

Nadzor in upravljanje proizvodnih virov energije

Avtorja prispevka:

DAMIJAN PERIC, GORENJSKE ELEKTRARNE, D. O. O., damijan.peric@gorenjske-elektrarne.si
DRAGO PAPLER, GORENJSKE ELEKTRARNE, D. O. O., drago.papler@gorenjske-elektrarne.si

Izvleček

Gorenjske elektrarne so se v razvojni politiki usmerile v tri obnovljive proizvodne vire električne energije, in sicer: hidroelektrarne, sončne fotovoltaične elektrarne ter soproizvodnjo električne energije in toplote. Glede na intenzivna vlaganja v izgradnjo sončnih elektrarn so se pokazale težnje in zahteve po nadzoru naprav zaradi zagotavljanja nemotenega obratovanja in vzdrževanja. Z informacijsko-komunikacijskimi tehnologijami je bila ustvarjena aplikacija GE-monitoring proizvodnih virov električne energije. Izdelan je bil učinkovit sistem za nadzor in upravljanje proizvodnih virov energije, ki sproti javlja ažurne podatke iz proizvodnega objekta. Koncept deluje na osnovi operacijskih sistemov Windows, v katerih so posamezni moduli: FTP-strežnik za zajem podatkov iz naprav, SQL-strežnik za obdelavo podatkov za potrebe diagnosticiranja ter izdelave poročil in WEB-strežnik za posredovanje podatkov uporabnikom spletnih strani. Na osnovi posredovanih vhodnih podatkov iz posameznih elektrarn in primerjalnih podatkov s strani sistema le-ta diagnosticira ter javlja operaterju oziroma vzdrževalcu trenutno stanje naprave s sledečimi parametri: trenutna proizvodnja, diagnosticiranje napak na posameznih nizih, vezanih na razsmernik, ter javljanje napak samega razsmernika. Program sprejete podatke zadolženim osebam in skrbniku sistema javlja prek SMS-a in e-maila. Nadzor iz daljinskega centra proizvodnih objektov se izvaja prek GE-monitoringa proizvodnih virov električne energije ter prek WEB-aplikacije na samem terenu.

Na podlagi pridobljenih podatkov se pripravljajo mesečna poročila proizvodnje električne energije in prihodkov ter preračunavajo se prihranki zmanjšanih emisij toplogrednih plinov.

Ključne besede: obnovljivi viri energije, proizvodnja električne energije, nadzor, upravljanje, monitoring, informacijsko-komunikacijske tehnologije

SUPERVISION AND MANAGEMENT OF ELECTRICITY GENERATION SOURCES

DAMIJAN PERIC, GORENJSKE ELEKTRARNE, D.O.O., damijan.peric@gorenjske-elektrarne.si
DRAGO PAPLER, GORENJSKE ELEKTRARNE, D.O.O., drago.papler@gorenjske-elektrarne.si

Summary

The development policy of Gorenjske elektrarne focuses on three renewable sources of electricity, namely: hydro power plants, solar PV power plants and electricity/heat cogeneration. The intensive investments in solar power plant construction gave rise to the demand and requirements for supervision of machines to ensure uninterrupted functioning and maintenance. Information and communication technologies were used for creating the GE-monitoring application for electricity generation sources. An efficient system was designed for supervising and managing electricity generation sources. This system promptly forwards the latest data from the production facility. The concept is based on the Windows operating system, involving several modules: FTP server for capturing data from machines, SQL server for processing data for diagnostics and report generation and WEB server for submitting data to website users. On the basis of input data submitted from individual power plants and based on comparative data provided by the system, the system is able to diagnose and report to the operator the current status of the machine according to the following parameters: current production, error diagnostics for individual series connected to the inverter and reporting inverter defects. The application forwards the data received via SMS or e-mail to the persons in charge and to the system administrator. GE-monitoring of electricity generation sources allows for supervision from a remote centre of production facilities or on-site supervision via a WEB application.

The data obtained are used for preparing monthly reports about electricity generation and revenue and for calculating the savings arising from reduced greenhouse gas emissions.

Key words: renewable energy sources, electricity generation, supervision, management, monitoring, information and communication technologies

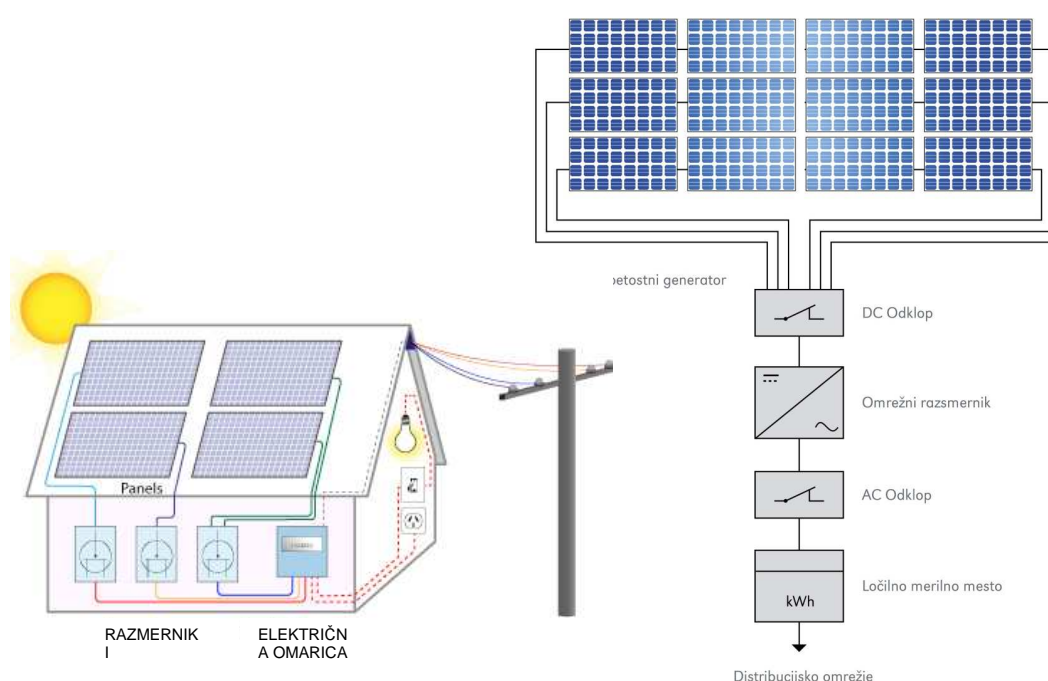
1. UVOD

Omrežna elektrarna pošilja energijo neposredno v javno omrežje in investitor (lastnik) ima možnosti neposredne uporabe proizvedene energije v lastne namene, lahko pa spremlja in nadzira delovanje elektrarne. Na razpolago so različne kontrolne naprave. Prvi in najbolj enostaven indikator predstavljajo kontrolne LED lučke na razsmerniku. LED lučke prikazujejo trenutni način delovanja in z različnimi načini utripanja opozarjajo na morebitne napake. Za bolj podroben vpogled v delovanje sistema lahko uporabimo interni zaslon. Nadalje lahko uporabimo poseben podatkovni vmesnik z integriranim pomnilniškim čipom za shranjevanje vseh izmerjenih podatkov in statusa sistema. Preko tega podatkovnega vmesnika je možna tudi nastavitev parametrov razmernika za prilagoditev na lokalno omrežje. Omogočena je tudi povezava z osebnim računalnikom in spreminjanje parametrov s pomočjo pripadajoče programske opreme. Podatke lahko prikažemo grafično in numerično (npr. v Excel tabeli) (Papler, Gjerkeš, 2011).

Dodana vrednost in prispevek k ozaveščenju je »monitoring«, sistem prikazovanja vseh pomembnejših parametrov za spremljanje obratovanja elektrarne (kot so enosmerne in izmenične napetosti, tokovi, moči...) ter okoljski parametri: sončnega obsevanja na horizontano površino in površino fotonapetostnega generatorja, temperature okolice in sončnih celic ter hitrost vetra na sekundo. V sončnih elektrarnah, ki se nahajajo na šolskih objektih (Strahinjški, Preddvor, Križe) so dodatno nameščeni LCD prikazovalniki, ki sprotno prikazujejo podatke v tekstualni in grafični obliki. Hkrati je omogočen dostop preko računalniškega omrežja direktno do vseh parametrov in dostop ter manipulacija nadzora elektrarne preko računalniškega omrežja do upravljalca. Izkušnja na konkretnih izvedenih projektih so z vidika nadzora, spremljanja podatkov in proučevanja obratovalnih parametrov koristna za nadaljnje implementacije bodočih sončnih elektrarn (Papler, 2012).

2. KONFIGURACIJA ENOSTAVNEGA NAČINA SPREMLJANJA PROIZVODNJE

Če želimo sprotno slediti delovanju sončne elektrarne, lahko na podlagi pridobljenih podatkov opazujemo oz. analiziramo obratovanje elektrarne za preteklo obdobje, kar pomeni, da nimamo trenutnih on-line podatkov, da bi eventuelno ukrepali v primeru odstopanj oziroma okvare.



Slika 1: Enopolni shematski in simbolični prikaz sestavnih elementov sončne elektrarne



Slika 2: Spremljanje delovanja sončne elektrarne na podlagi podatkov električnega števca

Možne okvare nastanejo zaradi sledečih dogodkov:

- Sončni generator je sestavljen iz več nizov z moduli, ki so zaporedno vezani do DC spojišča. Na fotonapetostnem generatorju lahko nastane več okvar in sicer: slabši spoji na ožičenju oziroma konektorjih, poškodbe fotonapetostnih modulov in pregorete varovalke zaradi prekoračitve vrednosti električnih tokov.
- Izpad razsmernika zaradi okvare ali ostalih procesnih razmer.
- Izpad celotne elektrarne na ločilno-merilnem mestu (izpad varovalke, delovanje podnapetostne zaščite, delovanje frekvenčne zaščite).

Na podlagi tega je smotno zasnovati lokalni monitoring na lokaciji sončne elektrarne za potrebe investitorja (lastnika) in diagnosticiranje prej omenjenih možnih napak.

3. KONFIGURACIJA POSTAVITVE MONITORINGA SPREMLJAJA DELOVANJA SONČNIH ELEKTRARN

Za vzpostavitev monitoringa potrebujemo naslednje elemente: RS485 komunikacija, ki povezuje enega ali več razsmernikov (inverterjev), senzorje za sončno obsevanje, temperaturo in veter ter sam podatkovni modul, ki zajema podatke od razsmernikov in senzorike. Dodatna opcija je možno pošiljanje podatkov preko podatkovnega omrežja (internet) na FTP strežnik za nadaljnje obdelavo ter poglede preko WEB aplikacij.



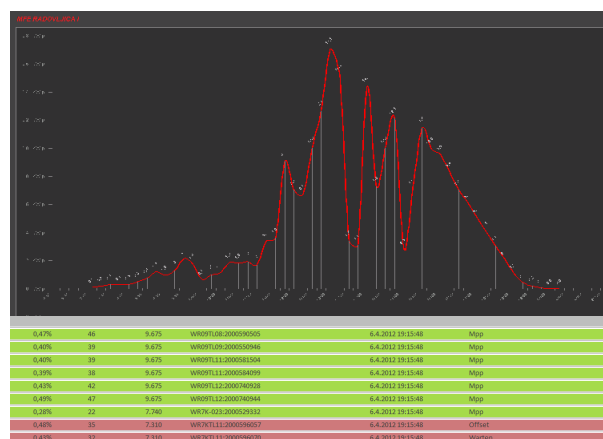
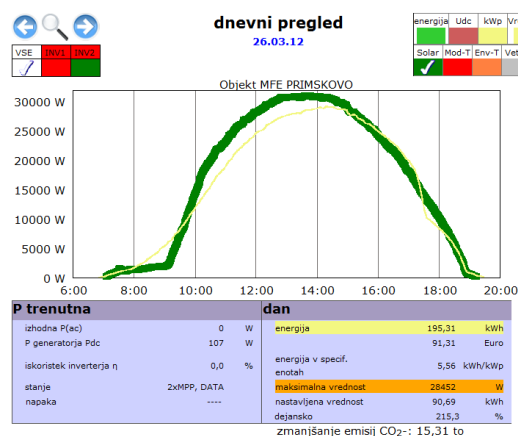
Slika 3: Osnovna konfiguracija monitoringa sončnih elektrarn od zajema do pregleda podatkov



Slika 4: Dejanski prikaz komunikacijske omarice

Z vzpostavitvijo komponent ter posredovanih podatkov iz posameznih enot (razsmerniki, senzorika) na modul za zajem podatkov je možno preko aplikacij spremljati trenutne on-line podatke, kar je za investitorja (lastnika) bolj realno spremljanje delovanja proizvodnega objekta.

Sistem omogoča pregled delovanja po posameznih razsmernikih in sicer po proizvedeni energiji, po moči, izkoristku razsmernikov, pregled maksimalnih vrednosti delovanja sončne elektrarne ter ekoloških prihrankih preračunanih v zmanjšanje emisij CO₂ (slika 6). Omogoča pa tudi pregled dogodkov o delovanju ter diagnosticiranju napak po posameznih razsmernikih.



Slika 5: Podatkovni in grafični pregled o proizvodnji električne energije



Slika 6: Informacijski prikaz trenutnega stanja okolja in ekoloških učinkov

Sistem monitoringa omogoča investitorju (lastniku) bolj pregleden pogled in delovanje sončne elektrarne kot enostavni način spremljanja proizvodnje preko stanj na električnem števcu. Obenem je treba poudariti, da je sistem preglednejši, vendar zahteva angažiranje posameznika, da pregleduje omenjene podatke preko posameznih aplikacij.

4. SISTEMSKI NADZOR SPREMLJANJA IN JAVLJANJA NAPAK

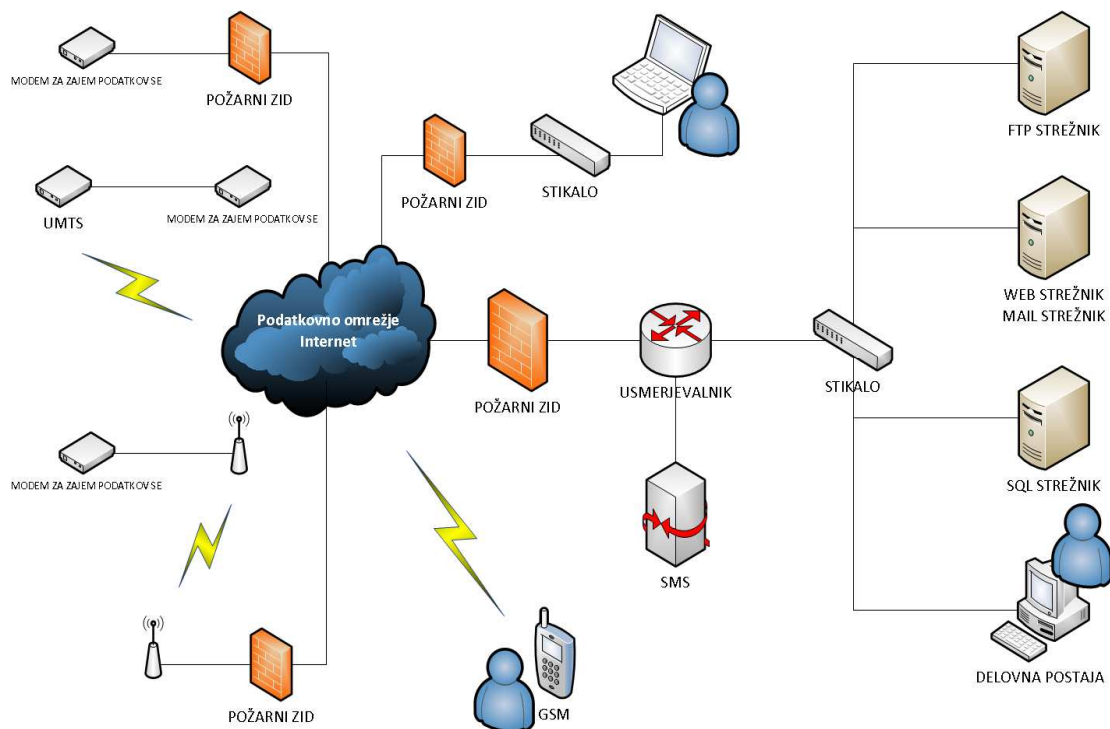
Za delovanje sistema diagnosticiranja in javljanja napak je potrebujemo naslednje sklope naprav: naprave, ki oddajajo podatke (levo slika 7), uporabniki (sredina slika 7), enote, ki skrbijo za zajem, obdelavo ter posredovanje v WEB omrežje (internet) (desno slika 7).

Sistema za diagnosticiranje in javljanja napak je sestavljen iz naslednjih komponent: FTP strežnika, WEB strežnika, SQL strežnika in SMS mail strežnika.

Potek prenosa podatkov poteka preko podatkovnega omrežja (interneta), kjer modem za zajem podatkov na lokaciji sončne elektrarne posreduje podatke na FTP strežnik in jih shrani na diskovna polja. Slika 8 prikazuje tekoče stanje prenosa podatkov na FTP strežnik in javlja morebitne izpade prenosa podatkov.

Posredovane podatke SQL strežnik obdelava v tako obliko, da so uporabni za diagnosticiranje, analiziranje in izdelavo poročil.

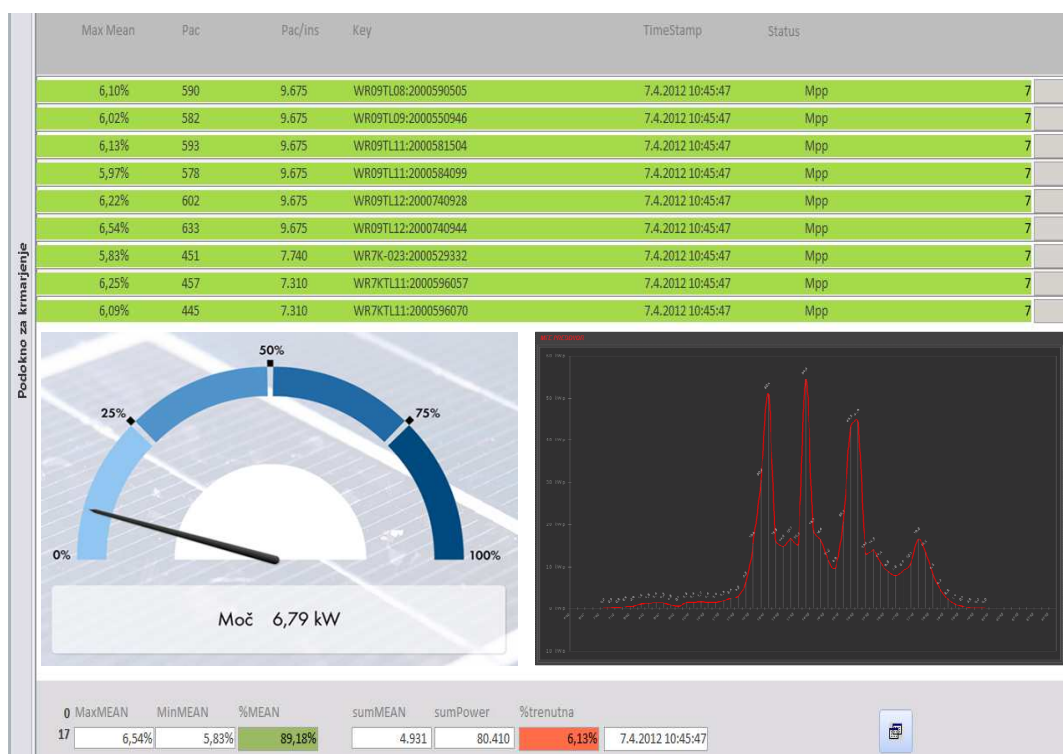
WEB strežnik služi zgolj za delovanje spletnih aplikacij, kjer lahko posamezni uporabnik, preko osebnega računalnika (PC) ali mobilnega telefona »kjer koli« pogleda trenutno delovanje svoje elektrarne. Sistem javlja izredne dogodke (za posamezne sklope – slika 1), ki posledično pomenijo izpad proizvodnje električne energije in prihodka.



Slika 7: Struktura omrežja za prenos, zajem in pregled podatkov preko podatkovnega omrežja z WEB aplikacijo in mobilnim pametnim telefonom

PV Alarm server										Free disk: 97,7 %	
1	SE DEBELJAK	540643775	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:00:19	0,0169	
2	SE VIDMAR	1135086	Y:	WEB	Y:	WEB_data	1	0	4.4.2012 19:21:10	0,0024	
3	SE ŠTERN	150036435	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	2	13.3.2012 20:36:07	21,9504	
4	MFE LABORE II	150066059	Y:	WEB	Y:	WEB_data	1	0	4.4.2012 19:22:44	0,0014	
5	SE ISKRA INVEST	3763768	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:17:13	0,0052	
6	----	3773172	Y:	WEB/SE-T	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:06:29	0,0126	
7	----	540729477	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:22:16	0,0017	
8	----	107733363	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:11:55	0,0089	
9	SE ITH	1077505733	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:02:31	0,0154	
10	MFP PRIMKOVCI	154510704	Y:	WFR	Y:	WFR_data	0	0	4.4.2012 19:06:08	0,0129	
11	----	808577296	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:21:27	0,0022	
12	----	1077012721	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:00:48	0,0166	
13	MFE LABORE I	150101222	Y:	WEB	Y:	WEB_data	1	0	4.4.2012 19:06:59	0,0123	
14	MFE RADOVLJICA I	150101371	Y:	WEB	Y:	WEB_data	1	0	4.4.2012 19:20:40	0,0028	
15	MFE RADOVLJICA II	2690818	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:22:32	0,0015	
16	MFE OS JELA JANEZICA	1076346562	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:16:15	0,0059	
17	MFE OS KRIZE	150101239	Y:	WEB	Y:	WEB_data	1	0	4.4.2012 19:22:30	0,0015	
18	MFE OS ŠENČUR	539803481	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:24:24	0,0002	
19	MFE MERKUR I	539523877	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:06:09	0,0129	
20	MFE PREDVOR	150101244	Y:	WEB	Y:	WEB_data	1	0	4.4.2012 19:24:10	0,0004	
21	SE PETERNEU DUPLJE	808516761	Y:	WEB	Y:	WEB_data	0	0	4.4.2012 19:21:38	0,0021	
22	MFE TRATA	150101356	Y:	WEB	Y:	WEB_data	1	0	4.4.2012 19:13:49	0,0075	

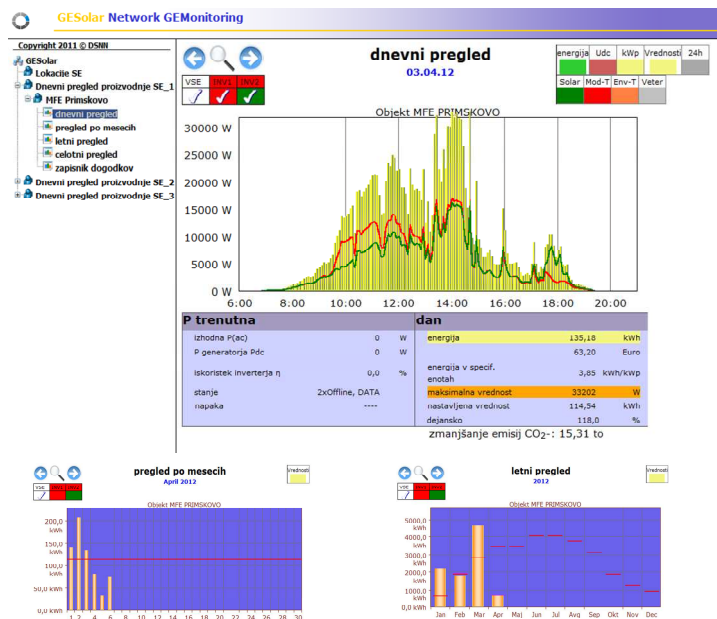
Slika 8: Spremljanje prenosa podatkov preko FTP po posameznih sončnih elektrarnah



Slika 9: Pregled delovanja trenutne moči sončne elektrarne

5. APLIKACIJE ZA SPREMLJANJE IN NADZOR SONČNIH ELEKTRARN

Na osebni računalnik je aplikacija za spremljanje in nadzor delovanja sončnih elektrarn, ki omogoča vpogled parametrov trenutno proizvedene energije glede na doseženo moč v primerjavi z instalirano močjo. Iz slike 9 so razvidni različne ponazoritve trenutnega stanja delovanja sončne elektrarne (tabela, grafikon, virtualni pogled inštrumenta).



Slika 10: Spletna aplikacija za pregled dnevne, mesečne in letne proizvodnje električne energije

Poleg aplikacij za osebne računalnike je možno preko interneta spremljati dnevno, mesečno in letno proizvodnjo električne energije (slika 10).

Delovanje posameznih elektrarn je možno spremljati preko aplikacije na mobilnem telefonu.

Slika 11 prikazuje različna stanja delovanja elektrarn: izklopljene elektrarne (levo), elektrarne v začetni fazi vklopljanja v distribucijsko omrežje (sredina) in obratujoče elektrarne (desno).



Slika 11: Pregled stanja sončnih elektrarn v mirujočem, zagonskem in delujočem stanju obratovanja

6. ZAKLJUČEK

Sistem nadzora in upravljanja proizvodnih virov energije se je glede na intenzivna vlaganja v izgradnjo sončnih elektrarn pokazale kot potreben in učinkovit sistem, ki daje optimalen nadzor nad zagotavljanjem nemotenega obratovanja in vzdrževanja elektrarn. Podprt je z

informacijsko komunikacijskimi tehnologijami, ki so bile izdelane za potrebe Gorenjskih elektrarn zaradi težnje po obvladovanju optimalnega obratovanja in zmanjšanju tveganj. Koncept sistema je uporaben za vse proizvodne vire kot so sončne elektrarne, hidroelektrarne, soproizvodnja toplote in elektrike ter podobno. Namenjen je tudi za vzdrževanje zasebnih elektrarn za katere podjetje Gorenjske elektrarne pogodbeno skrbi za vzdrževanje.

LITERATURA IN VIRI

Papler Drago. Osnove uporabe solarnih toplotnih in fotonapetostnih sistemov. Ljubljana: Energetika marketing, april 2012.

Papler Drago, Gjerkeš Henrik. Tehnološki in razvojni dejavniki sončnih elektrarn. Slovenska konferenca o materialih in tehnologijah za trajnostni razvoj. Ajdovščina, 11.-12. maj 2009.

Peric Damijan, Interno gradivo s področja informacijskih komunikacijskih tehnologij. Kranj: Gorenjske elektrarne, 2011.

Peric, Damijan. Monitoring sončnih elektrarn. Seminar Obratovanje in vzdrževanje sončnih elektrarn. Ljubljana: Agencija Poti, 11. april 2012.

<http://www.solar-log.com/>

<http://www.sma.de/>

<http://www.microsoft.com/sqlserver/en/us/default.aspx>

<http://www.microsoft.com/resources/documentation/windows/xp/all/proddocs/en-us/ftp.msp?mfr=true>

<http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us>