Vrednotenje delovanja sončnih elektrarn

SLO-PV 2016: 22. september 2016

Kristijan Brecl

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko
Laboratorij za fotovoltaiko in optoelektroniko



Kazalo

Spremljanje delovanja sončnih elektrarn - monitoring:

- Nadzorni sistemi
- Končni izplen
- Faktor učinkovitosti SE
- Analiza delovanja sončnih elektrarn v Sloveniji

Vzdrževanje sončnih elektrarn:

- Redni pregledi
- Odkrivanje napak
- Primeri iz prakse

Spremljanje delovanja sončnih elektrarn

Nadzorni sistemi

- **Nadzorni sistemi**
  - **enostavni**
  - **kompleksni**
  - **lokalni**
  - **daljinski**
  - **spletni**
  - **od proizvajalcev razsmernika**
  - **generični**

Meritev:
- moč
- napetost
- energija

Meritev:
- moč
- napetost
- tok
- energija
- sevanje
- temperatura
- veter
- …

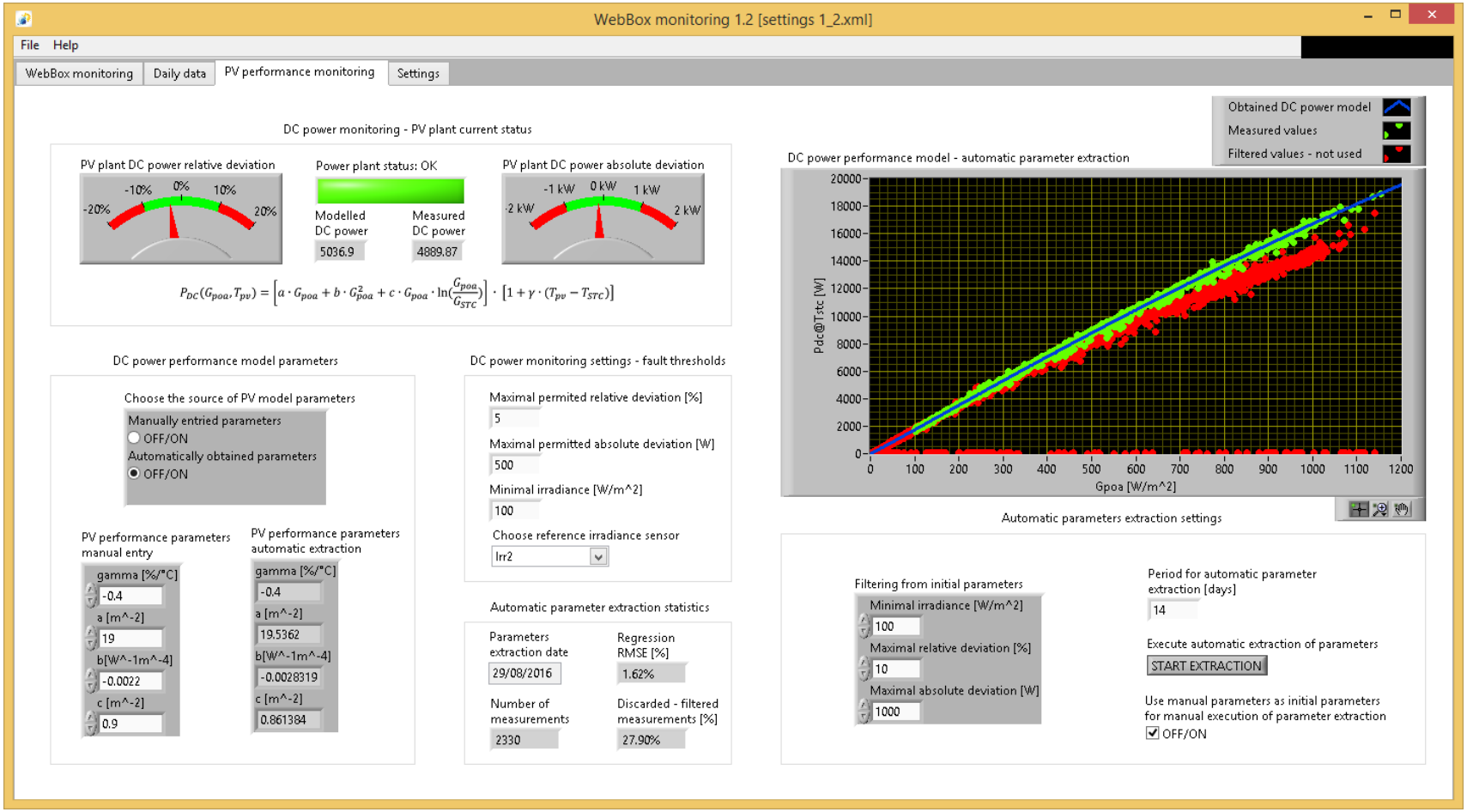
Analize:
- grafični prikaz
- napoved
- alarm



Vir: Versoley

Spremljanje delovanja sončnih elektrarn

Nadzorni sistem



B. Kirn et al.: A new PV module performance model based on separation of diffuse and direct light, Solar Energy, Vol. 133, 2015

Analiza delovanja sončnih elektrarn

Parametri vrednotenja sončnih elektrarn

Parametri vrednotenja:

- Energijski izplen

$$Y = \frac{E}{P_{STC}}$$

- Faktor učinkovitosti

$$PR = \frac{E}{E_n} = \frac{E}{\sum \eta_{STC} \cdot G \cdot \Delta t}$$



Y – razmerje med proizvedeno energijo in nazivno močjo sončne elektrarne



odvisen od sončnega obsevanja in temperature

PR – razmerje med proizvedeno energijo in energijo, ki bi jo elektrarna proizvedla pri nazivnem izkoristku

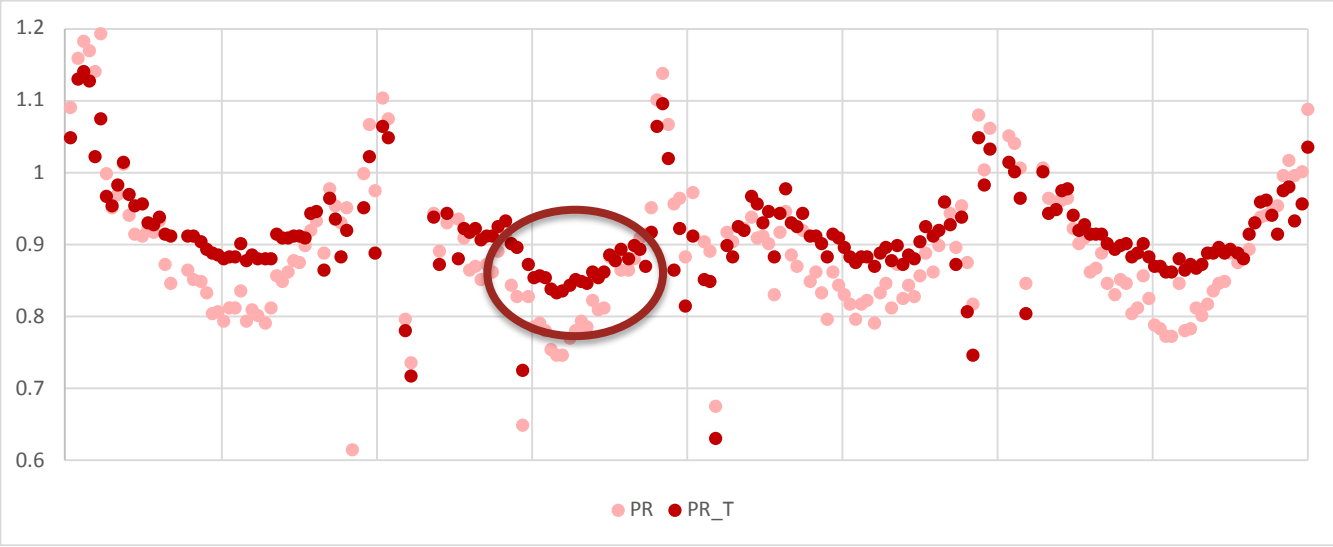


neodvisen od sončnega obsevanja; PR^T neodvisen tudi od temperature

Analiza delovanja sončne elektrarne

Primerjava med letnim izplenom in faktorjem učinkovitosti

leto	letni izplen (kWh/kW)
1	1210
2	1053
3	1047
4	1208



Analiza delovanja sončnih elektrarn

Pregled

Analiza SE na osnovi merjenja energije:

- Letni donos sončne elektrarne (kWh)
- Letni izplen SE (kWh/kW)
- Analiza izpadov

Analiza SE na osnovi merjenja energije in podatkov bližnje meteorološke postaje:

- Letni donos sončne elektrarne (kWh)
- Letni izplen SE (kWh/kW)
- **Navidezni faktor učinkovitosti**
- Ocena izgub na osnovi izpadov (kWh)

Analiza SE na osnovi merjenja energije in vremenskih podatkov na lokaciji SE:

- Letni donos sončne elektrarne (kWh)
- Letni izplen SE (kWh/kW) - *Y*
- Faktor učinkovitosti – PR, temperaturno kompenziran faktor učinkovitosti – PR^T
- Analiza izgub na osnovi izpadov (kWh)



Analiza delovanja sončnih elektrarn

Navidezni faktor učinkovitosti - APR

Definicija:

$$APR = \frac{E}{E_{sim}}$$ - razmerje proizvedene in izračunane el. energije

$$E_{sim} = \sum_{i=1}^{N} P_{SE} * \frac{G_{sim}}{G_{\mathrm{STC}}} * \left(1 + \gamma * (T_{modul} - 25\ °\mathrm{C})\right) * \Delta t_i$$

$$T_{modul} = T_{zrak} + 0.03 \left[\frac{°\mathrm{C} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{W}}\right] * G_{sim}$$



Ob uporabi sončnega obsevanja v ravnino modulov in dejanske izmerjene temperature modula je navidezen faktor učinkovitosti enak temperaturno kompenziranem faktorju učinkovitosti.

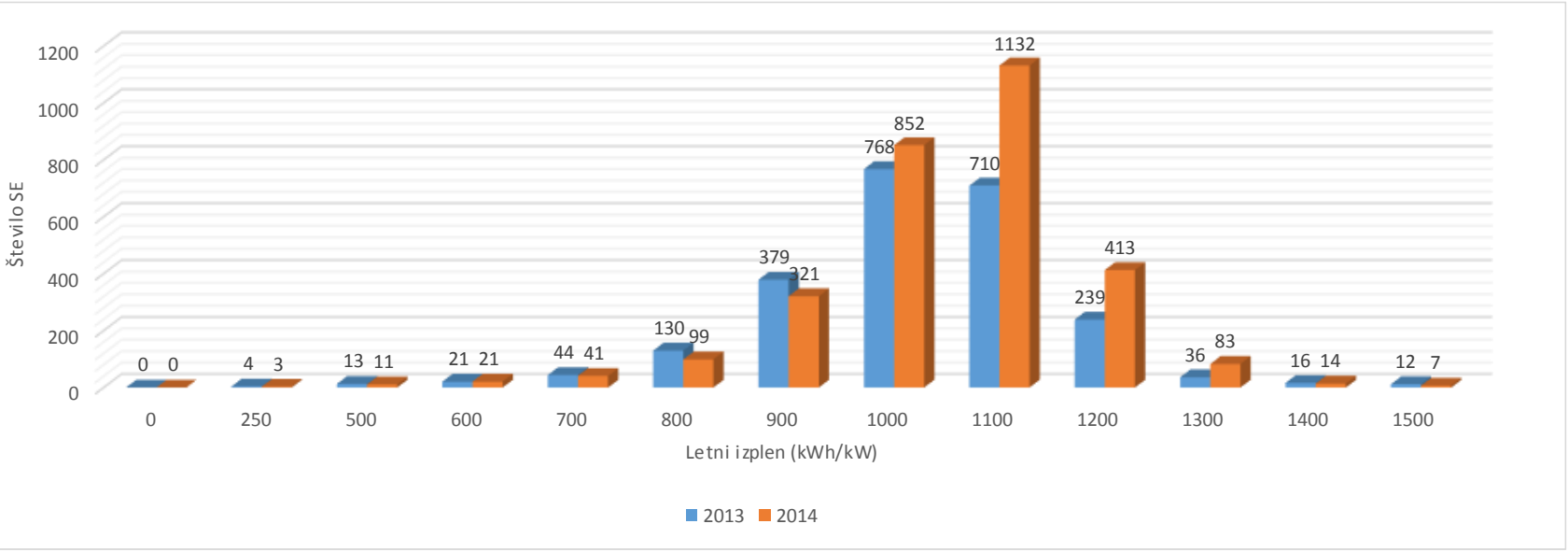
Analiza SE v Sloveniji

Lokacije SE in meteoroloških postaj



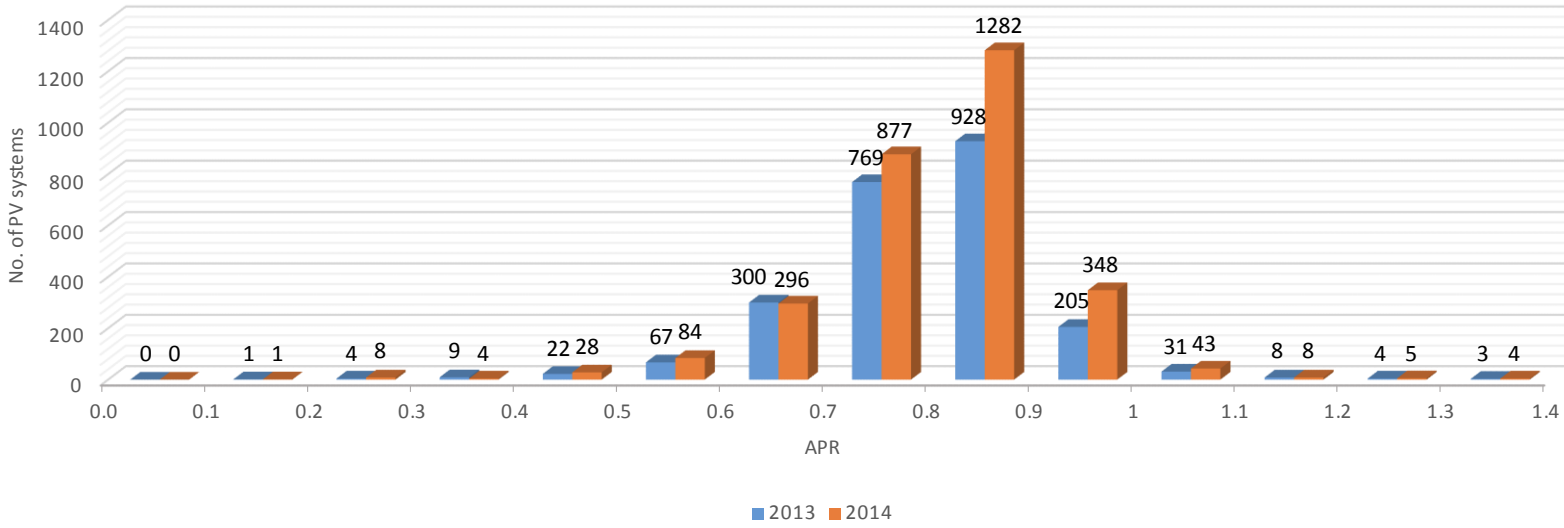
Analiza SE v Sloveniji

Letni izplen SE



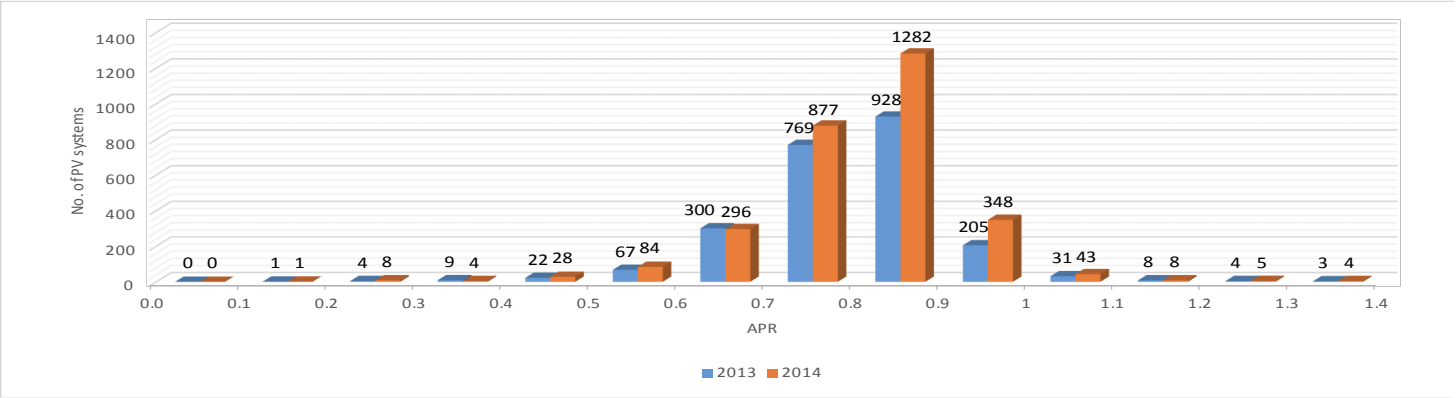
Analiza SE v Sloveniji

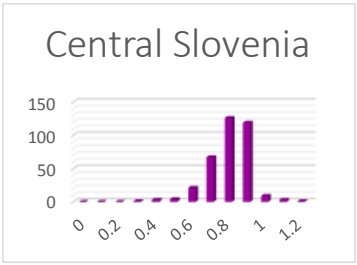
Navidezni faktor učinkovitosti

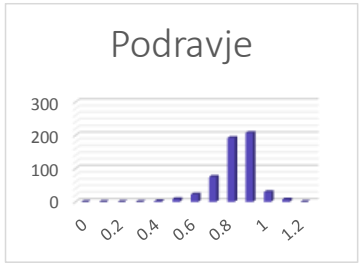


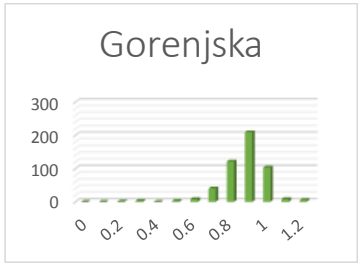
Analiza SE v Sloveniji

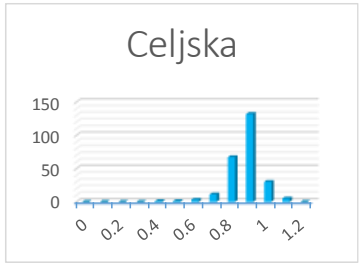
Navidezni faktor učinkovitosti po regijah

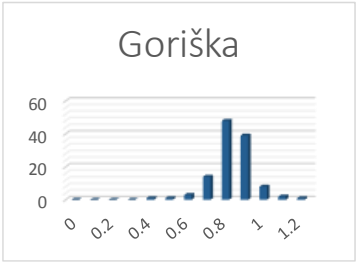


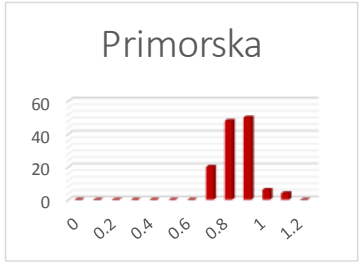


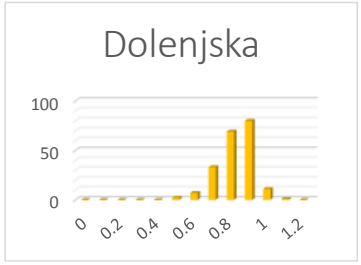


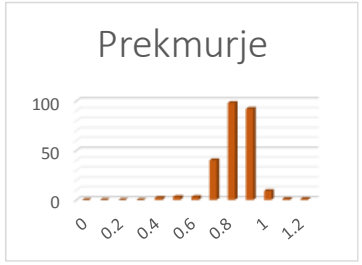












Vzdrževanje sončnih elektrarn



Vzdrževanje sončnih elektrarn

Preventivni pregled

Letni pregledi:

- vizualni pregled (PV moduli, AC in DC omarice, vodniki, razsmernik, nosilna konstrukcija…)
- pregled s termografsko kamero (PV moduli, AC in DC omarice)
- pregled delovanja razsmernika
- analiza delovanja

OBVEZNO

Mesečni pregledi:

- vizualni pregled (PV moduli, AC in DC omarice, vodniki, razsmernik…)
- analiza delovanja

PRIPOROČLJIVO

Dnevni pregledi:

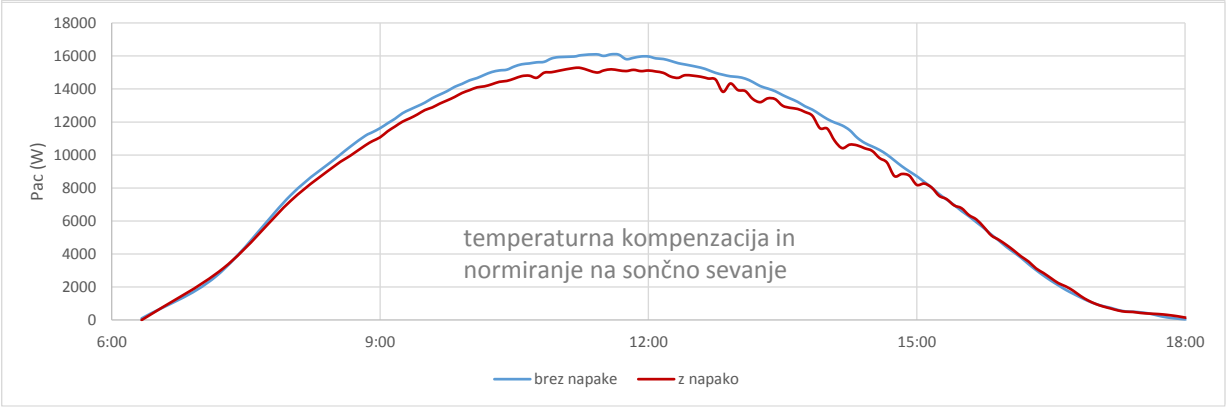
- pregled poročila delovanja SE v prejšnjem dnevu
- monitoring z možnostjo obveščanja o napakah

Vzdrževanje sončnih elektrarn

Odkrivanje napak

Ob analizi delovanja sončne elektrarne:

- moč SE nižja od pričakovane (določitev okvirne lokacije napake)
- napako sporoči monitoring sistem
- nenadni izpadi sončne elektrarne



Iskanje napake:

- določitev niza modulov z napako
- vizualen pregled in iskanje PV modula z napako
- iskanje napake s termografsko kamero
- iskanje napake z merilnikom nizov/modulov
- meritev STC moči modula, elektroluminiscenca…





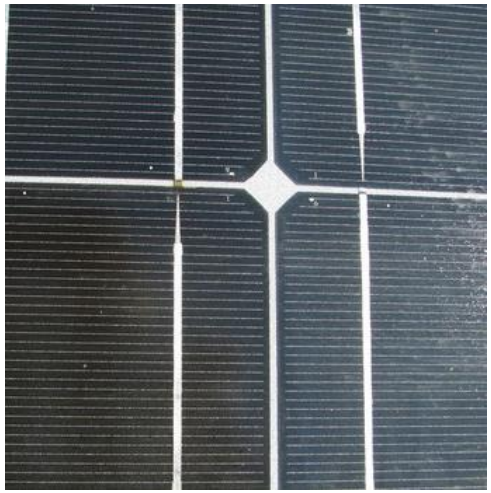


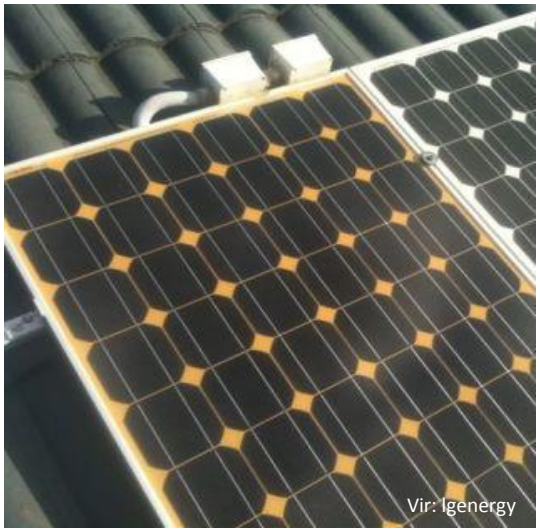
Vzdrževanje sončnih elektrarn

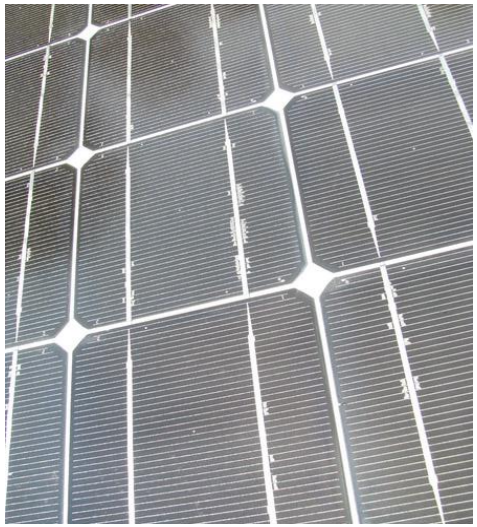
Odkrivanje napak

Ob vizualnem pregledu:

- prekomerno staranje modula (rumenenje EVA folije)
- poškodbe modula (lom, delaminacija, vroče točke)







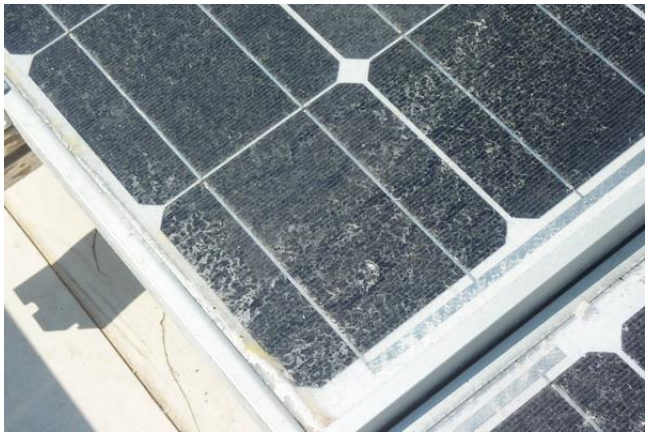


Vzdrževanje sončnih elektrarn

Odkrivanje napak

Ob vizualnem pregledu:

- prekomerno staranje modula (rumenenje EVA folije)
- poškodbe modula (lom, delaminacija, vroče točke)
- senčenje







Vzdrževanje sončnih elektrarn

Odkrivanje napak

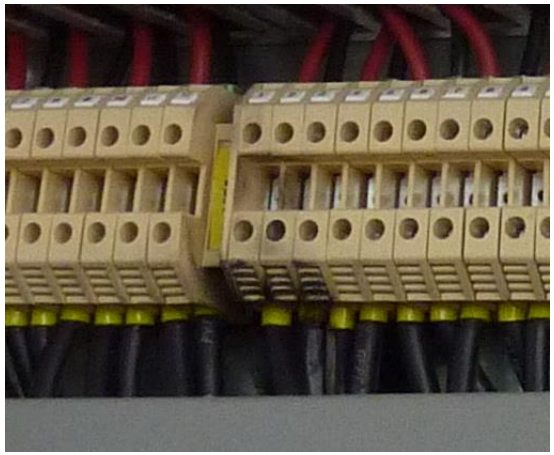
Ob vizualnem pregledu:

- prekomerno staranje modula (rumenenje EVA folije)
- poškodbe modula (lom, delaminacija, vroče točke)
- senčenje
- poškodbe kablov
- posledice pregretja spojnih točk vodnikov





Vir: Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V.





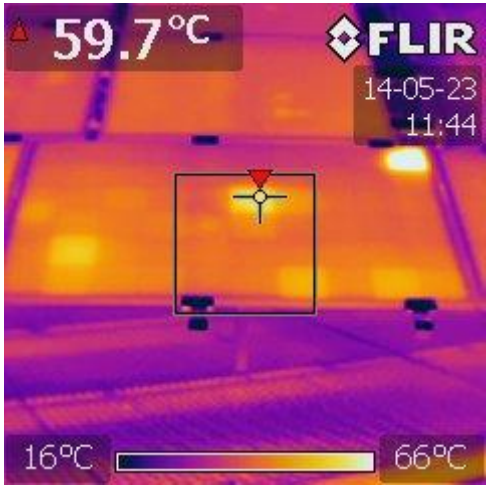
Vir: Autan Solaire

Vzdrževanje sončnih elektrarn

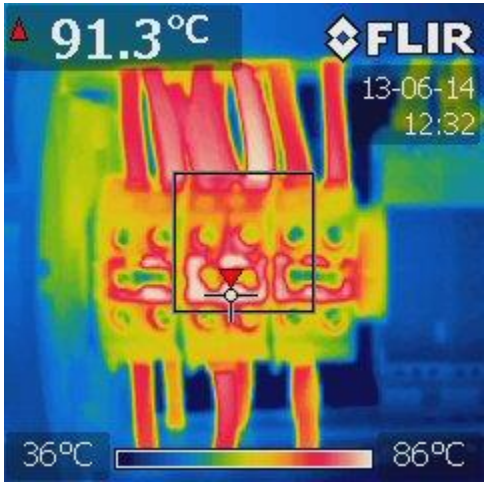
Odkrivanje napak

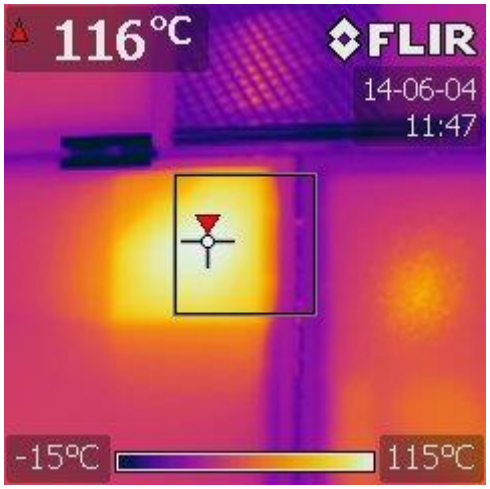
Ob pregledu s termografsko kamero:

- vroče točke v modulu
- slabi stiki v električnih omaricah
- pregrevanje razsmernika



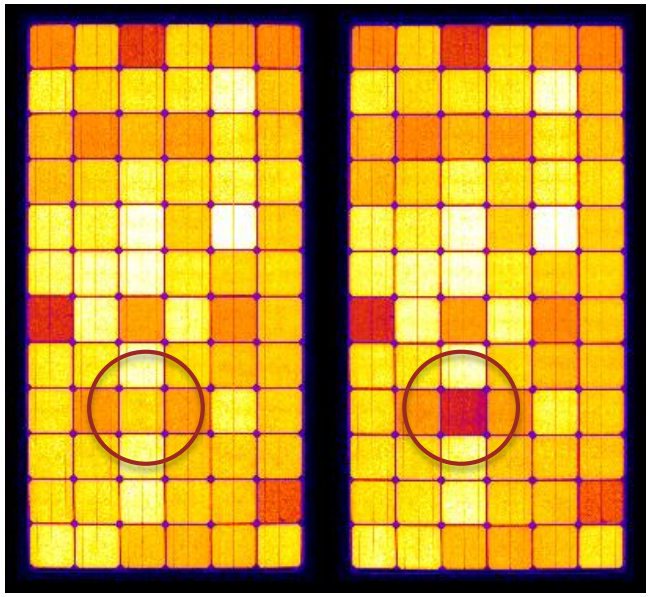


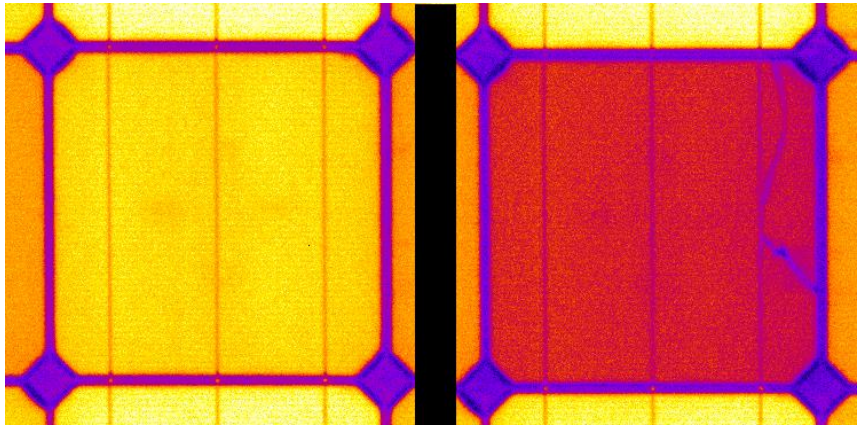




Vzdrževanje sončnih elektrarn

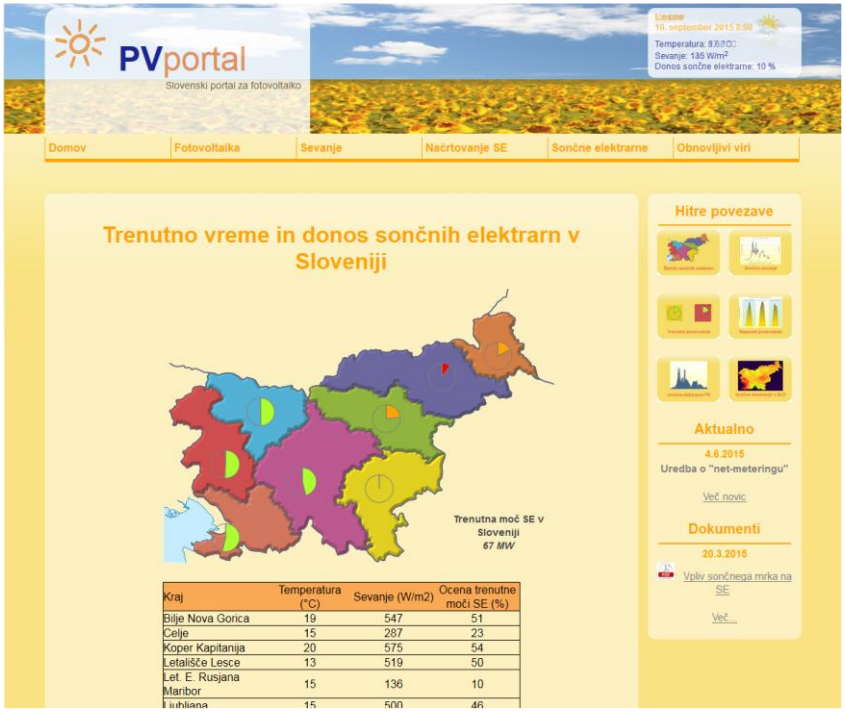
Odkrivanje napak z elektroluminiscenco

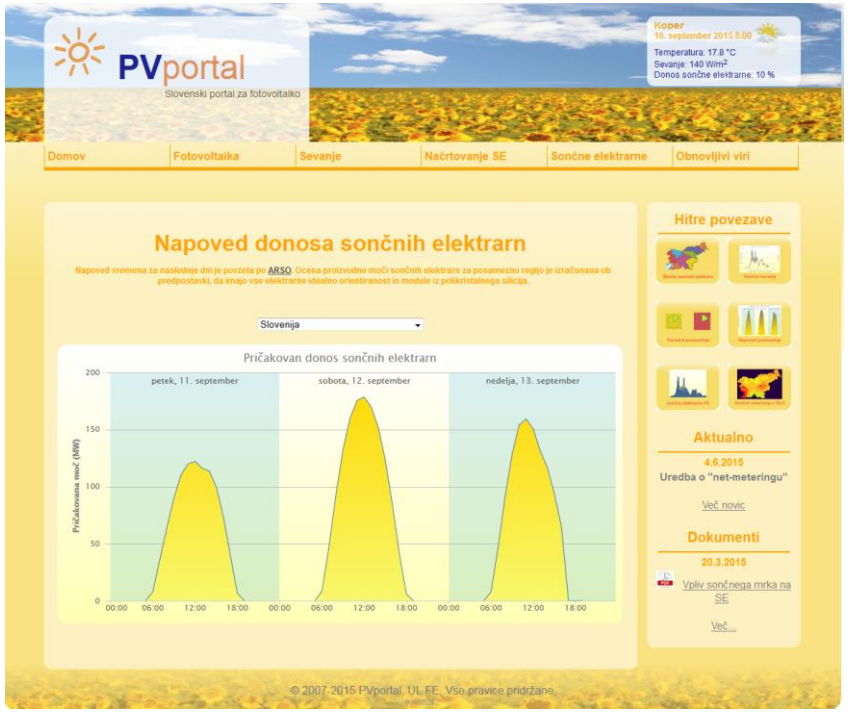




PVportal – Slovenski portal za fotovoltaiko

Trenutna proizvodna SE in tridnevna napoved






Hvala za pozornost !
kristijan.brecl@fe.uni-lj.si