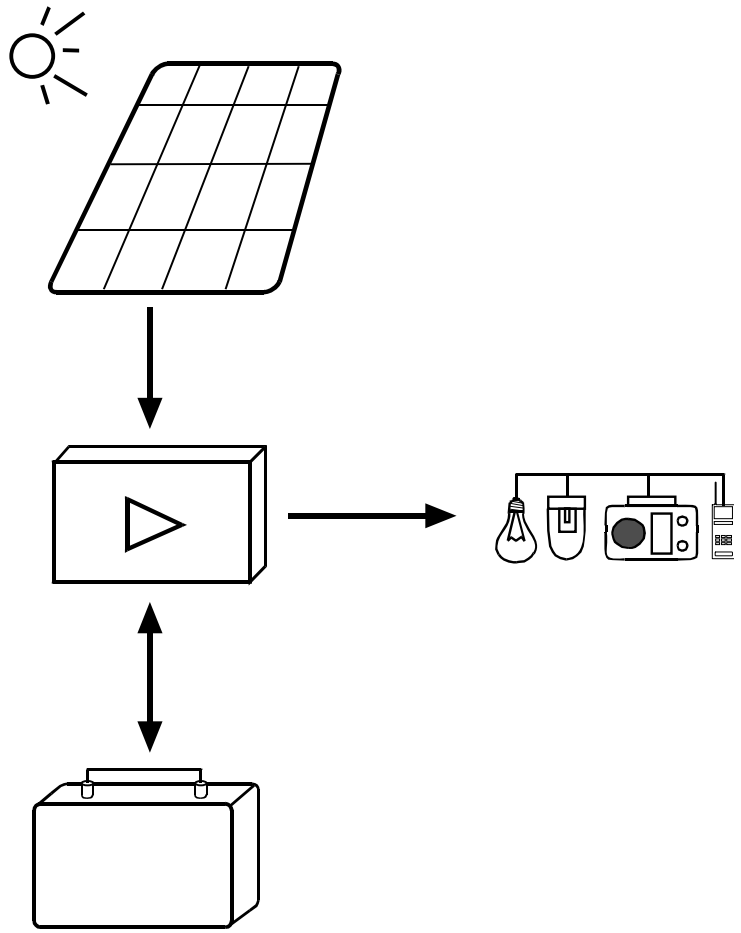


Gašper Škarja

Kon Tiki Solar d.o.o. Kamnik

Samostojni PV sistemi

Samostojni PV sistemi so rentabilni povsod tam, kjer potrebujemo relativno majhne moči, električno omežje pa je oddaljeno.

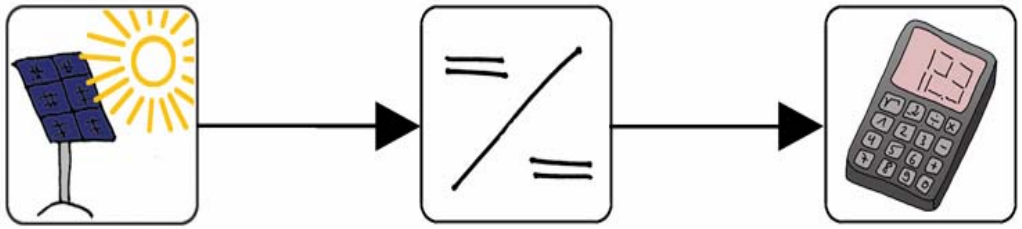


PV sistemi so relativno drag način pridobivanja električne energije, vendar ima v primerjavi s konvencionalnimi načini kar nekaj prednosti:

- **ni stroškov transporta energije**
- **ni emisije škodljivih snovi ali hrupa**
- **stroški vzdrževanja so skoraj nični**
- **enostavna razširljivost sistemov**

Vrste samostojnih PV sistemov

Direktni samostojni PV sistemi



PV generator

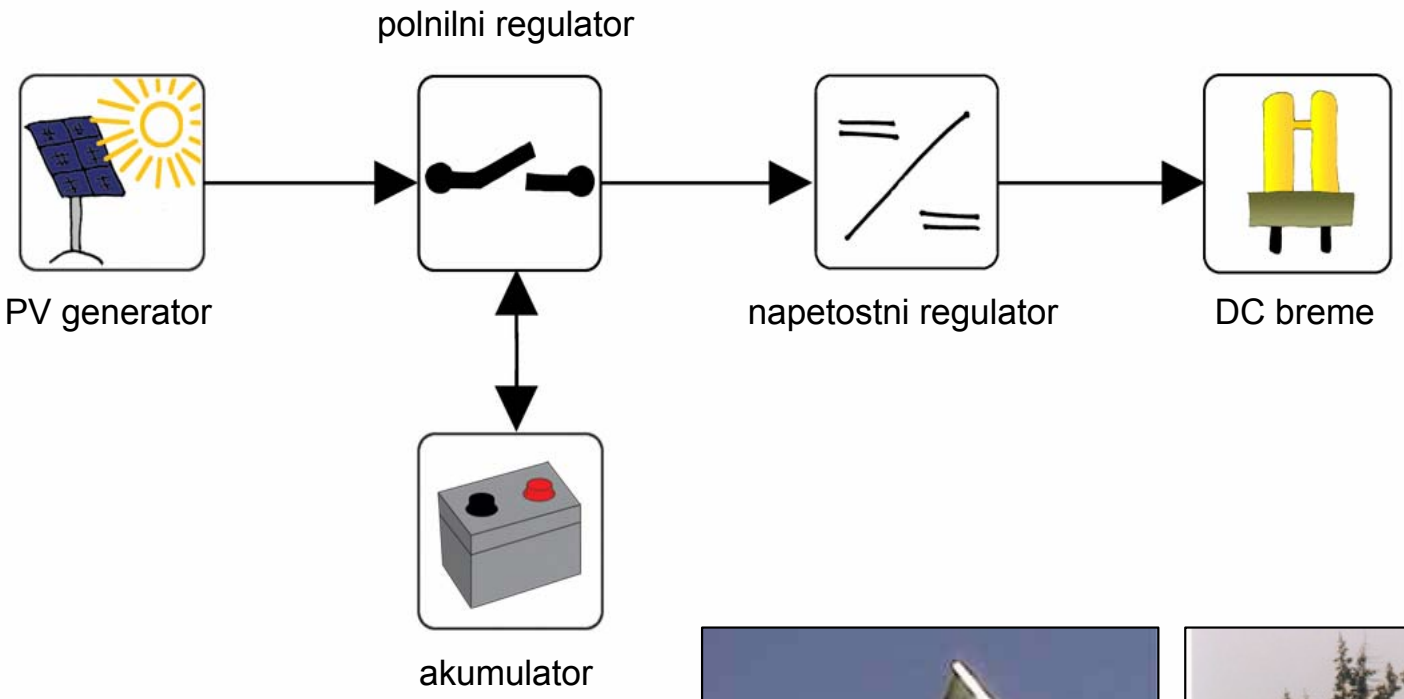
napetostni regulator

porabnik



Vrste samostojnih PV sistemov

Enosmerni samostojni PV sistem



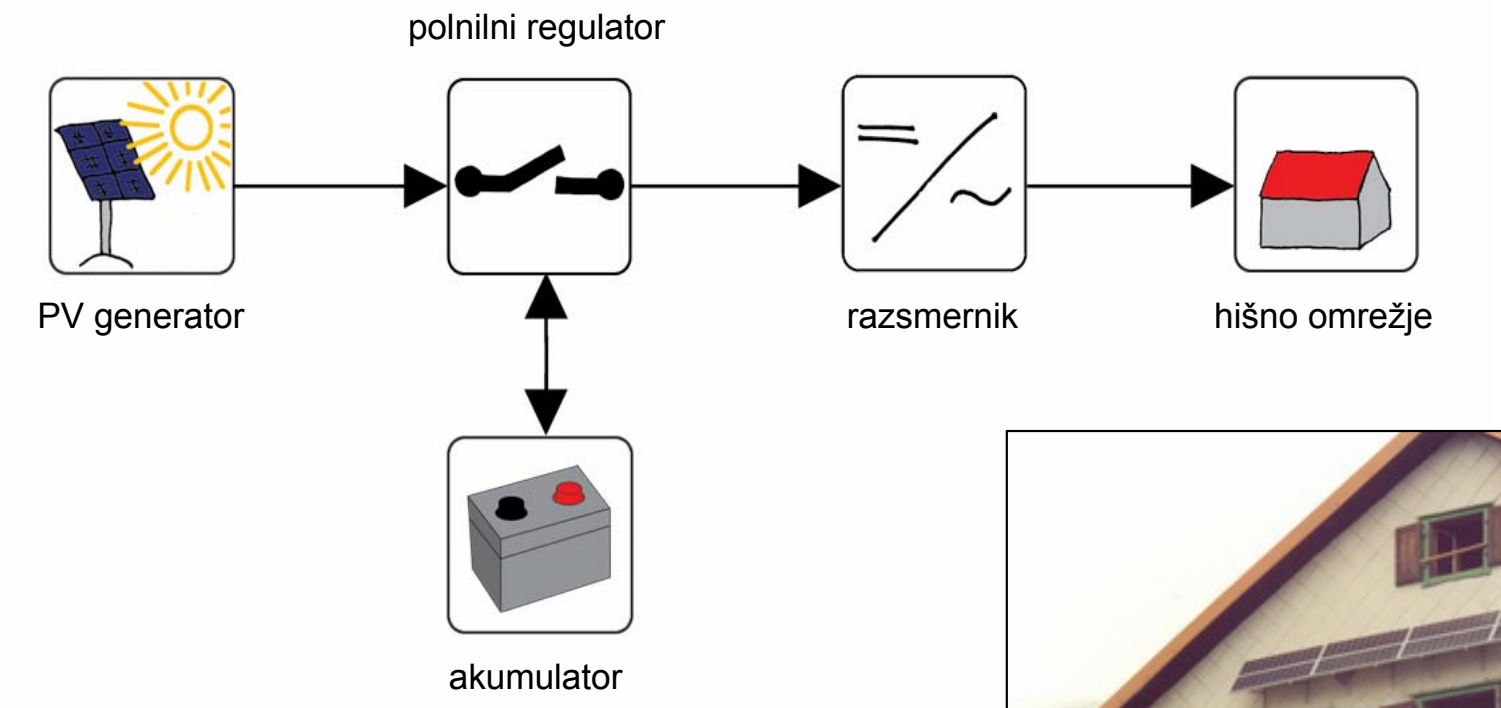






Vrste samostojnih PV sistemov

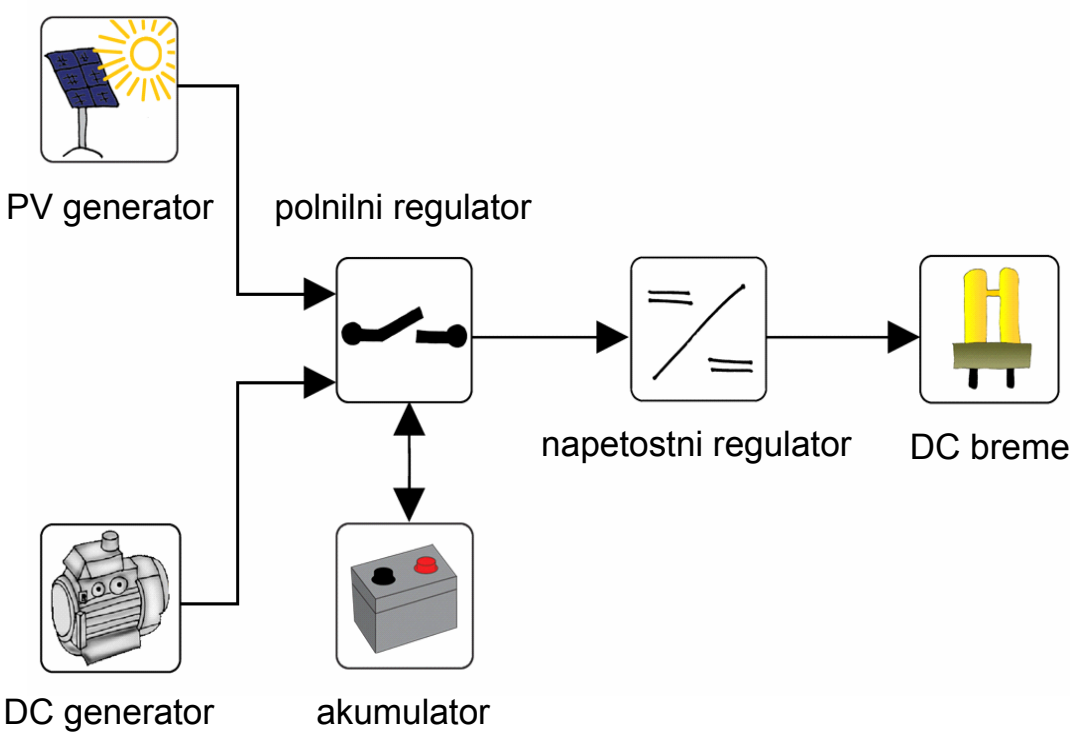
Izmenični samostojni PV sistemi





Vrste samostojnih PV sistemov

Hibridni PV sistemi - DC

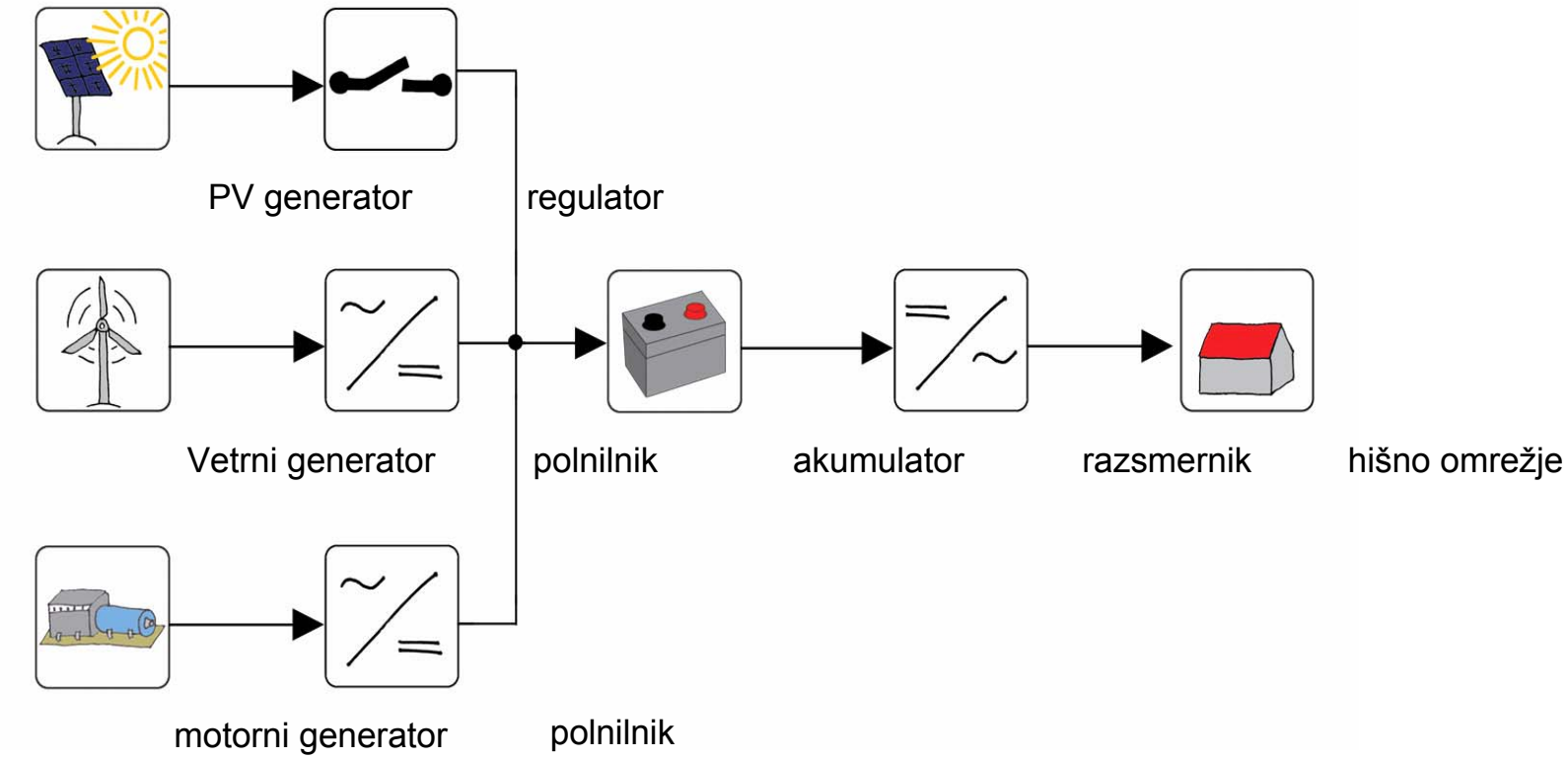






Vrste samostojnih PV sistemov

Hibridni PV sistemi - AC



Hibridni PV sistemi

Izmenični







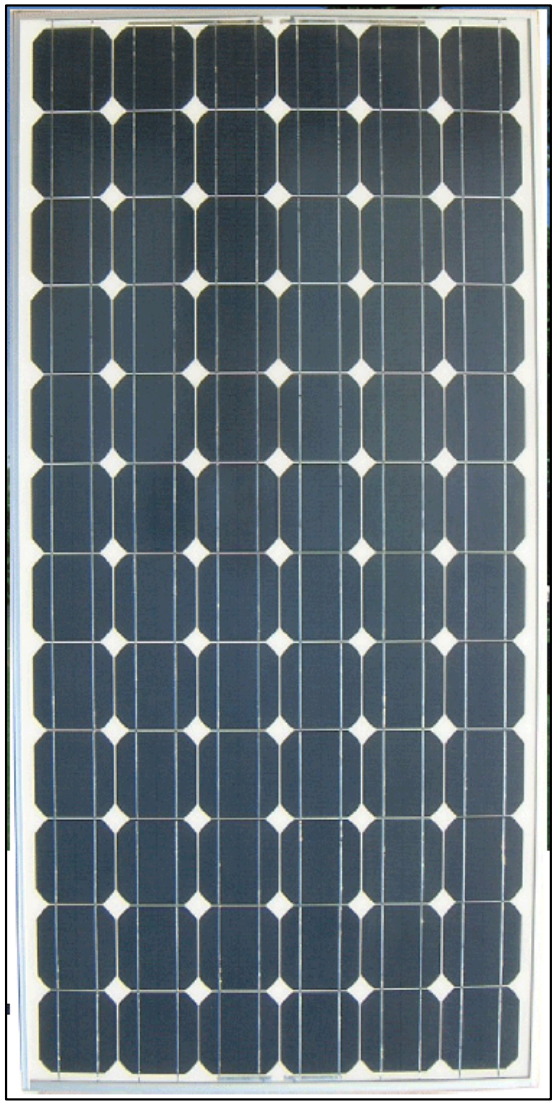




Glavne komponente samostojnih PVS

PV moduli

PV moduli pretvarjajo energijo sončnega sevanja neposredno v električno energijo.



Glavne komponente samostojnih PVS

Akumulatorske baterije



Električna energija iz PV modulov se shrani v akumulatorskih baterijah za čas, ko je sončno sevanje prešibko za delovanje sistema (ponoči, slabo vreme). S tem izravnavamo nihanja v proizvodnji in porabi energije.

Zahteve za PVS:

- veliko globokih praznjenj v življenjski dobi
- nizke zahteve po vzdrževanju
- nizko samopraznjenje
- dober Ah izkoristek
- majhna temperaturna odvisnost delovanja
- transport, dostopnost, cena ...

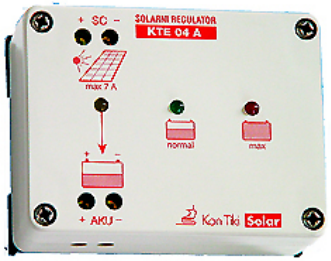




Večinoma Pb akumulatorske baterije različnih tipov.

Glavne komponente samostojnih PVS

PV regulatorji



PV regulator ščiti akumulator pred nedovoljenimi obratovalnimi stanji – prenapolnjenje, preveliko izpraznjenje, kar zagotavlja mu polno življenjsko dobo.



Dodatne funkcije:

- temperaturna odvisnost polnjenja
- zaščita pred preobremenitvami
- prikaz stanja delovanja sistema ...



Glavne komponente samostojnih PVS

Električni porabniki

Električne naprave, ki delujejo v PVS morajo imeti čimvečjo učinkovitost.

Enosmerni porabniki morajo imeti široko območje vhodne napetosti.



Razsmerniki

Pretvarjajo DC napetost akumulatorja v izmenično napetost ter omogočajo napajanje električnih naprav, ki delujejo na omrežno napetost.

Zahteve:
- dober izkoristek
- majhna poraba v standy by delovanju



Dimenzioniranje PV sistemov

Postopek načrtovanja

- ⇨ **Dnevne potrebe sistema po električni energiji**
- ⇨ **Dimenzioniranje PV generatorja**
- ⇨ **Dimenzioniranje akumulatorske baterije**
- ⇨ **Dimenzioniranje regulacije**
- ⇨ **Dimenzioniranje periferne opreme**



Dimenzioniranje PV sistemov

Dnevne potrebe po električni energiji

Dnevne potrebe po energiji vsakega porabnika

$$E_i = P_{n,i} * t_i$$

kjer je:

Ei **... dnevne zahteve po energiji porabnika i [*Wh/dan*]**
Pn,i **... nazivna moč porabnika [*W*]**
ti **... pričakovan čas obratovanja [*h/dan*]**

Celotne dnevne potrebe po energiji

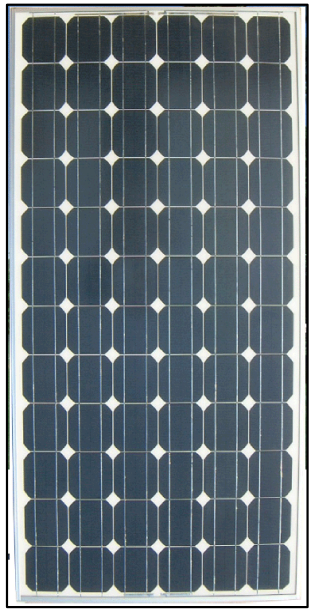
$$E_{Demand} = \sum_{i=1}^{k} E_i$$

kjer je:

E_{Demand} **... celotne dnevne energijske potrebe [*Wh/dan*]**
k **... število naprav**

Dimenzioniranje PV sistemov

Dimenzioniranje PV generatorja



Količina proizvedene energije je odvisna od:

- ⇨ **nazivne moči PV modula**
- ⇨ **sončnega obsevanja na površinoPV modula**

Sončno obsevanje na površino modula določajo:

- ⇨ **sončno obsevanje na horizontalno ploskev**
- ⇨ **korekcije za različne naklonske kote**
- ⇨ **korekcije zaradi orientacije ...**

Sončno obsevanje na horizontalno ploskev [kWh/m2,dan oz. hp/dan]

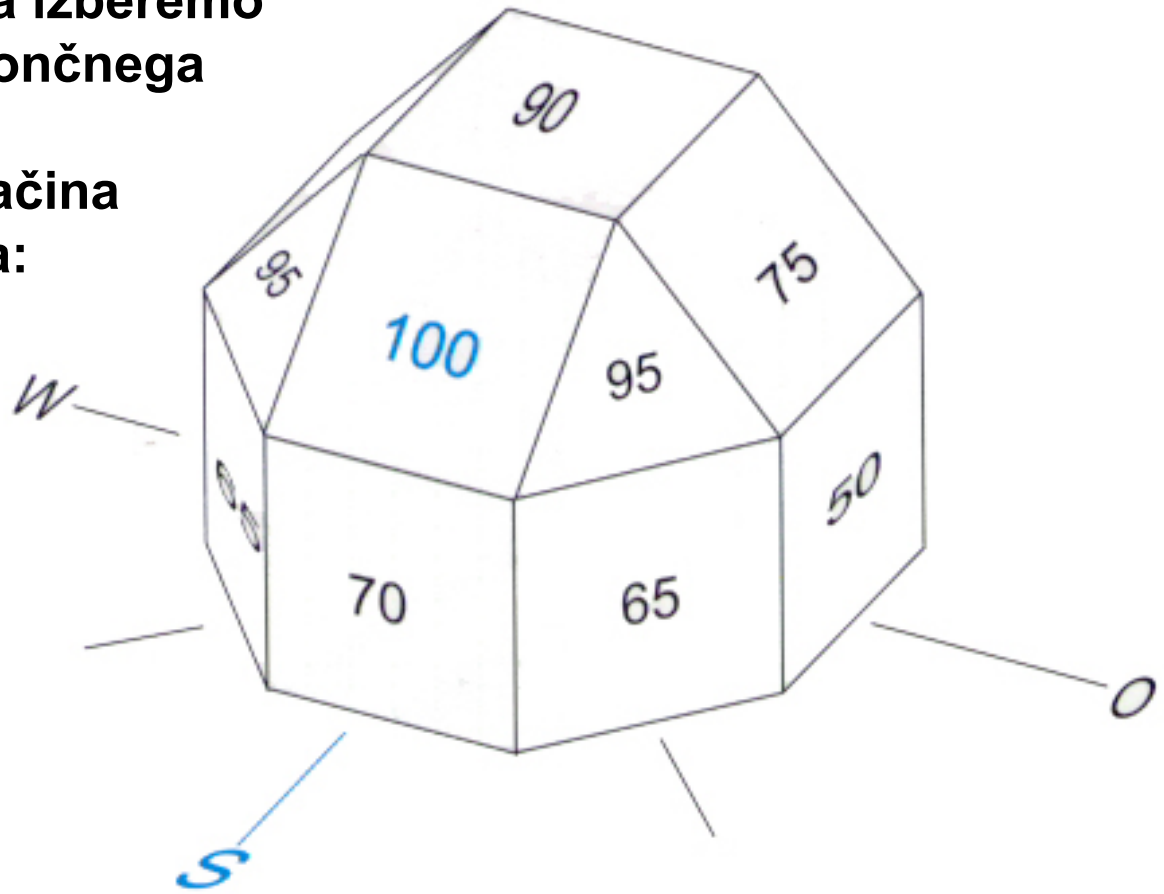
Število vršnih sončnih ur hp je ekvivalentno številu ur sončnega sevanja z močjo 1000 W/m2 oz. številu kWh/m2 na dan.

Dimenzioniranje PV sistemov

Dimenzioniranje PV generatorja

Naklonski kot

Naklonski kot PV modula mora izberemo tako, da optimizira vrednost sončnega obsevanja na PV modulu.
Naklonski kot je odvisen od načina delovanja oz. vrste PV sistema:



Orientacija

PV generator mora biti obrnjen v smeri ekvatorja.

P.S. Rahlo odstopanje iz smeri na predstavlja bistvenega zmanjšanja proizvodnje ...

Dimenzioniranje PV sistemov

Dimenzioniranje PV generatorja

Dnevna proizvodnja energije iz PV modula

$$E_{PV} = E_{solar} * I * U_n$$

Kjer je:

E_{solar}	[h_p]	...	**Dnevna količina sončnega obsevanja na PV modul**
I	[A]	...	**Tok PV modula pri polnjenju akumulatorja**
U_n	[V]	...	**Nazivna enosmerna napetost PV modula – 12V, 24V ...**

***Esolar* … dnevna sončna energija [*hp*]**
Število sončnih ur hp je ekvivalentno številu ur sončnega sevanja z močjo 1000 W/m2 oz. številu kWh/m2 na dan na ploskev pod določenim naklonskim kotom in z določeno orientacijo

Pri izračunih običajno uporabljamo I in ne P_{mpp}

Dimenzioniranje PV sistemov

Dimenzioniranje PV generatorja

Določitev števila PV modulov

$$N = \frac{E_{Demand}}{E_{PV} * \eta_{Ah}} * 100\%$$

Kjer je:

E_{PV}	[Wh]	...	**Dnevna proizvedena energija enega modula**
E_{Dmand}	[Wh]	...	**Dnevne zahteve poranikov po energiji**
ηAh	[%]	...	**Amperurni izkoristek akumulatorja**
N		...	**Minimalno potrebno stevilo modulov**

Dimenzioniranje PV sistemov

Dimenzioniranje akumulatorske baterije

Kapaciteta akumulatorja

$$C = \frac{E_{Demand} * d}{U_n}$$



Kjer je:

E_{Dmand}	[Wh]	...	**Dnevne zahteve poranikov po energiji**
d		...	**Število dni avtonomije sistema** • **vrsta PV sistena** • **klimatski pogoji**
U_N	[V]	...	**Nazivna napetost akumulatorja** • **12V, 24V ...**

Dodatni podatki in zahteve pri dimenzioniranju

• **uporabna globina praznjenja, temperature, akumulatorski prostor....**

Dimenzioniranje PV sistemov

Regulacija in periferija

PV regulator

- **zaščita akumulatorske baterije pred nedovoljenimi obratovalnimi stanji**
- **tokovne obremenitve v sistemu**

Ostalo

- **električni vodniki**
- **zaščitni elementi – varovalke, prenapetostne zaščite**
- **razsmerniki**
- **dodatni viri energije – DEA, vetrni generatorji ...**
- **električni porabniki ...**

Dimenzioniranje PV sistemov

Ocenitveni parametri

Delež pokritja energijskih potreb s SE

$$F_{sol} = \frac{E_{PVuse}}{E_{Demand}} = \frac{porabljena_soncna_energija}{celotne_energijske_zahteve}$$

Stopnja zmogljivosti

$$PR = \frac{E_{PVuse}}{E_{Nom}} = \frac{porabljena_soncna_energija}{teoreticno_proizvedena_energija}$$

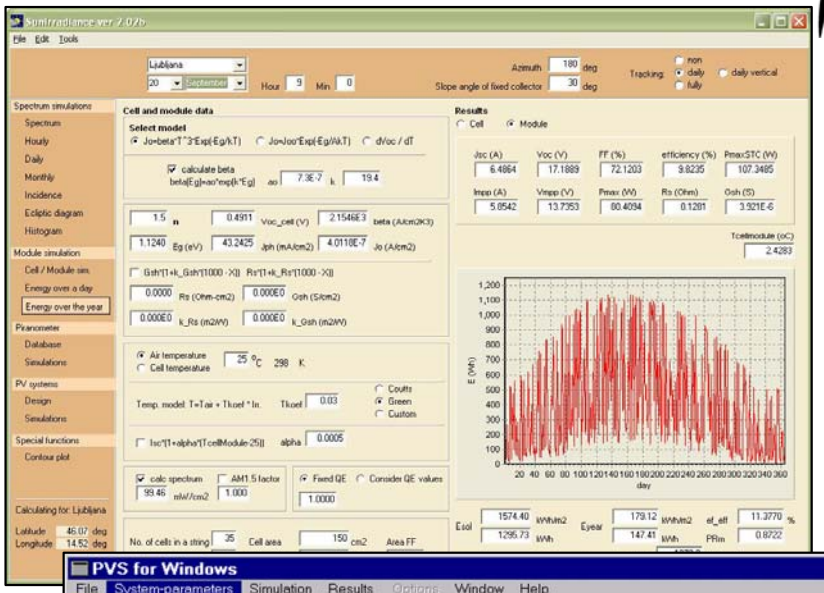
Karakteristična vrednost za izgube. Kaže, kako blizu sistemmed delovanjem pride do največje zmogljivosti, ki jo določa PV generator.

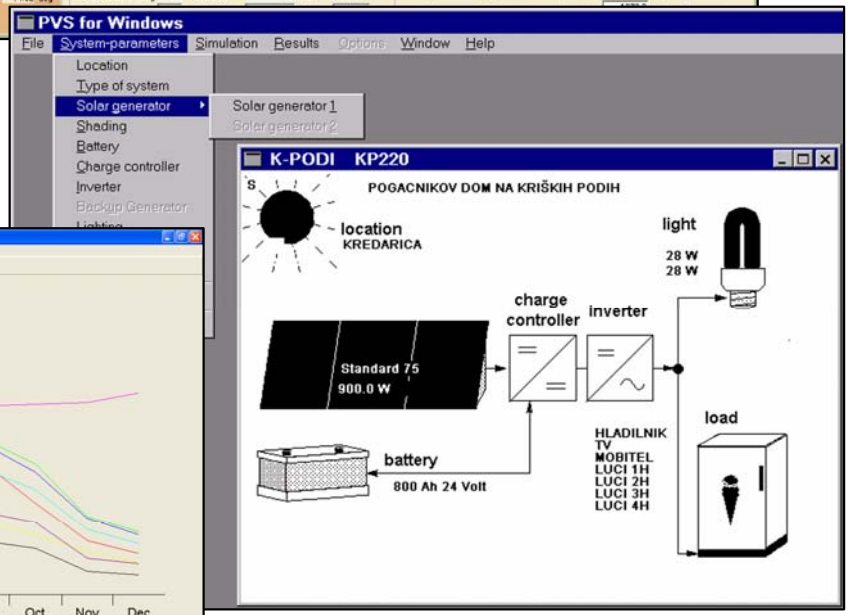
Dimenzioniranje PV sistemov

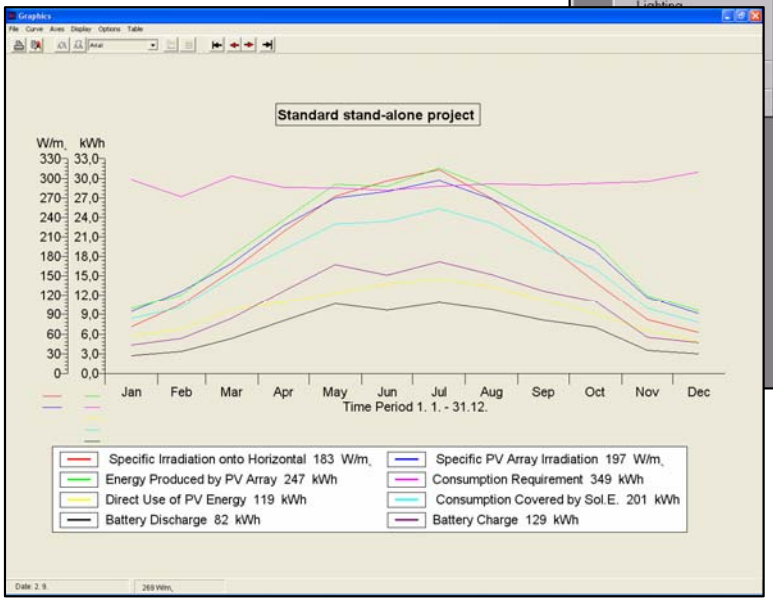
Simulacijski programi

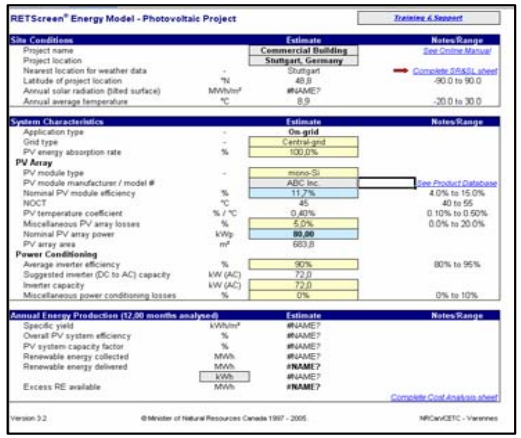
- **Programi za simulacijo sistemov**
  - Posnemanje PV sistemov
    - matematični modeli in baze podatkov
    - Rel. zanesljiv opis sistema
    - Izračun v majhnih časovnih korakih
    - Energijski pretoki
    - Ocenitveni parametri

SunIrradiance, PVS, PV*sol,PVDesign, RETScreen ...









Kon Tiki Solar

Primer

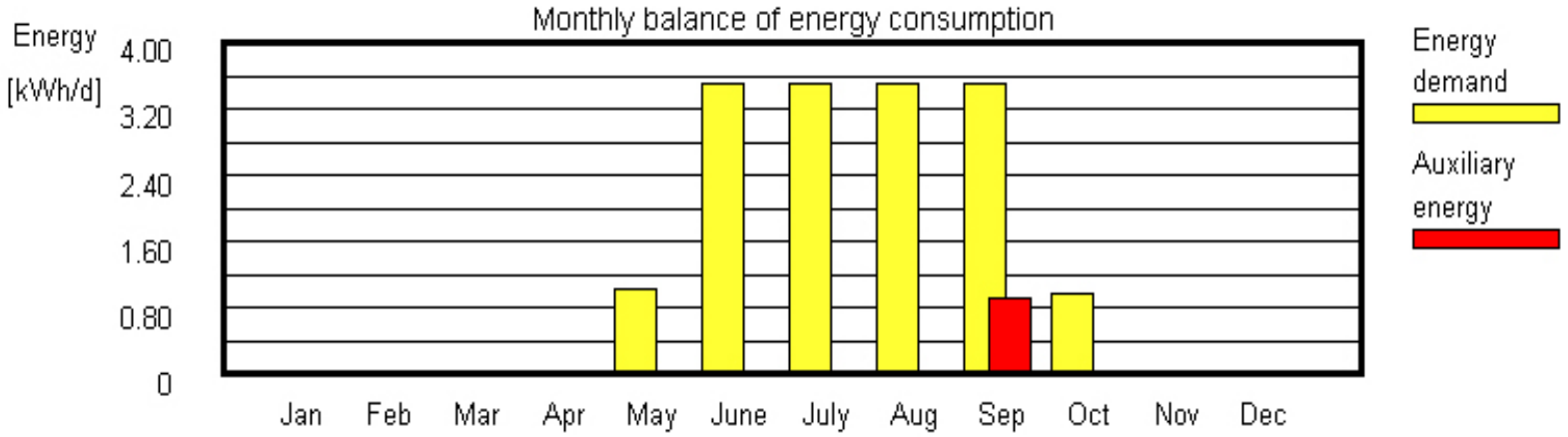
Parametri sistema

Lokacija	Nekje v Slovenskem pogorju
Vrsta sistema	Samostojni izmenični fotonapetostni sistem s pomožnim generatorjem
Predvidena poraba	3.5 kWh / dan
Moč solarnega generatorja	1760 kWp
Akumulatorska baterija	24V 1500Ah
Način simulacije	Pokritje energetskih potreb 90% v Septembru



Izračuni

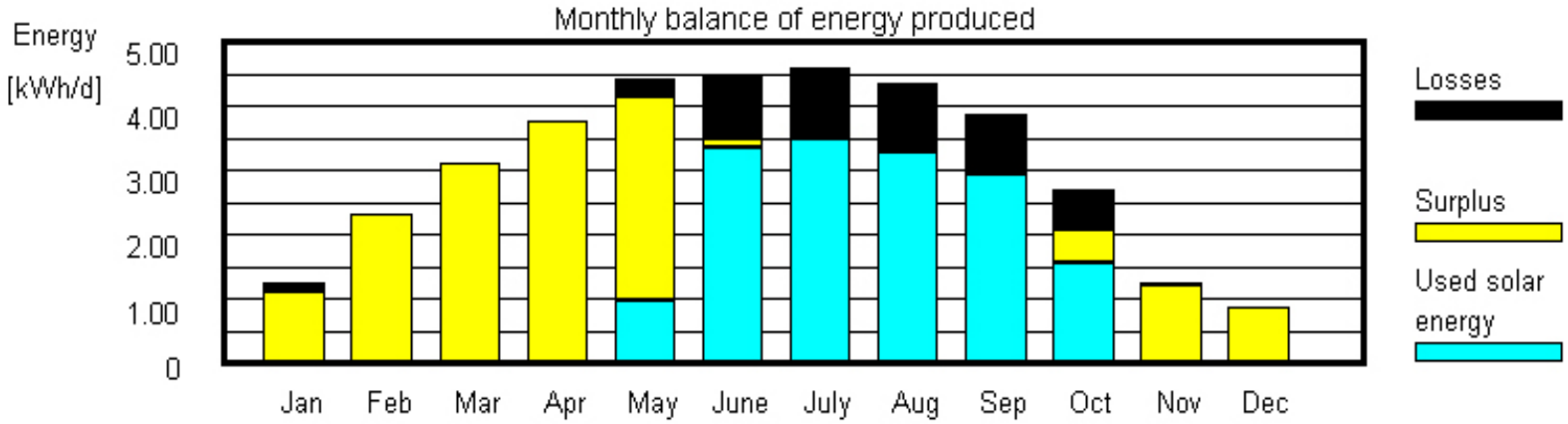
Energijska bilanca



Primer

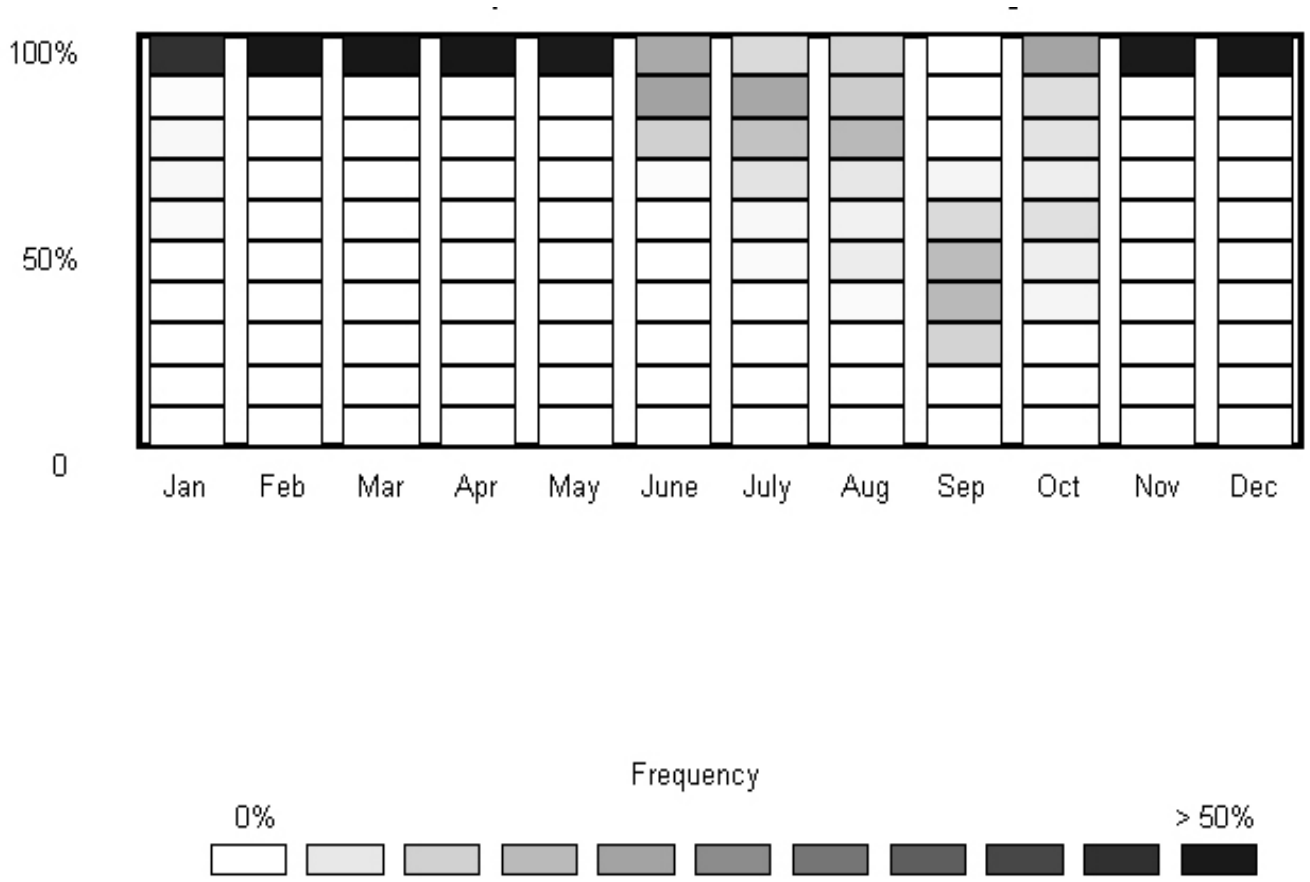
Energijski izračuni

	Dnevna poraba	Proizvod. PVS	Izgube	Energija iz pomožnih virov	Presežek energije
	kWh/dan	kWh/dan	kWh/dan	kWh/dan	kWh/dan
Jan	0.00	1.26	0.10	0.00	1.16
Feb	0.00	2.31	0.10	0.00	2.21
Mar	0.00	3.12	0.10	0.00	3.02
Apr	0.00	3.77	0.10	0.00	3.67
Maj	1.02	4.43	0.30	0.00	3.15
Jun	3.50	4.49	0.99	0.00	0.15
Jul	3.50	4.58	1.07	0.00	0.01
Avg	3.50	4.36	1.01	0.00	0.09
Sep	3.50	3.85	0.91	**0.93**	0.00
Okt	0.97	2.69	0.61	0.00	0.52
Nov	0.00	1.27	0.10	0.00	1.17
Dec	0.00	0.88	0.00	0.00	0.78



Primer

Statistična razporeditev stanja napolnjenosti akumulatorja



Dimenzioniranje PV sistemov

Načrtovanje PVS

Metode načrtovanja PVS potekajo od zelo enostavnih aproksimativnih metod, ki potekajo ročno, do zahtevnih simulacijskih programov, ki se naslanjajo na natančne modele komponent sistemov.

Simulacijski programi omogočajo izračun glavnih parametrov PVS, stanje sistema v kratkih časovnih intervalih (urnih), vrednotenje delovanja sistema, optimizacijo sistemskih parametrov...

Kljub dobrim simulacijskim programom, za pravilno načrtovanje potrebno dobro poznavanje delovanja PVS.