

Ljubomir MAJDANDŽIĆ<sup>1</sup>

## KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE U HRVATSKOJ

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

 **HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
*Croatian Professional Association for Solar Energy*

Rad je predat u formi PP prezentacije.

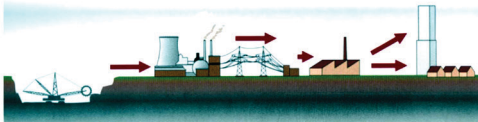
<sup>1</sup> Doc. dr. sc. Ljubomir Majdandžić, dipl. inž., Hrvatska stručna udruga za Sunčevu energiju, HSUSE

Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine



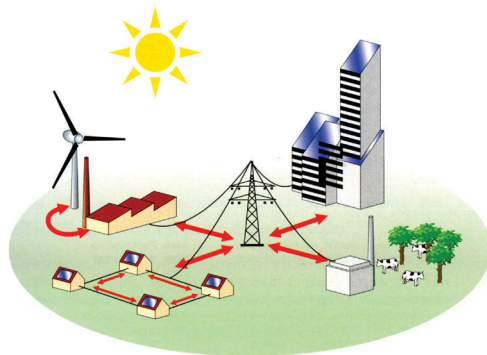
**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine



*Jednosmjerni tok električne energije od proizvođače prema potrošnji*

*Umrežavanje proizvođača i potrošača električne energije korištenjem obnovljivih izvora energije (DPEE)*

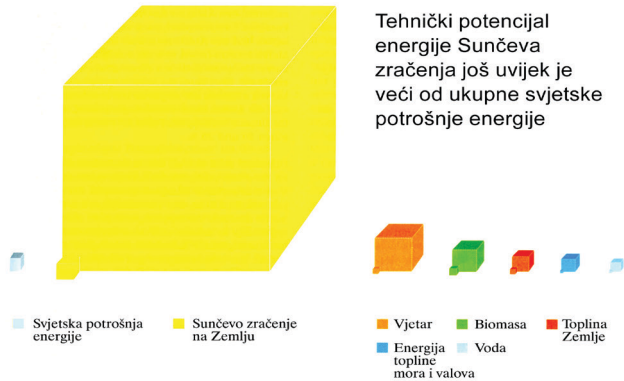


**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

**Sunce samo u jednoj sekundi oslobodi više energije nego što je naša civilizacija tijekom svoje povijesti i razvoja potrošila**

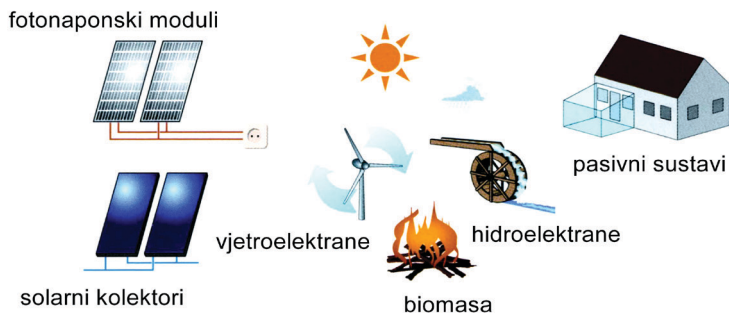
Prirodni potencijal energije Sunčeva zračenja je 50 puta veći od zbroja svih zaliha fosilnih i nuklearnih goriva



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

#### Različite pretvorbe i oblici energije Sunčeva zračenja



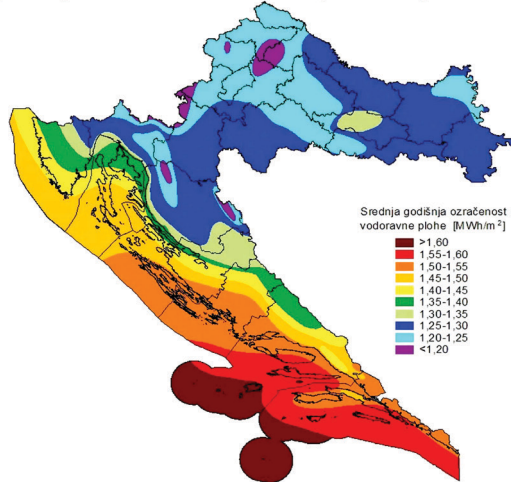
Svi izvori energije, osobito obnovljivi izvori energije, samo su različite pretvorbe i oblici energije Sunčeva zračenja.



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

#### Srednja godišnja ozračenost vodoravne plohe ukupnim Sunčevim zračenjem

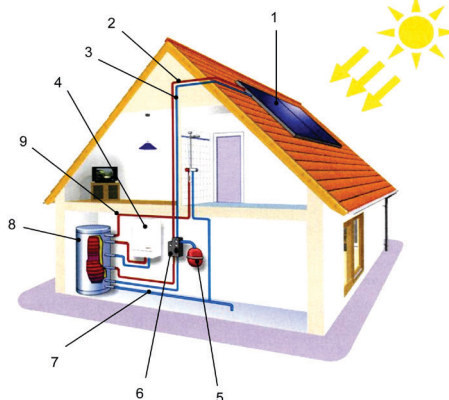


**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

#### Solarni sustavi za pripremu potrošne tople vode

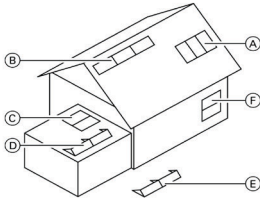
1. Solarni kolektori
2. Solarni polazni vod
3. Solarni povratni vod
4. Kotao za dodatno grijanje
5. Ekspanzijska posuda
6. Crpna stanica
7. Ulaz hladne vode
8. Spremnik potrošne tople vode
9. Izlaz potrošne tople vode



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy



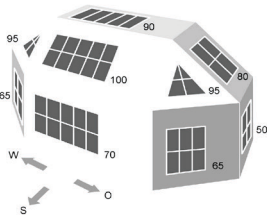
**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**



Pločasti kolektori u okomitoj izvedbi, Jankomir-Zagreb



Moguće izvedbe postavljanja i solarni doprinos u ovisnosti o položaju solarnih kolektora



Pločasti kolektori na betonskoj ploči, Kanfanar-Rovinj

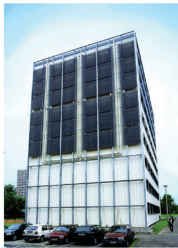


Pločasti kolektori u vodoravnoj izvedbi, Karlovac



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

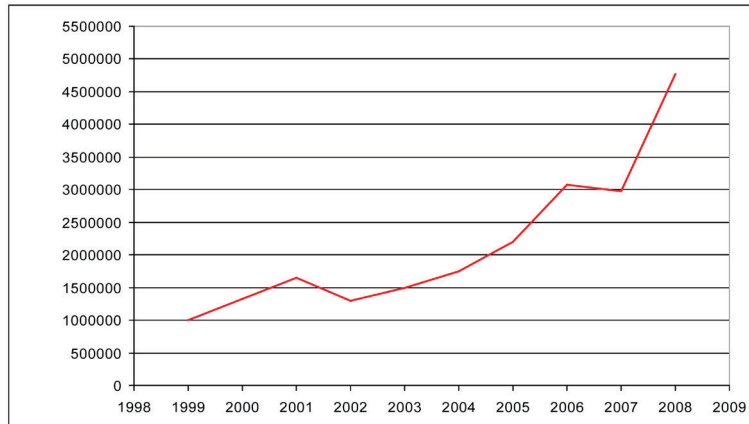
**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

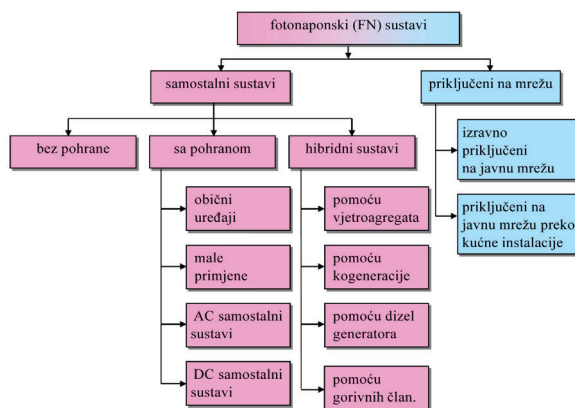
Ukupni rast instaliranih solarnih kolektora u zemljama EU + Švicarska



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

#### Osnovna podjela fotonaponskih sustava

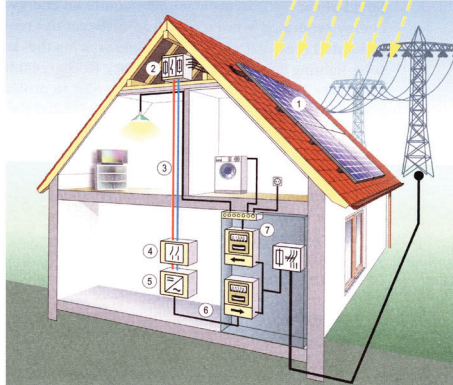


**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije**

1. fotonaponski moduli
2. spojna kutija sa zaštitnom opremom
3. kablovi istosmjernog razvoda
4. glavna sklopka za odvajanje
5. izmjenjivač dc/ac
6. kablovi izmjeničnog razvoda
7. brojila predane i preuzete električne energije



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
*Croatian Professional Association for Solar Energy*

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
*Croatian Professional Association for Solar Energy*



**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**Instalacije na ravnom krovu – FN sustav vezan na mrežu**



**Audijenciju Pavla VI. u Vatikanu, snaga 220 kWp**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

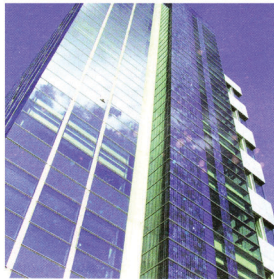
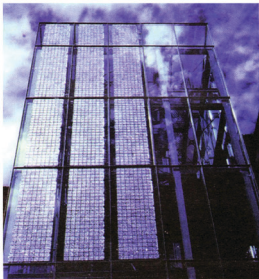
**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**Fotonaponski moduli snage 1,9 MW, Google Campus/Corporate HQ, SAD**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
*Croatian Professional Association for Solar Energy*

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**



**Fotonaponski sustavi integrirani u fasade građevina**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
*Croatian Professional Association for Solar Energy*



### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine



Fotonaponske elektrane 1– 50 MW



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

U svijetu je 2009. godine instalirano blizu 7,2 GW FN sustava što je 3 x više nego 2007. godinu kada je instalirano 2,4 GW.

Snažno razvijeno europsko tržište FN tehnologije u kojem dominira Njemačka, koja je 2009. instalirala novih 3800 MW, što je 53% FN sustava instaliranih u svijetu, odnosno 68% instaliranih FN sustava u Europi te godine. Njemačka ukupno 10 GW.

EPIA European Photovoltaic Industry Association  
umjereni rast  
EPIA<sup>™</sup> politička potpora  
2014.<sup>P</sup> procijenjene vrijednosti

Zemlja	Oznaka	2007.	2008.	2009.	2010. <sup>P</sup>	2011. <sup>P</sup>	2012. <sup>P</sup>	2013. <sup>P</sup>	2014. <sup>P</sup>
Belgija	EPIA <sup>™</sup>	18	50	292	140	160	200	220	240
	EPIA <sup>™™</sup>				200	220	240	260	280
Bugarska	EPIA <sup>™</sup>	0	2	7	15	40	60	80	100
	EPIA <sup>™™</sup>				20	100	150	200	250
Češka	EPIA <sup>™</sup>	3	51	411	900	100	130	150	175
	EPIA <sup>™™</sup>				1000	425	450	475	500
Francuska	EPIA <sup>™</sup>	11	46	185	500	540	580	620	660
	EPIA <sup>™™</sup>				700	860	1100	1200	1300
Njemačka	EPIA <sup>™</sup>	1107	2002	3800	3000	3000	3000	4000	4000
	EPIA <sup>™™</sup>				4500	4000	4000	5000	5500
Grčka	EPIA <sup>™</sup>	2	11	36	100	125	145	165	190
	EPIA <sup>™™</sup>				115	250	400	450	585
Italija	EPIA <sup>™</sup>	70	338	730	900	950	1000	1100	1200
	EPIA <sup>™™</sup>				1200	1250	1500	1750	2000
Portugal	EPIA <sup>™</sup>	14	50	32	70	75	80	85	90
	EPIA <sup>™™</sup>				100	150	180	220	250
Španjolska	EPIA <sup>™</sup>	560	2605	69	800	500	550	605	675
	EPIA <sup>™™</sup>				850	750	820	840	1060
Ostatak Europe	EPIA <sup>™</sup>	16	92	46	45	100	200	300	400
	EPIA <sup>™™</sup>				190	300	650	950	1250
Ukupno EU	EPIA <sup>™</sup>	1806	5252	5618	6290	5670	6095	7525	7980
	EPIA <sup>™™</sup>				8715	8405	9690	11795	13475
Japan	EPIA <sup>™</sup>	210	230	484	700	900	1000	1100	1200
	EPIA <sup>™™</sup>				1200	1800	2000	2200	2400
SAD	EPIA <sup>™</sup>	207	342	477	600	1200	1500	2000	3000
	EPIA <sup>™™</sup>				1000	2000	3000	4500	6000
Ostatak svijeta	EPIA <sup>™</sup>	168	373	447	380	400	480	590	700
	EPIA <sup>™™</sup>				900	1700	2450	3400	4100
UKUPNO	EPIA <sup>™</sup>	625	1030	1598	1890	2850	3430	4290	5750
	EPIA <sup>™™</sup>				4000	7000	9400	12800	16500
UKUPNO	EPIA <sup>™</sup>	2430	6283	7216	8180	8520	9515	11825	13810
	EPIA <sup>™™</sup>				12715	15405	19090	24595	29975



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

Špansko-Zagreb 9,59 kW



Čakovec 6,72 kW



Rijeka 9,9 kW



Žitnjak-Zagreb 36,1 kW



Kadina Glavica-Drniš 6,12 kW



Metković 9,69 kW



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
*Croatian Professional Association for Solar Energy*

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**



Pisarovina, 10 kW

Samobor, 10 kW



Posedarje, Zadar 10 kW



Špansko, ZG 10 kW

Sesvete, ZG 10 kW



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
*Croatian Professional Association for Solar Energy*

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**



**Godišnja proizvodnja modula:**

SOLARIS, Novigrad 70 MW

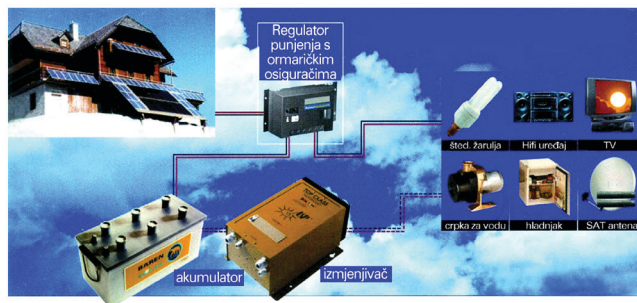
SOLVIS, Varaždin 20 MW



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**Opskrba potrošača električnom energijom na izoliranim područjima**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy



**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

Lokacija:

**Solarni krov Špansko -  
Zagreb, J. Kavanjina 14.**

**Solarni krov Špansko – Zagreb**



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**Izmjenjivači dc/ac**



razdjelni ormarić i  
istosmjerni prekidači

izmjenjivač  
tip SB 4200TL HC

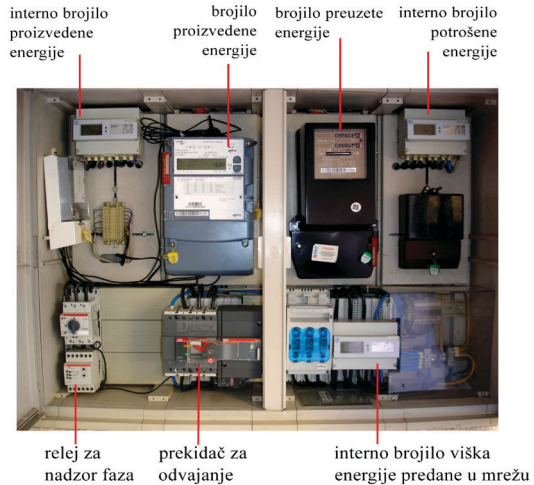
izmjenjivači  
tip SB 3000



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

#### Ormarić s brojljima električne energije



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

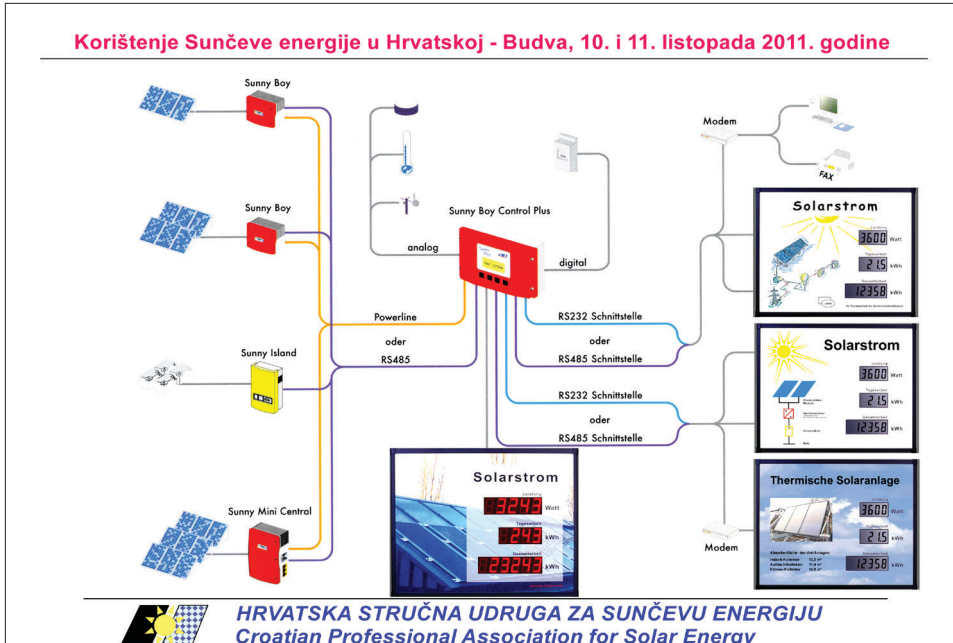
### Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine

#### Solarni krov Špansko Zagreb



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy





**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

Za razmak između redova kolektora vrijedi:

$$\frac{z}{h} = \frac{\sin(180^\circ - (\alpha_p + \beta))}{\sin \alpha_p}$$

$z$  razmak između redova, mm  
 $h$  visina kolektora, mm  
 $\alpha_p$  kut visine Sunca u podne, °  
 $\beta$  kut nagiba kolektora, °  
 $\varphi$  zemljopisna širina (ZG,  $\varphi = 45,49^\circ$ )

**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

Dobivena električna energija iz fotonaponskog sustava nazivne snage 10 kW<sub>p</sub>, instaliranoga u nekoliko gradova u Republici Hrvatskoj

grad	upadna energija Sunčeva zračenja na nagnute module, $E_z$ , kWh/m <sup>2</sup>	dobivena energija iz fotonaponskih modula, $E_{FN}$ , kWh	dobivena el. energija iz fotonaponskog sustava, $E_{st}$ , kWh	specifična godišnja proizvedena el. energija kWh/kW <sub>p</sub>
Zagreb	1 370	14 248	11 398	1 140
Zadar	1 660	17 264	13 811	1 381
Varaždin	1 330	13 832	11 066	1 107
Split	1 720	17 888	14 310	1 431
Sisak	1 350	14 040	11 232	1 123
Rijeka	1 470	15 288	12 230	1 223
Pula	1 580	16 432	13 146	1 315
Osijek	1 370	14 248	11 398	1 140
Hvar	1 780	18 512	14 810	1 481
Dubrovnik	1 720	17 888	14 310	1 431



**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

**Korištenje Sunčeve energije u Hrvatskoj - Budva, 10. i 11. listopada 2011. godine**

**HRVATSKA STRUČNA UDRUGA ZA SUNČEVU ENERGIJU**  
Croatian Professional Association for Solar Energy

