

**TEHNIČKI OPIS IZGRAĐENOG POSTROJENJA S OPISOM
TEHNOLOŠKOG PROCESA I UVJETIMA KORIŠTENJA
POSTROJENJA**

Naziv postrojenja: Solarni krov Špansko-Zagreb

Tip postrojenja: a.1. Sunčana elektrana instalirane snage
9,59 kW

Lokacija: 10090 Zagreb, J. Kavanjina 14

Opis izradio: dr.sc. Ljubomir Majdandžić, dipl.ing.

Datum: Zagreb, 29. prosinac 2008. godine

MARIOMONT d.o.o.

Direktor
Anđelka Majdandžić

Sadržaj

Opisano je postrojenje Sunčane elektrane instalirane snage 9,59 kW u naselju Špansko u Zagrebu. Prikazana je blok shema funkcije rada fotonaponskog sustava projekta «Solarni krov Špansko-Zagreb». Dane su karakteristike mjerne opreme i uređaja odnosno ugrađenih modula i izmjenjivača, opisan je tehnološki proces pretvorbe energije Sunčeva zračenja u električnu energiju i na kraju dani uvjeti korištenja postrojenja. Projekt godišnje smanjuje u okoliš emisiju štetnog ugljičnog dioksida za ca. 6200 kg. Projekt je originalan i jedinstven u Republici Hrvatskoj na kojem se sustavno provode mjerenja i na temelju kojih se mogu izvući zaključci da se korištenjem Sunčeve energije, kao jednog od obnovljivih izvora energije, mogu osigurati diverzifikacija energenata i izvora, sigurna dobava i opskrba energijom te zaštita okoliša kao temeljne odrednice energetske politike u Europskoj uniji.

1. Tehnički opis izgrađenog postrojenja

Na južnom dijelu krova kuće, u naselju Špansko u Zagrebu, pod kutom 30° postavljeni su solarni fotonaponski moduli, snage 9,59 kW_p za dobivanje električne energije. Ovaj je solarni fotonaponski sustav, kao Pilot postrojenje, pušteno u probni pogon 4. srpnja 2003. godine sa snagom 7,14 kW a koncem 2008. godine nadograđen sa snagom od 2,45 kW. Sustav je u paralelnom pogonu s distribucijskom mrežom a namjenjen je za napajanje električnom energijom trošila u obiteljskoj kući i viškom električne energije predane u elektrodistribucijsku mrežu. Za vrijeme dok solarni moduli ne proizvode dovoljno električne energije napajanje trošila u kućanstvu nadopunjuje se preuzimanjem energije iz mreže. Obzirom da instalirani fotonaponski sustav proizvodi najviše električne energije sredinom dana, on podmiruje vlastite potrebe oko 50 % a ostatak se predaje u elektrodistribucijsku mrežu.

Fotonaponski sustav sastoji se od 56 modula postavljena na krov kuće u četiri reda pod kutem 30° i to u tri reda po 14 modula, nazivna snaga jednog modula iznosi 170 W_p i u jednom redu 14 modula nazivne snage jednog modula 175 W_p. Karakteristike ugrađenih modula dane su u tablici 1. Fotonaponski paneli, 11 komada, spojeni su serijski za svaki izmjenjivač (ukupno su tri takva izmjenjivača). Ostatak od 9 panela serijski i novih 14 panela također serijski spojeni su na četvrti izmjenjivač. Svi kabele koji dolaze od nizova solarnih modula uvode u razdjelni ormarić modula. U razdjelnom ormariću se dovodi od svake grupe solarnih modula razvode prema solarnim izmjenjivačima. Razdjelni ormarić opremljen je odvodnicima prenapona i istosmjernim prekidačima. Ukupno su tri izmjenjivača svaki nazivne snage 3000 VA i jedan izmjenjivač snage 4200 VA.

Sustavno su primjenjene sigurnosne i zaštitne mjere u skladu sa svim važećim hrvatskim i europskim normama za ovakve sustave. U ormariću je dodatno ugrađen prekidač za odvajanje koji ima zadatak da, ako prestane napajanje preko jedne faze ili svih faza, odvoji elektrodistribucijsku mrežu (mrežu HEP-a) od PV generatora.



Tablica 1. Karakteristike ugrađenih modula

Moduli BP Solar, SAD		BP 5170S	BP 4175S	
Maksimalna snaga	P_{max}	170	175	W
Napon pri maksimalnoj snazi	U_{mp}	36,0	35,4	V
Struja pri maksimalnoj snazi	I_{mp}	4,72	4,9	A
Struja kratkog spoja	I_{sc}	5,0	5,5	A
Napon otvorenog kruga	U_{oc}	44,2	44,3	V
Maksimalni napon sustava		600	600	V
Dimenzije 1593 x 790 x 50				mm
Težina		15,4	15,4	kg
Broj modula		42	14	kom

2. Opis tehnološkog procesa

Kada solarna ćelija apsorbira Sunčevo zračenje, postaje poluvodička dioda (PN-spoj) i ponaša se kao ispravljački uređaj, te propušta struju samo u jednom smjeru. Fotovoltaičnim efektom na njezinim se krajevima pojavljuje elektromotorna sila (napon) i tako solarna ćelija postaje izvor električne energije.



Razdjelni ormarić solarnih modula i izmjenjivači dc/ac

Solarni izmjenjivači, pretvaraju istosmjernu struju solarnih modula u izmjenični napon reguliranog iznosa i frekvencije, sinkroniziran s naponom mreže. Ugrađeni su izmjenjivači Sunny Boy, Tip SB 3000 (tri komada) i Tip SB 4200TL HC, proizvođača SMA iz SR Njemačke čije su karakteristike dane u tablici 2. Sa svakog izmjenjivača kabeli su dovodeni do postojećeg ormarića u kući. Sustav proizvodi najviše električne energije sredinom dana pomažući rasterećenju mreže tijekom vršnih opterećenja.

Tablica 2. Karakteristike izmjenjivača Sunny Boy, SMA (SR Njemačka)

TEHNIČKI PODACI		SB 3000	SB 4200	
Ulazne veličine				
Maksimalna PV snaga	P_{pv}	4100		W_p
Maksimalna DC snaga	$P_{DC, max}$	3250	4400	W
Maksimalni DC napon	$U_{DC, max}$	600	750	V
PV napon, MPP-područje	U_{PV}	232-550	125-750	V
Maksimalna struja	$I_{PV, max}$	12	11	A
DC napon brujanja	U_{SS}	< 10	< 10	%
Maksimalni broj u nizu (paralelno)		3	2	
DC strana odspajanja		utični spoj	utični spoj	
Prenaponska zaštita		da	da	
Nadziranje kvara uzemljenja		da	da	
Zaštita zamjene polova		da	da	
Izlazne veličine				
Maksimalna AC snaga	$P_{AC, max}$	3000	4200	W
AC nazivna snaga	$P_{AC, nom}$	2750	4000	W
Ukupno harmonijsko izobličenje struje		< 4	< 4	%
Radno područje, Napon mreže	U_{AC}	198-260	198-260	V
Moguće područje, Napon mreže		180-265	180-265	V
Frekvencija mreže	f_{AC}	49,8-50,2	49,8-50,2	Hz
Moguća frekvencija mreže		45,5-54,5	45,5-54,5	Hz
Fazni pomak	$\cos \varphi$	1	1	
Otporan na kratki spoj		da	da	
Mrežni priključak		utični spoj	utični spoj	
Stupanj korisnog djelovanja				
Maksimalni stupanj korisnosti	η_{max}	95	96,2	%
Europski stupanj korisnosti	η_{euro}	93,6	95,4	%
Vlastita potrošnja				
Potrebna snaga pri pogonu		< 7	< 10	W
Snaga kod noćnog pogona		< 0,25	< 0,25	W
Vrsta zaštite				
Prema DIN EN 60529		IP65	IP65	
Temperatura okoliša, dopuštena				
		-25 do +60	-25 do +60	°C
Mehaničke veličine				
Dimenzije		434x295 x214	470x460 x225	mm
Težina		32	31	kg

3. Uvjeti korištenja postrojenja

Povlaštenu proizvođač dužan je poduzeti potrebne mjere u cilju isporuke standardne razine kvalitete električne energije u elektrodistribucijsku mrežu. Kako bi se provjerio utjecaj distribuiranih fotonaponskih sustava na niskonaponsku mrežu na objektu Solarni krov Špansko-Zagreb provedeno je mjerenje kvalitete napona po normi EN 50160. Za mjerenje je korišten uređaj PowerExplorer priključen na izlazne sabirnice solarnih izmjenjivača te kontrolni monitor kvalitete napona po normi EN 50160 KEN2000.

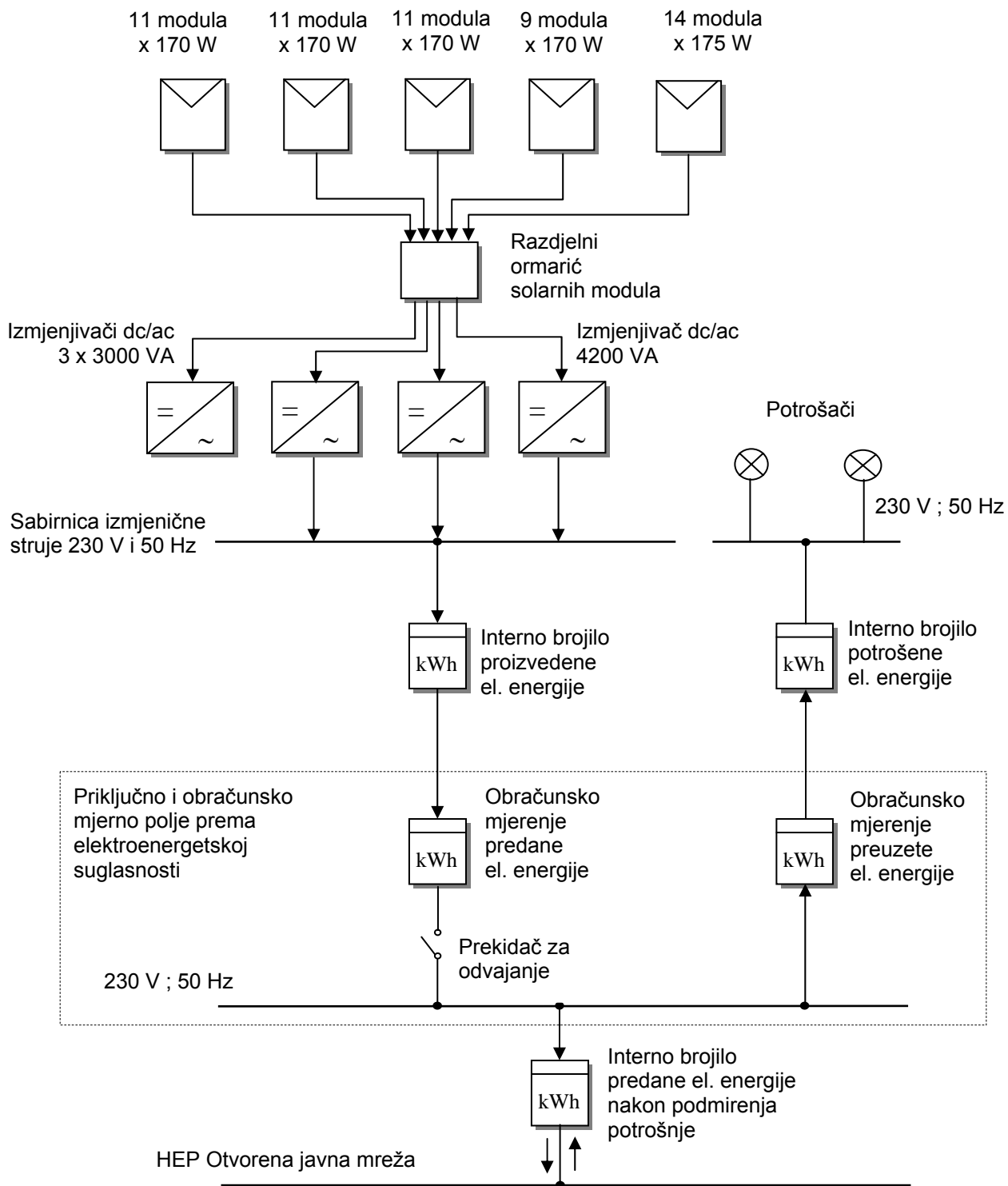
Uređaj PowerExplorer izrađuje izvješće u skladu s normom EN 50160 tako da cijeli dokument ima 170 stranica teksta i grafičkih prikaza mjerenja. Prema sumarnom izvješću može se uočiti da je distribuirani fotonaponski sustav na objektu Solarni krov Špansko, Zagreb zadovoljio normu EN 50160. Detaljniji sažetak izvješća za kvalitetu opskrbe električnom energijom pokazuje da kroz period mjerenja niti jedan parametar kvalitete napona nije prešao propisanu graničnu vrijednost po normi EN 50160. Ovo izvješće predano je u HEP-Operator distribucijskog sustava kod sklapanja Ugovora o korištenju NN mreže povlaštenog proizvođača.

Povlaštenu proizvođač je odgovoran za sigurnost i tehničku ispravnost postrojenja Sunčane elektrane kako bi postrojenje uvijek radilo optimalno i isporučivalo električnu energiju prema planu proizvodnje električne energije.

Povlaštenu proizvođač dužan je omogućiti Operatoru distribucijskog sustava (ODS) u svako vrijeme pristup priključku proizvodnog postrojenja i obračunskom mjernom mjestu radi uvida u stanje opreme, vođenja pogona i očitavanja stanja brojila.

Kada dođe do odvajanja proizvodnog postrojenja Sunčane elektrane iz paralelnog rada s mrežom, a potom se otklone uzroci narušavanja uvjeta za paralelan rad, moguć je povratak u paralelan rad djelovanjem automatike ili ručnim uključanjem.

PV-Generator 9,59 kW



Blok shema fotonaponskog sustava snage 9,59 kW_p projekta “Solarni krov Špansko-Zagreb”