

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Republika Srbija Autonomna Pokrajina Vojvodina

POKRAJINSKI SEKRETARIJAT ZA ENERGETIKU I MINERALNE SIROVINE



21000 Novi Sad
Bulevar Mihajla Pupina 16
tel: +381 21 487-4337
fax: +381 21 456-653

**STUDIJA O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG
POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI
"PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE
NA TERITORIJI AP VOJVODINE**

NOVI SAD, septembar 2011.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



UNIVERZITET U NOVOM SADU
TEHNIČKI FAKULTET "MIHAJLO PUPIN"
ZRENJANIN

PODACI O STUDIJI

Naziv studije: „**STUDIJA O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE**”

Ugovor broj: 115-401-2248/2010-04 od **15.11.2010.**

Rukovodilac studije:

Dr Miroslav Lambić, red. prof.

Organizacija koordinator:

Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin

Radni tim na izradi studije:

- 1. Dr Miroslav Lambić**, red. prof., Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin,
- 2. Dr Tomislav Pavlović**, red. prof., Prirodno-matematički fakultet, Niš,
- 3. Dr Dragiša Tolmač**, red. prof., Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin,
- 4. Dr Milan Pavlović**, red. prof., Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin,
- 5. Dr Slavica Prvulović**, vanred. prof., Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin,
- 6. Dr Novica Pavlović**, vanred. prof., Privredna akademija - FIMEK, Novi Sad,
- 7. Mr Jasmina Pekez**, asistent, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin,

Organizacije učesnice na izradi studije:

- 1. Društvo za sunčevu energiju "Srbija solar", Zrenjanin**
- 2. Društvo za menadžment, inovacije i razvoj "Srbija invent", Zrenjanin**

Saradnici na izradi studije:

1. Milan Novak, Češko-Slovačka asocijacija za sunčevu energiju,
2. Dušan Velimir, "Srbija solar",
3. Kristijan Vujičin, "Srbija solar"
4. Ana Vukobratović, prof. - prevod: Engleski jezik

Vreme izrade Studije:

15. novembar, 2010. do 15. septembar, 2011.

SADRŽAJ

SADRŽAJ

POGLAVLJE 1

1. UVOD	8
---------------	---

POGLAVLJE 2

2. SUNČEVA ENERGIJA.....	10
2.1. Globalno, direktno, difuzno i reflektovano zračenje.....	11

POGLAVLJE 3

3. POTENCIJAL SUNČEVE ENERGIJE	14
3.1. Sunčevo zračenje u Vojvodini.....	15
3.1.1. Optimalni nagib i orijentacija površine za prijem globalnog zračenja	20
<i>Optimalan nagib prijemne površine</i>	
<i>Optimalna orijentacija prijemne površine</i>	
3.2. Sunčevo zračenje - za veća mesta u AP Vojvodini.....	25
Zaključak Poglavlja 3.....	82

POGLAVLJE 4

4. TEHNOLOGIJE ZA KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE.....	84
4.1. Toplotni prijemnici sunčevog zračenja	85
4.1.1. Ravni - pločasti prijemnici sunčeve energije (PSE)	87
4.1.2. Izgled i konstrukcija ravnih - pločastih prijemnika sunčeve energije.....	89
4.1.3. Integralni (integrirani) ravni - pločasti prijemnik sunčeve energije	90
4.1.4. Vakuumski kolektori	91
Zaključak Poglavlja 4.....	92

POGLAVLJE 5

5. ENERGETSKA EFIKASNOST TOPLOTNIH PSE.....	95
5.1. Primeri efikasnosti termičkih ravnih solarnih kolektora	97
Zaključak Poglavlja 5.....	99

POGLAVLJE 6

6. INSTALACIJE ZA KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE U TOPLOTNOM OBLIKU - SA RAVNIM SOLARNIM KOLEKTORIMA.....	100
6.1. Šeme i funkcionisanje solarnih instalacija	100
6.2. Primeri solarnih instalacija.....	107

Primer 1: Grejanje sanitarne potrošne vode u kupaonici sportskoj hali

Primer 2: Grejanje sanitarne potrošne i bazenske vode

Primer 3: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom staračkom domu sa tri podsistema solarnih kolektora lociranim na dve zgrade

Primer 4: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom dečijem vrtiću

Primer 5: Grejanje sanitarne potrošne i vode u otvorenim bazenima

Primer 6: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu učenika

Primer 7: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu učenika

<i>Primer 8: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu za boravak dece</i>	
<i>Primer 9: Dogrevanje prostora jedne fiskulturne sale i sanitarne potrošne vode</i>	
6.3. Primeri izvedenih solarnih postrojenja.....	126
<i>Primer 1. Solarno postrojenje za grejanje sanitarne potrošne vode u Opštoj bolnici „Dorđe Joanović“ - Zrenjanin</i>	
<i>Primer 2. Solarno postrojenje za grejanje sanitarne potrošne vode u Domu učenika srednjih škola „Angelina Kojić-Gina” u Zrenjaninu</i>	
<i>Primer 3. Solarno postrojenje za grejanje sanitarne potrošne vode u Domu učenika u Mužlji (Zrenjanin)</i>	
Zaključak Poglavlja 6.....	138

POGLAVLJE 7

7. PASIVNO SOLARNO GREJANJE	139
7.1. Principi pasivnog solarnog grejanja objekata	139
7.2. Masivan (Trombeov zid).....	141
Zaključak Poglavlja 7.....	143

POGLAVLJE 8

8. SOLARNI SISTEMI SA KONCENTRISANJEM SUNČEVOG ZRAČENJA.....	145
8.1. Prijemnici sa koncentrisanjem (fokusiranjem) sunčevih zraka – koncentratori	145
8.1.1. Vrste koncentrišućih sistema.....	145
8.1.2. Koncentrišući srednje temperaturni sistemi	145
8.1.3. Heliostatski makrokoncentrator.....	147
8.1.4. Primer "Solar Two" postrojenja	149
8.1.5. Solarni toranj i njegova korisnost.....	150
8.1.6. Ekološki uticaj.....	150
8.1.7. Heliostati	150
8.1.8. Evolutivni razvoj	151
Zaključak Poglavlja 8.....	151

POGLAVLJE 9

9. FOTONAPONSKI SISTEMI - SOLARNE ČELIJE.....	153
9.1. Vrste solarnih ćelija	153
9.1.1. Silicijum i njegove osobine	153
<i>Silicijum</i>	
<i>Polikristalni silicijum</i>	
<i>Metalurški silicijum</i>	
<i>Monokristalni silicijum</i>	
<i>Amorfni silicijum</i>	
<i>Karakteristike</i>	
9.1.2. Solarne ćelije od polikristalnog silicijuma	155
9.1.3. Solarne ćelije od amornog silicijuma	156
9.1.4. Solarne ćelije od amornog silicijuma na plastičnoj osnovi.....	157
9.1.5. Prednosti i nedostaci a-Si solarnih ćelija.....	157
9.1.6. Ostale vrste solarnih ćelija	158
<i>GaAs ćelije</i>	
<i>Višestruke solarne ćelije</i>	
<i>Solarne ćelije sa dihroičnim ogledalom</i>	
<i>Tandem solarne ćelije</i>	
9.2. Efikasnost solarnih ćelija	159
9.3. Primena solarnih ćelija.....	161

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

9.3.1. Povezivanje solarnih ćelija.....	161
9.3.2. Fotonaponski solarni sistemi.....	161
<i>Fotonaponski solarni sistemi koji nisu vezani za elektrodistributivnu mrežu</i>	
9.3.3. Komponente fotonaponskog solarnog sistema.....	163
<i>Akumulatori</i>	
<i>Regulator punjenja akumulatora</i>	
<i>Invertor</i>	
9.3.4. Određivanje karakteristika fotonaponskog sistema koji nije povezan sa elektrodistributivnom mrežom	164
<i>Određivanje dnevno dobitka električne energije</i>	
9.4. Parametri fotonaponskih sistema - solarnih elektrana - za veća mesta u AP Vojvodini.....	166
NOVI SAD	
ZRENJANIN	
APATIN	
SOMBOR	
SUBOTICA	
9.5. Parametri za dimenzionisanje FN sistema.....	186
9.5.1. Određivanje dnevne potrošnje električne energije jednosmerne struje.....	186
9.5.2. Određivanje dnevne potrošnje električne energije naizmjenične struje.....	186
9.5.3. Određivanje ukupne dnevne potrošnje električne energije	186
9.5.4. Određivanje broja solarnih modula.....	187
9.5.5. Određivanje kapaciteta akumulatora	187
9.5.6. Primer za izračunavanje karakteristika fotonaponskog sistema	187
<i>Dnevna potrošnja jednosmerne struje</i>	
<i>Dnevna potrošnja naizmjenične struje</i>	
<i>Kapacitet akumulatora</i>	
<i>Potrošači</i>	
9.5.7. Fotonaponski solarni sistem priključen za elektrodistributivnu mrežu.....	189
9.5.8. Kombinovani fotonaponski system	189
9.5.9. Hibridni sistemi	190
9.5.10. Solarne elektrane	190
<i>Fiksna solarna elektrana</i>	
<i>Jednoosno rotaciona solarna elektrana</i>	
9.6. Primene fotonaponskih sistema	192
9.6.1. Primeri primene solarnih ćelija	192
<i>Solarni crep</i>	
<i>Solarni stadion u Tajvanu</i>	
<i>Biblioteka u Mataru</i>	
<i>Montrej</i>	
<i>Poslovna solarna zgrada u Kini</i>	
<i>Osnovna škola Ma Wan u Hong Kongu</i>	
<i>Osnovna škola u Wolvercote-u u Engleskoj</i>	
<i>Solarna elektrana Waldpolonez</i>	
<i>Nellis solarna elektrana u Nevadi</i>	
<i>DeSoto solarna elektrana u SAD-u</i>	
<i>Solarna elektrana Olmedilla</i>	
<i>Solarna elektrana Serpa</i>	
<i>Solarna elektrana u blizini mesta San Lois Obispo u Kaliforniji</i>	
<i>Dvoosno rotaciona solarna elektrana</i>	

Zaključak Poglavlja 9.....	201
POGLAVLJE 10	
10. STANJE KORIŠĆENJA SUNČEVE ENERGIJE U SVETU.....	203
10.1. Termalni sistemi	203
10.2. Fotonaponski sistemi	218
10.3. Mere podsticaja	222
10.3.1. Stimulisanje korišćenja obnovljivih izvora energije i efikasnih tehnologija za proizvodnju električne energije	224
Zaključak Poglavlja 10	228
POGLAVLJE 11	
11. KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE U AP VOJVODINI.....	229
11.1. Zakonska podrška primeni novih i obnovljivih izvora energije	229
11.2. Tehničko - tehnološke mogućnosti korišćenja sunčeve energije u AP Vojvodini.....	233
11.2.1. Značaj korišćenja termičkog i fotoelektričnog dejstva sunčevog zračenja.....	233
11.2.2. Tehnički sistemi za grejanje vode i objekata i korišćenje sunčeve energije	236
11.2.3. Korišćenje sunčeve energije za energetske potrebe domaćinstava.....	238
11.2.4. Osnovni elementi dimenzionisanja termičkih solarnih instalacija u domaćinstvima	239
<i>Solarno grejanje sanitarne vode</i>	
<i>Primer isplativosti u poređenju sa električnim grejanjem vode</i>	
<i>Solarno grejanje kuća</i>	
11.2.5. Potrebna temperatura fluida za različite kategorije potrošača u domaćinstvu	244
11.2.6. Nivo potrebnih ulaganja u solarne instalacije za domaćinstva	245
11.2.7. Korišćenje sunčeve energije u industriji	246
11.2.8. Korišćenje sunčeve energije u različitim poslovnim, stambenim i drugim objektima i ustanovama	246
11.2.9. Korišćenje sunčeve energije u poljoprivredi	246
<i>Korišćenje sunčeve energije u procesima sušenja</i>	
11.3. Tržište solarnih kolektora	249
11.4. Projektovani i izvedeni solarni sistemi (izvod)	249
11.4.1. Projektovani sistemi	249
11.4.2. Izgrađeni sistemi (izvod)	250
11.5. Projektovanje i izgradnja (montaža) solarnih postrojenja	251
11.5.1. Zakon o planiranju i izgradnji	251
11.5.2. Studija opravdanosti i drugi dokumenti prema Zakonu o planiranju i gradnji	252
11.5.3. Finansiranje projekata za korišćenje OIE	252
11.5.4. Primer pozitivnog modela podsticaja - R. Slovačka	254
11.5.5. Napomene	254
11.5.6. Očekivani efekti	255
Zaključak Poglavlja 11	255
POGLAVLJE 12	
12. PREDLOZI I MERE ZA KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE U AP VOJVODINI	258
12.1. Pravna regulativa	258

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

12.2. Mere i prepreke za intenziviranje korišćenja sunčeve energije u Vojvodini	259
Zaključak Poglavlja 12	262
POGLAVLJE 13	
13. REZIME	256
- <i>Nivo potrebnih ulaganja u solarne instalacije za domaćinstva</i>	
- <i>Koncept sistemskog regulisanja obaveze korišćenja sunčeve energije</i>	
LITERATURA	271
ABSTRACT	276

POGLAVLJE 1

1. UVOD

Energija zračenja Sunca koja godišnje dospeva do Zemljine površine je oko 170 puta veća od energije koju sadrže ukupne rezerve uglja u svetu. Kapacitet sunčeve energije na Zemlji je, po nekim procenama, oko 14.000 - puta veći od celokupne energije koju troši čovečanstvo danas. Snaga sunčevog zračenja koja dospeva na Zemlju iznosi oko 175.000 TW. Koji je to potencijal pokazuje i činjenica da celokupna svetska energetska potrošnja ima snagu od približno 13 TW! Energija zračenje Sunca koja dolazi do zemljine površine, dakle potencijalno iskoristivo zračenja Sunca, iznosi oko $1,9 \times 10^8$ TWh (190 miliona teravat časova) godišnje. Ta je energija oko 170 puta veća od energije ukupnih rezervi uglja u svetu i kada se uporedi sa energetske potrebama čovečanstva, koje iznose $1,3 \times 10^5$ TWh (130 hiljada teravat časova) godišnje, dobija se podatak da je sunčeva energija koja stiže na površinu Zemlje u toku samo 6 časova dovoljna da zadovolji sve svetske potrebe na godišnjem nivou. Da bi se dobio bolji uvid u ove veličine, prosečno domaćinstvo u nekim od najrazvijenijih zemalja sveta troši godišnje oko 10.000 kWh električne energije, a bilo bi potrebno oko 100.000 godina da se potroši 1 TWh. Oko 37% svetske energetske potražnje zadovoljava se proizvodnjom električne energije koja je u toku 2008. godine iznosila oko 17.000 TWh.

Sa gledišta energetike, sunčeva energija predstavlja resurs koji je na raspolaganju za korišćenje i supstituciju značajnih količina konvencionalnih energetske oblika. Njeno ograničeno korišćenje je uzrokovano tehnološkim i ekonomskim problemima. To je ogroman energetske izvor kojim se mogu zadovoljiti energetske potrebe za veoma dugo vreme. Sunčeva energija koja dospeva na površinu Zemlje u toku samo 6 časova dovoljna je da zadovolji sve svetske potrebe na godišnjem nivou.

Sunčeva energija može imati značajno mesto u energetici jedne zemlje jer predstavlja obnovljiv i neiscrpan energetske resurs. Obnovljivim izvorima energije se ne posvećuje ista pažnja u svetu. Može se slobodno reći da toj problematici više pažnje posvećuje relativno mali broj zemalja - i to onih razvijenijih. Interesantno je da se energetske tehnologije bazirane na korišćenju sunčeve energije najviše razvijaju u tehnološki i ekonomski moćnijim zemljama. Za to postoji više razloga od kojih su najvažniji strateški, ekonomski i ekološki faktori.

Sunčeva energija je, ekološki gledano, čista energija čije energetske tehnologije u primeni ne zagađuju životnu sredinu. Ona predstavlja resurs sa kojim raspolaže svaka država bez uvozne zavisnosti. Posebno je značajno što se postrojenja za korišćenje sunčeve energije mogu graditi u neposrednoj blizini potrošača - bez značajnijih ulaganja u infrastrukturu. Sunčeva energija se tehničkim sredstvima jednostavno transformiše direktno u toplotu i direktno ili indirektno u električnu energiju, čime je omogućena brza primena u svim energetske procesima. Korišćenje sunčeve energije u svim segmentima energetske potrošnje danas je u značajnom porastu u mnogim zemljama sveta.

Sunčeva energija pruža raznovrsne mogućnosti za primenu. Savremeni solarni sistemi omogućavaju iskorišćenje sunčeve energije tokom cele godine. Ovakvi sistemi mogu snabdeti do 35% svih potreba u severnoj i centralnoj Evropi, više od 50% južno od Alpa, a na jugu Evrope čak 70%. Istovremeno, znatno se smanjuje emisija štetnih gasova u atmosferu, što je argument više za korišćenje sunčeve energije. Sa gledišta praktičnog korišćenja sunčeve energije, važna je količina energije koja dospeva na neku površinu u toku dana. Ta količina zavisi od geografske širine, godišnjeg doba, orijentacije prijemne površine i meteoroloških uslova. Prva tri faktora su geometrijskog karaktera i postoje računski metodi njihovog tačnog određivanja. Međutim, meteorološki uslovi su promenljiv faktor i pouzdani se podaci mogu dobiti jedino dugogodišnjim merenjima. Za korišćenje sunčeve energije važni su i podaci o srednjoj dnevnoj sumi energije po mesecima, kao i podaci o prosečnim temperaturama za iste periode. Veliku ulogu u korišćenju sunčeve energije imaju i oblik, veličina zgrada, orijentacija, materijali koji se koriste i dr. Bitno je i okruženje, tj. da li ima zasenčenja od strane drugih zgrada i dr.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Usvajanjem Uredbe o merama podsticaja za proizvodnju energije korišćenjem obnovljivih izvora energije, odlukom Vlade Republike Srbije, stekli su se preduslovi da se započne sa intenzivnijim korišćenjem transformisane sunčeve energije u domaćinstvima i privredi Srbije i pokrajine Vojvodine. Cilj ove studije je da se sagledaju energetske i eksploatacione mogućnosti korišćenja sunčeve energije u svim segmentima energetske potrošnje Vojvodine, kao i da se potencijalnim investitorima predstave relevantne podloge za donošenje odluka o primeni ovih tehnologija.

Korišćenje OIE i u okviru njih - sunčeve energije doprinosi efikasnijem korišćenju sopstvenih potencijala u proizvodnji energije, smanjenju emisija "gasova staklene bašte", smanjenju uvoza fosilnih goriva, razvoju lokalne industrije i stvaranju novih radnih mesta.

POGLAVLJE 2

2. SUNČEVA ENERGIJA

Sunce je jedna od tipičnih zvezda, čiji prečnik iznosi $1,39 \times 10^6$ km. Temperatura na njegovoj površini ima efektivnu vrednost od 5.762 K, dok prema središtu raste dostižući, prema raznim procenama, vrednost od 8×10^6 K do 40×10^6 K. Na Suncu se neprekidno odvijaju spontani termonuklearni procesi pod dejstvom visokih temperatura i velikog pritiska nastalog delovanjem gravitacione kontrakcije. Energija sunčevog zračenja definisana je donekle termonuklearnim reakcijama, pri čemu je najvažniji proces transmutacije vodonika u helijum (četiri protona vodonika u jedno jezgro helijuma). U središtu Sunca se pri visokim temperaturama odigravaju nuklearni procesi koji obuhvataju vodonik, ugljenik, azot i druge lakše elemente. Jezgro helijuma ima manju masu od mase četiri protona vodonika, što znači, da se deo mase ($1/141$ deo) u reakciji manifestuje kao energija. Ova energija se oslobađa u unutrašnjosti Sunca pri temperaturama od više miliona stepeni, pa se iz njegove unutrašnjosti predaje površini i emituje u vasioni prostor. Pri tome se naizmenično ostvaruju procesi zračenja i konvekcije, usled čega nastaje apsorpcija i izračivanje. Zračenje jezgra Sunca nastaje u delu spektra, odgovarajućem rendgenskom i γ - zračenju, pri čemu talasna dužina zračenja raste sa padom temperature i povećanjem radijalnog rastojanja. Najveći deo Sunčeve energije se emituje u prostor u obliku elektromagnetnih talasa. Veći deo tih talasa se nalazi u vidljivoj i infracrvenoj, a manji u ultraljubičastoj oblasti spektra.

Spoljni slojevi Sunca, tzv. solarna atmosfera, sastoji se iz fotosfere, hromosfere i korone, koje imaju vrlo različite osobine. Najveći deo svetlosti koja dospeva na Zemlju sa Sunca dolazi iz fotosfere. Zona ultraljubičastog zračenja obuhvata oblast spektra talasnih dužina (λ) do $0,38 \mu\text{m}$, vidljivi deo svetlosti od $0,38$ do $0,78 \mu\text{m}$ i infracrvenu oblast talasnih dužina - preko $0,78 \mu\text{m}$.

Srednja udaljenost Sunca od Zemlje iznosi $1,495 \times 10^8$ km, što sunčevo zračenje - gustinu toplotnog toka koja na Suncu (sunčeva sjajnost) iznosi 6.350 W/cm^2 , redukuje na vrednost od 1.353 W/m^2 neposredno pre ulaska u Zemljinu atmosferu. Ova vrednost od 1.353 W/m^2 (neka novija merenja utvrdila su da je $1.367 \pm 7 \text{ W/m}^2$) koja predstavlja snagu sunčevog zračenja na jediničnu površinu, upravnu na pravac upada zraka pri ulasku u Zemljinu atmosferu (pri srednjem odstojanju Zemlje od Sunca) naziva se: solarna konstanta.

Energija, koju Sunce izrači u vasioni prostor odgovara snazi od $3,5 \times 10^{20}$ MW, a samo 2×10^9 - ti deo od toga, tj. $1,75 \times 10^{11}$ MW dospeva na Zemlju. Oko 30% primljene energije Zemlja reflektuje nazad u kosmos, oko 47% zadrži kao toplotu, oko 23% se "troši" na proces kruženja vode u prirodi dok se ostatak „potroši“ na fotosintezu.

Sunčevo zračenje koje dospeva do površine Zemlje se razlikuje od spektra izvanzemaljskog solarnog zračenja. Ove promene su uzrokovane promenom rastojanja između Sunca i Zemlje, atmosferskom rasejanošću molekula vazduha, vodene pare i prašine u atmosferi, kao i atmosferskom koncentracijom kiseonika, ozona, vode i ugljen-dioksida.

Analizom podataka sunčevog zračenja utvrđeno je da promena integralnog zračenja tokom vremena ne odstupa više od $\pm 1,5\%$. Raspršenost, odnosno koncentracija molekula vazduha, vodene pare i čestica prašine i dima u atmosferi utiču na umanjene propusnosti sunčevog zračenja na površinu Zemlje. Apsorpcija energije zračenja u atmosferi definiše se u funkciji sadržaja vodene pare i optičke vazdušne mase. Optička vazdušna masa se određuje dužinom puta radijacije kroz atmosferu, pri čemu se vertikalna putanja uzima za jedinicu mase. Merenjima i proračunima utvrđeno je, da je zbog reflektovanja zraka od atmosfere i apsorpcije u atmosferi, pri normalnom upadu zraka i malom sadržaju vodene pare, prašine i dima - umanjene intenzitet zračenja. Zbog toga na površinu Zemlje dospeva (u našem podneblju) sunčevo zračenje od $970 \text{ [W/m}^2\text{]}$ - leti i $1.030 \text{ [W/m}^2\text{]}$ - zimi. U proračunima se najčešće koristi srednja vrednost snage od $1.000 \text{ [W/m}^2\text{]}$. Na promenu vrednosti zračenja koje dospeva do gornjih slojeva atmosfere utiče i

promena rastojanja između Zemlje i Sunca tokom godine. Ova promena se nalazi u granicama odstupanja od $\pm 3\%$. Iz navedenog je evidentna i naučno utvrđena činjenica, po kojoj je snaga sunčevog zračenja na Zemlji (u našem podneblju) u toku zime čak veća za 5,8% od snage zračenja leti. Ovaj porast snage zračenja zasniva se na činjenici da je Sunce, za severnu poluloptu, bliže Zemlji zimi za oko 3% nego leti. Ukupni efekti zračenja energije su ipak leti veći za odgovarajuća podneblja - zbog duže putanje Sunca preko neba (dužeg vremena trajanja obdanice).

Sunce kao izvor energije ima veoma stabilno dejstvo i intenzitet zračenja do ulaska u Zemljinu atmosferu. Umanjenje ovog zračenja u atmosferi Zemlje pod najpovoljnijim uslovima se kreće u granicama od 23,9 do 28,3%. Međutim, osim godišnjih, mesečnih i dnevnih promena intenziteta Sunčevog zračenja na određenoj površini Zemlje, promene nastaju i u zavisnosti od meteoroloških uslova atmosfere, kao i od ugla upada zraka na Zemlju, odnosno na površinu do koje dospeva.

U geografskim uslovima u Vojvodini energija koja dospeva na horizontalnu ravan od 1 m^2 dostiže vrednost od minimalno 1.350 do maksimalno - 1.500 kWh/god. To je jednako količini toplotne energije, koju je moguće dobiti sagorevanjem približno $160\text{-}180 \text{ m}^3$ zemnog gasa.

2.1. Globalno, direktno, difuzno i reflektovano zračenje

Na zemljinoj površini se zato registruju tri osnovne vrste sunčevog zračenja - direktno sunčevo zračenje, raspršujuće (difuzno) zračenje i zračenje reflektovano od zemljine površine ili drugih objekata. Atmosfersko dejstvo ns Sunčevu radijaciju ogleda se u promenama koje uzrokuju refrakciju i disperziju zračenja, čime se u stvari menja smer putanje i vrši razdvajanje susednih talasnih dužina. Slabljenje sunčeve radijacije uzrokuje difuzno i apsorpciono dejstvo atmosfere. Intenzitet direktnog sunčevog zračenja na granici zemljine atmosfere je približno 1.360 W/m^2 . Od ovoga, kroz atmosferu na zemljinu površinu proдре - pri najpovoljnijim uslovima približno 1.000 W/m^2 .

Direktno zračenje predstavlja komponentu globalnog zračenja koje direktno dospeva na površinu Zemlje pri jasnom i vedrom danu. Deo ukupnog zračenja se prilikom prolaska Sunčevih zraka kroz atmosferu rasipa zbog nailaska na čestice vode, prašine i drugih oblika aerozagađenja. Koncentracija pare i prašine je promenljiva veličina u atmosferskom plaštu koja uzrokuje promenljivu spektralnu raspodelu globalnog zračenja, a u okviru toga i promenljivu vrednost njegovih komponenti - direktnog i difuznog dela zračenja detektovanog na površini Zemlje. Pravac direktnog Sunčevog zračenja se može odrediti na svakoj tački Zemljine površine geometrijskim korelacijama, dok je pravac difuznog zračenja veoma složen i zavisi od atmosfere, a ne od položaja Sunca. Vrednosti ovih komponenti zračenja najtačnije se utvrđuju merenjem pomoću odgovarajućih instrumenata - piranometara. Komponenta direktnog zračenja je dominantna u potencijalu globalnog zračenja za vedre dane, dok se udeo difuznog zračenja kreće najčešće u granicama od 8 do 22% od ukupnog. Oblačnih dana je svo zračenje difuznog karaktera. U zavisnosti od doba godine i klimatskog područja difuzno zračenje premašuje i 30% od globalnog, te postaje itekako značajna komponenta Sunčevog energetskog dejstva. U gradovima, zbog aerozagađenja i konfiguracije tla, ova komponenta je izraženija. Poseban oblik zračenja koje se detektuje na određenu površinu u ravni Zemlje nastaje reflektovanjem Sunčevog zračenja sa površina iz okoline (albedo podloge). Albedo predstavlja odnos kratkotalasnog reflektovanog i globalnog zračenja i ima promenljivu veličinu (u funkciji podloge). Promenom osobina podloge menja se i vrednost albeda, što se manifestuje promenama u bilansu zračenja, posebno kada su u pitanju promene u većim razmerama (obrada velikih površina tla - rast bilja, sneg i dr.). Stoga je veoma važan antropogeni uticaj na prirodni raspored vegetacionih površina.

Intenzitet reflektovanog zračenja je u direktnoj zavisnosti od konfiguracije objekata i tla u okolini indikatorske površine. Kod zelenih površina koeficijent refleksije se kreće u granicama od 0,2 do 0,3, što znači da reflektuju od 20 do 30 % Sunčevog zračenja.

Na raspoloživu količinu sunčeve energije utiču promene u sastavu atmosfere, odnosno njene zamućenosti. Poslednjih godina zamućenost atmosfere se u gradovima povećava, posebno u letnjim mesecima, kada je najintenzivniji vegetacioni period. Ona je naravno, izraženija u blizini urbanih i

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

industrijskih centara, dok joj efekat slabi sa udaljavanjem od ovih centara (slabi zamućenost atmosfere, a jača efekat albeda).

Snaga Sunčevog zračenja definiše se izrazom:

$$P = \frac{dQ}{dt} \quad [W] \quad (2.1)$$

pri čemu je Q - energija zračenja koju nose fotoni Sunčeve svetlosti. Gustina energije Sunčevog zračenja predstavlja energiju (energetski tok) koja pada na određenu površinu:

$$G = \frac{dP}{dA} \quad \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.2)$$

Ova veličina u literaturi se različito naziva kao: ozračenje, ukupno ili globalno Sunčevo zračenje, gustina snage sunčevog zračenja, fluks sunčevog zračenja i sl. Obzirom da se Sunčevo zračenje na površini Zemlje pojavljuje u obliku direktnog (G_b), difuznog - raspršenog (G_d) i reflektovanog (G_r) zračenja, ukupno globalno Sunčevo zračenje je:

$$G = G_b + G_d + G_r \quad (2.3)$$

Integracijom globalnog Sunčevog ozračenja po vremenu dobija se površinska gustoća energije zračenja koja u određenom vremenskom periodu dospeva na jedinicu neke površine:

$$H = \int_{t_1}^{t_2} G \cdot dt \quad \left[\frac{J}{m^2} \right] \quad \text{ili} \quad \left[\frac{Ws}{m^2} \right] \quad (2.4)$$

Ukoliko je taj vremenski period jednak jednom satu - radi se o satnoj vrednosti dozračene energije, jednom danu - dnevna vrednost dozračene energije, jednom mesecu - mesečna i jednoj godini - godišnja vrednost (suma) dozračene energije. Za ovu količinu dozračene energije u određenom vremenskom periodu na jedinicu površine uobičajen je izraz "iradijacija" (prema engl. "irradiation"). Prolaskom kroz Zemljinu atmosferu intenzitet Sunčevog zračenja slabi jer dolazi do raspršavanja na molekulima gasova (Rayleigh-ovo raspršenje) i na česticama prašine i dima. Pri tome se jedan deo zračenja apsorbuje zbog interakcija sa molekulima H_2O , CO_2 , O_3 i dr. Isto tako dolazi i do apsorpcije i raspršivanja u oblacima, što ima za posledicu promenu spektralnog sastava zračenja. Zbog toga se oko 25 do 50% energije Sunčevog zračenja gubi prilikom prolaska kroz atmosferu (Sunčev spektar koji stiže do površine Zemlje nalazi se u domenu talasnih dužina od $0,3 \mu m$ do $2,5 \mu m$). Ozračenost površine normalne na direktan upad zraka (u nivou površine Zemlje) može se prikazati aproksimativno pomoću Bouguer - Lamber-tovog zakona kao:

$$G_{bn} = E_0 \cdot e^{-km} \quad (2.5)$$

pri čemu je k - koeficijent atenuacije zračenja (tzv. koeficijent ekstinkcije), a m - odnos između dužine puta Sunčevih zraka kroz atmosferu i dužine tog puta kada je Sunce u zenitu - optička masa vazduha. Optička masa vazduha može se definisati izrazom:

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

$$m = \frac{1}{\sin \alpha} = \cos \cdot \sec \alpha \quad (2.6)$$

pri čemu je $m = 1$ - ukoliko zraci dolaze do površine Zemlje - vertikalno (nadmorska visina je nula);
 $m = 2$ - ako je ugao između Sunčevih zraka i horizonta $\alpha = 30^\circ$ itd. Smanjenje snage sunčevog zračenja zbog prolaska kroz atmosferu može se prikazati i u sledećem obliku:

$$G_{bn} = f(\lambda) \cdot E_0 \cdot e^{-k(\lambda)m} \quad (2.7)$$

gde je $k(\lambda)$ koeficijent koji uključuje atenuaciju zbog Rayleighove raspršenosti, mutnoće atmosfere i apsorpcije u ozonu, a $f(\lambda)$ - apsorpcija infracrvenog zračenja u vodenoj pari i ugljendioksidu.

POGLAVLJE 3

3. POTENCIJAL SUNČEVE ENERGIJE

S obzirom da je sunčeva energija sa tehničko-eksploatacionog gledišta - energetski resurs obnovljivog karaktera (transformisana sunčeva energija koja se odvede od prijemnika sunčeve energije (PSE) se permanentno obnavlja u uslovima dejstva sunčevog zračenja) - ne može se govoriti o energetskom resursu na način kako se to iskazuje kod drugih - neobnovljivih izvora energije. Ovaj resurs zavisi od insolacionih uslova, veličine i karakteristike PSE (prethodno nabrojanih uticajnih faktora) te vremena izlaganja PSE dejstvu sunčevog zračenja.

Od dozračenog sunčevog zračenja na Zemlji čija gustina snage dostiže vrednosti od 970 do 1.030 [W/m^2] - korisno dozračena količina energije na jedinicu slobodno orijentisane površine, zavisi od njene orijentacije (treba da je orijentisana prema jugu), od njenog nagiba (poželjno je da sunčevi zraci dospevaju na prijemnu površinu pod uglom što bližem - normalnom, kako bi ozračenje - gustina snage bila što veća), od konstrukcije i energijskih karakteristika prijemnika sunčeve energije, doba dana, doba godine, vremena insolacije, atmosferskih uslova, eksploatacionih uslova i dr.

Energija zračenja koja dopire do neke površine na Zemlji zavisi u prvom redu od trajanja osunčavanja (trajanja sijanja Sunca). Insolacija zavisi od geografske širine i od godišnjeg doba. Razlika između vremena izlaska i vremena zalaska Sunca daje vreme trajanja insolacije kojoj je izložena horizontalna i nepokrivena površina. Ono iznosi za Srbiju oko 15 h - leti i oko 9 h - zimi. Stvarno trajanje insolacije je znatno kraće zbog pojave oblaka i magle, ali i zbog stanja zagađenosti atmosfere na posmatranom području. Ona se razlikuje za površine koje su postavljene horizontalno, vertikalno, ili pod nekim uglom u odnosu na površinu Zemlje. Dotok energije Sunčevog zračenja nije proporcionalan trajanju insolacije. Naime, deo energije se gubi prolaženjem kroz atmosferu zbog apsorpcije kiseonika, ozona i ugljen dioksida. Gubitak je veći što je Sunce bliže horizontu. Osim toga, energija zračenja se u prolazu kroz atmosferu raspršuje, a najveći gubitak je neposredno nakon zalaska Sunca. Prema tome, ukupno zračenje koje dođe do površine Zemlje sastoji se od neposrednog - direktnog i indirektnog - difuznog zračenja koje je deo raspršene energije zračenja. Zbog svega toga snaga zračenja koja dospeva na neku površinu, a koja bi se mogla energetski iskoristićavati, znatno se menja tokom dana, a njene promene zavise od godišnjeg doba i položaja obasjane površine.

Veoma često se energija zračenja prikazuje kao energija koja dođe do površine Zemlje tokom dana, naravno za vreme trajanja osunčavanja. Ta energija zavisi i od stanja oblačnosti i osobina atmosfere, ali je potrebno poznavati i potencijalnu energiju zračenja. To je maksimalna energija koja dospe do površine kroz suhu i vlažnu atmosferu. Ona zavisi i od geografske širine i nadmorske visine i sve je manja kako se smanjuje nadmorska visina i povećava geografska širina. Na geografskoj širini od 43 stepena potencijalna energija iznosi oko 2.500 kWh/m^2 godišnje, a na geografskoj širini od 46 stepena oko 2.400 kWh/m^2 godišnje.

Za posmatrača sa Zemlje, dva ugla definišu položaj Sunca. Visina Sunca (solar altitude angle) je ugao između Sunca i horizonta. Tokom dana on se menja između 0 i 90°. Ugao pada Sunčevog zračenja (zenith angle) i ugao visine sunca sabrani daju 90°. Solarni azimut je ugao u vodoravnoj ravni između referentnog smera (sever) i Sunca. Ovaj ugao se menja između -180 i +180°.

Za proračun solarnih instalacija, odnosno sistema za prijem sunčeve energije od bitnog uticaja je tzv. "solarni prozor". Solarni prozor je površina neba između putanje Sunca u letnjem i zimskom solsticiju za određenu lokaciju. Poznavanje solarnog prozora za određeni grad je bitno za ispravan smeštaj i usmerenost solarnog kolektora kako bi se dobila optimalna energetska svojstva, te kako bi se izbeglo zasenčenje od drveća i drugih zgrada.

Snaga sunčevog zračenja se menja tokom dana, meseca i godine. Njena vrednost zavisi i od geografskog mesta, uslova atmosfere i dr. Sve ovo pokazuje veliku promenljivost snage zračenja Sunca. Ipak, te su promene lagane (manje od npr. promena snage vetra) i one se mogu s većom ili manjom tačnošću predvideti, jer je poznat ritam pojava (izlazak i zalazak Sunca). Intenzitet zračenja koje nam stoji na raspolaganju ne možemo predvideti s potpunom sigurnošću. Kao izvor energije Sunčevo zračenje je povoljnije - npr. od vetra - s obzirom na predvidivost pojave, ali je nepovoljnije s obzirom na to da zračenja nema u toku noći, i da je manje intenzivno tokom zime kada je i potrošnja energije veća. Postrojenja mogu raditi samo u toku dnevnog ciklusa, što se ne poklapa potpuno sa ritmom potražnje energije. Moraju se graditi dodatna postrojenja ili osigurati akumulacija energije čime bi se obezbedilo snabdevanje potrošača i noću ili pri lošijim uslovima osunčavanja.

Najveće učešće pri dobijanju energije posredstvom solarnih kolektora imaju direktno i difuzno zračenje, čiji intenzitet se u toku godine menja u zavisnosti od smenjivanja godišnjih doba. Naravno, najviše sunčeve energije se dobija u letnjim mesecima kada je intenzitet najjači. Maksimum sunčevog zračenja je u junu, a minimum pri prelasku decembra u januar. Posmatrajući tokom dana uopšteno, važi da najviše zračenja dospeva na Zemlju u podne, kada je položaj Sunca na nebu najviši i putanja prolazećeg sunčevog zračenja kroz atmosferu je najkraća. Tada dolazi do najmanjeg raspršivanja i apsorpcije zračenja u atmosferi.

3.1. Sunčevo zračenje u Vojvodini

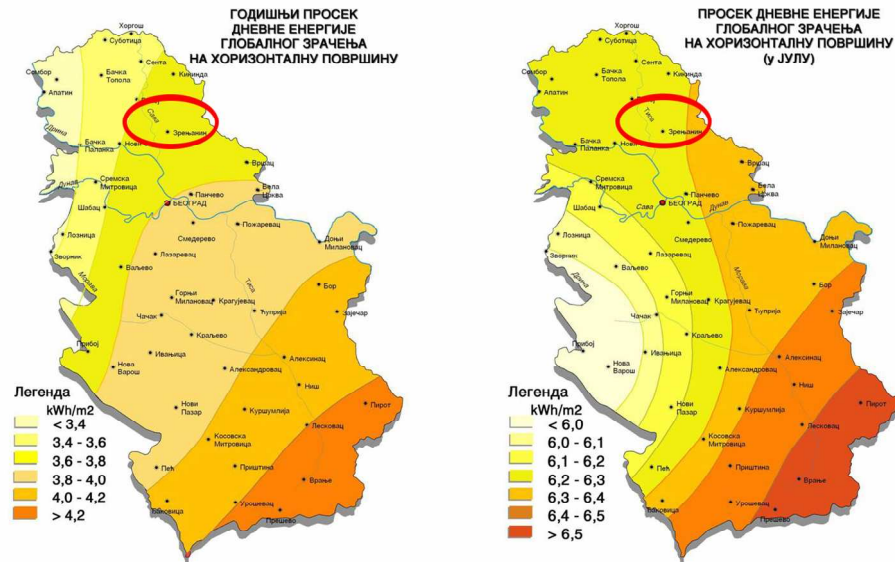
Broj sunčanih sati u Srbiji se kreće u proseku od nešto manje od 2.000 sati (na severu) do više od 2.300 sati (na jugu). To je veća vrednost nego u većini evropskih zemalja, međutim, solarni potencijal je neiskorišćen. Potencijal sunčeve energije predstavlja 16,7% od ukupno iskoristivog potencijala OIE u Srbiji. Energetski potencijal sunčevog zračenja je za oko 30% veći u Srbiji nego u Srednjoj Evropi. Prosečna dnevna energija globalnog zračenja za ravnu površinu u toku zimskog perioda kreće se između $1,0 \text{ kWh/m}^2$ na severu i $1,7 \text{ kWh/m}^2$ na jugu, a u toku letnjeg perioda između $5,4 \text{ kWh/m}^2$ na severu i $6,9 \text{ kWh/m}^2$ na jugu. Najpovoljnije oblasti u Srbiji beleže veliki broj sunčanih sati, a godišnji odnos stvarne ozračenosti i ukupne moguće ozračenosti je približno 50%. Srbija ima neke od boljih solarnih resursa u Evropi. Sunčevo zračenje je u proseku veće za oko 40% od Evropskog proseka. Najniže izmerene vrednosti sunčevog zračenja u Srbiji se mogu uporediti sa najvišim vrednostima u vodećim zemljama solarnog korišćenja, kao što su Nemačka i Austrija. U cilju poređenja, prosečna vrednost globalnog zračenja za teritoriju Nemačke iznosi oko 1.000 kWh/m^2 , dok je za Srbiju ta vrednost oko 1.400 kWh/m^2 .

Broj sunčanih sati u Vojvodini se kreće od nešto manje od 2.000 sati (zapadni deo) do 2.100 sati (istočni deo). Prema softveru *Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5* prosečna godišnja vrednost globalnog zračenja za horizontalnu površinu se kreće između 1.294 kWh/m^2 na severu Vojvodine i 1.335 kWh/m^2 na jugu Vojvodine, i 1.281 kWh/m^2 na zapadu do 1.294 kWh/m^2 na istoku Vojvodine. To pokazuje da je prema istom izvoru prosečna godišnja vrednost sunčevog zračenja na horizontalnu površinu - za teritoriju AP Vojvodine oko 1.300 kWh/m^2 . Prosečna dnevna energija globalnog zračenja za ravnu površinu u toku zimskog perioda kreće se između $1,0 \text{ kWh/m}^2$ na severu Vojvodine i $1,45 \text{ kWh/m}^2$ na jugu Vojvodine (Decembar - Januar) i do 3,55 (Mart), a u toku letnjeg perioda između $5,70 \text{ kWh/m}^2$ na severu i $6,85 \text{ kWh/m}^2$ na jugu (Jun - Avgust).

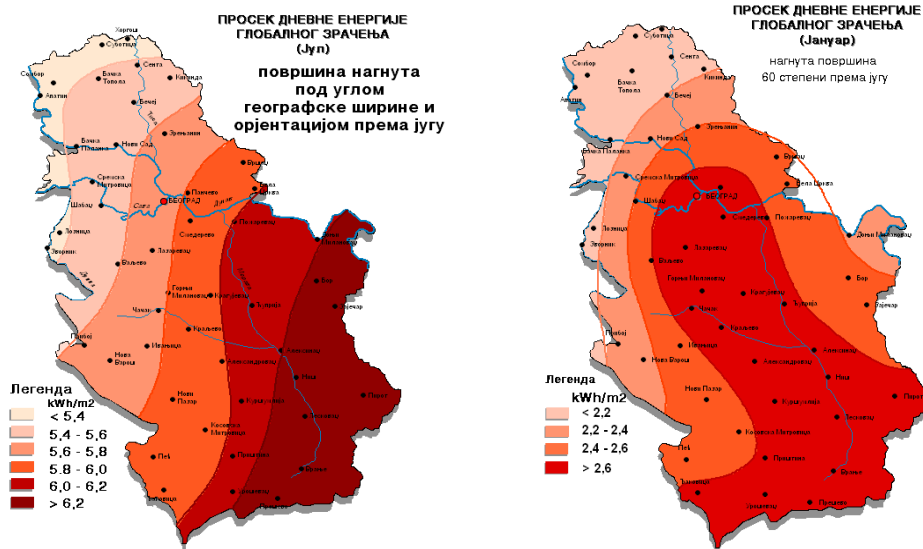
Prema tridesetogodišnjim meteorološkim merenjima u bivšoj Jugoslaviji, vrednost dozračene energije na neku horizontalnu površinu je veća od proračunskih vrednosti za oko 9 do 12 %.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 3.1. Godišnji i julski prosek dnevne energije globalnog zračenja (u Wh/m²) na horizontalnu površinu - za Srbiju



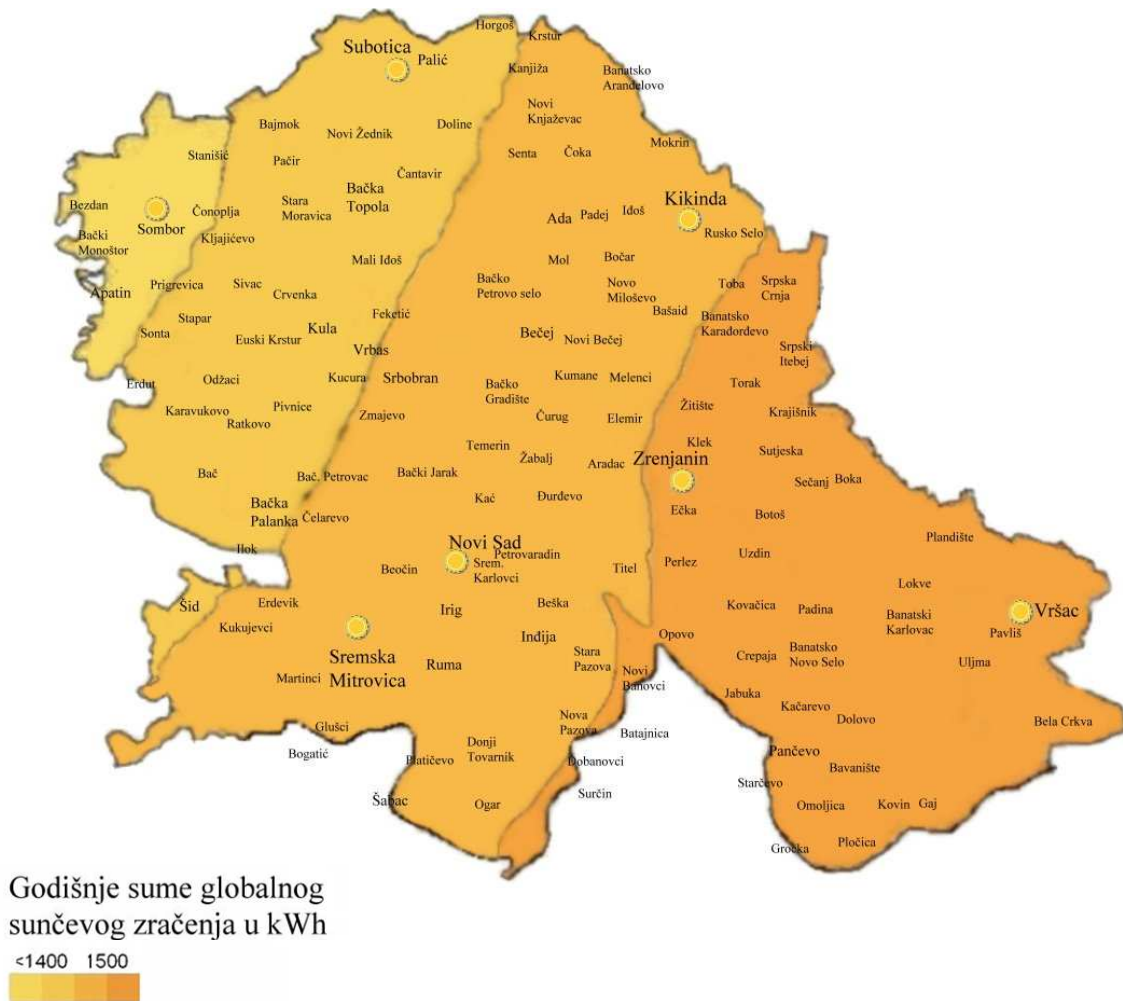
Slika 3.2. Prosek dnevne energije globalnog zračenja (u Wh/m²) u julu - na površinu nagnutu pod nagibom koji odgovara uglu geografske širine (levo) i prosek za januar – za površinu nagnutu pod uglom od 60° - za Srbiju

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

U uslovima osunčanosti u Vojvodini - u zavisnosti od godišnjeg doba i stanju atmosfere intenzitet globalnog zračenja u podnevnim satima može varirati od 200 do 1.000 W/m². Odnos direktnog i difuznog zračenja zavisi od geografskih i mikroklimatskih uslova. Difuzno zračenje na nivou celogodišnjeg proseka čini 40-60 % od globalnog zračenja, pri čemu je zimi ovo učešće veće.

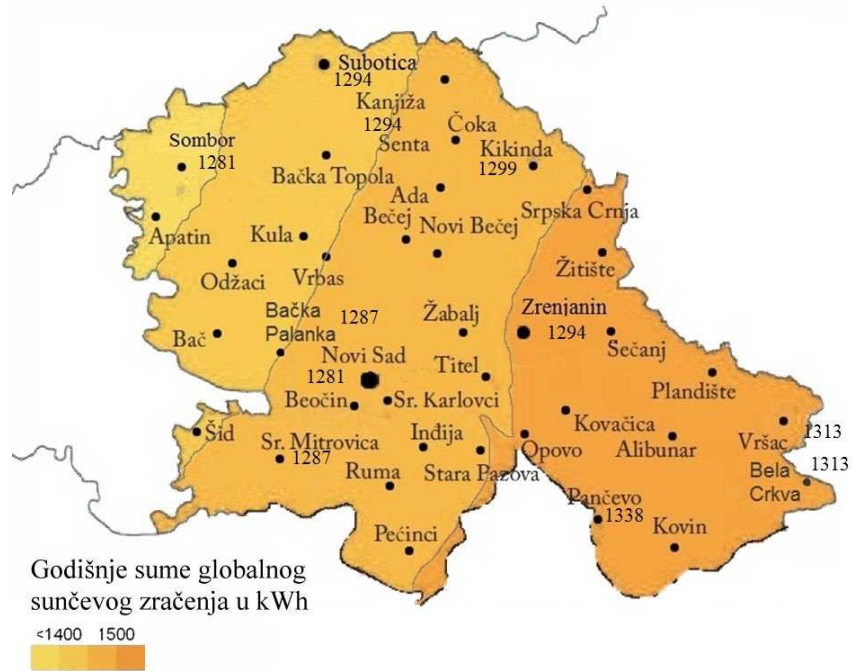
Prosečna dnevna energija globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu površinu na teritoriji Vojvodine se kreće od 1,0 – 1,4 kWh/m² tokom januara, a od 6,0 - 6,3 kWh/m² – tokom jula. Na teritoriji Vojvodine, godišnji prosek dnevne energije globalnog sunčevog zračenja na površinu nagnutu prema jugu pod uglom od 30° iznosi od 4,0-4,6 kWh/m².



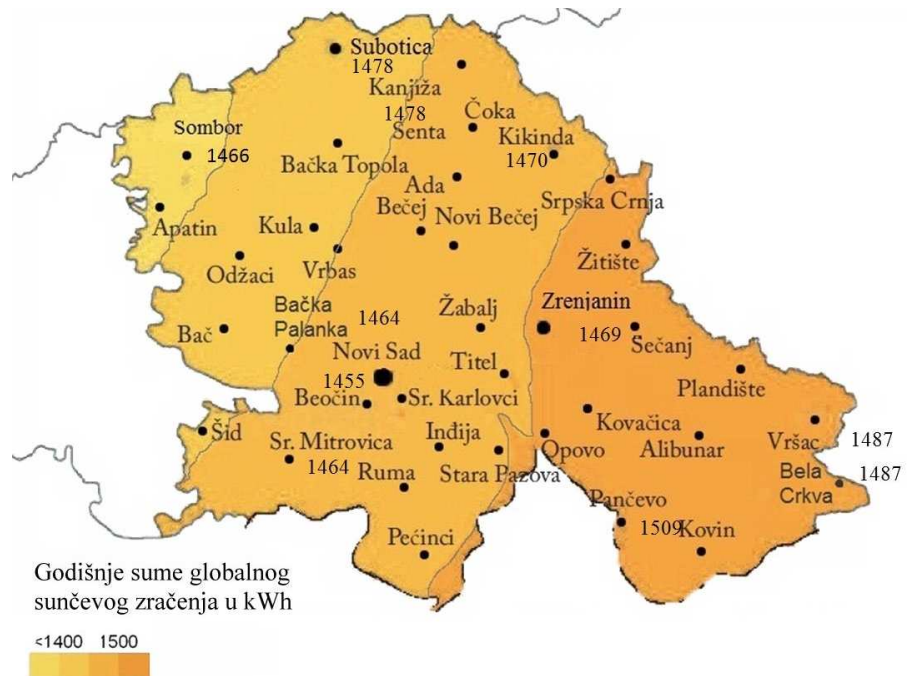
Slika 3.3. Solarna karta AP Vojvodine sa godišnjim zonama osunčanosti u kWh/m²

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



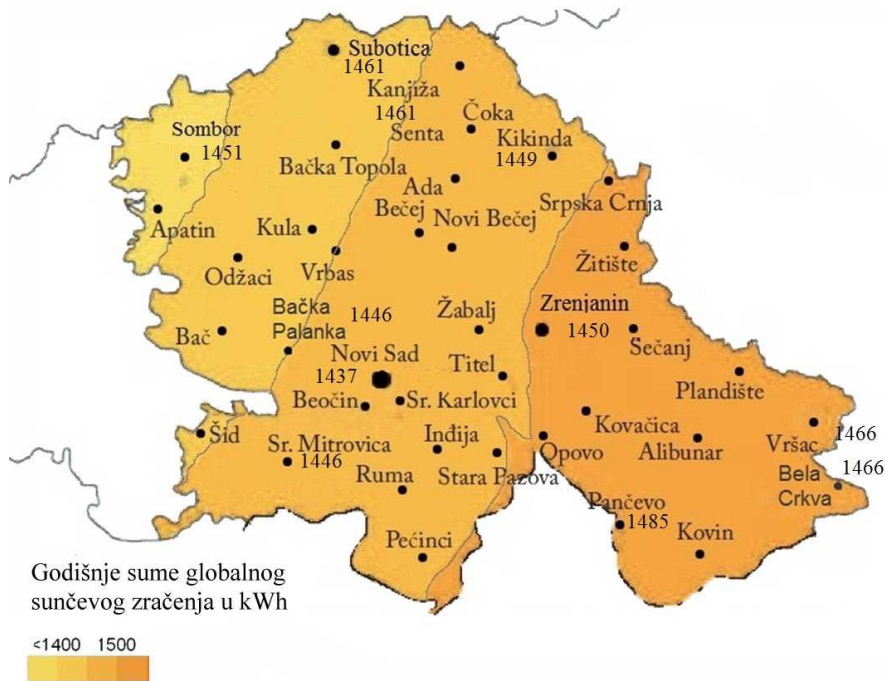
Slika 3.4. Godišnji proseki dnevne energije globalnog zračenja (u kWh/m²) na horizontalnu površinu (0°) za Vojvodinu



Slika 3.5. Godišnji proseki dnevne energije globalnog zračenja (u kWh/m²) na površinu pod nagibom od 30° za Vojvodinu

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 3.6. Godišnji proseki dnevne energije globalnog zračenja (u kWh/m²) na površinu pod nagibom od 45° za Vojvodinu

Tabela 3.1. Godišnje sume energije globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu i površinu pod nagibom od 30 i 45° u kWh/m² - za neka mesta u Vojvodini (Izvor: Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5)

	NAGIB PRIJEMNE POVR ŠINE		
	0°	30°	45°
Subotica	1294	1478	1461
Kikinda	1299	1470	1449
Vršac	1313	1487	1466
Kanjiža	1294	1478	1461
Bela Crkva	1313	1487	1466
Pančevo	1338	1509	1485
Novi Sad	1281	1455	1437
Zrenjanin	1294	1469	1450
Bačka Palanka	1287	1464	1446
Sremska Mitrovica	1287	1464	1446
Sombor	1281	1466	1451

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Tabela 3.2. Prosečne dnevne vrednosti sunčevog zračenja na horizontalnu površinu - po mesecima tokom godine, u kWh/m² - za neka mesta u Vojvodini (Izvor: meteorološki podaci)

Mesto	Jan.	Feb.	Mart	Apr.	Maj	Jun	Jul	Avg.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	Ukupno godišnje	Godišnja srednja dnevna
Novi Sad	1,45	2,35	3,20	4,65	5,80	6,20	6,35	5,75	4,40	2,90	1,45	1,20	1.392,64	3,82
Zrenjanin	1,30	2,15	3,45	4,90	6,05	6,35	6,55	5,90	4,45	2,95	1,45	1,05	1.419,45	3,89
Sombor	1,35	2,15	3,35	4,85	5,95	6,30	6,15	5,65	4,20	2,80	1,35	1,40	1.387,35	3,80
Kikinda	1,00	2,05	3,55	5,10	6,40	6,55	6,85	5,95	4,45	3,00	1,50	1,05	1.456,50	3,99
Vršac	1,00	2,00	3,35	4,40	6,00	6,40	6,55	6,85	4,60	3,00	1,55	1,00	1.424,75	3,90
Palić - Subotica	1,30	2,10	3,45	5,00	6,15	6,25	6,35	5,85	4,30	2,85	1,40	1,15	1.407,40	3,80
Vrbas	1,45	2,35	3,45	4,80	5,90	6,15	6,40	5,70	4,35	2,95	1,45	1,20	1.406,85	3,85
Dolovo	1,30	2,05	3,40	4,80	5,85	6,20	6,55	6,00	4,55	3,00	1,55	1,05	1.412,05	3,87

3.1.1. Optimalni nagib i orijentacija površine za prijem globalnog zračenja

Izračunavanje optimalnog nagiba površine za prijem globalnog zračenja vrši se, prema raznim autorima, poluempirijskim i empirijskim relacijama koje se međusobno, manje ili više, dobro usklađuju i daju dovoljno pouzdane podatke. Na ozračivanje različito orijentisanih i nagnutih površina utiče više faktora, od kojih su najznačajniji astronomski, geografski, geometrijski, meteorološki i fizički faktori.

Sa obzirom na to da danas u svetu postoji značajan broj aktinometrijskih stanica, koje godinama beleže podatke globalnog i difuznog zračenja na horizontalnu površinu, ovim metodama se proračunavaju srednje mesečne i godišnje sume globalnog zračenja na ravnu površinu, orijentisanu prema jugu pod različitim nagibima. Za površinu, nagnutu pod uglom β_i , izračunava se direktno Sunčevo zračenje prema sledećoj relaciji:

$$G_{\beta} = G_{O_h} \cdot \cos \beta_i \quad (3.1)$$

gde su:

G_{O_h} - sunčevo zračenje na horizontalnu površinu, [W/m²]

β_i - upadni ugao Sunčevih zraka na nagnutu površinu (ugao između normale na površinu i pravca direktnog Sunčevog zračenja), koji se određuje prema:

$$\cos \beta_i = \cos \beta \cdot \sin \alpha_n + \sin \beta \cdot \cos A \quad (3.2)$$

gde su:

β - ugao nagiba površine,

A - azimut Sunca i azimut projekcije normale nagiba na horizontalnu ravan (to je azimut normale u slučaju vertikalne površine), a određuje se iz jednačine:

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

$$A = A_0 - A_n \quad (3.3)$$

gde je A_n - azimut projekcija normale nagiba na horizontalnu ravan.

Azimuti Sunca se izračunavaju prema sledećim relacijama:

$$\sin A_0 = \cos \delta \cdot \sin \tau / \cos \alpha_n \quad (3.4)$$

$$\cos A_0 = (\sin \alpha_n \cdot \sin \varphi - \sin \delta) / \cos \alpha_n \quad (3.5)$$

Opšti oblik zavisnosti fluksa Sunčevog zračenja od nagiba prijemne površine, a u zavisnosti od njene orijentacije koja je određena uglovima β i A_n u različitim momentima dana (satni ugao τ) i godine (deklinacija Sunca δ), određen je jednačinom:

$$G_\beta = G \{ \cos \beta (\sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau) + \\ + \sin \beta [\cos A_n \cdot \operatorname{tg} \varphi (\sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau) - \\ - \cos A_n \cdot \sin \delta \cdot \sec \varphi + A_n \cdot \cos \delta \cdot \sin \tau] \} \quad (3.6)$$

gde su:

φ - geografska širina mesta osmatranja,

δ - deklinacija Sunca,

τ - satni ugao Sunca u datom momentu vremena, koji se računa od momenta pravog podneva,

$\sin \alpha_n$ - ugao visine Sunca, koji se određuje iz sledeće relacije (pri čemu nije uzeta u obzir refrakcija):

$$\sin \alpha_n = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau. \quad (3.7)$$

Iz jednačine (4.13) se određuju jednakosti za potrebne granične slučajeve koji su interesantni za primenu u praksi:

a) za horizontalnu površinu ($\beta=0$) dobija se izraz:

$$G_n = G (\sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau) = G \cdot \sin \alpha_n \quad (3.8)$$

b) za vertikalnu površinu ($\beta=\alpha/2$):

$$G_v = G \cdot \cos \alpha_n \cdot \cos(A_0 - A_n) \quad (3.9)$$

v) za vertikalnu orijentaciju ka jugu ($A = 0$)

$$G_{v,s} = G \cdot \cos A_0 \cdot \cos \alpha_A \quad (3.10)$$

g) za vertikalne površine orijentisane ka zapadu ili istoku ($A_n=\pm\pi/2$):

$$G_{v,E(w)} = G \cdot \cos \alpha_n \cdot \sin A_0 \quad (3.11)$$

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

d) za vertikalnu površinu okrenutu ka severu ($A_n=\pi$):

$$G_{v,N} = -G \cdot \cos \alpha_n \cdot \cos A_0 \quad (3.12)$$

đ) za južno orijentisane površine pod različitim nagibima ($A_n=0$):

$$G_{\beta,s} = G_n \cdot \cos \beta + G_{v,s} \cdot \sin \beta \quad (3.13)$$

Prijemnik sunčevog zračenja, lociran severno od Ekvatora (na severnoj zemljinoj polulopti, gde je i Srbija), se pod određenim nagibom orijentiše ka jugu u cilju dobijanja maksimalnih energetske efekata. Pošto se relativan odnos Sunca prema mestu na kojem je locirana prijemna površina menja tokom dana, meseca i godine, neophodno je kod nepokretnih prijemnika obezbediti, pravilnom orijentacijom maksimalnu osunčanost prijemne površine, te time i povoljniji energetski učinak. Međutim, ukoliko smeštajne mogućnosti prijemnika Sunčeve energije ne dozvoljavaju idealnu južnu orijentaciju, a na tome se u krajnjoj liniji ne mora insistirati, moguće je isti postaviti u zakrenutom položaju (u odnosu na jug) bez velikog smanjenja energetskog priliva. Međutim, ukoliko smeštajne mogućnosti prijemnika Sunčeve energije ne dozvoljavaju idealnu južnu orijentaciju, a na tome se u krajnjoj liniji ne mora insistirati, moguće je isti postaviti u zakrenutom položaju (u odnosu na jug) bez velikog smanjenja energetskog priliva. Tako npr. za mesta u Vojvodini, odstupanje solarnog kolektora od idealne južne orijentacije za oko 15 do 30° - smanjuje se količina dozračene energije za oko 5 do 10° (respektivno).

Korekcionni faktor za smanjeno primljeno zračenje zbog odstupanja prijemne površine od juga - za geografske širine mesta od 44° do 47°, dat je u tabeli 3.3 (i za neke gradove - u tabeli 3.4).

Pošto se i ugao kojeg zaklapa Sunčev zrak sa svojom horizontalnom projekcijom menja tokom dana, meseca i godine - optimalan nagib statične prijemne površine predstavlja kompromisno rešenje po kojem taj nagib odgovara srednjem uglu za određeni period eksploatacije tokom godine. U tabeli 3.5. data je zavisnost ugla nagiba prijemne površine - prijemnika Sunčeve energije (u odnosu na horizontalnu ravan) od perioda u godini za dobijanje maksimalnog energetskog učinka na statičnoj prijemnoj površini u tom, određenom periodu. Za teritoriju AP Vojvodine povoljan nagib neke južno orijentisane površine (solarnog kolektora) za maksimalan "zahvat" sunčevog zračenja tokom cele godine odgovara uglu od oko 40 do 45°, a za solarne kolektore koji se uglavnom koriste u toplijem periodu godine (kasno proleće, leto i rana jesen), odnosno kada se bolji efekti očekuju u tom periodu - optimalan nagib je oko 30°. Za solarne kolektore od kojih se bolji energetski efekti očekuju u hladnijem periodu godine (kasna jesen, zima i rano proleće) optimalan nagib solarnih kolektora je oko 60°. Tako npr. za površinu nagnutu pod uglom od 30° godišnja vrednost dozračene energije je veća za oko 13 do 14% - u odnosu na horizontalnu površinu. Za površinu nagnutu pod uglom od 45° godišnja vrednost dozračene energije je veća za oko 12 do 13% - u odnosu na horizontalnu površinu.

Tabela 3.3. Koeficijent smanjenja zračenja zbog odstupanja orijentacije prijemne površine od juga - za različite vrednosti geografskih širina

Geografska širina (°)	Odstupanje od juga (°)	Koeficijent V (-)
44	15	0,951
	30	0,906
	45	0,860
45	15	0,953
	30	0,904
	45	0,855

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

46	15	0,954
	30	0,902
	45	0,850

Tabela 3.4. Koeficijent smanjenja zračenja zbog odstupanja orijentacije prijemne površine od juga - primer za Novi Sad i Zrenjanin

Grad	Odstupanje od juga (°)	Koeficijent V (-)
Novi Sad	15	0,9532
	30	0,9036
	45	0,8540
Zrenjanin	15	0,9536
	30	0,9028
	45	0,8520

Tabela 3.5. Optimalan nagib statične prijemne površine za ostvarenje maksimalnog energetskog učinka Sunčevog zračenja u određenim periodima tokom godine - za 45° geografske širine

Mesec u godini	Potreban nagib statične prijemne površine (°)			
	Za mesec u godini	Za godišnje doba	Za zimsko i letnje polugodište	Za celu godinu
Januar	66	60 do 50	oko 60	40 do 45
Februar	57			
Mart	45			
April	34	30 do 20	oko 30	
Maj	26			
Juni	22			
Juli	26	30 do 40		
Avgust	34			
Septembar	45			
Oktobar	57	60 do 70	oko 60	
Novembar	66			
Decembar	70			

U tabeli 3.6. date su, za različite geografske širine i mesece tokom godine, vrednosti geometrijskog koeficijenta ugla postavljanja prijemne površine (c_{β}) za različite uglove postavljanja prijemne površine (β) u odnosu na horizontalnu površinu. Ovim koeficijentom (c_{β}) se takođe koriguje vrednost dozračene energije na horizontalnu površinu. U skladu sa prethodnim napomenama direktno zračenje koje dospe do neke proizvoljno orijentisane površine (odstupanje od juga) i pod proizvoljnim nagibom prema horizontalnoj ravni određuje se u skladu sa sledećom jednačinom:

$$G_d = G_h \cdot v \cdot c_{\beta} \quad (3.14)$$

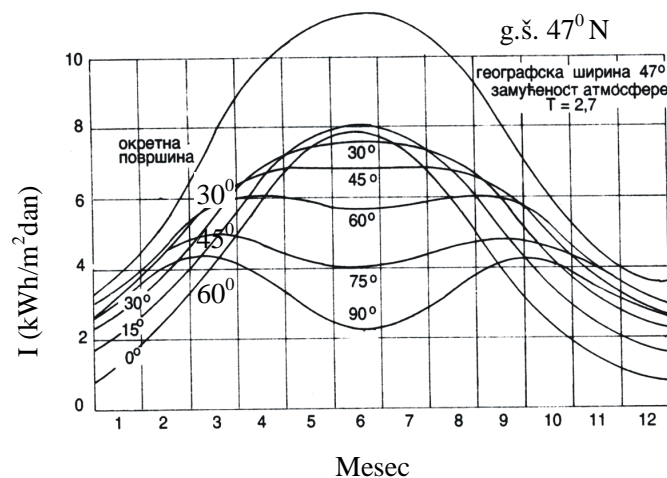
Tabela 3.6. Koeficijent korekcije ugla postavljanja (c_{β})

Geografska širina L (°)	40		50	
	40	60	50	70
Nagib β (°)				
Januar	2,28	2,56	3,56	3,94
Februar	1,80	1,90	2,49	2,62
Mart	1,36	1,32	1,65	1,62
April	1,05	0,90	1,16	1,00
Maj	0,88	0,66	0,90	0,64
Juni	0,79	0,60	0,80	0,56
Juli	0,82	0,64	0,84	0,62
Av gust	0,96	0,78	1,02	0,83
Septembar	1,24	1,12	1,44	1,32
Oktobar	1,62	1,64	2,10	2,14
Novembar	2,08	2,24	3,16	3,32
Decembar	2,48	2,80	4,04	4,52

Optimalan nagib prijemne površine

Usled promena ugla visine Sunca tokom dana, meseca i godine, na različitim lokacijama na Zemlji, menja se i vrednost dozračene energije koja dospeva na neku površinu. Nepokretna južno orijentisana površina prima najviše dozračene energije ako je postavljena pod nagibom koji odgovara približno uglu $\beta = 0,9 L$ [°] (L - geografska širina mesta lokacije površine). Manji ugao prijemne površine odgovara višem uglu položaja Sunca, tako da u periodu povoljnijeg ugla upada Sunčevih zraka (koji se menja tokom dana) - u vremenu od 9 do 15 sati - odgovara manji nagib prijemne površine.

Najviše dozračene energije u toku godine prima površina postavljena pod nagibom $\beta = 0,9 \cdot L$ [°] (ukoliko je orijentisana prema jugu i ne menja joj se ugao). Više energije prima samo površina kojoj se ugao menja i prilagođava položaju Sunca svakog meseca ili još više ukoliko prijemna površina svakodnevno "prati" Sunčevu putanju (slika 3.7).



Slika 3.7. Godišnja suma globalnog sunčevog zračenja dospela na različito nagnute površine

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Optimalan nagib kolektora bi trebao biti 30 - 40°. Ako je važnije korišćenje solarne instalacije samo leti, optimalan nagib je 20-30° dok se u zimskim mesecima dobija najveće toplotno iskorišćenje kod nagiba solarnih kolektora od oko 60°.

Optimalna orijentacija prijemne površine

Prijemne površine koje su locirane severno od ekvatora (na severnoj Zemljinoj polulopti), a koje se nalaze pod nekim nagibom u odnosu na horizontalnu ravan, treba da se orijentišu ka jugu. Nepokretna površina, tako orijentisana, može da primi tokom dana najviše energije, jer svaka druga površina iste veličine i sa istim nagibom, čija projekcija normale na horizontalnu površinu nije orijentisana strogo ka jugu - prima tokom dana manju količinu energije. Ukoliko je to odstupanje veće, primljena energija je manja. Orijehtisanje površina (kolektora) solarnih instalacija u južnoj Evropi, da bi ih koristili preko čitave godine, najpovoljnije je kada je usmerena prema jugu i pod uglom od cca 35 do 45°. Ovaj ugao može biti manji ako se želi sistem koristiti više u letnjim mesecima ili veći, ukoliko se želi sistem koristiti više u zimskim mesecima. Naravno, najbolja orijentacija je jug, sa maksimalnom mogućnošću odstupanja od 45° na istok ili zapad.

3.2. Sunčevo zračenje - za veća mesta u AP Vojvodini

Vrednosti za prosečne dnevno sunčevo zračenje u julu (za horizontalnu površinu i površine nagnute pod uglom od 30 i 45°), insolacija, nagib Sunca i dr. - za veća mesta u Vojvodini - prema PVGIS programu (PVGIS program se može naći na sajtu <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>).

Novi Sad - 0° - dnevna - Jul

Nagib površine: 0°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Gc
4:52	55	48	39
5:07	80	66	65
5:22	109	82	97
5:37	139	98	133
5:52	170	113	172
6:07	202	127	214
6:22	235	141	258
6:37	267	153	303
6:52	299	164	349
7:07	330	175	395
7:22	361	184	441
7:37	391	192	487
7:52	419	199	531

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	654	232	935
12:37	650	232	928
12:52	645	232	918
13:07	638	232	905
13:22	629	231	889
13:37	619	231	870
13:52	606	230	847
14:07	592	229	822
14:22	577	227	794
14:37	559	225	763
14:52	540	223	729
15:07	519	220	694
15:22	496	216	656

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

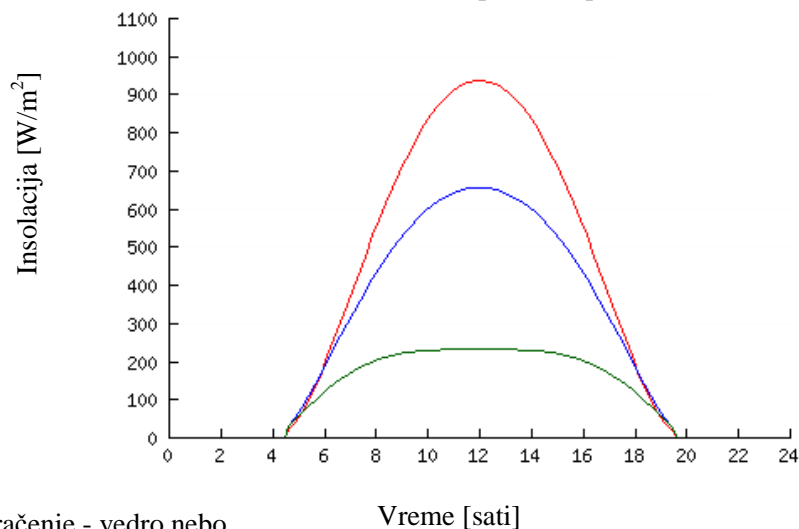
8:07	446	206	574	15:37	472	211	616
8:22	472	211	616	15:52	446	206	574
8:37	496	216	656	16:07	419	199	531
8:52	519	220	694	16:22	391	192	487
9:07	540	223	729	16:37	361	184	441
9:22	559	225	763	16:52	330	175	395
9:37	577	227	794	17:07	299	164	349
9:52	592	229	822	17:22	267	153	303
10:07	606	230	847	17:37	235	141	258
10:22	619	231	870	17:52	202	127	214
10:37	629	231	889	18:07	170	113	172
10:52	638	232	905	18:22	139	98	133
11:07	645	232	918	18:37	109	82	97
11:22	650	232	928	18:52	80	66	65
11:37	654	232	935	19:07	55	48	39
11:52	656	232	938	19:22	32	31	20
12:07	656	232	938				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

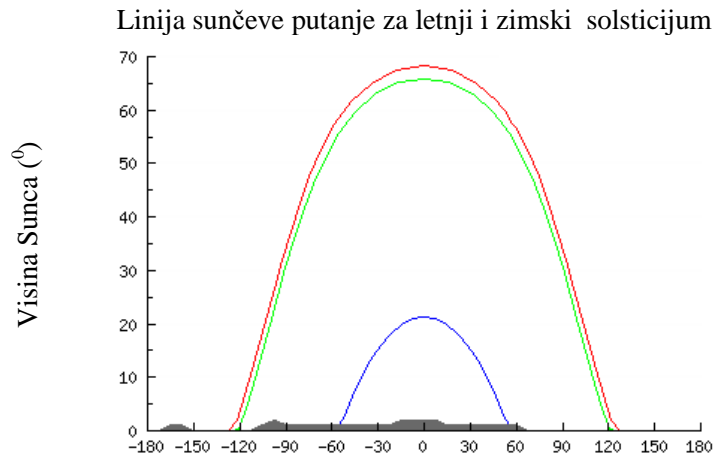
Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Visina Sunca (21. Jun)
 - Visina Sunca (21. Decembar)
 - Visina Sunca (Jul)
 - Linija horizonta
- Azimut (istok = -90, jug = 0, zapad = 90)

Novi Sad - 30° - dnevna - Jul

Nagib površine: 30°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Gc
4:52	44	43	25
5:07	59	59	33
5:22	74	73	42
5:37	82	79	42
5:52	112	94	79
6:07	145	109	122
6:22	179	123	170
6:37	215	137	221
6:52	252	150	275
7:07	289	162	330
7:22	326	172	386
7:37	362	182	442
7:52	397	191	498
8:07	431	199	553
8:22	464	206	606
8:37	494	212	658

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	703	238	1030
12:37	698	237	1020
12:52	691	237	1000
13:07	682	236	986
13:22	670	236	965
13:37	656	234	939
13:52	639	233	909
14:07	620	231	876
14:22	599	229	839
14:37	576	226	798
14:52	551	222	754
15:07	524	217	707
15:22	494	212	658
15:37	464	206	606
15:52	431	199	553
16:07	397	191	498

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

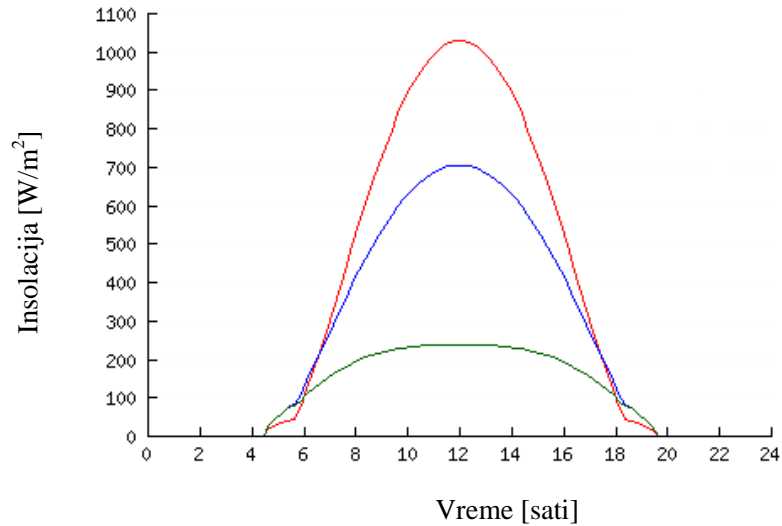
8:52	524	217	707	16:22	362	182	442
9:07	551	222	754	16:37	326	172	386
9:22	576	226	798	16:52	289	162	330
9:37	599	229	839	17:07	252	150	275
9:52	620	231	876	17:22	215	137	221
10:07	639	233	909	17:37	179	123	170
10:22	656	234	939	17:52	145	109	122
10:37	670	236	965	18:07	112	94	79
10:52	682	236	986	18:22	82	79	42
11:07	691	237	1000	18:37	74	73	42
11:22	698	237	1020	18:52	59	59	33
11:37	703	238	1030	19:07	44	43	25
11:52	706	238	1030	19:22	28	28	16
12:07	706	238	1030				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Novi Sad – 45° - dnevna - Jul

Nagib površine: 45°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Gc
4:52	39	38	22
5:07	52	51	29
5:22	66	64	37
5:37	78	76	44
5:52	90	88	51
6:07	108	95	67
6:22	141	109	112
6:37	176	122	162
6:52	213	135	215
7:07	249	147	269
7:22	286	158	326
7:37	322	168	382
7:52	358	177	439
8:07	392	186	494
8:22	426	193	549
8:37	457	199	601
8:52	487	205	652
9:07	515	210	699
9:22	541	214	744
9:37	565	217	786
9:52	587	220	824
10:07	606	222	859
10:22	623	224	889
10:37	638	225	916
10:52	650	226	938
11:07	660	227	956
11:22	668	227	970
11:37	673	227	979
11:52	675	228	984
12:07	675	228	984

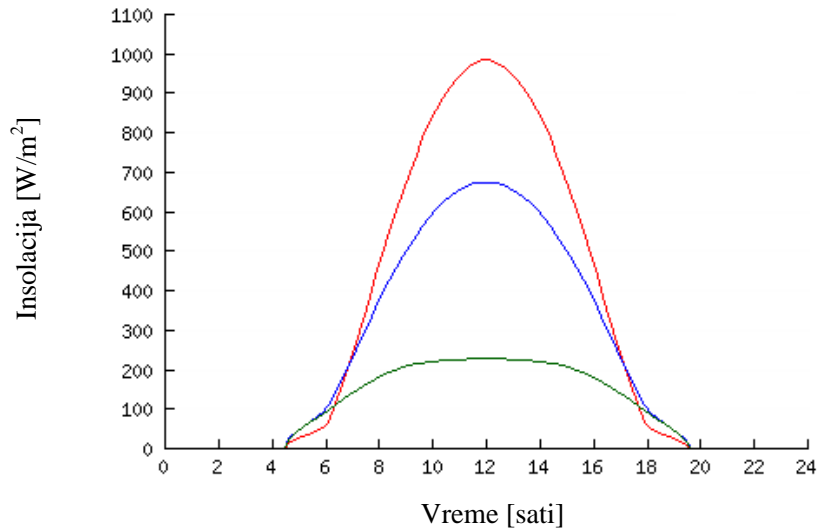
Vreme	G	Gd	Gc
12:22	673	221	979
12:37	668	227	970
12:52	660	227	956
13:07	650	226	938
13:22	638	225	916
13:37	623	224	889
13:52	606	222	859
14:07	587	220	824
14:22	565	217	786
14:37	541	214	744
14:52	515	210	699
15:07	487	205	652
15:22	457	199	601
15:37	426	193	549
15:52	392	186	494
16:07	358	177	439
16:22	322	168	382
16:37	286	158	326
16:52	249	147	269
17:07	213	135	215
17:22	176	122	162
17:37	141	109	112
17:52	108	95	67
18:07	90	88	51
18:22	78	76	44
18:37	66	64	37
18:52	52	51	29
19:07	39	38	22
19:22	25	24	14

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

Novi Sad – 0° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H(0)	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1170	1800	1170	62	1	0.4	519
Februar	1920	2720	1920	55	3.7	2.6	391
Mart	3070	3800	3070	44	8.1	6.8	302
April	4290	4680	4290	29	13.5	12.1	97
Maj	5400	5390	5400	17	19.2	17.5	24
Jun	5890	5620	5890	11	22.3	20.6	4
Jul	6190	6040	6190	15	23.8	22.2	0
Avgust	5440	5810	5440	26	23.6	22	11
Septembar	4060	4980	4060	41	18.7	17.1	63
Oktobar	2640	3750	2640	54	14.8	13.1	244
Novembar	1440	2220	1440	61	8.3	7.2	415
Decembar	987	1580	987	64	2.1	1.5	539
Godina	3550	4040	3550	34	13.3	11.9	2609

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

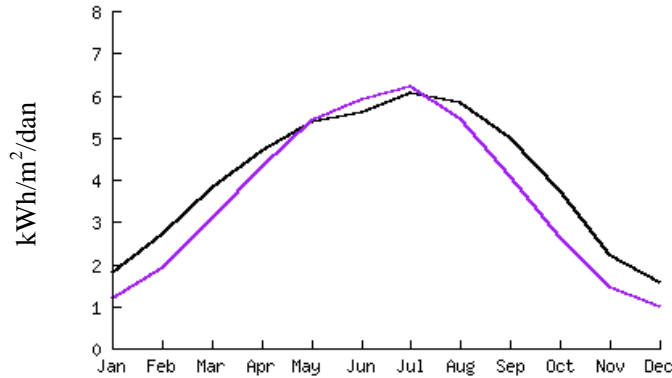
H[0]: Ozračenost površine pod nagibom od: 0° [Wh/m²]

lopt: Optimalan nagib [°]

TD: Srednja dnevna temperatura [°C]

T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]

NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



— Horizontalna ozračenost

— Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom

— Ozračenost površine pod nagibom od 0°

Novi Sad – 30° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H(30)	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1170	1800	1750	62	1	0.4	519
Februar	1920	2720	2660	55	3.7	2.6	391
Mart	3070	3800	3760	44	8.1	6.8	302
April	4290	4680	4690	29	13.5	12.1	97
Maj	5400	5390	5450	17	19.2	17.5	24
Jun	5890	5620	5720	11	22.3	20.6	4
Jul	6190	6040	6130	15	23.8	22.2	0
Avgust	5440	5810	5850	26	23.6	22	11
Septembar	4060	4980	4940	41	18.7	17.1	63
Oktobar	2640	3750	3660	54	14.8	13.1	244
Novembar	1440	2220	2150	61	8.3	7.2	415
Decembar	987	1580	1530	64	2.1	1.5	539
Godina	3550	4040	4030	34	13.3	11.9	2609

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

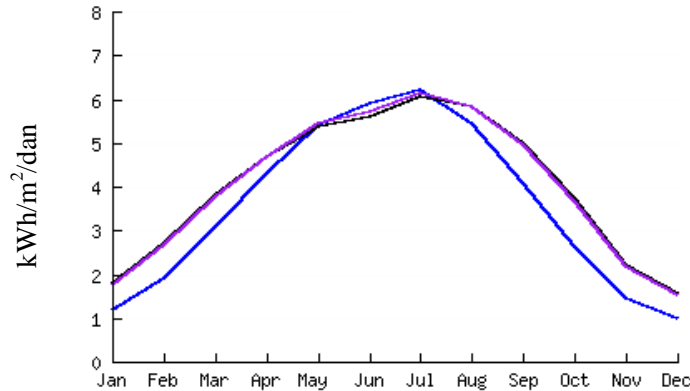
Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[30]: Ozračenost površine pod nagibom od: 30° [Wh/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

lopt: Optimalan nagib [$^{\circ}$]
 TD: Srednja dnevna temperatura [$^{\circ}$ C]
 T24h: 24 –časovna srednja temperatura [$^{\circ}$ C]
 NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 30°

Novi Sad – 45° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H(45)	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1170	1800	1920	62	1	0.4	519
Februar	1920	2720	2840	55	3.7	2.6	391
Mart	3070	3800	3840	44	8.1	6.8	302
April	4290	4680	4560	29	13.5	12.1	97
Maj	5400	5390	5110	17	19.2	17.5	24
Jun	5890	5620	5250	11	22.3	20.6	4
Jul	6190	6040	5680	15	23.8	22.2	0
Avgust	5440	5810	5610	26	23.6	22	11
Septembar	4060	4980	5000	41	18.7	17.1	63
Oktobar	2640	3750	3900	54	14.8	13.1	244
Novembar	1440	2220	2360	61	8.3	7.2	415
Decembar	987	1580	1690	64	2.1	1.5	539
Godina	3550	4040	3990	34	13.3	11.9	2609

Legenda:

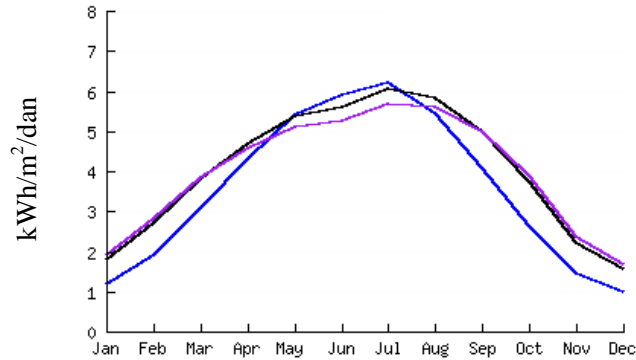
- Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m^2]
- Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m^2]
- H[45]: Ozračenost površine pod nagibom od: 45° [Wh/m^2]
- lopt: Optimalan nagib [$^{\circ}$]
- TD: Srednja dnevna temperatura [$^{\circ}$ C]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]

NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 45°

Zrenjanin - dnevna - za mesec Jul

Lokacija: Zrenjanin (45°21'56" Sever, 20°24'12" Istok), Nagib: 0°

Nagib površine: 0°

Orijentacija (azimut) površine: 0°

Dnevno Sunčevo zračenje - procena

Vreme	G	Gd	Gc
04:52	56	50	40
05:07	82	66	66
05:22	111	83	99
05:37	142	98	135
05:52	173	113	175
06:07	206	127	218
06:22	238	140	262
06:37	271	152	308
06:52	303	164	354
07:07	334	174	400
07:22	365	183	446
07:37	395	191	492
07:52	423	198	536
06:07	450	204	579
08:22	476	209	621
08:37	500	214	661

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	658	229	941
12:37	655	229	934
12:52	650	229	924
13:07	643	229	911
13:22	634	229	895
13:37	623	228	876
13:52	611	227	853
14:07	597	226	828
14:22	581	225	800
14:37	563	223	769
14:52	544	220	735
15:07	523	217	699
15:22	500	214	661
15:37	476	209	621
15:52	450	204	579
16:07	423	198	536

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

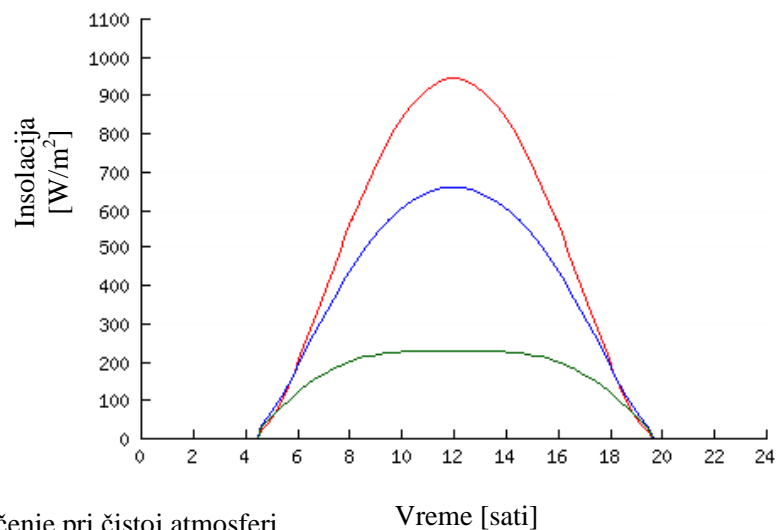
08:52	523	217	699	16:22	395	191	492
09:07	544	220	735	16:37	365	183	446
09:22	563	223	769	16:52	334	174	400
09:37	581	225	800	17:07	303	164	354
09:52	597	226	828	17:22	271	152	308
10:07	611	227	853	17:37	238	140	262
10:22	623	228	876	17:52	206	127	218
10:37	634	229	895	18:07	173	113	175
10:52	643	229	911	18:22	142	98	135
11:07	650	229	924	18:37	111	83	99
11:22	655	229	934	18:52	82	66	66
11:37	658	229	941	19:07	56	50	40
11:52	660	229	944	19:22	34	32	21
12:07	660	229	944				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

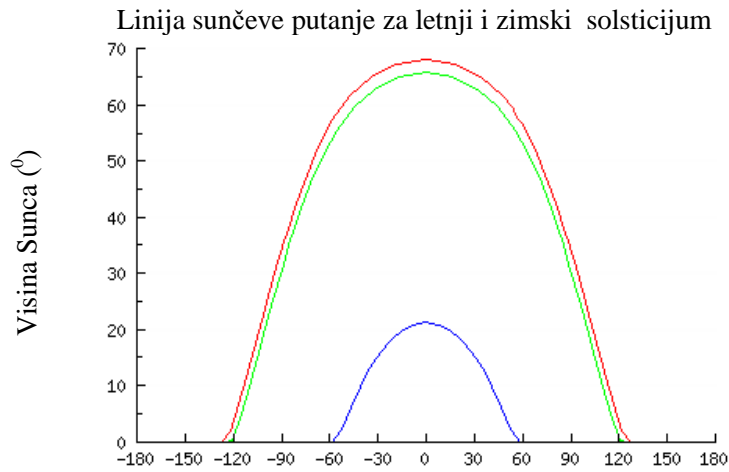
Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje pri čistoj atmosferi
- Globalno zračenje pri stvarnoj atmosferi
- Difuzno zračenje pri stvarnoj atmosferi

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Visina Sunca (21. Jun)
 - Visina Sunca (21. Decembar)
 - Visina Sunca (Jul)
- Azimut (istok=-90, jug=0, zapad=90)

Zrenjanin 30° - dnevna - Jul

Nagib prijemne površine: 30°

Orijentacija (azimut) prijemne površine: 0°

Osunčanost - procena

Vreme	G	Gd	Gc
4:52	45	44	24
5:07	60	59	32
5:22	75	74	40
5:37	82	79	41
5:52	113	94	79
6:07	146	109	123
6:22	181	123	171
6:37	218	136	223
6:52	255	149	278
7:07	292	161	333
7:22	329	171	390
7:37	366	181	447
7:52	401	190	503
8:07	435	198	558
8:22	468	205	612
8:37	499	210	664
8:52	529	216	714

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	709	235	1030
12:37	704	235	1030
12:52	697	234	1010
13:07	688	234	994
13:22	676	233	973
13:37	662	232	947
13:52	645	230	917
14:07	626	229	883
14:22	605	226	846
14:37	582	223	805
14:52	556	220	761
15:07	529	216	714
15:22	499	210	664
15:37	468	205	612
15:52	435	198	558
16:07	401	190	503
16:22	366	181	447

STUDIJA

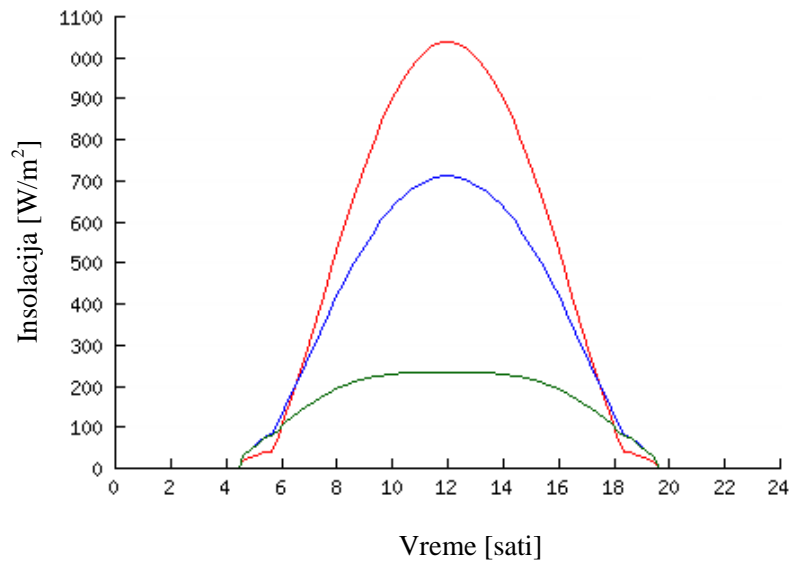
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

9:07	556	220	761	16:37	329	171	390
9:22	582	223	805	16:52	292	161	333
9:37	605	226	846	17:07	255	149	278
9:52	626	229	883	17:22	218	136	223
10:07	645	230	917	17:37	181	123	171
10:22	662	232	947	17:52	146	109	123
10:37	676	233	973	18:07	113	94	79
10:52	688	234	994	18:22	82	79	41
11:07	697	234	1010	18:37	75	74	40
11:22	704	235	1030	18:52	60	59	32
11:37	709	235	1030	19:07	45	44	24
11:52	712	235	1040	19:22	29	29	16
12:07	712	235	1040				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]



Dnevna ozračenost nepokretne površine

- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - stvarno nebo
- Difuzno zračenje - stvarno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Zrenjanin - 45° - dnevna - Jul

Nagib površine: 45°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

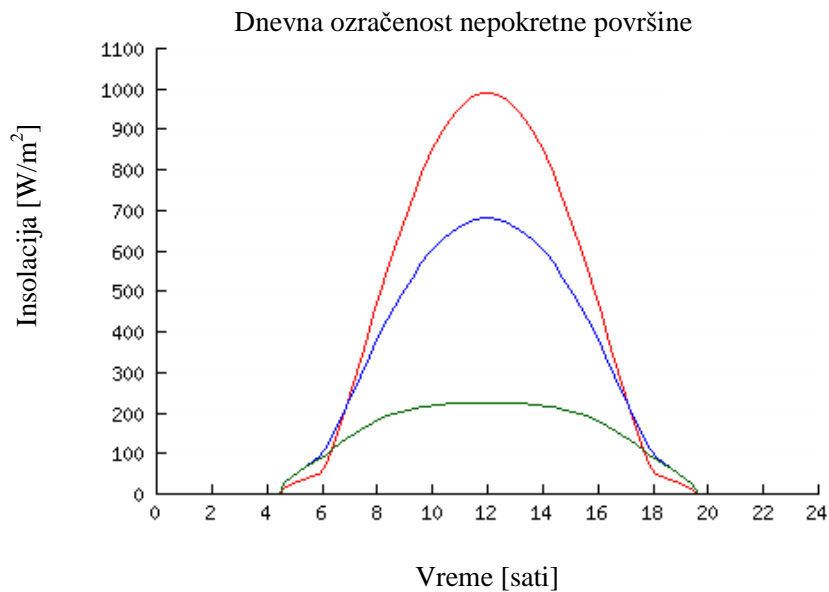
Vreme	G	Gd	Gc
4:52	40	38	21
5:07	53	52	29
5:22	66	64	36
5:37	79	76	43
5:52	90	88	49
6:07	108	94	66
6:22	142	108	112
6:37	178	122	163
6:52	214	134	216
7:07	252	146	272
7:22	289	157	329
7:37	326	167	386
7:52	362	176	443
8:07	396	184	499
8:22	430	192	554
8:37	462	198	607
8:52	492	203	658
9:07	520	208	706
9:22	547	212	751
9:37	571	215	793
9:52	593	218	831
10:07	612	220	866
10:22	629	221	897
10:37	644	223	924
10:52	656	224	946
11:07	666	224	964
11:22	674	225	978
11:37	679	225	987
11:52	681	225	992
12:07	681	225	992

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	679	225	987
12:37	674	225	978
12:52	666	224	964
13:07	656	224	946
13:22	644	223	924
13:37	629	221	897
13:52	612	220	866
14:07	593	218	831
14:22	571	215	793
14:37	547	212	751
14:52	520	208	706
15:07	492	203	658
15:22	462	198	607
15:37	430	192	554
15:52	396	184	499
16:07	362	176	443
16:22	326	167	386
16:37	289	157	329
16:52	252	146	272
17:07	214	134	216
17:22	178	122	163
17:37	142	108	112
17:52	108	94	66
18:07	90	88	49
18:22	79	76	43
18:37	66	64	36
18:52	53	52	29
19:07	40	38	21
19:22	26	25	14

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

Zrenjanin – 0° - mesečna

Optimalni nagib: 35°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[0]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1180	1870	1180	63	1.0	0.3	524
Februar	1960	2820	1960	56	3.5	2.5	398
Mart	3140	3920	3140	44	7.8	6.5	306
April	4360	4760	4360	29	13.5	12.1	98
Maj	5490	5460	5490	17	19.2	17.5	24
Jun	5980	5680	5980	12	22.3	20.6	4
Jul	6250	6070	6250	15	23.9	22.2	0
Avgust	5520	5890	5520	26	23.7	22.0	11
Septembar	4090	5040	4090	41	18.7	17.1	64
Oktobar	2700	3900	2700	55	14.7	13.0	248
Novembar	1450	2270	1450	62	8.3	7.1	412
Decembar	998	1630	998	65	2.1	1.6	537
Godina	3600	4120	3600	35	13.2	11,9	2626

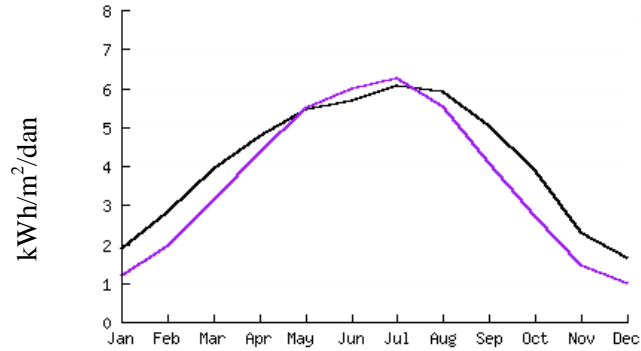
Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

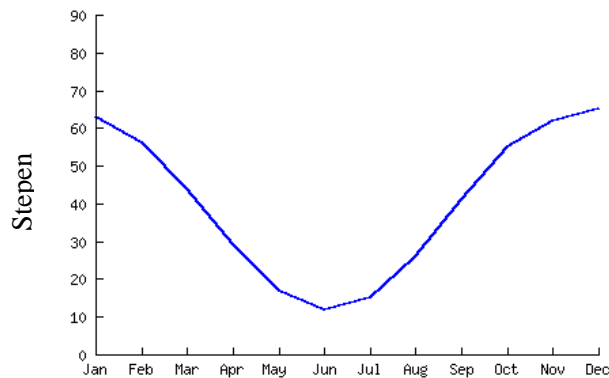
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

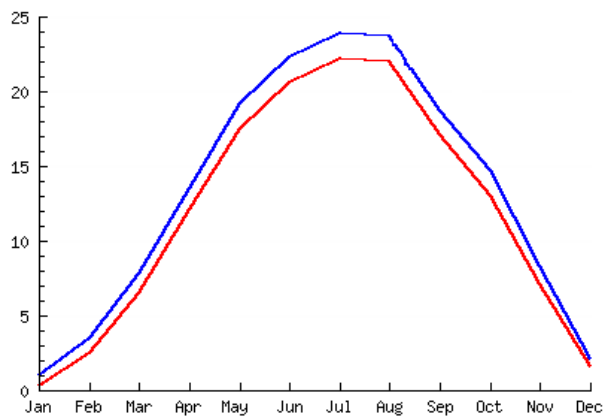
- Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]
H[0]: Ozračenost površine pod nagibom od: 0° [Wh/m²]
lopt: Optimalan nagib [°]
TD: Srednja dnevna temperatura [°C]
T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]
NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 0°



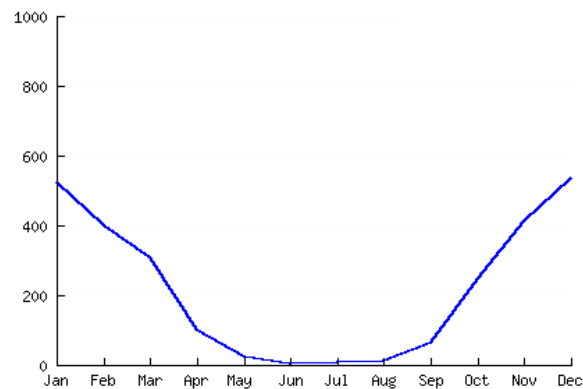
- Optimalan nagib površine



- Prosečna dnevna temperatura
- Prosečna 24-voro časovna temperatura

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



— Broj stepeni dana

Zrenjanin 30° - mesečna

Optimalni nagib: 35°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[30]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1180	1870	1800	63	1.0	0.3	524
Februar	1960	2820	2740	56	3.5	2.5	398
Mart	3140	3920	3870	44	7.8	6.5	306
April	4360	4760	4780	29	13.5	12.1	98
Maj	5490	5460	5550	17	19.2	17.5	24
Jun	5980	5680	5810	12	22.3	20.6	4
Jul	6250	6070	6190	15	23.9	22.2	0
Avgust	5520	5890	5930	26	23.7	22.0	11
Septembar	4090	5040	4990	41	18.7	17.1	64
Oktobar	2700	3900	3790	55	14.7	13.0	248
Novembar	1450	2270	2190	62	8.3	7.1	412
Decembar	998	1630	1560	65	2.1	1.6	537
Godina	3600	4120	4110	35	13.2	11.9	2626

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[30]: Ozračenost površine pod nagibom od: 30° [Wh/m²]

lopt: Optimalan nagib [°]

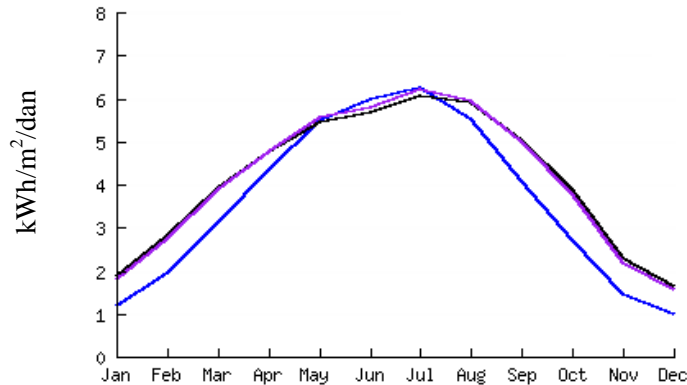
TD: Srednja dnevna temperatura [°C]

T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]

NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 30°

Zrenjanin – 45° - mesečna

Optimalni nagib: 35°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

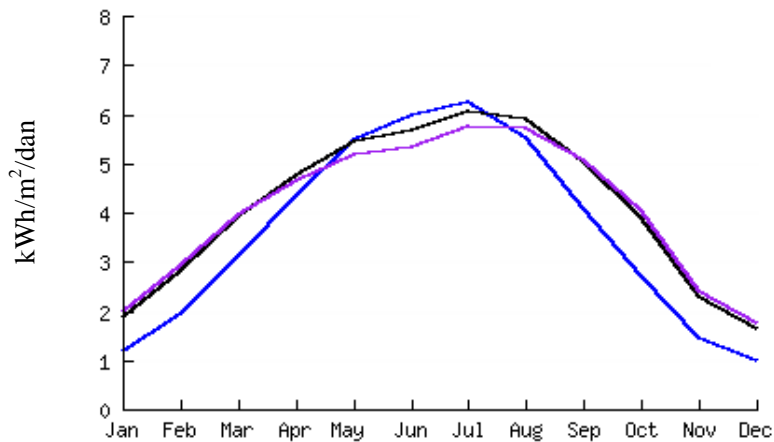
Mesec	Hh	Hopt	H[45]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1180	1870	1980	63	1	0.3	524
Februar	1960	2820	2940	56	3.5	2.5	398
Mart	3140	3920	3960	44	7.8	6.5	306
April	4360	4760	4650	29	13.5	12.1	98
Maj	5490	5460	5190	17	19.2	17.5	24
Jun	5980	5680	5340	12	22.3	20.6	4
Jul	6250	6070	5740	15	23.9	22.2	0
Avgust	5520	5890	5700	26	23.7	22	11
Septembar	4090	5040	5050	41	18.7	17.1	64
Oktobar	2700	3900	4050	55	14.7	13	248
Novembar	1450	2270	2400	62	8.3	7.1	412
Decembar	998	1630	1730	65	2.1	1.6	537
Godina	3600	4120	4070	35	13.2	11.9	2626

Legenda:

- Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]
- Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]
- H[45]: Ozračenost površine pod nagibom od: 45° [Wh/m²]
- lopt: Optimalan nagib [°]
- TD: Srednja dnevna temperatura [°C]
- T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]
- NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 45°

Apatin – 0° - dnevna u Julu

Nagib površine: 0°

Orientacija (azimut) površine: 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Gc
4:52	45	41	38
5:07	68	58	61
5:22	94	74	90
5:37	122	90	123
5:52	151	105	159
6:07	181	120	198
6:22	212	133	239
6:37	243	146	281
6:52	274	157	324
7:07	305	168	368
7:22	336	178	411
7:37	365	187	455
7:52	394	195	497
8:07	421	202	538
8:22	447	208	578
8:37	472	213	617
8:52	495	218	653

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	637	236	886
12:37	634	236	880
12:52	628	235	870
13:07	621	235	857
13:22	611	234	842
13:37	600	233	823
13:52	587	232	801
14:07	572	230	777
14:22	555	228	750
14:37	537	225	720
14:52	517	222	688
15:07	495	218	653
15:22	472	213	617
15:37	447	208	578
15:52	421	202	538
16:07	394	195	497
16:22	365	187	455

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

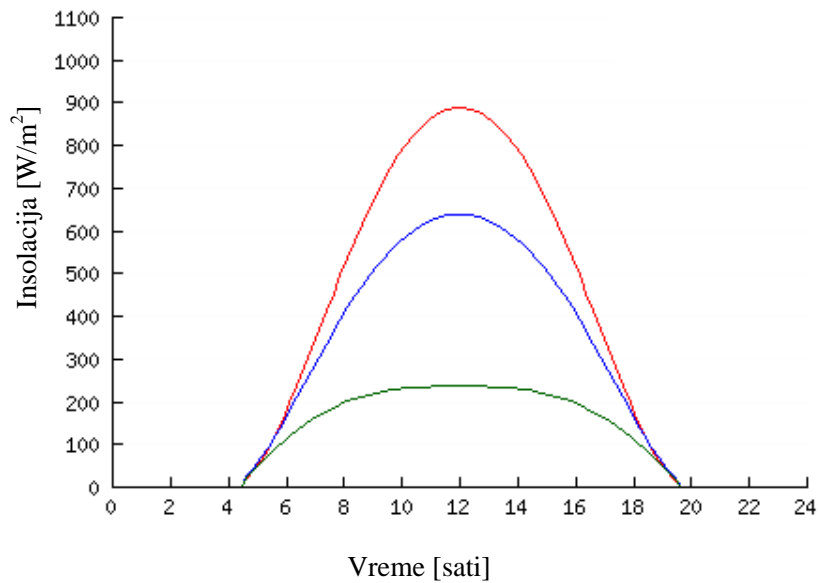
9:07	517	222	688	16:37	336	178	411
9:22	537	225	720	16:52	305	168	368
9:37	555	228	750	17:07	274	157	324
9:52	572	230	777	17:22	243	146	281
10:07	587	232	801	17:37	212	133	239
10:22	600	233	823	17:52	181	120	198
10:37	611	234	842	18:07	151	105	159
10:52	621	235	857	18:22	122	90	123
11:07	628	235	870	18:37	94	74	90
11:22	634	236	880	18:52	68	58	61
11:37	637	236	886	19:07	45	41	38
11:52	639	236	889	19:22	25	24	19
12:07	639	236	889				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

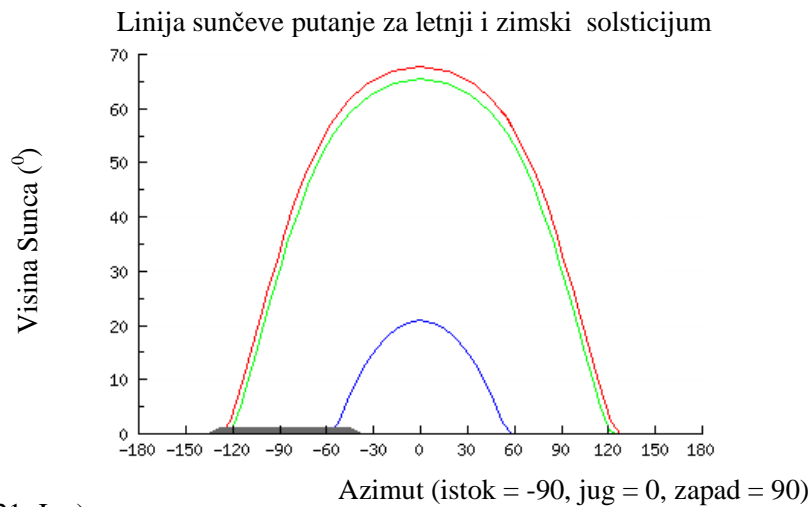
Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Visina Sunca (21. Jun)
- Visina Sunca (21. Decembar)
- Visina Sunca (Jul)
- Linija horizonta

Apatin – 30° - dnevna – Jul

Nagib površine: 30°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Gc
4:52	37	37	28
5:07	52	52	39
5:22	67	66	50
5:37	78	76	55
5:52	105	90	87
6:07	134	104	125
6:22	166	118	167
6:37	199	131	213
6:52	234	144	262
7:07	269	156	313
7:22	304	167	365
7:37	339	177	417
7:52	374	186	470
8:07	407	195	522
8:22	440	202	572
8:37	471	209	621
8:52	501	215	668

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	686	241	974
12:37	681	241	965
12:52	674	240	953
13:07	664	239	936
13:22	651	238	915
13:37	636	236	890
13:52	619	234	861
14:07	600	231	829
14:22	578	228	794
14:37	554	224	755
14:52	528	220	713
15:07	501	215	668
15:22	471	209	621
15:37	440	202	572
15:52	407	195	522
16:07	374	186	470
16:22	339	177	417

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

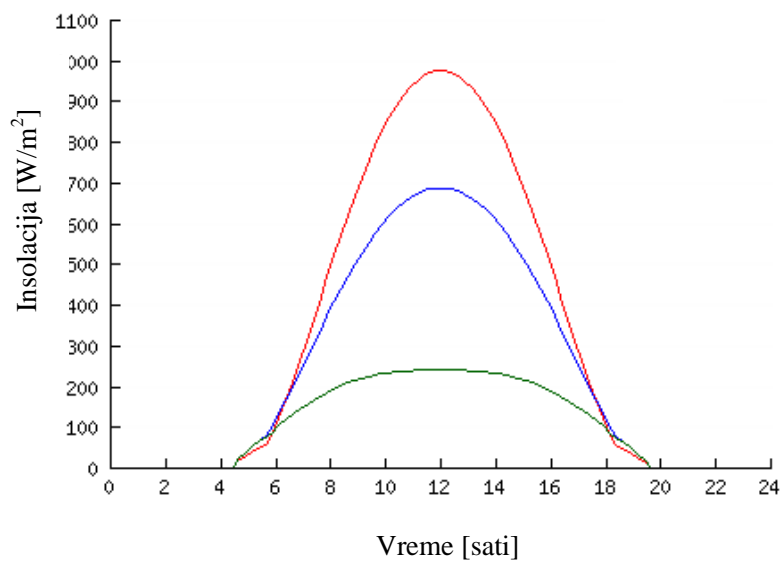
9:07	528	220	713	16:37	304	167	365
9:22	554	224	755	16:52	269	156	313
9:37	578	228	794	17:07	234	144	262
9:52	600	231	829	17:22	199	131	213
10:07	619	234	861	17:37	166	118	167
10:22	636	236	890	17:52	134	104	125
10:37	651	238	915	18:07	105	90	87
10:52	664	239	936	18:22	78	76	55
11:07	674	240	953	18:37	67	66	50
11:22	681	241	965	18:52	52	52	39
11:37	686	241	974	19:07	37	37	28
11:52	689	241	978	19:22	22	21	16
12:07	689	241	978				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Apatin 45⁰ - dnevna - JulNagib površine: 45⁰Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0⁰

Procena vrednosti zračenja

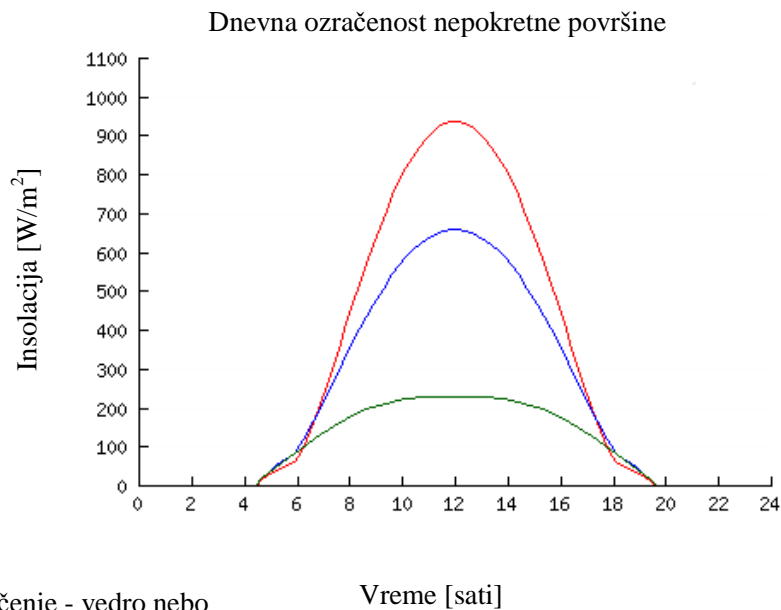
Vreme	G	Gd	Gc
4:52	33	32	24
5:07	46	45	34
5:22	59	58	44
5:37	72	70	54
5:52	84	82	62
6:07	103	92	80
6:22	133	105	119
6:37	165	118	164
6:52	199	130	211
7:07	233	142	261
7:22	268	153	313
7:37	303	163	365
7:52	338	173	418
8:07	372	182	470
8:22	405	189	521
8:37	436	196	571
8:52	466	202	619
9:07	495	208	665
9:22	521	212	707
9:37	546	216	747
9:52	568	220	784
10:07	588	222	817
10:22	606	225	846
10:37	621	227	872
10:52	634	228	893
11:07	644	229	911
11:22	652	230	924
11:37	657	231	933
11:52	660	231	937
12:07	660	231	937

Vreme	G	Gd	Gc
12:22	657	231	933
12:37	652	230	924
12:52	644	229	911
13:07	634	228	893
13:22	621	227	872
13:37	606	225	846
13:52	588	222	817
14:07	568	220	784
14:22	546	216	747
14:37	521	212	707
14:52	495	208	665
15:07	466	202	619
15:22	436	196	571
15:37	405	189	521
15:52	372	182	470
16:07	338	173	418
16:22	303	163	365
16:37	268	153	313
16:52	233	142	261
17:07	199	130	211
17:22	165	118	164
17:37	133	105	119
17:52	103	92	80
18:07	84	82	62
18:22	72	70	54
18:37	59	58	44
18:52	46	45	34
19:07	33	32	24
19:22	19	18	14

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

Apatin – 0° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H(0)	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1080	1630	1080	61	0,7	0	530
Februar	1780	2470	1780	55	3,5	2,3	397
Mart	2880	3530	2880	43	7,9	6,5	310
April	4200	4600	4200	29	13,3	11,8	103
Maj	5190	5190	5190	17	18,9	17,2	27
Jun	5580	5360	5580	12	22	20,3	6
Jul	5900	5800	5900	16	23,5	21,9	0
Avgust	5230	5590	5230	26	23,3	21,6	13
Septembar	3870	4740	3870	41	18,4	16,8	73
Oktobar	2470	3470	2470	54	14,6	12,8	253
Novembar	1260	1880	1260	60	7,8	6,7	433
Decembar	871	1330	871	62	1,6	1	560
Godina	3370	3800	3370	34	13	11,6	2705

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

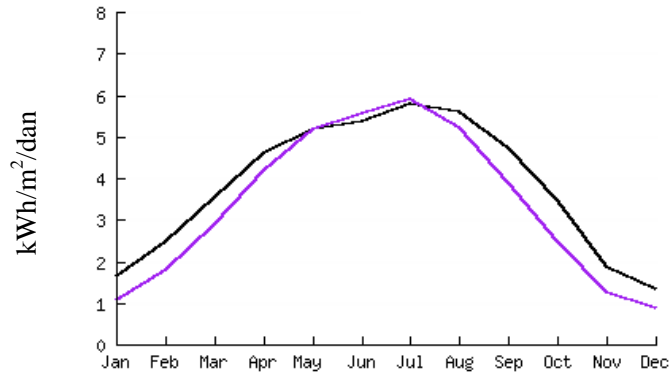
Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[0]: Ozračenost površine pod nagibom od: 0° [Wh/m²]

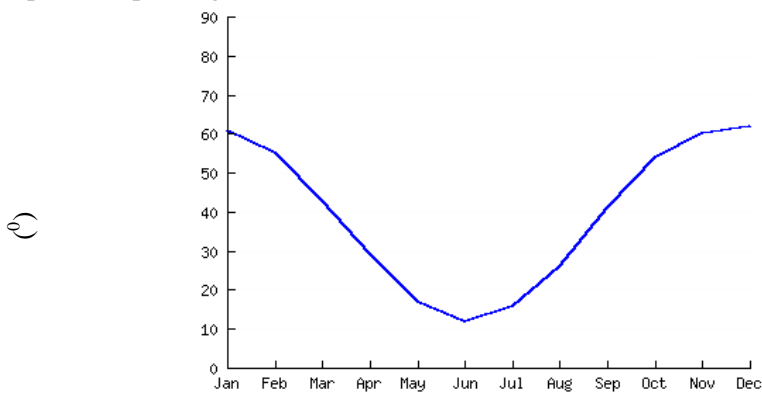
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

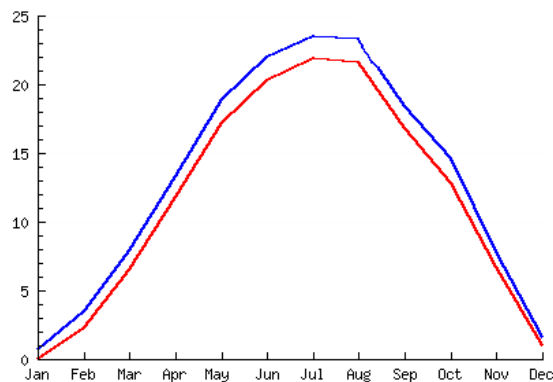
- lopt: Optimalan nagib [$^{\circ}$]
TD: Srednja dnevna temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
T24h: 24 –časovna srednja temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 0°



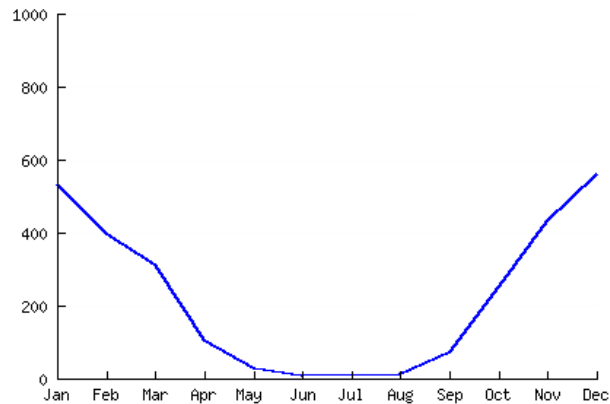
- Optimalan nagib površine



- Prosečna dnevna temperatura
- Prosečna 24-voro časovna temperatura

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



— Broj stepeni dana

Apatin - 30⁰ - mesečna

Optimalni nagib: 34⁰

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H(30)	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1080	1630	1580	61	0.7	0	530
Februar	1780	2470	2420	55	3.5	2.3	397
Mart	2880	3530	3500	43	7.9	6.5	310
April	4200	4600	4610	29	13.3	11.8	103
Maj	5190	5190	5250	17	18.9	17.2	27
Jun	5580	5360	5450	12	22	20.3	6
Jul	5900	5800	5880	16	23.5	21.9	0
Avgust	5230	5590	5620	26	23.3	21.6	13
Septembar	3870	4740	4690	41	18.4	16.8	73
Oktobar	2470	3470	3390	54	14.6	12.8	253
Novembar	1260	1880	1830	60	7.8	6.7	433
Decembar	871	1330	1290	62	1.6	1	560
Godina	3370	3800	3800	34	13	11.6	2705

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[30]: Ozračenost površine pod nagibom od: 30⁰ [Wh/m²]

lopt: Optimalan nagib [°]

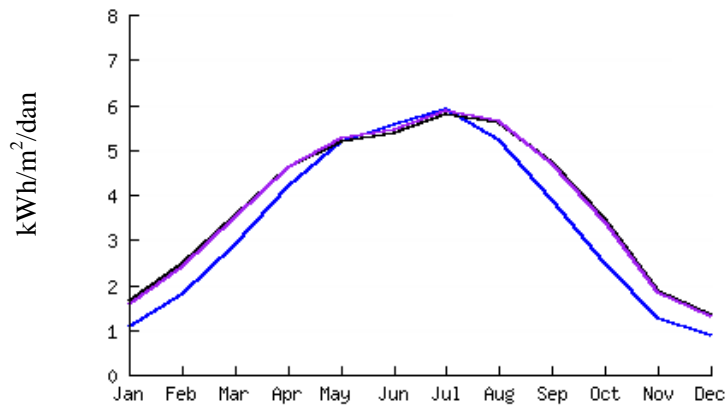
TD: Srednja dnevna temperatura [°C]

T24h: 24 - časovna srednja temperatura [°C]

NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 30°

Apatin – 45° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H(45)	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1080	1630	1720	61	0.7	0	530
Februar	1780	2470	2570	55	3.5	2.3	397
Mart	2880	3530	3560	43	7.9	6.5	310
April	4200	4600	4490	29	13.3	11.8	103
Maj	5190	5190	4930	17	18.9	17.2	27
Jun	5580	5360	5020	12	22.0	20.3	6
Jul	5900	5800	5460	16	23.5	21.9	0
Avgust	5230	5590	5410	26	23.3	21.6	13
Septembar	3870	4740	4750	41	18.4	16.8	73
Oktobar	2470	3470	3600	54	14.6	12.8	253
Novembar	1260	1880	1990	60	7.8	6.7	433
Decembar	871	1330	1410	62	1.6	1.0	560
Godina	3370	3800	3750	34	13	11.6	2705

Legenda:

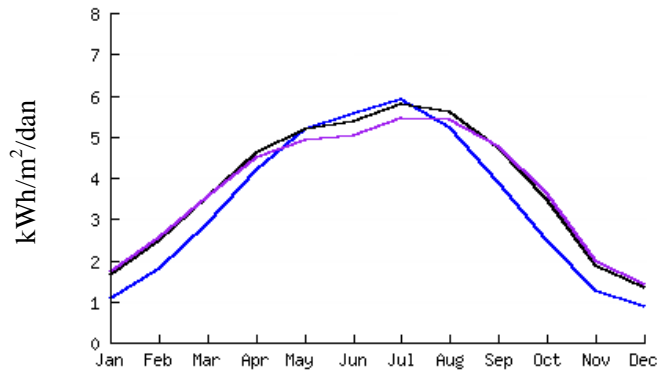
- Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]
- Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]
- H[45]: Ozračenost površine pod nagibom od: 45° [Wh/m²]
- lopt: Optimalan nagib [°]
- TD: Srednja dnevna temperatura [°C]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]

NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 45°

Sombor – 0° – dnevna - Jul

Nagib površine: 0°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Ge
4:52	45	41	38
5:07	68	58	62
5:22	93	74	90
5:37	121	90	123
5:52	150	104	159
6:07	180	119	198
6:22	211	132	238
6:37	242	144	280
6:52	273	156	323
7:07	304	167	367
7:22	334	176	410
7:37	364	185	453
7:52	392	193	495
8:07	420	200	536
8:22	446	206	576
8:37	471	212	615

Vreme	G	Gd	Ge
12:22	638	235	883
12:37	634	235	877
12:52	628	234	867
13:07	621	234	855
13:22	611	233	839
13:37	600	232	820
13:52	587	230	799
14:07	572	228	774
14:22	555	226	747
14:37	537	223	717
14:52	516	220	685
15:07	494	216	651
15:22	471	212	615
15:37	446	206	576
15:52	420	200	536
16:07	392	193	495

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

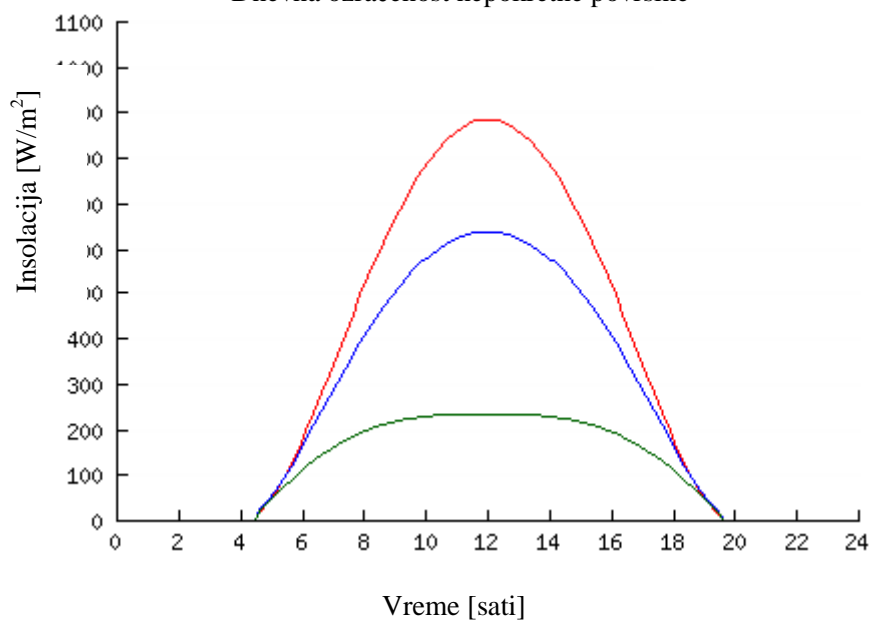
8:52	494	216	651	16:22	364	185	453
9:07	516	220	685	16:37	334	176	410
9:22	537	223	717	16:52	304	167	367
9:37	555	226	747	17:07	273	156	323
9:52	572	228	774	17:22	242	144	280
10:07	587	230	799	17:37	211	132	238
10:22	600	232	820	17:52	180	119	198
10:37	611	233	839	18:07	150	104	159
10:52	621	234	855	18:22	121	90	123
11:07	628	234	867	18:37	93	74	90
11:22	634	235	877	18:52	68	58	62
11:37	638	235	883	19:07	45	41	38
11:52	640	235	886	19:22	24	24	20
12:07	640	235	886				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

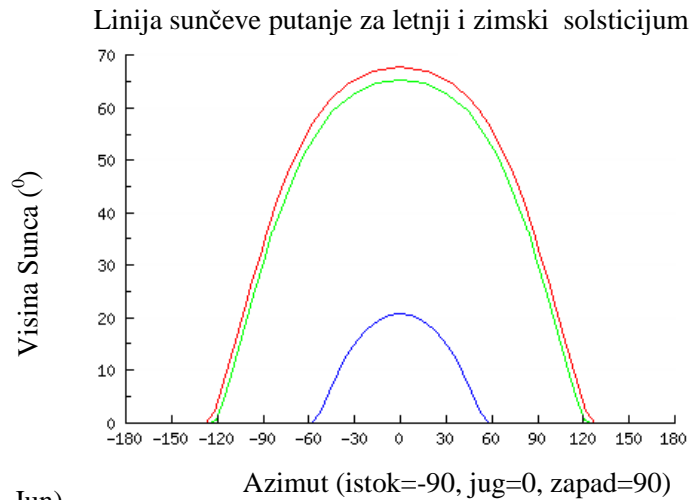
Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Visina Sunca (21. Jun)
- Visina Sunca (21. Decembar)
- Visina Sunca (Jul)
- Linija horizonta

Sombor – 30° - dnevna - Jul

Nagib površine: 30°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Ge
4:52	37	36	28
5:07	52	51	39
5:22	66	66	50
5:37	78	75	56
5:52	104	89	88
6:07	133	103	125
6:22	165	117	167
6:37	198	130	213
6:52	233	143	262
7:07	268	155	312
7:22	303	166	364
7:37	338	176	416
7:52	373	185	469
8:07	407	194	520
8:22	439	201	571
8:37	470	208	619

Vreme	G	Gd	Ge
12:22	687	240	971
12:37	682	239	963
12:52	674	239	950
13:07	664	238	933
13:22	652	236	912
13:37	637	235	888
13:52	620	233	859
14:07	600	230	827
14:22	578	227	791
14:37	554	223	753
14:52	528	219	711
15:07	500	214	666
15:22	470	208	619
15:37	439	201	571
15:52	407	194	520
16:07	373	185	469

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

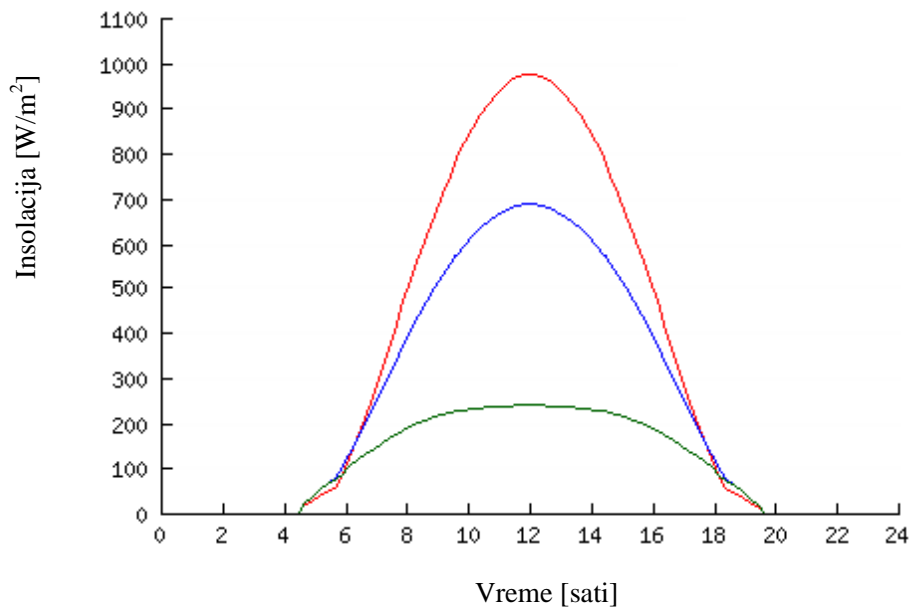
8:52	500	214	666	16:22	338	176	416
9:07	528	219	711	16:37	303	166	364
9:22	554	223	753	16:52	268	155	312
9:37	578	227	791	17:07	233	143	262
9:52	600	230	827	17:22	198	130	213
10:07	620	233	859	17:37	165	117	167
10:22	637	235	888	17:52	133	103	125
10:37	652	236	912	18:07	104	89	88
10:52	664	238	933	18:22	78	75	56
11:07	674	239	950	18:37	66	66	50
11:22	682	239	963	18:52	52	51	39
11:37	687	240	971	19:07	37	36	28
11:52	690	240	975	19:22	21	21	16
12:07	690	240	975				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Sombor – 45° - dnevna - Jul

Nagib površine: 45°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

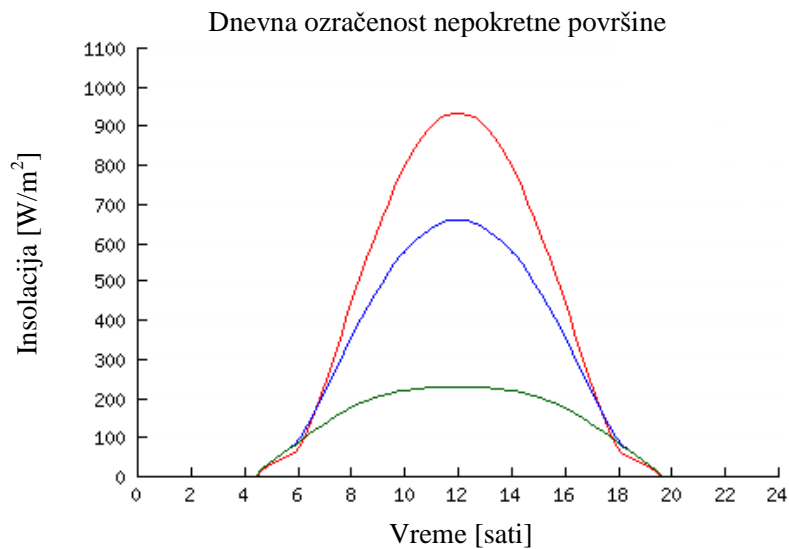
Vreme	G	Gd	Ge
4:52	32	32	25
5:07	46	45	35
5:22	59	57	45
5:37	71	69	54
5:52	83	81	63
6:07	103	91	81
6:22	132	104	120
6:37	164	117	164
6:52	198	129	211
7:07	232	141	261
7:22	267	152	312
7:37	302	162	365
7:52	337	172	417
8:07	371	180	469
8:22	404	188	520
8:37	436	195	570
8:52	466	201	618
9:07	495	207	663
9:22	521	211	706
9:37	546	215	746
9:52	569	219	782
10:07	589	221	815
10:22	607	224	845
10:37	622	226	870
10:52	635	227	892
11:07	645	228	909
11:22	653	229	922
11:37	658	230	931
11:52	661	230	935
12:07	661	230	935

Vreme	G	Gd	Ge
12:22	658	230	931
12:37	653	229	922
12:52	645	228	909
13:07	635	227	892
13:22	622	226	870
13:37	607	224	845
13:52	583	221	815
14:07	569	219	782
14:22	546	215	746
14:37	521	211	706
14:52	495	207	663
15:07	466	201	618
15:22	436	195	570
15:37	404	188	520
15:52	371	180	469
16:07	337	172	417
16:22	302	162	365
16:37	267	152	312
16:52	232	141	261
17:07	198	129	211
17:22	164	117	164
17:37	132	104	120
17:52	103	91	81
18:07	83	81	63
18:22	71	69	54
18:37	59	57	45
18:52	46	45	35
19:07	32	32	25
19:22	19	18	14

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

Sombor – 0° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[0]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1080	1640	1080	62	0.6	-0.1	535
Februar	1780	2480	1780	55	3.4	2.2	403
Mart	2880	3540	2880	43	7.8	6.4	313
April	4210	4610	4210	30	13.2	11.8	104
Maj	5200	5200	5200	17	18.9	17.2	27
Jun	5600	5380	5600	12	22	20.3	6
Jul	5890	5790	5890	16	23.5	21.9	0
Avgust	5250	5620	5250	26	23.3	21.6	13
Septembar	3870	4750	3870	41	18.4	16.7	74
Oktobar	2480	3490	2480	54	14.5	12.7	257
Novembar	1250	1870	1250	60	7.7	6.6	436
Decembar	856	1310	856	62	1.6	0.9	563
Godina	3370	3810	3370	34	12.9	11.5	2731

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[0]: Ozračenost površine pod nagibom od: 0° [Wh/m²]

lopt: Optimalan nagib [°]

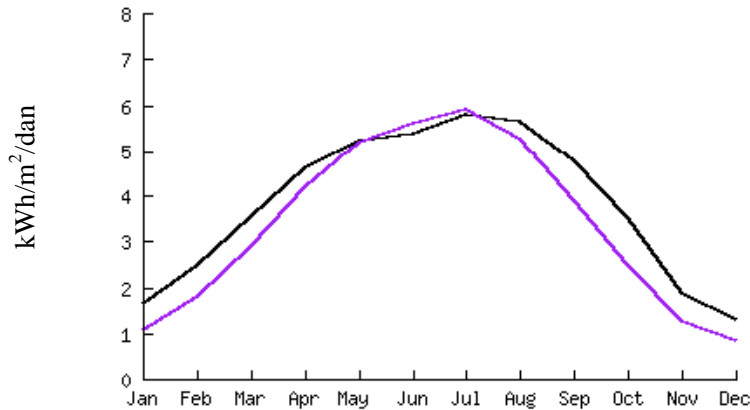
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

TD: Srednja dnevna temperatura [°C]

T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]

NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



— Horizontalna ozračenost

— Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom

— Ozračenost površine pod nagibom od 0°

Sombor – 30° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[30]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1080	1640	1590	62	0.6	-0.1	535
Februar	1780	2480	2430	55	3.4	2.2	403
Mart	2880	3540	3510	43	7.8	6.4	313
April	4210	4610	4620	30	13.2	11.8	104
Maj	5200	5200	5260	17	18.9	17.2	27
Jun	5600	5380	5470	12	22	20.3	6
Jul	5890	5790	5880	16	23.5	21.9	0
Avgust	5250	5620	5650	26	23.3	21.6	13
Septembar	3870	4750	4700	41	18.4	16.7	74
Oktobar	2480	3490	3420	54	14.5	12.7	257
Novembar	1250	1870	1820	60	7.7	6.6	436
Decembar	856	1310	1270	62	1.6	0.9	563
Godina	3370	3810	3810	34	12.9	11.5	2731

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

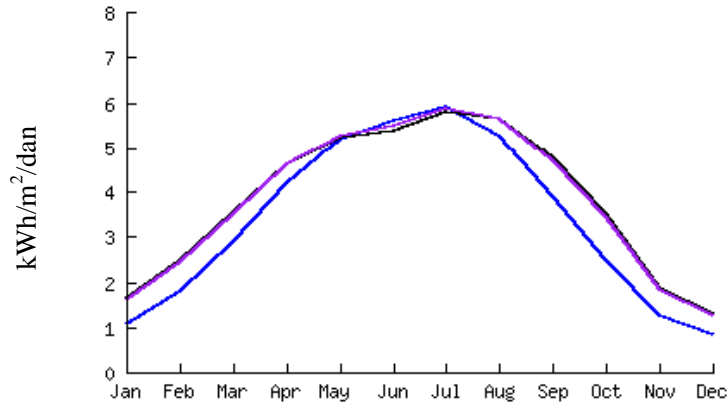
Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[30]: Ozračenost površine pod nagibom od: 30° [Wh/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

lopt: Optimalan nagib [⁰]
 TD: Srednja dnevna temperatura [°C]
 T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]
 NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 30⁰

Sombor – 45⁰ - mesečna

Optimalni nagib: 34⁰

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[45]	lopl	TD	T24h	NDD
Januar	1080	1640	1740	62	0.6	-0.1	535
Februar	1780	2480	2580	55	3.4	2.2	403
Mart	2880	3540	3580	43	7.8	6.4	313
April	4210	4610	4510	30	13.2	11.8	104
Maj	5200	5200	4940	17	18.9	17.2	27
Jun	5600	5380	5050	12	22	20.3	6
Jul	5890	5790	5460	16	23.5	21.9	0
Avgust	5250	5620	5440	26	23.3	21.6	13
Septembar	3870	4750	4770	41	18.4	16.7	74
Oktobar	2480	3490	3630	54	14.5	12.7	257
Novembar	1250	1870	1980	60	7.7	6.6	436
Decembar	856	1310	1390	62	1.6	0.9	563
Godina	3370	3810	3760	34	12.9	11.5	2731

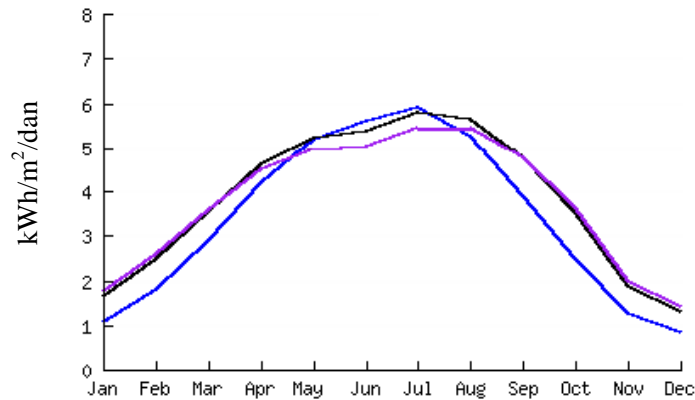
Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]
 H[45]: Ozračenost površine pod nagibom od: 45° [Wh/m²]
 lopt: Optimalan nagib [°]
 TD: Srednja dnevna temperatura [°C]
 T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]
 NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 45°

Subotica – 0° - dnevna

Nagib površine: 0°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Ge
4:52	47	42	40
5:07	70	59	64
5:22	96	75	93
5:37	124	90	126
5:52	153	105	162
6:07	184	118	201
6:22	215	132	242
6:37	246	144	284
6:52	278	155	327
7:07	309	165	370
7:22	339	175	414
7:37	369	183	457
7:52	398	191	499

Vreme	G	Gd	Ge
12:22	645	231	886
12:37	642	231	880
12:52	636	231	870
13:07	628	230	858
13:22	619	229	842
13:37	607	228	823
13:52	594	227	802
14:07	579	225	777
14:22	562	223	750
14:37	543	221	721
14:52	523	217	689
15:07	501	214	654
15:22	477	209	618

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

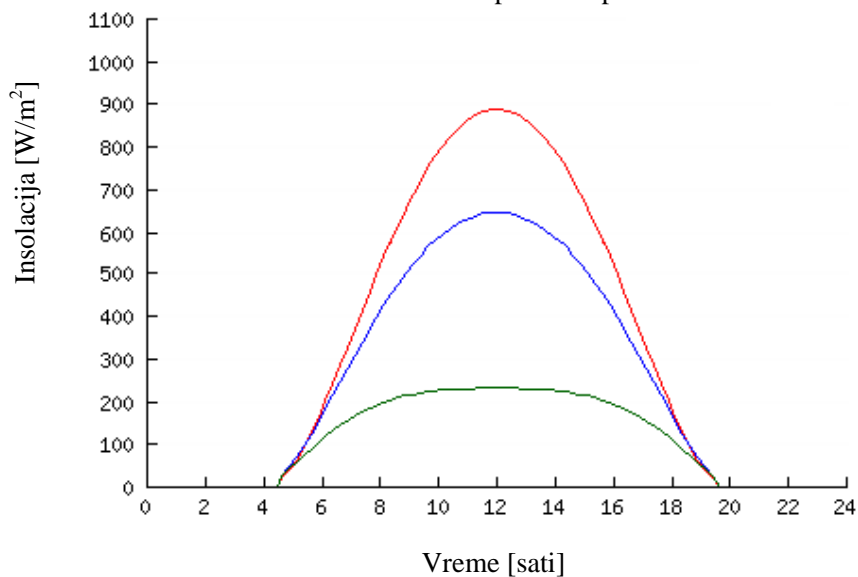
8:07	426	198	540	15:37	452	204	580
8:22	452	204	580	15:52	426	198	540
8:37	477	209	618	16:07	398	191	499
8:52	501	214	654	16:22	369	183	457
9:07	523	217	689	16:37	339	175	414
9:22	543	221	721	16:52	309	165	370
9:37	562	223	750	17:07	278	155	327
9:52	579	225	777	17:22	246	144	284
10:07	594	227	802	17:37	215	132	242
10:22	607	228	823	17:52	184	118	201
10:37	619	229	842	18:07	153	105	162
10:52	628	230	858	18:22	124	90	126
11:07	636	231	870	18:37	96	75	93
11:22	642	231	880	18:52	70	59	64
11:37	645	231	886	19:07	47	42	40
11:52	647	232	889	19:22	26	25	21
12:07	647	232	889				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

Dnevna ozračenost nepokretne površine

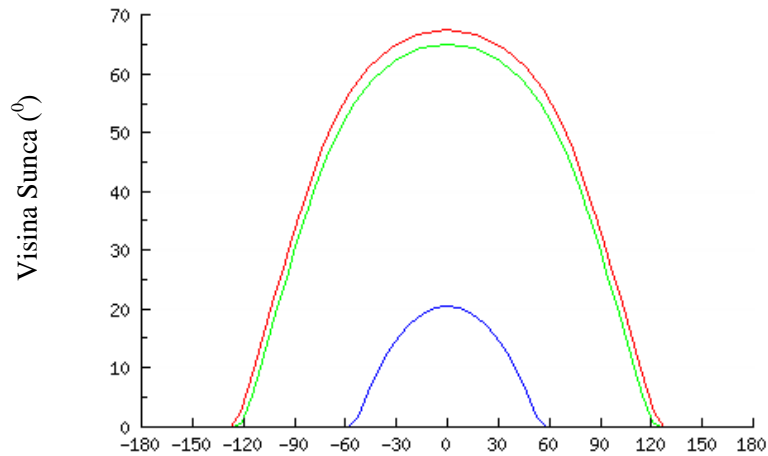


- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Linija sunčeve putanje za letnji i zimski solsticijum



- Visina Sunca (21. Jun)
- Visina Sunca (21. Decembar)
- Visina Sunca (Jul)
- Linija horizonta

Azimut (istok=-90, jug=0, zapad=90)

Subotica – 30° - dnevna

Nagib površine: 30°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Ge
4:52	38	38	28
5:07	53	52	40
5:22	67	66	50
5:37	78	75	56
5:52	105	89	88
6:07	135	103	127
6:22	167	117	169
6:37	201	130	216
6:52	236	142	265
7:07	272	154	316
7:22	308	164	368
7:37	344	174	421
7:52	379	184	473
8:07	413	192	525
8:22	446	199	576

Vreme	G	Gd	Ge
12:22	698	237	978
12:37	693	237	969
12:52	685	236	956
13:07	675	235	939
13:22	662	234	919
13:37	647	232	894
13:52	630	230	865
14:07	610	228	833
14:22	587	224	797
14:37	563	221	758
14:52	537	217	716
15:07	508	212	672
15:22	478	206	625
15:37	446	199	576
15:52	413	192	525

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

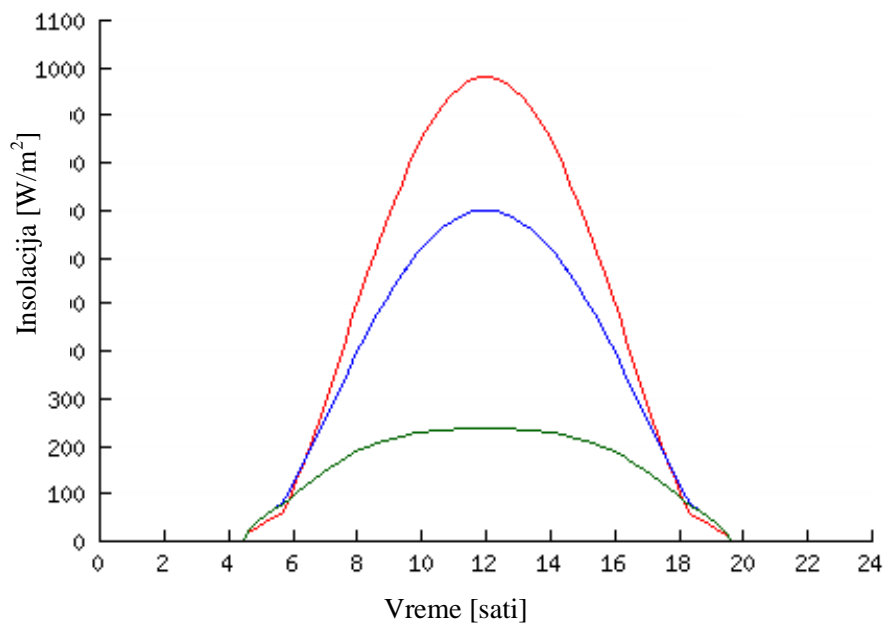
8:37	478	206	625	16:07	379	184	473
8:52	508	212	672	16:22	344	174	421
9:07	537	217	716	16:37	308	164	368
9:22	563	221	758	16:52	272	154	316
9:37	587	224	797	17:07	236	142	265
9:52	610	228	833	17:22	201	130	216
10:07	630	230	865	17:37	167	117	169
10:22	647	232	894	17:52	135	103	127
10:37	662	234	919	18:07	105	89	88
10:52	675	235	939	18:22	78	75	56
11:07	685	236	956	18:37	67	66	50
11:22	693	237	969	18:52	53	52	40
11:37	698	237	978	19:07	38	38	28
11:52	701	237	982	19:22	23	23	17
12:07	701	237	982				

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m^2]

Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m^2]

Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Subotica – 45° - dnevna

Nagib površine: 45°

Orijentacija površine – odstupanje od juga (azimut): 0°

Procena vrednosti zračenja

Vreme	G	Gd	Ge
4:52	34	33	25
5:07	47	46	35
5:22	60	58	44
5:37	72	70	54
5:52	83	81	62
6:07	103	90	81
6:22	134	103	121
6:37	166	116	166
6:52	200	128	213
7:07	236	140	264
7:22	271	151	316
7:37	307	161	368
7:52	342	170	421
8:07	377	179	474
8:22	411	187	525
8:37	443	193	575
8:52	474	199	623
9:07	503	205	669
9:22	530	209	712
9:37	555	213	752
9:52	578	217	789
10:07	599	219	822
10:22	617	222	851
10:37	633	223	877
10:52	646	225	899
11:07	656	226	916
11:22	664	227	929
11:37	670	227	938
11:52	672	228	942
12:07	672	228	942

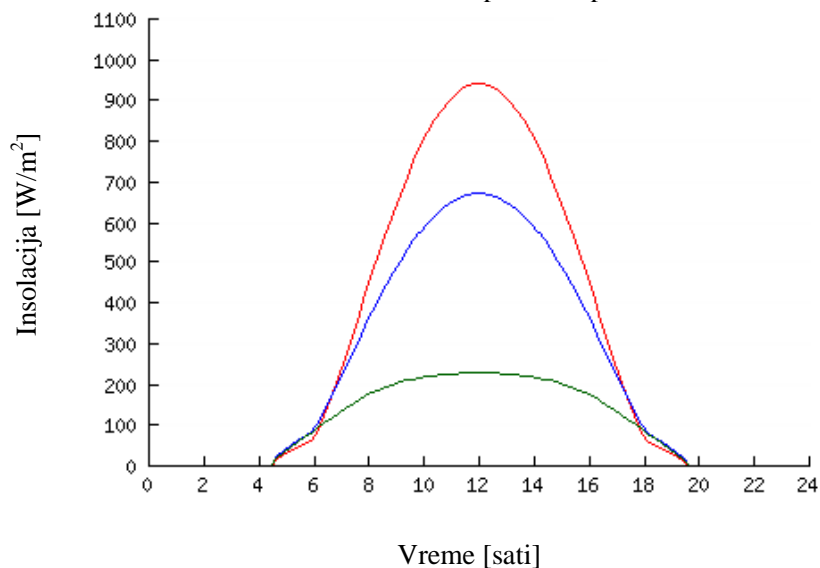
Vreme	G	Gd	Ge
12:22	670	227	938
12:37	664	227	929
12:52	656	226	916
13:07	646	225	899
13:22	633	223	877
13:37	617	222	851
13:52	599	219	822
14:07	578	217	789
14:22	555	213	752
14:37	530	209	712
14:52	503	205	669
15:07	474	199	623
15:22	443	193	575
15:37	411	187	525
15:52	377	179	474
16:07	342	170	421
16:22	307	161	368
16:37	271	151	316
16:52	236	140	264
17:07	200	128	213
17:22	166	116	166
17:37	134	103	121
17:52	103	90	81
18:07	83	81	62
18:22	72	70	54
18:37	60	58	44
18:52	47	46	35
19:07	34	33	25
19:22	20	20	15

G: Globalno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gd: Difuzno zračenje na nepokretnu površinu [W/m²]Gc: Globalno zračenje pri vedrom nebu - na nepokretnu površinu [W/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Dnevna ozračenost nepokretne površine



- Globalno zračenje - vedro nebo
- Globalno zračenje - realno nebo
- Difuzno zračenje - realno nebo

Subotica – 0° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[0]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1070	1660	1070	62	0.3	-0.4	550
Februar	1810	2570	1810	56	2.9	1.8	423
Mart	2930	3640	2930	44	7.2	5.8	325
April	4290	4720	4290	30	13.1	11.6	109
Maj	5290	5310	5290	18	18.9	17.1	31
Jun	5740	5520	5740	12	21.9	20.2	7
Jul	5970	5890	5970	16	23.5	21.9	0
Avgust	5320	5720	5320	27	23.3	21.5	15
Septembar	3910	4820	3910	42	18.2	16.5	81
Oktobar	2530	3630	2530	55	14.2	12.3	270
Novembar	1280	1970	1280	61	7.4	6.2	446
Decembar	863	1350	863	63	1.2	0.6	574
Godina	3430	3910	3430	34	12.7	11.3	2831

Legenda:

- Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]
- Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]
- H[0]: Ozračenost površine pod nagibom od: 0° [Wh/m²]
- lopt: Optimalan nagib [°]

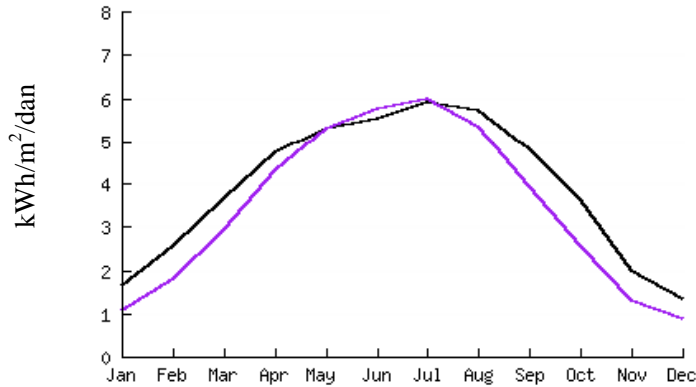
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

TD: Srednja dnevna temperatura [°C]

T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]

NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 0°

Subotica – 30° - mesečna

Optimalni nagib: 34°

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[30]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1070	1660	1610	62	0.3	-0.4	550
Februar	1810	2570	2510	56	2.9	1.8	423
Mart	2930	3640	3600	44	7.2	5.8	325
April	4290	4720	4730	30	13.1	11.6	109
Maj	5290	5310	5370	18	18.9	17.1	31
Jun	5740	5520	5620	12	21.9	20.2	7
Jul	5970	5890	5970	16	23.5	21.9	0
Avgust	5320	5720	5750	27	23.3	21.5	15
Septembar	3910	4820	4770	42	18.2	16.5	81
Oktoabar	2530	3630	3550	55	14.2	12.3	270
Novembar	1280	1970	1910	61	7.4	6.2	446
Decembar	863	1350	1300	63	1.2	0.6	574
Godina	3430	3910	3900	34	12.7	11.3	2831

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

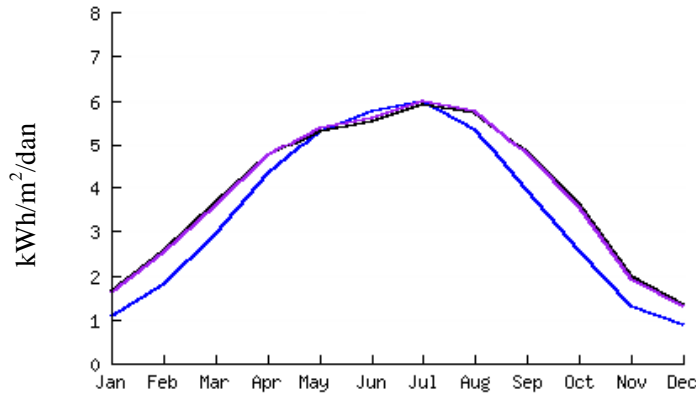
Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[30]: Ozračenost površine pod nagibom od: 30° [Wh/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

lopt: Optimalan nagib [⁰]
 TD: Srednja dnevna temperatura [°C]
 T24h: 24 –časovna srednja temperatura [°C]
 NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 30⁰

Subotica – 45⁰ - mesečna

Optimalni nagib: 34⁰

Manjak godišnje ozračenosti zbog zasenčenja [horizontalno]: 0.0 %

Mesec	Hh	Hopt	H[45]	lopt	TD	T24h	NDD
Januar	1070	1660	1760	62	0.3	-0.4	550
Februar	1810	2570	2680	56	2.9	1.8	423
Mart	2930	3640	3680	44	7.2	5.8	325
April	4290	4720	4620	30	13.1	11.6	109
Maj	5290	5310	5050	18	18.9	17.1	31
Jun	5740	5520	5180	12	21.9	20.2	7
Jul	5970	5890	5550	16	23.5	21.9	0
Avgust	5320	5720	5540	27	23.3	21.5	15
Septembar	3910	4820	4840	42	18.2	16.5	81
Oktobar	2530	3630	3790	55	14.2	12.3	270
Novembar	1280	1970	2090	61	7.4	6.2	446
Decembar	863	1350	1440	63	1.2	0.6	574
Godina	3430	3910	3860	34	12.7	11.3	2831

Legenda:

Hh: Ozračenost horizontalne površine [Wh/m²]

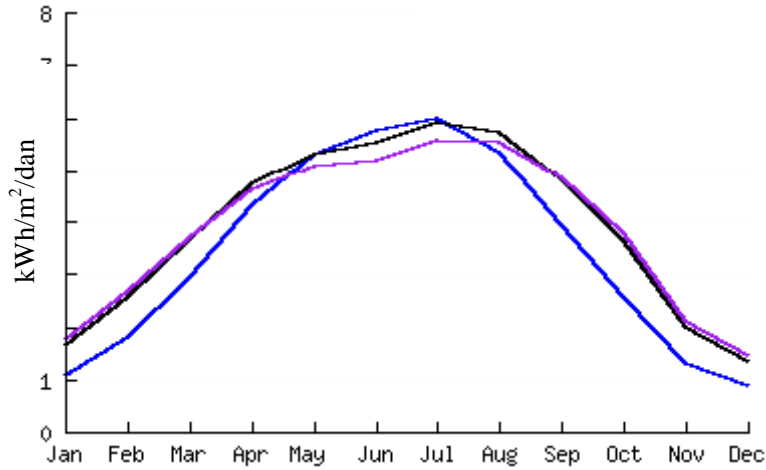
Hopt: Ozračenost optimalno nagnute površine [Wh/m²]

H[45]: Ozračenost površine pod nagibom od: 45⁰ [Wh/m²]

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

lopt: Optimalan nagib [$^{\circ}$]
 TD: Srednja dnevna temperatura [$^{\circ}$ C]
 T24h: 24 –časovna srednja temperatura [$^{\circ}$ C]
 NDD: Broj grejnih dana - stepeni [-]



- Horizontalna ozračenost
- Ozračenost na površinu pod optimalnim nagibom
- Ozračenost površine pod nagibom od 45°

Palić - Subotica – Kanjiža - 30

23. 05. 2011 / 11:28

Mesto: Palić
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0
 Tip: WMO / OMM
 Nagib: 30
 Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	36	21	60	28	47	-1.6
Februar	56	32	83	40	61	1.1
Mart	97	48	127	57	97	6
April	131	73	148	78	100	11.4
Maj	171	83	175	86	134	16.7
Jun	178	89	176	89	133	19.9
Jul	189	87	192	89	152	21.3
Avgust	165	76	181	83	141	21
Septembar	120	58	148	67	110	16.7
Oktobar	81	41	116	51	91	11.4
Novembar	41	24	66	32	50	5.4

STUDIJA

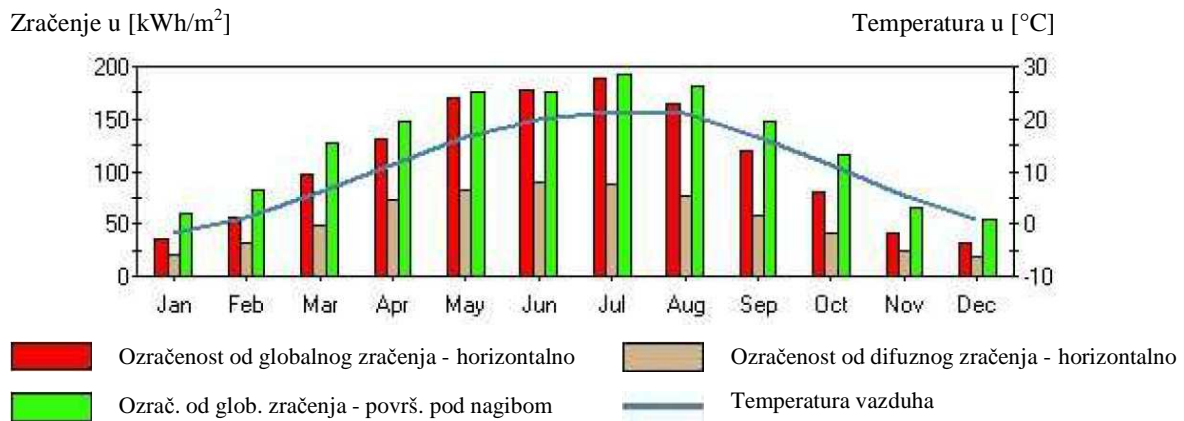
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Decembar	31	19	54	26	42	0.8
Godina	1293	650	1527	726	1158	10.8

Legenda:

- H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno
- H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno
- H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom
- H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom
- H_Bn: Ozračenost - direktna
- Ta: Temperatura vazduha
- Zračenje u [kWh/m²]
- Temperatura u [°C]
- Mereni parametri = Ta, FF

Palić



Dokument: Palić - Subotica - Kanjiza - 45

23. 05. 2011 / 11:30

Mesto: Palić
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0 Nagib: 45
 Tip: WMO / OMM Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	36	21	68	31	47	-1.6
Februar	56	32	91	43	61	1.1
Mart	97	48	132	58	97	6

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

April	131	73	145	77	100	11.4
Maj	171	83	164	83	134	16.7
Jun	178	89	162	85	133	19.9
Jul	189	87	179	86	152	21.3
Avgust	165	76	175	81	141	21
Septembar	120	58	150	68	110	16.7
Oktobar	81	41	124	53	91	11.4
Novembar	41	24	73	34	50	5.4
Decembar	31	19	61	28	42	0.8
Godina	1293	650	1527	726	1158	10.8

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

Zračenje u [kWh/m²]

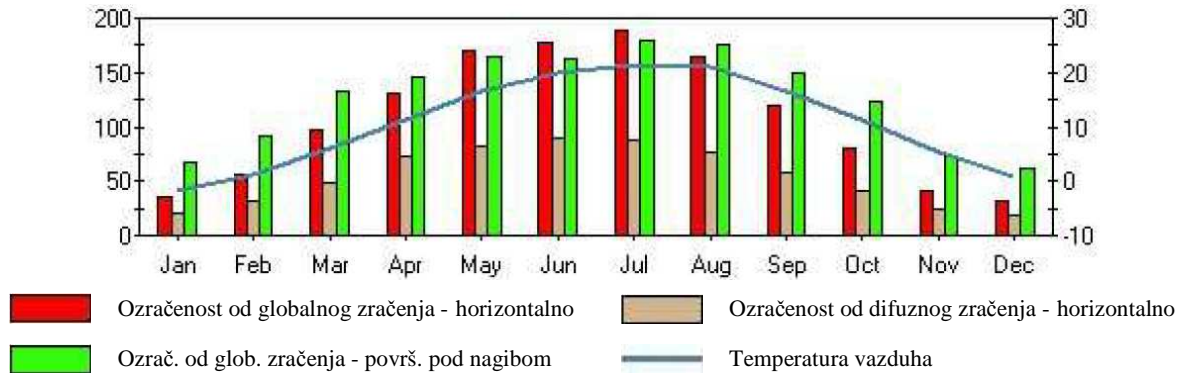
Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Palić 45

Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



Novi Sad -30

23. 05. 2011 / 11:24

Mesto:

Novi Sad

Položaj:

otvoren

Horizont:

astronomski

Azimet:

0

Nagib: 30

Tip

Grad

Format Standardni

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	38	24	61	31	44	-0.4
Februar	59	29	89	37	74	1.3
Mart	99	51	127	59	96	6.3
April	126	71	139	75	91	11.8
Maj	165	91	168	92	115	16.8
Jun	175	81	170	81	142	19.1
Jul	181	88	182	89	139	21.2
Avgust	166	80	181	86	138	21.5
Septembar	119	62	144	71	104	17.3
Oktoabar	81	42	115	52	88	11.7
Novembar	41	25	63	32	46	5.4
Decembar	36	22	62	30	47	1.3
Godina	1283	668	1500	736	1124	11.1

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

Zračenje u [kWh/m²]

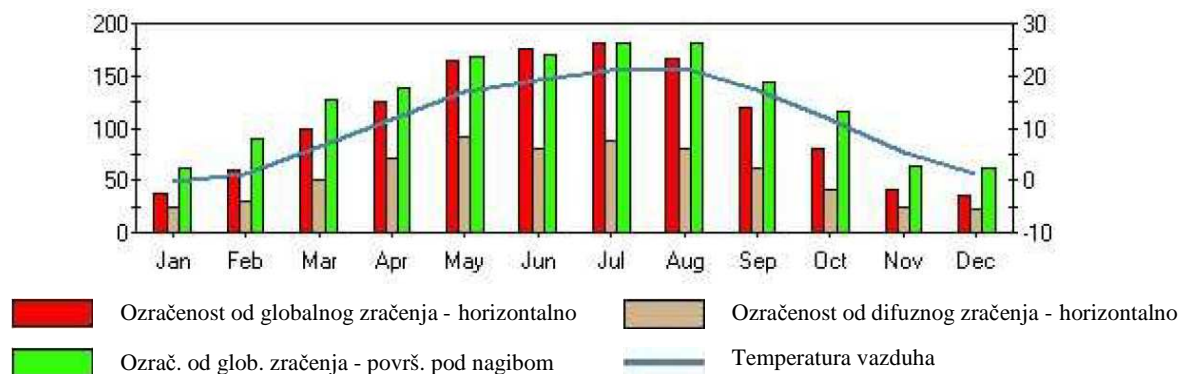
Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Novi Sad

Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Beograd - Pančevo - 30

23. 05. 2011 / 11:46

Mesto: Beograd
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0 Nagib: 30
 Tip: WMO / OMM Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	39	25	62	33	44	0.4
Februar	59	32	86	40	63	2.7
Mart	102	55	128	63	93	7.1
April	132	68	147	73	107	12.4
Maj	173	84	175	86	136	17.2
Jun	180	86	176	86	141	20
Jul	193	82	193	84	163	21.7
Avgust	173	67	190	74	168	21.3
Septembar	124	58	151	66	116	17.7
Oktobar	84	44	119	54	91	12.4
Novembar	45	28	70	35	51	7
Decembar	35	21	60	29	47	2.3
Godina	1336	651	1556	722	1221	11.9

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

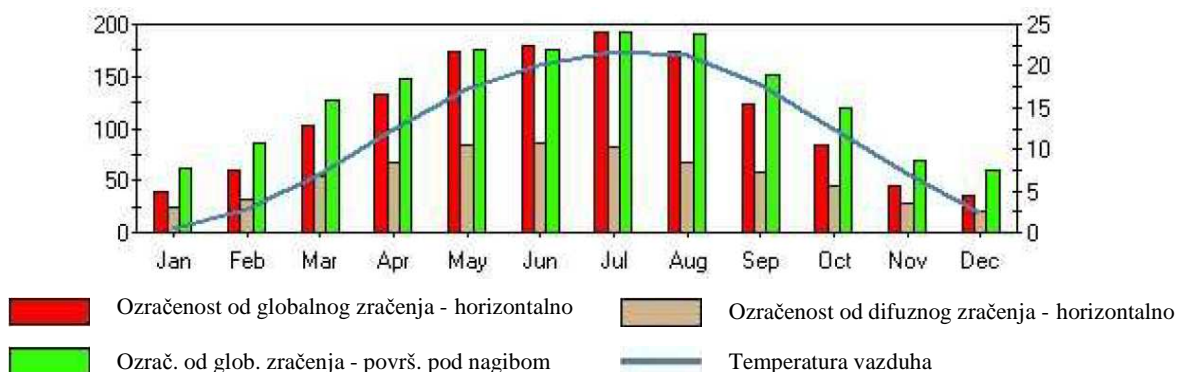
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Beograd - Pančevo - 30Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Beograd - Pančevo - 45

23. 05. 2011 / 11:46

Mesto: Beograd
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0 Nagib: 45
 Tip: WMO / OMM Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	39	25	70	35	44	0.4
Februar	59	32	93	42	63	2.7
Mart	102	55	131	63	93	7.1
April	132	68	142	71	107	12.4
Maj	173	84	163	82	136	17.2
Jun	180	86	161	82	141	20
Jul	193	82	178	81	163	21.7
Avgust	173	67	183	73	168	21.3
Septembar	124	58	152	66	116	17.7
Oktoobar	84	44	127	56	91	12.4
Novembar	45	28	78	37	51	7
Decembar	35	21	69	31	47	2.3
Godina	1336	651	1545	720	1221	11.9

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

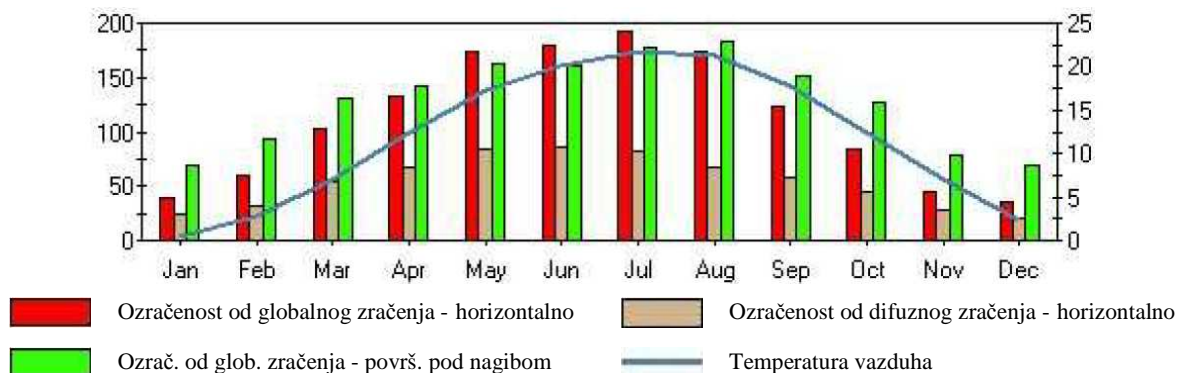
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Beograd - Pančevo - 45Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Zrenjanin - 30

23. 05. 2011 / 11:44

Mesto: Zrenjanin
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0
 Nagib: 30
 Tip: WMO / OMM
 Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	37	24	60	31	43	-0.2
Februar	58	32	86	40	67	1.8
Mart	99	51	127	58	96	6.6
April	128	64	144	69	108	12.2
Maj	168	85	172	88	125	17.2
Jun	176	94	172	94	124	19.6
Jul	184	89	185	91	142	21.6
Avgust	168	76	182	81	146	21.8
Septembar	120	60	148	69	108	17.7
Oktobar	81	44	113	54	83	12.1
Novembar	41	25	64	32	47	5.8
Decembar	35	21	61	28	49	1.7
Godina	1291	666	1515	736	1138	11.5

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

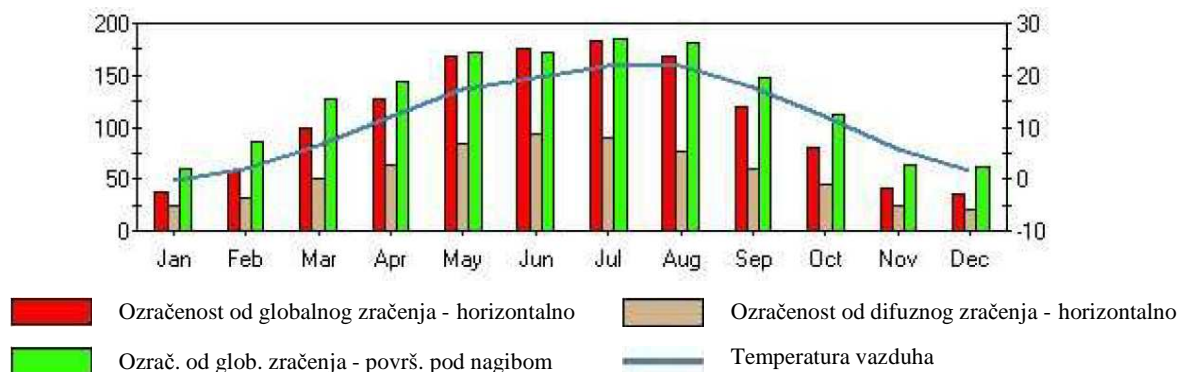
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

ZrenjaninZračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesto: Zrenjanin
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0 Nagib: 45
 Tip: WMO / OMM Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	37	24	68	33	43	-0.2
Februar	58	32	94	42	67	1.8
Mart	99	51	131	59	96	6.6
April	128	64	141	68	108	12.2
Maj	168	85	162	84	125	17.2
Jun	176	94	157	89	124	19.6
Jul	184	89	171	87	142	21.6
Avgust	168	76	175	80	146	21.8
Septembar	120	60	150	69	108	17.7
Oktobar	81	44	121	56	83	12.1
Novembar	41	25	71	34	47	5.8
Decembar	35	21	70	31	49	1.7
Godina	1291	666	1511	732	1138	11.5

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

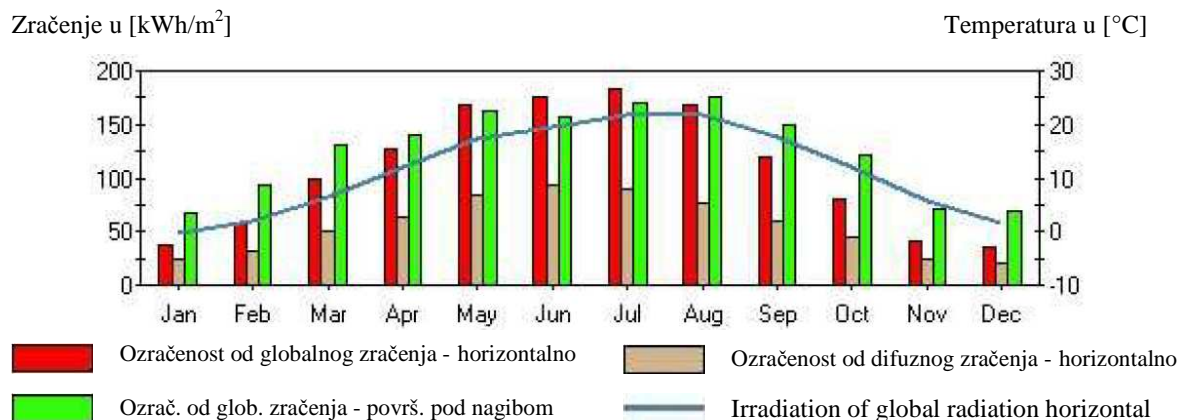
Ta: Temperatura vazduha

Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Zrenjanin - 45



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Kikinda - 30

Mesto: Kikinda
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0 Nagib: 30
 Tip: WMO / OMM Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	35	20	58	28	46	-1,1
Februar	55	30	82	39	62	1,6
Mart	99	52	126	60	94	6,3
April	132	72	148	78	101	11,8
Maj	174	94	179	96	121	16,8
Jun	177	90	174	91	128	19,7
Jul	190	88	191	90	154	21,6
Avgust	169	75	186	81	148	21,1
Septembar	120	58	148	67	115	16,8
Oktoobar	80	42	111	51	84	11,7
Novembar	40	25	62	31	45	5,7
Decembar	31	22	48	28	30	1,1
Godina	1297	669	1515	739	1127	11,1

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

Zračenje u [kWh/m²]

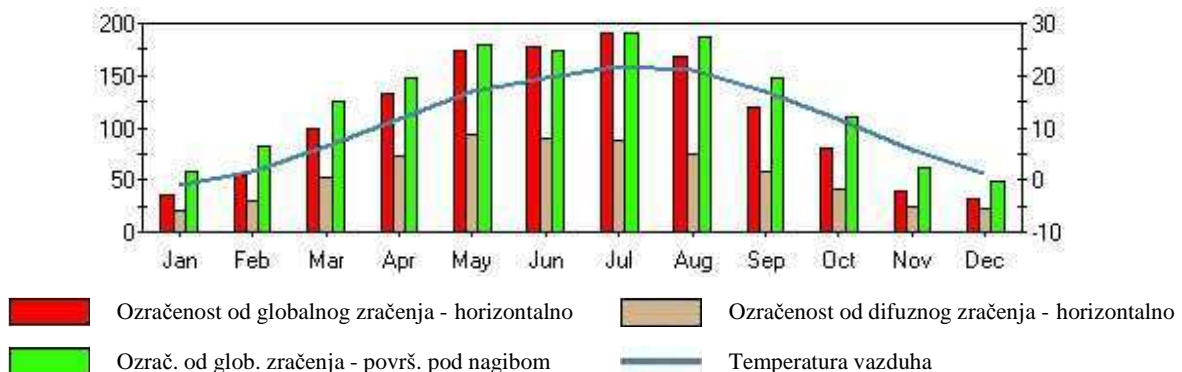
Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Kikinda

Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Kikinda - 45

23.05.2011 – 11:34

Mesto: Kikinda
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0 Nagib: 45
 Tip: WMO / OMM Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	35	20	66	30	46	-1.1
Februar	55	30	89	41	62	1.6
Mart	99	52	130	61	94	6.3
April	132	72	144	76	101	11.8
Maj	174	94	169	92	121	16.8
Jun	177	90	160	86	128	19.7
Jul	190	88	178	87	154	21.6
Avgust	169	75	180	80	148	21.1
Septembar	120	58	151	67	115	16.8
Oktobar	80	42	119	53	84	11.7
Novembar	40	25	68	33	45	5.7
Decembar	31	22	54	30	30	1.1
Godina	1297	669	1508	736	1127	11.1

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

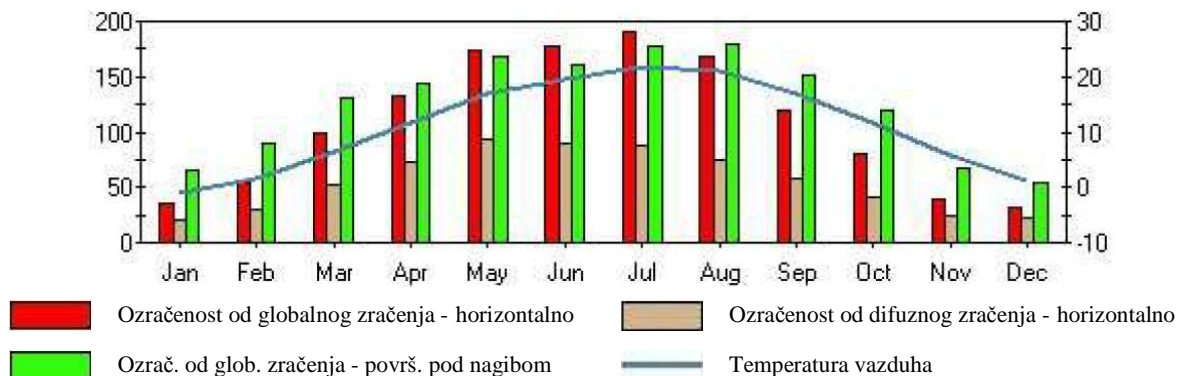
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Kikinda - 45Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Sremska Mitrovica - Bačka Palanka - 30

23. 05. 2011 / 11:39

Mesto: Sremska Mitrovica
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0
 Nagib: 30
 Tip: WMO / OMM
 Format Standardni

	Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	38	24	60	31	43	-0.1	
Februar	59	29	89	38	73	1.4	
Mart	99	50	126	58	97	6.5	
April	126	71	140	75	92	12.1	
Maj	166	85	169	86	120	17.2	
Jun	175	97	171	97	119	19.4	
Jul	182	92	181	93	136	21.4	
Avgust	167	72	181	78	151	21.8	
Septembar	119	58	146	67	112	17.5	
Oktoabar	81	42	113	51	87	11.9	
Novembar	41	22	66	29	54	5.7	
Decembar	36	21	63	29	52	1.6	
Godina	1286	664	1506	731	1138	11.4	

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

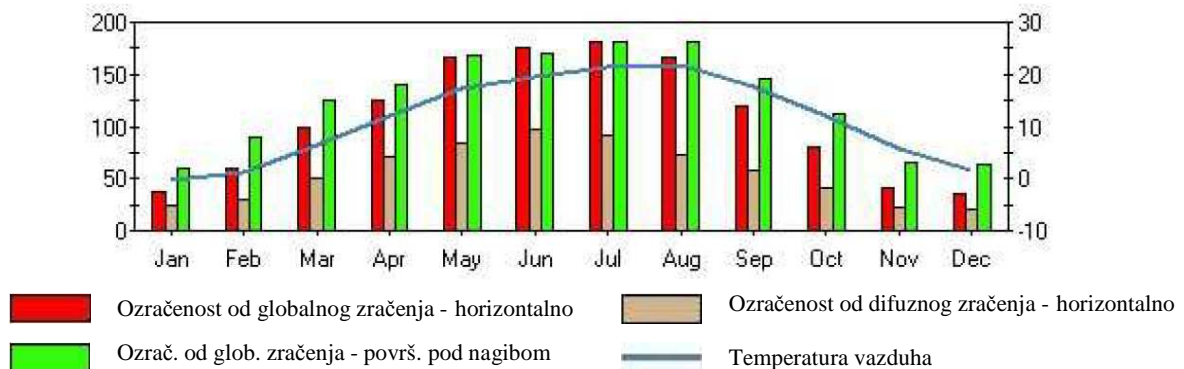
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Sremska MitrovicaZračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Sremska Mitrovica - Bačka Palanka - 45

23. 05. 2011 / 11:40

Mesto: Sremska Mitrovica
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0
 Nagib: 45
 Tip: WMO / OMM
 Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	33	24	63	33	43	-0.1
Februar	59	29	98	40	73	1.4
Mart	99	50	130	53	97	6.5
April	126	71	136	73	92	12.1
Maj	166	95	158	92	120	17.2
Jun	175	97	157	92	119	19.4
Jul	182	92	168	77	136	21.4
Avgust	167	72	174	77	151	21.8
Septembar	119	58	148	67	112	17.5
Oktobar	81	42	120	53	87	11.9
Novembar	41	22	73	31	54	5.7
Decembar	36	21	73	31	52	1.6
Godina	1236	664	1502	726	1138	11.4

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

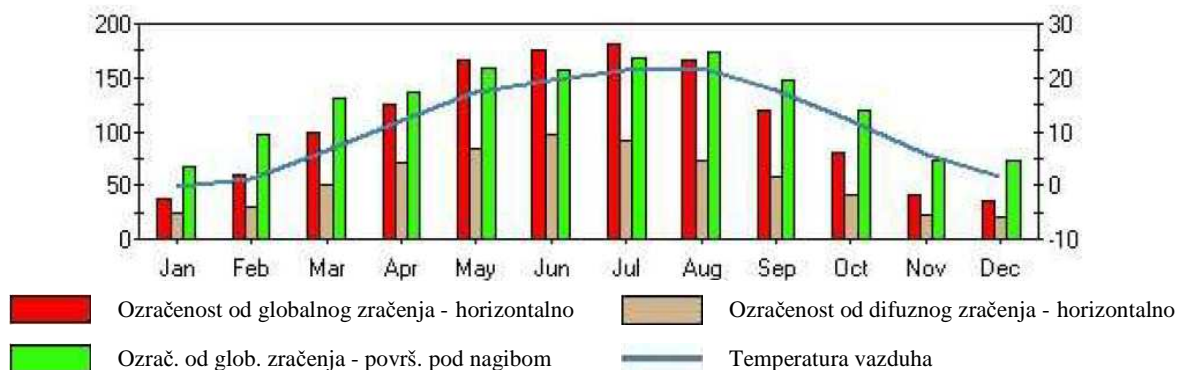
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

Sremska Mitrovica - Bačka Palanka - 45Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Vršac - Bela Crkva - 30

23. 05. 2011 / 11:37

Mesto:

Vršac

Položaj:

otvoren

Horizont:

astronomski

Azimut:

0

Nagib:

30

Tip

WMO / OMM

Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	36	21	60	28	48	0.1
Februar	56	28	86	36	70	2
Mart	100	52	127	60	95	6.3
April	132	72	146	76	103	11.8
Maj	173	87	177	89	129	17
Jun	178	91	174	90	133	19.4
Jul	191	82	190	83	165	21.2
Avgust	171	71	187	76	160	21.2
Septembar	122	59	149	67	112	17.4
Oktobar	81	42	115	51	88	12.1
Novembar	42	27	65	34	46	6.6
Decembar	33	19	58	26	48	2.2
Godina	1311	650	1532	718	1198	11.4

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

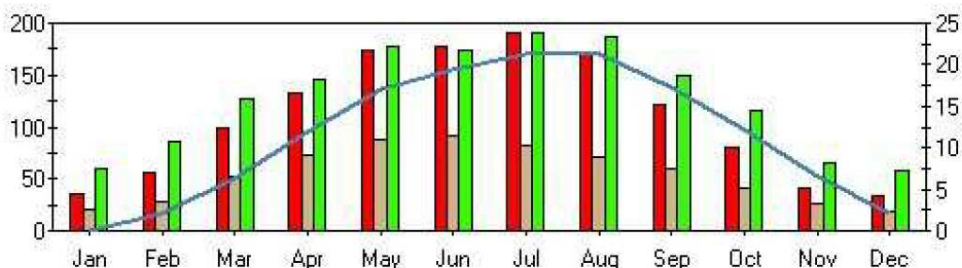
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

VršacZračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



■ Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

■ Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

■ Ozrač. od glob. zračenja - površ. pod nagibom

— Temperatura vazduha

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Vršac - Bela Crkva - 30

23. 05. 2011 / 11:37

Mesto:

Vršac

Položaj:

otvoren

Horizont:

astronomski

Azimut:

0

Nagib: 30

Tip

WMO / OMM

Format Standardni

	Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	36	21	60	28	48	0.1	
Februar	56	28	86	36	70	2	
Mart	100	52	127	60	95	6.3	
April	132	72	146	76	103	11.8	
Maj	173	87	177	89	129	17	
Jun	178	91	174	90	133	19.4	
Jul	191	82	190	83	165	21.2	
Avgust	171	71	187	76	160	21.2	
Septembar	122	59	149	67	112	17.4	
Oktobar	81	42	115	51	88	12.1	
Novembar	42	27	65	34	46	6.6	
Decembar	33	19	58	26	48	2.2	
Godina	1311	650	1532	718	1198	11.4	

Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom

H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom

H_Bn: Ozračenost - direktna

Ta: Temperatura vazduha

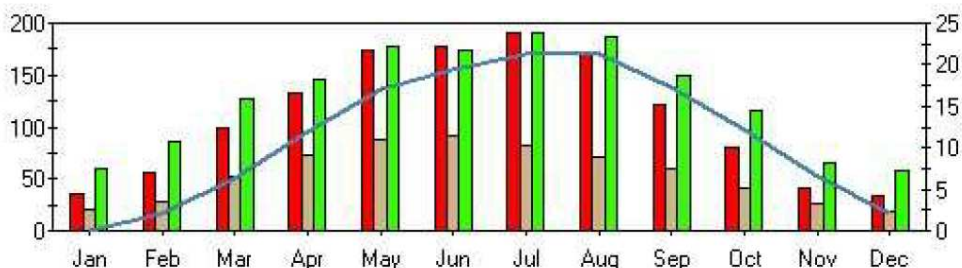
Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]

Mereni parametri = Ta, FF

VršacZračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



■ Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno

■ Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno

■ Ozrač. od glob. zračenja - površ. pod nagibom

— Temperatura vazduha

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesto: Vršac
 Položaj: otvoren
 Horizont: astronomski
 Azimut: 0 Nagib: 45
 Tip: WMO / OMM Format Standardni

Jan	H_Gh	H_Dh	H_Gk	H_Dk	H_Bn	Ta
Januar	36	21	68	31	48	0.1
Februar	56	28	94	39	70	2.0
Mart	100	52	131	60	95	6.3
April	132	72	142	74	103	11.8
Maj	173	87	165	85	129	17
Jun	178	91	159	86	133	19.4
Jul	191	82	175	80	165	21.2
Avgust	171	71	180	75	160	21.2
Septembar	122	59	150	67	112	17.4
Oktobar	81	42	122	53	88	12.1
Novembar	42	27	72	35	46	6.6
Decembar	33	19	67	28	48	2.2
Godina	1311	650	1524	714	1198	11.4

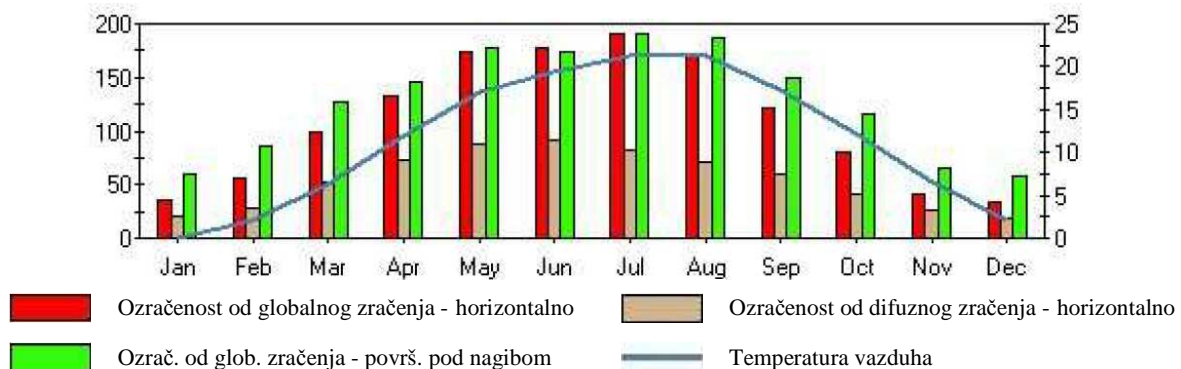
Legenda:

H_Gh: Ozračenost od globalnog zračenja - horizontalno
 H_Dh: Ozračenost od difuznog zračenja - horizontalno
 H_Gk: Ozračenost od globalnog zračenja - površina pod nagibom
 H_Dk: Ozračenost od difuznog zračenja - površina pod nagibom
 H_Bn: Ozračenost - direktna
 Ta: Temperatura vazduha
 Zračenje u [kWh/m²]
 Temperatura u [°C]
 Mereni parametri = Ta, FF

Vršac - 45

Zračenje u [kWh/m²]

Temperatura u [°C]



Zaključak Poglavlja 3

S obzirom da je sunčeva energija sa tehničko-eksploatacionog gledišta - energetski resurs obnovljivog karaktera (transformisana sunčeva energija koja se odvede od prijemnika sunčeve energije (PSE) se permanentno obnavlja u uslovima dejstva sunčevog zračenja) - ne može se govoriti o energetskom resursu na način kako se to iskazuje kod drugih - neobnovljivih izvora energije. Ovaj resurs zavisi od insolacionih uslova, veličine i karakteristike PSE (prethodno nabrojanih uticajnih faktora) te vremena izlaganja PSE dejstvu sunčevog zračenja.

Od dozračenog sunčevog zračenja na Zemlji čija gustina snage dostiže vrednosti od 970 do 1.030 [W/m²] - korisno dozračena količina energije na jedinicu slobodno orijentisane površine, zavisi od njene orijentacije (treba da je orijentisana prema jugu), od njenog nagiba (poželjno je da sunčevi zraci dospevaju na prijemnu površinu pod uglom što bližem - normalnom, kako bi ozračenje - gustina snage bila što veća), od konstrukcije i energijskih karakteristika prijemnika sunčeve energije, doba dana, doba godine, vremena insolacije, atmosferskih uslova, eksploatacionih uslova i dr. Snaga sunčevog zračenja se menja tokom dana, meseca i godine. Njena vrednost zavisi i od geografskog mesta, uslova atmosfere i dr.

Broj sunčanih sati u Vojvodini se kreće od nešto manje od 2.000 sati (zapadni deo) do 2.100 sati (istočni deo). Prema programskom paketu *Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5, Meteororm, Version 5.1*, i *PVGIS programu - Photovoltaic Geographical Information System (JRC - European Commission)*, prosečna godišnja vrednost globalnog zračenja za horizontalnu površinu se kreće između 1.294 kWh/m² na severu Vojvodine i 1.335 kWh/m² na jugu Vojvodine, i 1.281 kWh/m² na zapadu do 1.294 kWh/m² na istoku Vojvodine. To pokazuje da je prema istom izvoru prosečna godišnja vrednost sunčevog zračenja na horizontalnu površinu - za teritoriju AP Vojvodine oko 1.300 kWh/m².

Prosečna dnevna energija globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu površinu na teritoriji Vojvodine se kreće od 1,0 – 1,4 kWh/m² tokom januara, a od 6,0 - 6,3 kWh/m² – tokom jula. Na teritoriji Vojvodine, godišnji prosek dnevne energije globalnog sunčevog zračenja na površinu nagnutu prema jugu pod uglom od 30° iznosi od 4,0-4,6 kWh/m².

Prosečna dnevna energija globalnog zračenja za ravnu površinu u toku zimskog perioda kreće se između 1,0 kWh/m² na severu Vojvodine i 1,45 kWh/m² na jugu Vojvodine (Decembar - Januar) i do 3,55 (Mart) , a u toku letnjeg perioda između 5,70 kWh/m² na severu i 6.85 kWh/m² na jugu (Jun - Avgust). Prema tridesetogodišnjim meteorološkim merenjima u Jugoslaviji, vrednost dozračene energije na neku horizontalnu površinu je veća od proračunskih vrednosti (prema: *Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5 Meteororm, Version 5.1*, i *PVGIS programu - Photovoltaic Geographical Information System (JRC - European Commission)*) za oko 9 do 12 %.

Prijemnik sunčevog zračenja, se pod određenim nagibom orijentiše ka jugu u cilju dobijanja maksimalnih energetskih efekata. Pošto se relativan odnos Sunca prema mestu na kojem je locirana prijemna površina menja tokom dana, meseca i godine, neophodno je kod nepokretnih prijemnika obezbediti, pravilnom orijentacijom maksimalnu osunčanost prijemne površine, te time i povoljniji energetski učinak. Međutim, ukoliko smeštajne mogućnosti prijemnika Sunčeve energije ne dozvoljavaju idealnu južnu orijentaciju, a na tome se u krajnjoj liniji ne mora insistirati, moguće je isti postaviti u zakrenutom položaju (u odnosu na jug) bez velikog smanjenja energetskog priliva. Tako npr. za mesta u Vojvodini, odstupanje solarnog kolektora od idealne južne orijentacije za oko 15 do 30° - smanjuje se količina dozračene energije za oko 5 do 10⁰ (respektivno).

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Za teritoriju AP Vojvodine povoljan nagib neke južno orijentisane površine (solarnog kolektora) za maksimalan "zahvat" sunčevog zračenja tokom cele godine odgovara uglu od oko 40 do 45⁰, a za solarne kolektore koji se uglavnom koriste u toplijem periodu godine (kasno proleće, leto i rana jesen), odnosno kada se bolji efekti očekuju u tom periodu - optimalan nagib je oko 30⁰. Za solarne kolektore od kojih se bolji energetske efekti očekuju u hladnijem periodu godine (kasna jesen, zima i rano proleće) optimalan nagib solarnih kolektora je oko 60⁰. Tako npr. za površinu nagnutu pod uglom od 30⁰ godišnja vrednost dozračene energije je veća za oko 13 do 14% - u odnosu na horizontalnu površinu. Za površinu nagnutu pod uglom od 45⁰ godišnja vrednost dozračene energije je veća za oko 12 do 13% - u odnosu na horizontalnu površinu.

POGLAVLJE 4

4. TEHNOLOGIJE ZA KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE

Tehnologije za korišćenje energije sunčevog zračenja baziraju na dva osnovna principa, i to:

- na korišćenju toplotnog dejstva sunčevog zračenja, pri čemu se energija sunčevog zračenja transformiše u toplotu na apsorberu prijelnika sunčeve energije - toplotni PSE (kod ovih tipova PSE se ostvaruje prosečni stepen efikasnosti transformacije dozračene sunčeve energije u korisno odvedenu toplotu - od 35 do 55%) i

- na korišćenje fotoelektričnog efekta, pri čemu se sunčeva svetlost direktno transformiše u električnu energiju u fotonaponskom prijelniku sunčevog zračenja - fotoelektrični PSE. Kod ovih tipova PSE se dozračena energija pretvara u korisno odvedenu električnu energiju sa efikasnošću od 10 % do 20 % - zavisno od tipa i konstrukcije, te eksploatacionih i insolacionih uslova.

U zavisnosti od karaktera transformacije energije Sunčevog zračenja u njima, odnosno od njenog izlaznog oblika, razlikuju se sledeće vrste prijelnika:

- **Toplotni prijelnici**, kod kojih se energija Sunčevog zračenja transformiše u toplotu. Transformacija nastaje prilikom nailaska fotona svetlosti na prepreku sa koje se ne reflektuje, već biva apsorbovan. Pri tome se kinetička energija fotona svetlosti transformiše u toplotnu energiju čestica prepreke - apsorbera.

- **Fotoelektrični prijelnici**, kod kojih se sunčeva energija transformiše u električnu. Konverzija Sunčevog zračenja u električnu energiju vrši se (direktno u jednom fizičkom procesu) u tzv. "solarnoj ćeliji" izrađenoj od poluprovodničkog elementa.

Prijelnici sunčeve energije koji baziraju na pretvaranju energije sunčevog zračenja u toplotu, se po konstrukciji dele na:

- ravne niskotemperaturne i vakuum cevne PSE,
- srednje temperaturne (sisteme sa manjim stepenom koncentrisanja sunčevog zračenja) i
- visoko temperaturne PSE (sisteme sa većim stepenom koncentrisanja sunčevog zračenja).

Ravni niskotemperaturni prijelnici sunčeve energije su tehnički najjednostavniji prijelnici sa aspekta izrade (proizvodnje), a u njima se ostvaruju radne temperature do 100 [°C] (pri tzv. "praznom hodu" - i do maksimalno 180 [°C]). Pri tome se toplota odvodi od PSE vazduhom, vodom ili nekom drugom tečnošću izrađenoj na bazi "antifrizi" (radni medijum) - i predaje potrošaču - direktno ili indirektno preko razmenjivača toplote i grejnih tela.

Solarni energetske sistemi koji se baziraju na primeni PSE ovakvih karakteristika, koriste se najviše za pripremu tople sanitarne ili tehnološke vode, u procesima sušenja različitih poljoprivrednih i industrijskih proizvoda, za grejanje prostora i u drugim toplotnim procesima u kojima se radne temperature kreću do 100 [°C]. U uslovima Vojvodine solarni kolektori su najpogodniji za grejanje vode u svim procesima, objektima različitih namena, posebno u domaćinstvima. Prosečna površina jednog komercijalnog tipa kolektora je oko dva kvadratna metra i oko dva kolektora su dovoljna za zagrevanje vode u jednom manjem domaćinstvu.

Vakuum cevni solarni kolektori, zbog svoje specifične konstrukcije, u suštini predstavljaju posebnu podgrupu ravnih solarnih kolektora. Sastoje se iz više vakuum cevi sa apsorberom u njima, pri čemu se sistem - kolektor formira povezivanjem pojedinačnih elemenata vakuum cevi sa sopstvenim apsorberom postavljanih u niz - red formirajući jedinični kolektor dimenzija sličnih ravnom kolektoru.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Obzirom da je deo unutrašnje površine svakog podsistema vakuum cevi obložena reflektujućom površinom - čime je omogućeno refelktovanje sunčevih zraka ka linijskoj/valjkastoj žižnoj zoni. to omogućuje ovom tipu solarnog kolektora više radne temperature grejanog fluida - oko 200 °C i više. Uglavnom se koriste za iste namene kao i ravni niskotemperaturni kolektori - za grejanje vode i dogrevanje objekata.

Posebnu tehnologiju korišćenja toplotnog dejstva sunčevog zračenja, predstavljaju tzv. "pasivni solarni sistemi" kojima se obezbeđuje grejanje prostora kuća i drugih objekata, pri čemu se prijemnik sunčeve energije izvodi na principu integracije dela grejanog objekta i prijemnika sunčeve energije.

Sistemi sa koncentrisanjem sunčevog zračenja baziraju na zahvatanju sunčevog zračenja sa veće površine odgovarajućim ogledalima (paraboloidnim, hiperboloidnim, parabolocilindričnim, ravnim - heliostatski sistemi i dr.) i reflektovanjem - uz značajan stepen koncentracije (povećanja gustine snage) na odgovarajući apsorber u kojem se stvaraju temperature od 200 do hiljadu i više stepeni Celzijusa. To je jedan od razloga, zašto je korišćenje ravnih kolektora za niskotemperaturne aplikacije povoljnije od koncentrišućih, koji mogu koristiti samo direktno zračenje.

U stambenim objektima postoje dva tipa solarno toplotnih energetske sistema: oni koji se koriste isključivo za zagrevanje vode i oni koji uz to obezbeđuju i grejanje (takozvani kombi sistemi). Solarno/toplotni energetske sistemi za zagrevanje potrošne vode su dizajnirani tako da su u toplijoj polovini godine dominantni za zagrevanje vode. U zimskim mesecima topla voda se obezbeđuje bojlerima koji obično rade na električnu energiju ili indirektno od konvecionalnog grejnog sistema objekata, a sunčanih dana podržava ga solarno toplotni energetske sistem. To znači da se godišnje oko 60% potrebne energije za grejanje potrošne vode može dobiti solarnim toplotnim energetske sistemima. Solarna instalacija za grejanje vode (u domaćinstvima i privredi) sadrži:

- prijemnik sunčevog zračenja - solarni kolektor,
- rezervoar za akumulaciju toplote u potrošnoj vodi,
- razmenjivač toplote,
- pumpno-pogonska grupa,
- automatika,
- cevna instalacija sa cevnom armaturom i
- ekspanziona posuda.

Kod solarnih kombi sistema (sa većim brojem solarnih kolektora) obezbeđuje se u određenoj meri i grejanje zgrada tokom jesenjih i prolećnih meseci. Na taj način, uz optimalno projektovano postrojenje - instalacije, solarna energija može da obezbedi 20 do 30 (40)% ukupne energetske potrebe zgrade, zavisno od toga koliko je dobro izolovana i koliki je zahtevani stepen zagrevanja. Kod posebno projektovanih objekata - kuća primenom principa pasivnog solarnog grejanja mogu pokriti energetske potrebe objekta sa 50 do 90%.

Pored istraživanja u oblasti same toplotne konverzije i njene primene, značajna i nerazdvojna oblast je vezana za skladištenje primljene energije. To je naročito bitno kod solarnih elektrana koje koriste termalnu energiju Sunca u toku dana. Potrebno je pronaći načine kako da se energija koja je sakupljena u toku dana koristi i noću. Istraživanja u oblasti akumuliranja toplotne energije razvijaju se u dve oblasti:

- Kratkotrajno skladištenje energije (1 do 7 dana)
- Sezonsko skladištenje energije (od leta za zimu).

4.1. Toplotni prijemnici sunčevog zračenja

Prijemnici kod kojih se energija Sunčevog zračenja direktno transformiše u toplotu su danas tehnički, tehnološki i ekonomski najjednostavniji i najprimenljiviji za široku upotrebu. U ovoj grupi se razlikuju dve osnovne vrste prijemnika – u zavisnosti od temperaturnog nivoa radnog medijuma koji se u njima može dostići:

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- niskotemperaturni prijemnici, i
- visokotemperaturni prijemnici².

U grupu niskotemperaturnih prijemnika spadaju svi prijemnici kod kojih se radna temperatura radnog medijuma kreće najčešće do 100°C. U ovu grupu se ubrajaju i cevni vakuum kolektori, mada se temperatura primarnog radnog medijuma u apsorberima kreće i do 200 stepeni.

Kod visokotemperaturnih prijemnika se Sunčevi zraci, zahvaćeni sa veće površine, fokusiraju (koncentrišu) na neku manju površinu, pri čemu se, u zavisnosti od konstrukcije, ostvaruju visoke radne temperature - i do nekoliko hiljada stepeni Celzijusa (komercijalni tipovi kompaktnih prijemnika ostvaruju temperature od nekoliko stotina stepeni). Ovakvi sistemi se takođe mogu koristiti za pripremu tople vode, sušenje i dr., ali su prevashodno namenjeni "proizvodnji" električne energije u tzv. "solarnim elektranama" koje imaju termoenergetski sistem sličan sistemu klasičnih termoelektrana (jedino što je u ovom slučaju proizvodnja pare obezbeđena dejstvom sunčevog zračenja). S obzirom na mogućnost obezbeđenja visokih temperatura, poznata su korišćenja ovakvih vrsta PSE i u metalurške svrhe - za topljenje metala.

U tabeli 4.1 su prikazane maksimalne temperature koje se mogu dostići kod različitih tipova konstrukcija solarnih prijemnika.

Tabela 4.1. Maksimalne temperature kod različitih konstrukcija prijemnika Sunčevog zračenja

Koncentratorski prijemnici		
Tip prijemnika	CR	T _{max} (°C)
Fokusirajuća površina dobijena translacijom krive		
Fresnelovo linijsko sočivo	6 do 30	100 do 200
<ul style="list-style-type: none"> • Parabolocilindrično ogledalo i • Fresnelovo linijsko ogledalo 	15 do 50	200 do 300 300
<ul style="list-style-type: none"> • Koncentratori sa nepokretnim ogledalima i pokretnim apsorberom 	20 do 50	(koncentratori sa vakuumom i selektivnim apsorberom - do 400°)
Fokusirajuća površina dobijena rotacijom krive		
<ul style="list-style-type: none"> • Nepokretno ogledalo, pokretan apsorber • Fresnelovo sočivo • Paraboloidni koncentratori • Heliostatski sistem 	50 do 150 100 do 1000 500 do 3000 1000 do 3000	300 do 500 300 do 1000 500 do 2000 500 do 2000 (3000)
Ravni pločasti prijemnici		
<ul style="list-style-type: none"> • Sa selektivnim i dvostrukim transparentom • Sa selektivnim apsorberom i jednostrukim transparentom • Sa neselektivnim apsorberom i dvostrukim transparentom • Sa neselektivnim apsorberom i 	- - - -	200 180 150 140

² U literaturi se nailazi na podelu solarnih prijemnika na:

- nižetemperaturne (radnih temperature do 100°C),
- srednjetemperaturne (100 do 300°C),
- višetemperaturne (preko 300°C).

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

jednostrukim transparentom		
Prijemnici od elastičnih plastičnih materijala		
<ul style="list-style-type: none">• Prijemnik od prozirnog polietilenskog plastičnog mat. sa posebnim crnim apsorberom• Prijemnik od crne polietilenske plastične folije bez posebnog apsorbera	-	60 do 80
	-	40 do 60

Prema radnom medijumu kojim se toplota sa prijemnika odvodi prema potrošaču, ovi prijemnici se dele na:

- prijemnike sa tečnim rashladnim sredstvom, i
- prijemnike sa vazduhom kao rashladnim sredstvom.

Kod prijemnika sa tečnim rashladnim sredstvom (nosiocem toplote), radni medijum može biti voda ili neka druga tečnost (antifriz, ulje i sl.).

Kod prijemnika sa vazduhom kao radnim medijumom toplotu sa apsorbera odnosi vazduh, te mu je konstrukcija znatno jednostavnija.

U zavisnosti od konstrukcijske koncepcije prijemnika postoji niz podela prema određenim karakteristikama konstrukcije – oblika ili upotrebljenog materijala, ali u ovom kontekstu oni se dele na:

- elementne prijemnike, i
- integralne prijemnike.

Ravni, niskotemperaturni prijemnici za termalnu konverziju Sunčevog zračenja, koje danas proizvodi svetska solarna industrija (za potrebe privrede i vanprivrede uopšte), zasnivaju se na koncepciji kojom se obezbeđuje njihova univerzalna aplikacija na objekte. Zbog toga se tehnički izvode kao zasebne celine u čiji sklop ulaze neophodni elementi kao što su: transparent, apsorber, termička izolacija i odgovarajuće kućište koje hidroizoluje unutrašnjost prijemnika od dejstva spoljne sredine.

Ovakva koncepcija, zbog univerzalnosti primene, zahteva složeniju tehnologiju proizvodnje i složeniju konstrukciju prijemnika, što je u direktnoj vezi sa višom cenom proizvoda, odnosno njihovom nižom ekonomičnošću.

Međutim, integralni prijemnici se direktno aplikuju na južno orijentisanu površinu objekta (krovište, fasada) i ne zahtevaju posebno kućište, pošto površina objekta predstavlja zadnju graničnu površinu prijemnika. Na taj način deo objekta predstavlja prijemnik Sunčeve energije integralnog tipa.

Jedna od suštinskih podela prijemnika toplotnog dejstva Sunčevog zračenja odnosi se istovremeno i na sistem prenosa toplote potrošaču, te se klasifikuju kao:

- prijemnici u aktivnom solarnom sistemu, i
- prijemnici u pasivnom solarnom sistemu.

Pasivni solarni sistemi predstavljaju takve sisteme kod kojih se toplota Sunčevog zračenja direktno prenosi na grejni medijum - najčešće vazduh, koji je ograničen staklenim zidom objekta (staklenik aplikovan uz objekat). Toplota se, unutar grejanog objekta, prenosi prolazom kroz zid i prirodnim strujanjem zagrejanog vazduha (kroz otvore na zidu) u grejanu prostoriju.

Svi ostali sistemi, kod kojih je prijemnik poseban element sistema u kojem radni medijum prinudno struji, predstavljaju aktivne solarne sisteme. Postoje i hibridna rešenja oba pomenuta sistema.

4.1.1. Ravni - pločasti prijemnici sunčeve energije (PSE)

Nizetemperaturni prijemnici Sunčeve energije zasnivaju se na koncepciji koja omogućuje njihovu aplikaciju na različite objekte i na različite noseće konstrukcije. Zbog toga se tehnički izvode kao zasebne celine u čiji sklop ulaze neophodni elementi kao što su: transparent, apsorber, termička izolacija i odgovarajuće kućište koje hidroizoluje unutrašnjost PSE od dejstva spoljne sredine. Na kućištu se nalaze

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

cevi ili kanalski priključci za dotok (rashlađenog) i odvod (zagrejanog) radnog medijuma i - u zavisnosti od tipa konstrukcije i proizvođača - priključci za nesmetanu aplikaciju prijemnika na odgovarajuću konstrukciju.

Apsorber je kod svih tipova PSE zatvoren u odgovarajućem kućištu, tako da se na određenom rastojanju sa njegove prednje - prijemne strane nalazi najčešće jedna ili dve transparentne pokrivke, a sa njegove zadnje i bočnih strana nalazi se termička izolacija. Zaptivni i spojni elementi obezbeđuju potrebnu hidrozaptivnost i čvrstinu sklopa svih elemenata koji sačinjavaju konstrukciju prijemnika.

Prema vrsti radnog medijuma koji se koriste za odvođenje toplote od prijemnika – korisniku, dele se na:

- nisko temperaturne PSE sa tečnim radnim medijumom koji se nazivaju: VODENI PSE, mada se često koriste i tečna sredstva na bazi mešavine vode i antifriz, ili samo antifriz,
- nisko temperaturne PSE sa vazduhom kao nosiocem toplote koji se nazivaju: VAZDUŠNI PSE.

Značajna je i podela nižetemperaturnih prijemnika Sunčeve energije prema konstruktivnoj koncepciji sistema u kojem se prijemnik koristi:

- PSE za primenu kod aktivnih sistema grejanja Sunčevom energijom (aktivni solarni sistemi) i
- PSE za primenu kod pasivnih sistema grejanja Sunčevom energijom (pasivni solarni sistemi).

Prijemnici namenjeni za sisteme pasivnog solarnog grejanja konstruktivno su prilagođeni objektu koji se greje, tako da je deo površine objekta prilagođen prijemu Sunčeve energije, a dobijena toplota se predaje korisniku prirodnom cirkulacijom vazduha ili vode (najčešće vazduha), kondukcijom, konvekcijom i radijacijom.

Solarni kolektori predviđeni za rad u sistemu aktivnog solarnog grejanja najčešće se izvode kao posebne jedinice, određene jedinične površine, koje se postavljaju na posebne noseće konstrukcije ili aplikuju direktno na grejani objekat. Posebnu grupu niskotemperaturnih PSE čine specijalne vrste prijemnika za neku posebnu namenu kao npr. u poljoprivredi (za grejanje objekata staklenika i plastenika), skladišnih prostora, za predušenje i sušenje poljoprivrednih proizvoda), u industriji (za sušenje industrijskih proizvoda i dr.), u domaćinstvima i turizmu (za grejanje sanitarne i bazenske vode) i dr.

Zavisno od insolacionih uslova, tipa i konstrukcije PSE - može se sa jednog metra kvadratnog PSE godišnje dobiti oko 500 do 800 [kWh] toplotne energije, što je približno ekvivalentno toplotnoj energiji koja se dobija sagorevanjem 50 do 80 litara lož - ulja.

U zimskom periodu je, u našem podneblju, ukupno energetske dejstvo sunčevog zračenja manje od letnjeg, ali je još uvek dovoljno efikasno za korišćenje. Tako npr. iz komercijalnih tipova solarnih kolektora, može se u grejnoj sezoni dobiti - po jednom metru kvadratnom i jednom danu - energija koja se kreće (u zavisnosti od meseca u godini i lokaciji potrošača) - od 1,2 do 3,0 [kWh]. To znači da PSE za 30 dana u mesecu može predati nekom potrošaču toplote od 36 do 90 [kWh] sa jednog metra kvadratnog kolektora. PSE čija je površina deset puta veća, može obezbediti zimi od 360 do 900 [kWh] energije mesečno, a kolektor površine od 30 [m²] - od 1.080 do 2.700 [kWh] mesečno - što je sa aspekta potrebe grejanja već značajna količina toplote.

U grejnoj sezoni je moguće dobiti od dejstva sunčevog zračenja oko 360 [kWh] toplotne energije sa jednog kvadratnog metra PSE, odnosno oko 11.000 [kWh] sa površine od 30 [m²].

Pošto se temperatura toplonoše u solarnom kolektoru (pri preporučenim brzinama strujanja) u zimskom periodu kreće najčešće od 40 do 60 [°C], jasno je da se kod sistema centralnog toplovodnog grejanja u periodu najnižih temperatura ne mogu u dovoljnoj meri koristiti. Međutim, čim su spoljni uslovi povoljniji, odnosno, kada je spoljna temperatura oko 0 [°C] i više, mogućnost korišćenja toplote iz PSE je veća. Tada kotlovska instalacija najčešće radi sa temperaturama od 60/45 [°C].

To znači, da se najbolji efekti za grejanje porodičnih kuća i stanova mogu ostvariti u prelaznim periodima. I takav doprinos energije je vrlo značajan. Ukoliko se u sistemu toplovodnog grejanja primenjuje podno grejanje sa podnim panelom, koje radi sa nižim temperaturama toplonoše - efekti su još bolji. Bolji efekti se ostvaruju primenom vazdušnog sistema grejanja. Energetski efekti solarnih sistema pri grejanju kuća ili stanova zavise od više faktora, među kojima ispravno i optimalno projektovanje ima

STUDIJA

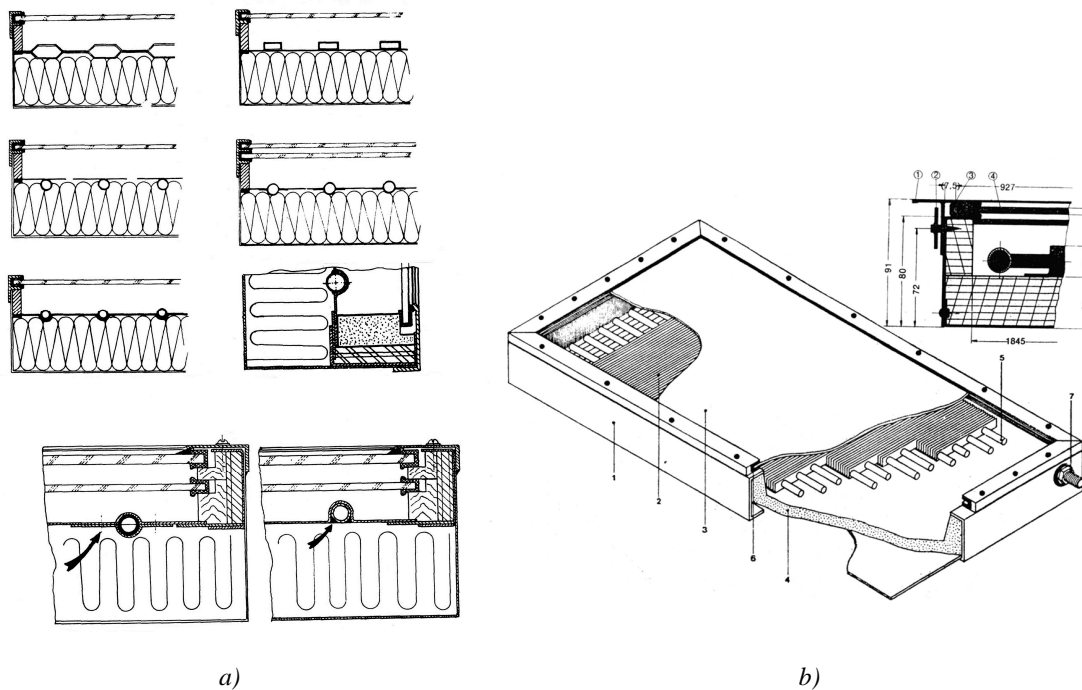
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

prvorazrednu ulogu. Termičke karakteristike grejanog objekta direktno utiču na količinu toplotnih gubitaka, a time i na potrebe za toplotnom energijom.

4.1.2. Izgled i konstrukcija ravnih - pločastih prijemnika sunčeve energije

Po delovima iz kojih je sastavljen, opštem izgledu i načinu funkcionisanja, solarni prijemnik sa tečnošću kao nosiocem toplote se ne razlikuje od vazdušnih solarnih prijemnika. Razlike se odnose na izgled i konstrukciju apsorbera i mesto i način strujanja rashladnog fluida. Kod vodenih prijemnika odnošenje toplote iz apsorbera ostvaruje se samo na jedan način: strujanjem radne tečnosti kroz kanale koji su, bez obzira na konstrukciju apsorbera, u fizičkoj vezi sa apsorbujućom površinom. To znači da rashladni fluid ne dolazi u dodir sa transparentom ili drugim elementima prijemnika, kao što je to slučaj kod vazdušnih prijemnika. Na slici 4.1 (a i b) prikazan je niz konstrukcijskih rešenja apsorbera koji se u tehnici solarnih vodenih prijemnika danas najčešće koriste.

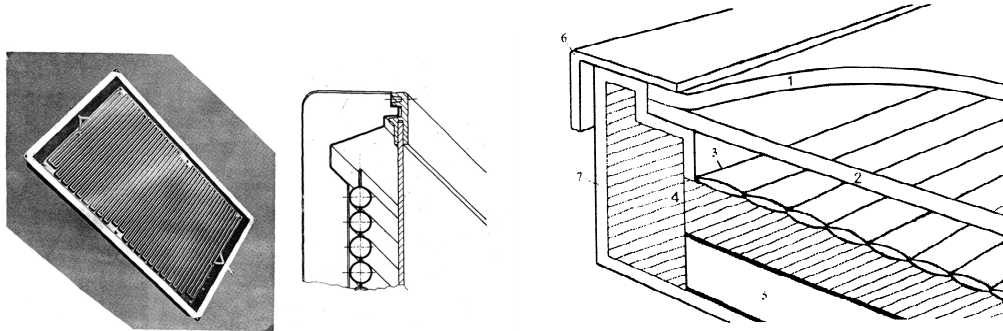
Svi ovi prijemnici imaju prosečnu veličinu prijemne površine koja se najčešće kreće od 1,4 do 2 kvadratna metra. Ove dimenzije su uglavnom uslovljene dimenzijama raspoloživih poluproizvoda koji se ugrađuju, transportnim i manipulativnim uslovima, kao i univerzalnošću njihove namene (radi smeštaja na različite objekte). Limitirajući faktor veličine često je vezan za transparentnu pokrivku, koja ne sme biti velika zbog mehaničkih karakteristika (savijanje usled sopstvene mase i slično), termičkih dilatacija koje bi ugrozile nepropusnost prijemnika na spoljna dejstva i, konačno, radi ukupne krutosti prijemnika i slično.



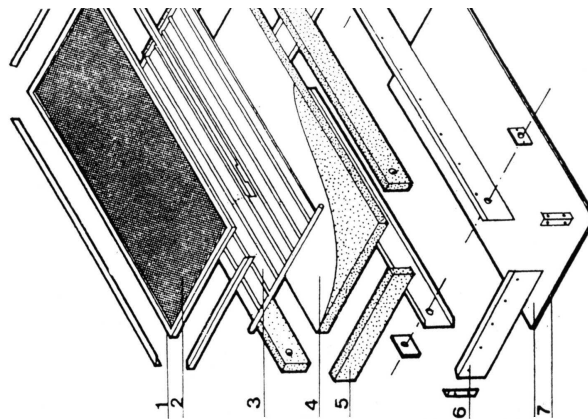
Slika 4.1. a) Delimični preseci nekoliko uobičajenih varijanti konstrukcija ravnih PSE sa tečnim radnim nosiocem toplote; b) Ravan prijemnik sa lamelnim apsorberom. 1- kućište, 2 - lamele apsorbera, 3 - staklo, 4 - termoizolacija, 5 - cev, 6 - gumena zaptivka, 7 - priključak za tečnost

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 4.2. a) Presek i izgled jednog karakterističnog tipa PSE izgrađenog od plastičnih materijala; b) Presek PSE sa apsorberom tipa ploča - ploča i dvostrukim transparentom. 1 i 2 - transparenti od akrilata, 3 - apsoreber, 4 - termička izolacija od poliuretana, 5 - mineralna vuna, 6 - ram



Slika 4.3. Delovi PSE sa apsorberom tipa cev - ploča i jednostrukim transparentom. 1 - profilisana gumena zaptivka, 2 - staklena ploča, 3 - apsorber, 4 - termička izolacija sa alu-folijom, 5 - termička izolacija od PU - pene, 6 - ram kućišta, 7 - zadnja ploča

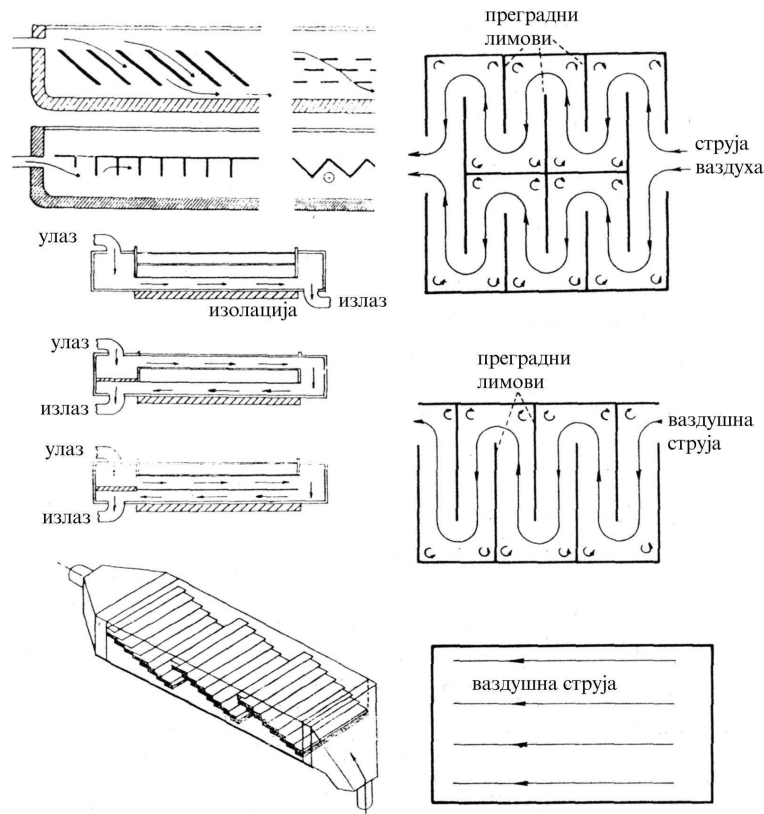
4.1.3. Integralni (integrirani) ravni - pločasti prijemnik sunčeve energije

Koncepcija tzv. "integralnih solarnih kolektora" bazira na potrebi obezbeđenja jednostavnijih i jeftinijih solarnih kolektora koji mogu u potpunosti obezbediti iste efekte grejanja vode ili vazduha kao i klasični tipovi konstrukcija solarnih kolektora. To se ostvaruje integrisanjem funkcije solarnih kolektora i dela građevinskog objekta (fasade ili krovšta), tako što se vrši direktno formiranje solarnih kolektora na objektu, pri čemu deo objekta (zid ili krovšte) predstavljaju graničnu površinu ovako formiranog solarnog kolektora. Efekti ovakve konstrukcije su obično dvostruki: poboljšava se termička karakteristika zida ili krovšta (smanjuju toplotni gubici) i obezbeđuje projektovana količina toplotne energije. Često, u takvim situacijama, su troškovi izrade dela fasade ili krova manji, obzirom da integralni solarni kolektor formira spoljnu oblogu tih površina.

Osim integralnih tipova solarnih kolektora sa vazduhom kao nosiocem toplote, postoje i rešenja kod kojih se kao radni medijum koristi tečnost. Ova rešenja su nešto složenija od vazdušnih integralnih solarnih kolektora, pošto zahtevaju složeniju konstrukciju apsorbera.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 4.4. Različite konstrukcije prijemnika sa vazduhom kao nosiocem toplote

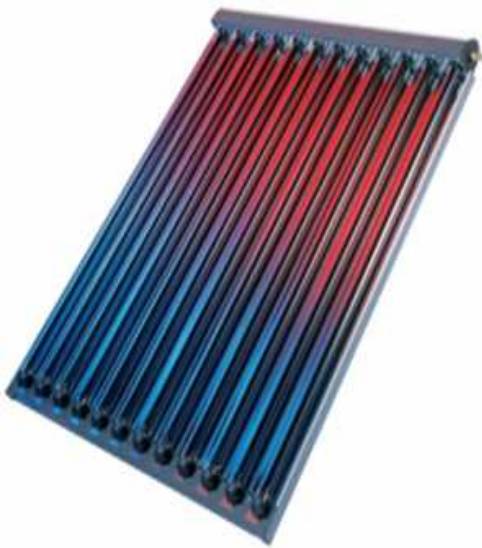
4.1.4. Vakuumski kolektori

U komercijalnoj primeni se nalaze cevni (masovna primena) i ravni vakuum solarni kolektori (znatno manji obim primene). Cevni vakuumski kolektori (Slika 4.5) su većinom iz proizvodno-tehničkih razloga klasifikovani po formi, u red cevi. Pojas apsorbera pokriven selektivnim slojem sa povećanom apsorpcionom moći, pričvršćen je u toplotno i mehanički otpornoj staklenoj cevi. Toplotni gubici su znatno redukovani pomoću vakuuma među apsorberom i staklenom cevi. Vakuum ograničava prostiranje toplote, ili toplotne gubitke strujanjem (konvekcijom) ili gubitke pričinjene toplotnom sprovodljivošću vazduha. Vakuum cevne kolektore je moguće podeliti na kolektore sa direktnim strujanjem toplonosnog medija i kolektore koji rade na principu toplotnih cevi (tzv. *heat-pipe*). Kod kolektora sa direktnim strujanjem, toplonosni medijum protiče od razdelnika ka kraju cevi, oduzima toplotu od apsorbera, koji se nalazi u vakuumu i teče opet u sabirnik. Prednost kolektora sa direktnim strujanjem je u tome što nije potreban ni minimalni nagib kolektora. U slučaju kolektora koji radi na principu toplotne cevi, u cevi se nalazi tečnost koja se isparava pri nižim temperaturama. Ova para se diže u cevi čak do gornjeg kraja, gde je smešten mali razmenjivač toplote. Na ovom razmenjivaču toplote (kondenzatoru) para se kondenzuje i odaje svoju toplotu indirektno toplonosnom mediju. Oticana tečnost se opet zagreva, isparuje i započinje novi kružni tok ispočetka. Da bi ovaj kružni tok funkcionisao, kolektor mora imati nagib minimum od 30°.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

U nepovoljnost kvalitetnih vakumskih kolektora spadaju viši investicioni troškovi po jedinici dobijene toplote. Koriste se za grejanje sanitarne potrošne vode za pranje i tuširanje, grejanje vode u sistemima centralnog grejanja, grejanje bazenske vode i sl. Vakuum cevni kolektori su posebno pogodni za integraciju u sisteme sa centralnim grejanjem, sisteme sa podnim i zidnim grejanjem i hlađenjem kao i kod sistema kod kojih se traži veća količina potrošne tople vode. Vakuumski kolektor se sastoji od 15 do 30 vakuumskih cevi koje su povezane sa razmenjivačem toplote kroz koji protiče fluid koji se zagreva. Cena cevni vakuumskih kolektora je do 50% veća od klasičnih kolektora.



Slika 4.5. Vakuumski cevni kolektor



Slika 4.6. Vakuumski ravni kolektor

Ravni vakuumski kolektori (Slika 4.6) u sebi spajaju pogodnost ravnih kolektora i vakuuma kao toplotne izolacije. Svoju opravdanost nalaze u oblastima sa velikim procentom prašine, smoga ili u blizini morskih obala sa visokim sadržajem aerosoli u vazduhu.

Zaključak Poglavlja 4

Ravni niskotemperaturni prijemnici sunčeve energije su tehnički najjednostavniji prijemnici sa aspekta izrade (proizvodnje), a u njima se ostvaruju radne temperature do 100 [°C] (pri tzv. "praznom hodu" - i do maksimalno 180 [°C]). Pri tome se toplota odvodi od PSE vazduhom, vodom ili nekom drugom tečnošću izrađenoj na bazi "antifrizna" (radni medijum) - i predaje potrošaču - direktno ili indirektno preko razmenjivača toplote i grejnih tela.

Solarni energetske sistemi koji se baziraju na primeni PSE ovakvih karakteristika, koriste se najviše za pripremu tople sanitarne ili tehnološke vode, u procesima sušenja različitih poljoprivrednih i industrijskih proizvoda, za grejanje prostora i u drugim toplotnim procesima u kojima se radne temperature kreću do 100 [°C]. U uslovima Vojvodine solarni kolektori su najpogodniji za grejanje vode u svim procesima, objektima različitih namena, posebno u domaćinstvima. Prosečna površina jednog komercijalnog tipa kolektora je oko dva kvadratna metra i oko dva kolektora su dovoljna za zagrevanje vode u jednom manjem domaćinstvu.

Vakuum cevni solarni kolektori, zbog svoje specifične konstrukcije, u suštini predstavljaju posebnu podgrupu ravnih solarnih kolektora. Sastoje se iz više vakuum cevi sa apsorberom u njima, pri čemu se sistem - kolektor formira povezivanjem pojedinačnih elemenata vakuum cevi sa sopstvenim apsorberom postavljenih u niz - red formirajući jedinični kolektor dimenzija sličnih ravnim kolektorima. Vakuumski kolektor se sastoji od 15 do 30 vakuumskih cevi koje su povezane sa izmenjivačem toplote kroz koji protiče fluid koji se zagreva. Cena cevni vakuumskih kolektora je do oko 50% veća od klasičnih kolektora. Zbog tog razloga se vakuumski kolektori preporučuju za objekte u kojima postoji stalna potreba za toplom vodom, pogotovo tamo gde su potrebne veće količine tople vode.

Posebnu tehnologiju korišćenja toplotnog dejstva sunčevog zračenja, predstavljaju tzv. "pasivni solarni sistemi" kojima se obezbeđuje grejanje prostora kuća i drugih objekata, pri čemu se prijemnik sunčeve energije izvodi na principu integracije dela grejanog objekta i prijemnika sunčeve energije.

Sistemi sa koncentrisanjem sunčevog zračenja baziraju na zahvatanju sunčevog zračenja sa veće površine odgovarajućim ogledalima (paraboloidnim, hiperboloidnim, parabolocilindričnim, ravnim - heliostatski sistemi i dr.) i reflektovanjem - uz značajan stepen koncentracije (povećanja gustine snage) na odgovarajući apsorber u kojem se stvaraju temperature od 200 do hiljadu i više stepeni Celzijusa. To je jedan od razloga, zašto je korišćenje ravnih kolektora za niskotemperaturne aplikacije povoljnije od koncentrišućih, koji mogu koristiti samo direktno zračenje.

U stambenim objektima postoje dva tipa solarno toplotnih energetske sistema: oni koji se koriste isključivo za zagrevanje vode i oni koji uz to obezbeđuju i grejanje (takozvani kombi sistemi). Solarno/toplotni energetske sistemi za zagrevanje potrošne vode su dizajnirani tako da su u toplijoj polovini godine dominantni za zagrevanje vode. U zimskim mesecima topla voda se obezbeđuje bojlerima koji obično rade na električnu energiju ili indirektno od konvecionalnog grejnog sistema objekata, a sunčanih dana podržava ga solarno toplotni energetske sistem. To znači da se godišnje oko 60% potrebne energije za grejanje potrošne vode može dobiti solarnim toplotnim energetske sistemima.

Kod solarnih kombi sistema (sa većim brojem solarnih kolektora) obezbeđuje se u određenoj meri i grejanje zgrada tokom jesenjih i prolećnih meseci. Na taj način, uz optimalno projektovano postrojenje - instalacije, solarna energija može da obezbedi 20 do 30 (40)% ukupne energetske potrebe zgrade, zavisno od toga koliko je dobro izolovana i koliki je zahtevani stepen zagrevanja. Kod posebno projektovanih objekata - kuća primenom principa pasivnog solarnog grejanja mogu pokriti energetske potrebe objekta sa 50 do 90%.

Zavisno od insolacionih uslova, tipa i konstrukcije PSE - može se sa jednog metra kvadratnog PSE godišnje dobiti oko 500 do 800 [kWh] toplotne energije, što je približno ekvivalentno toplotnoj energiji koja se dobija sagorevanjem 50 do 80 litara lož - ulja.

U zimskom periodu je, u našem podneblju, ukupno energetske dejstvo sunčevog zračenja manje od letnjeg, ali je još uvek dovoljno efikasno za korišćenje. Tako npr. iz komercijalnih tipova solarnih kolektora, može se u grejnoj sezoni dobiti - po jednom metru kvadratnom i jednom danu - energija koja se kreće (u zavisnosti od meseca u godini i lokaciji potrošača) - od 1,2 do 3,0 [kWh]. To znači da PSE za 30 dana u mesecu može predati nekom potrošaču toplote od 36 do 90 [kWh] sa jednog metra kvadratnog kolektora. PSE čija je površina deset puta veća, može obezbediti zimi od 360 do 900 [kWh] energije mesečno, a kolektor površine od 30 [m²] - od 1.080 do 2.700 [kWh] mesečno - što je sa aspekta potrebe grejanja već značajna količina toplote.

U grejnoj sezoni je moguće dobiti od dejstva sunčevog zračenja oko 360 [kWh] toplotne energije sa jednog kvadratnog metra PSE, odnosno oko 11.000 [kWh] sa površine od 30 [m²].

Pošto se temperatura toplonoše u solarnom kolektoru (pri preporučenim brzinama strujanja) u zimskom periodu kreće najčešće od 40 do 60 [°C], jasno je da se kod sistema centralnog toplovodnog grejanja u periodu najnižih temperatura ne mogu u dovoljnoj meri koristiti. Međutim, čim su spoljni uslovi povoljniji, odnosno, kada je spoljna temperatura oko 0 [°C] i više, mogućnost korišćenja toplote iz PSE je veća. Tada kotlovska instalacija najčešće radi sa temperaturama od 60/45 [°C].

To znači, da se najbolji efekti za grejanje porodičnih kuća i stanova mogu ostvariti u prelaznim periodima. I takav doprinos energije je vrlo značajan. Ukoliko se u sistemu toplovodnog grejanja

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

primenjuje podno grejanje sa podnim panelom, koje radi sa nižim temperaturama toplonoše - efekti su još bolji. Bolji efekti se ostvaruju primenom vazdušnog sistema grejanja. Energetski efekti solarnih sistema pri grejanju kuća ili stanova zavise od više faktora, među kojima ispravno i optimalno projektovanje ima prvorazrednu ulogu. Termičke karakteristike grejanog objekta direktno utiču na količinu toplotnih gubitaka, a time i na potrebe za toplotnom energijom.

POGLAVLJE 5

5. ENERGETSKA EFIKASNOST TOPLOTNIH PSE

Pod energetska efikasnošću³ niskotemperaturnog ravnog prijemnika Sunčeve energije podrazumeva se njegova sposobnost da određenu količinu dozračene Sunčeve energije pretvori u korisnu toplotu, koja se iz njega odnosi radnim medijumom - nosiocem toplote (tečnost ili vazduh). Matematički se izračunava kao odnos korisno odvedene količine toplote sa jedinice površine PSE i energije globalnog Sunčevog zračenja koja je dospela na jedinicu površine tog prijemnika. Izražava se preko odgovarajućih toplotnih flukseva kao:

$$\eta = \frac{q_k}{G} \quad (5.1)$$

odnosno u obliku:

$$\eta = F_R \left[(\tau \cdot \alpha) - k \cdot \frac{T_{f,u} - T_0}{G} \right] \quad (5.2)$$

i:

$$\eta = F' \left[(\tau \cdot \alpha) - k \cdot \frac{T_{f,m} - T_0}{G} \right] \quad (5.3)$$

pri čemu dati izrazi - jednačine (5.1), (5.2) i (5.3) definišu trenutnu termičku efikasnost PSE, koja važi u određenom trenutku, odnosno za vremenski period u kojem se ni jedan parametar datih jednačina ne menja. Pošto se u realnim uslovima eksploatacije, posebno u dužem vremenskom periodu pojedini parametri, kao što su G , $(\tau \cdot \alpha)$ i T menjaju - menja se i vrednost termičke efikasnosti (η), pa se energetska efikasnost PSE u nekom vremenskom periodu određuje prema izlazu (srednja vrednost za taj period):

$$\bar{\eta} = \frac{\frac{1}{A_p} \int_0^t q'_k \cdot dt}{\int_0^t G \cdot dt} = \frac{\int_0^t \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{f,u} - T_{f,i}) dt}{\int_0^t G \cdot A_p \cdot dt} \quad (5.4)$$

odnosno:

$$\bar{\eta} = F_R \left[(\overline{\tau \cdot \alpha}) - \frac{k(\overline{T_{f,u}} - \overline{T_0})}{H} \right] \quad (5.5)$$

Jednačina (5.5) se može napisati i u sledećem obliku, pogodnom i uobičajenom za grafičku prezentaciju efikasnosti PSE:

³ Pošto se kod toplotnih PSE radi o konverziji Sunčevog zračenja u toplotu koju odnosi radni medijum koristi se i izraz „termička efikasnost”

$$\eta = \eta_0 - k \cdot F' \frac{\theta_{f,m}}{G} \quad (5.6)$$

U prijemniku se radnom fluidu podiže (za vreme prijema Sunčevog zračenja) temperatura za neku vrednost koja zavisi od projektnih parametara, njegove konstrukcije i klimatskih uslova. Od vrednosti ovog porasta temperature direktno zavisi i veličina termičke efikasnosti PSE i to tako što rastom θ opada η - i obrnuto (pri konstantnoj vrednosti intenziteta globalnog Sunčevog zračenja).

Analizom jednačina termoenergetske efikasnosti PSE ustanovljavaju se osnovne zavisnosti i uticaji pojedinih parametara jednačina, a time i konstruktivnih i radnih parametara, na veličinu efikasnosti različitih prijemnika. Takođe je moguće uticati na vrednost η preko eksploatacionih parametara (pod pretpostavkom istih spoljnih, klimatskih i insolacionih parametara).

Zbog toga je veoma značajan izbor radne temperature nosioca toplote koji protiče kroz PSE, jer sniženjem te temperature do dozvoljenih, odnosno projektom predviđenih granica - obezbeđuje se viša efikasnost prijemnika u eksploataciji - i obrnuto.

Izraz (5.6) u suštini predstavlja osnovnu zavisnost pada ili porasta termodinamičke efikasnosti PSE od promene srednje temperature radnog fluida i temperature okoline. Dijagramski prikaz efikasnosti prijemnika u koordinatnom sistemu sa vrednosnim podacima η odnosno $\theta/\square G$ (u prospektnim materijalima proizvođača i atestnoj dokumentaciji uobičajeno obeležavanje je $\Delta T/G$) na apscisi i trenutnog koeficijenta korisnog dejstva (η) na ordinati - predstavlja, kako vizuelnu, tako i matematičku podlogu za utvrđivanje efikasnosti PSE u određenom trenutku (ili periodu vremena). Takva kriva sadrži u sebi integrisane podatke ponašanja okoline (temperaturu ambijenta, vrednost snage globalnog zračenja G u određenom vremenskom periodu Δt) i konstrukcijskih karakteristika prijemnika (specifične toplotne gubitke q), a u zavisnosti od parametara spoljnih dejstava (brzine vetra ω , temperature ambijenta i dr.) i položaja prijemnika (lokalitet, azimut, nagib). Kriva efikasnosti PSE prezentovana u grafičkom obliku, predstavlja u suštini pojednostavljen operator za brzo i jednostavno utvrđivanje trenutne efikasnosti za bilo koje vreme i bilo koje uslove tokom godine, a za određen tip i konstrukciju prijemnika za kojeg ta kriva važi (Slika 5.1).

Zbog energetskih posledica ponašanja prijemnika kao toplotnog sistema neophodno je, radi dostizanja višeg termodinamičkog stepena korisnog dejstva, pri transformaciji Sunčeve energije u korisno odvedenu toplotu sniziti srednju temperaturu prijemnika na što niži mogući nivo (blizak temperaturi okoline) koji odgovara "potrošaču toplote". Ovo sniženje temperaturne razlike u odnosu na temperaturu okoline ostvaruje se, pri konstantnom intenzitetu Sunčevog zračenja, povećanjem protoka rashladnog medijuma.

Efikasnost transformacije energije sistema za zagrevanje sanitarne vode, od kolektora do solarnog bojlera, kreće se na klasičnim tipovima kolektora od 35 do 55 %. Niže vrednosti se odnose na solarne kolektore lošijih konstrukcionih i termoizolacionih karakteristika i nižih vrednosti apsorptivnosti, a posebno emitivnosti toplote sa apsorberske površine. Ovoj grupi kolektora odgovaraju kolektori čiji apsorberi nemaju selektivne karakteristike, pa im je vrednost koeficijenta emisije zračenja bliska vrednosti (iznad 0,9) koeficijenta apsorpcije zračenja. Na ovu vrednost utiče i vrsta i broj transparentnih pokrivki.

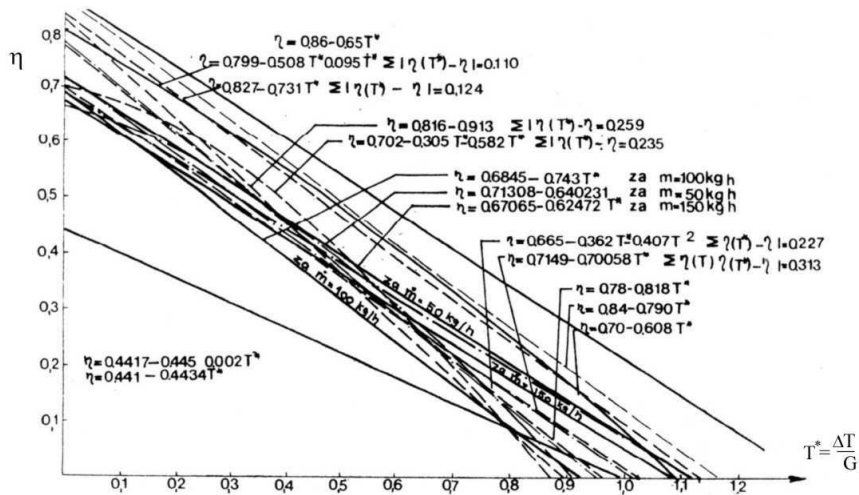
Solarni kolektori imaju višu nultu efikasnost (efikasnost u uslovima jednakosti spoljne temperature i temperature apsorbera - fluida u apsorberu) od radne efikasnosti. Nulta efikasnost nije merodavna za kvalitetnu procenu efikasnosti nekog tipa solarnog kolektora. Za tu procenu je bitna karakteristika krive efikasnosti, odnosno kriva (ili jednačina) zavisnosti energetske efikasnosti kolektora od odnosa razlike karakterističnih temperatura fluida/apsorbera i okoline - i solarnog zračenja. Najbitnija karakteristika za izbor solarnog kolektora sa gledišta njegove efikasnosti je ona efikasnost koja važi za realan rad solarnog kolektora.

U toku jedne godine sa 1 m² kolektora može da se primi oko 900 kWh toplotne energije. Vakuumski toplotni kolektori se odlikuju većom efikasnošću koja posebno dolazi do izražaja u hladnijim periodima. Ta efikasnost je zasnovana na mnogo boljoj termičkoj izolovanosti apsorbera koji se nalazi u

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

staklenoj cevi iz koje je izvučen vazduh. Ukupna efikasnost sistema za zagrevanje sanitarne vode sa vakuumskim kolektorima je na godišnjem nivou za oko 40% veća u odnosu na sistem sa ravnim pločastim kolektorima.



Slika 5.1. Dijagram efikasnosti ravnih pločastih prijemnika nekih proizvođača (radni medijum je tečnost)

5.1. Primeri efikasnosti termičkih ravnih solarnih kolektora

Primer 1

- Osnovne karakteristike ovog tipa solarnog kolektora su:
 1. Prozračna pokrivka: jednostruka staklena pokrivka
 - svetli otvor: 1840 x 825 [mm];
 - debljina staklene ploče je 4 [mm];
 2. Apsorber:
 - materijal: dekapirani čelični lim, kvalitet Č.0147 P3;
 - površinska obrada: prvi sloj nikl, završni sloj - crni selektivni hrom, debljine 0,01 [mm];
 - proizvodni proces: izvlačenje na presi, šavno i tačkasto elektrootporno zavarivanje;
 - dimenzije: 1820 x 820 x 10 [mm].

Tabela 5.1. Rezultati ispitivanja (za jedan dan)

Redni broj merenja	Doba dana	Brzina vetra	Temperatura okolnog vazduha	Temperatura radnog fluida na ulazu u solarni kolektor	Gustina sunčevog zračenja	Koeficijent energetske efikasnosti solarnog kolektora
n	T [h]	V [m/s]	t_A [°C]	t_U [°C]	G [W/m ²]	η [%]
1	10,35	0	23,6	23,9	812	74,7
2	10,40	0	24,2	24,1	820	
3	10,45	0	24,0	24,3	829	

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

4	11,30	0	26,9	36,2	855	69,2
5	11,35	0	27,0	36,3	855	
6	11,40	0	26,6	36,2	846	
7	12,10	0	29,3	45,4	889	69,3
8	12,15	0	28,7	45,1	872	
9	12,20	0	28,6	44,8	889	
10	13,05	0	30,8	54,6	889	62,8
11	13,10	0	31,1	54,5	897	
12	13,15	0	30,5	54,6	906	
13	14,00	0	29,0	64,0	872	58,8
14	14,07	0	29,0	64,6	889	
15	14,12	0	29,0	64,3	897	
16	15,12	0	29,8	74,9	846	48,6
17	15,11	0	29,5	74,4	829	
18	15,23	0	29,8	74,8	829	
19	16,25	0	29,9	83,6	701	37,7
20	16,30	0	30,2	83,5	701	
21	16,35	0	29,5	83,6	692	

3. Kućište:

- materijal: ekstrudirani Al profil i Al - lim;
- površinska zaštita: eloksiranje;
- toplotna izolacija: ekspandirani poliuretan (debljina sloja sa zadnje strane je 40 [mm], a sa bočnih strana je 30 [mm]).

4. Efektivna (korisna prijemna površina): 1,5 [m²];

5. Masa praznog solarnog kolektora: 55 [kg];

6. Sadržaj tečnosti: 2,5 [l]

7. Ukupna masa solarnog kolektora - a sa radnom tečnošću: 57,5 [kg];

8. Maksimalne dimenzije PSE: 1900 x 885 x 100 [mm]

9. Radni pritisak: 2,5 [bar].

10. Ograničenja:

- najviša radna temperatura: 150 [°C];
- najviši pritisak: 12 [bar];

Kriva trenutne efikasnosti: $\eta = 0,773 - 0,386T^* - 0,146T^{*2}$ ($T^* = \Delta T / G$);

Primer 2

- Osnovne karakteristike ovog tipa solarnog kolektora su:

1. Apsorber:

- ploča: aluminijumski profil zaštićen selektivnom prevlakom;
- cev: bakarna cev $\Phi 15 / \Phi 13$ [mm] – utisnuta u kanal apsorberske ploče. Spoj cevi sa sabirnom i razdelnom cevi je izvedena tvrdim lemljenjem;

2. Transparent:

- kaljeno staklo debljine 5 [mm], dimenzija 1735 x 835 [mm];

3. Kućište:

- presovan aluminijum od legure AlMgSiO 5 – eloksiran oksidnim slojem debljine od 20 do 25 [mm];

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

4. Izolacija:

- poliuretanska pena debljine 30 [mm] i "tervol" debljine 20 [mm] obloženi Al – folijom;
- 5. Zadnja pokrivna obloga: Al – lim, debljine 0,5 [mm];
- 6. Koeficijent apsorpcije apsorbera: 0,93;
- 7. Koeficijent emisije apsorbera: 0,12;
- 8. Dimenzije: 1790 x 880 x 86 [mm];
- 9. Efektivna površina apsorbera: 1,46 [m²];
- 10. Masa: 40 [kg];
- 11. Sadržaj fluida: 2 [l];

Kriva trenutne efikasnosti: $\eta = 0,775 - 6,64(\Delta T / G)$.

Zaključak Poglavlja 5

Efikasnost transformacije energije sistema za zagrevanje sanitarne vode, od kolektora do solarnog bojlera, kreće se na klasičnim tipovima kolektora od 35 do 55 %.

Niže vrednosti se odnose na solarne kolektore lošijih konstrukcionih i termoizolacionih karakteristika i nižih vrednosti apsorptivnosti, a posebno emitivnosti toplote sa apsorberske površine. Ovoj grupi kolektora odgovaraju kolektori čiji apsorberi nemaju selektivne karakteristike, pa im je vrednost koeficijenta emisije zračenja bliska vrednosti (iznad 0,9) koeficijenta apsorpcije zračenja. Na ovu vrednost utiče i vrsta i broj transparentnih pokrivki.

Solarni kolektori imaju višu nultu efikasnost (efikasnost u uslovima jednakosti spoljne temperature i temperature apsorbera - fluida u apsorberu) od radne efikasnosti. Nulta efikasnost nije merodavna za kvalitetnu procenu efikasnosti nekog tipa solarnog kolektora. Za tu procenu je bitna karakteristika krive efikasnosti, odnosno kriva (ili jednačina) zavisnosti energetske efikasnosti kolektora od odnosa razlike karakterističnih temperatura fluida/apsorbera i okoline - i solarnog zračenja. Najbitnija karakteristika za izbor solarnog kolektora sa gledišta njegove efikasnosti je ona efikasnost koja važi za realan rad solarnog kolektora.

U toku jedne godine sa 1 m² kolektora može da se primi oko 900 kWh toplotne energije. Vakuumski toplotni kolektori se odlikuju većom efikasnošću koja posebno dolazi do izražaja u hladnijim periodima. Ta efikasnost je zasnovana na mnogo boljoj termičkoj izolovanosti apsorbera koji se nalazi u staklenoj cevi iz koje je izvučen vazduh. Ukupna efikasnost sistema za zagrevanje sanitarne vode sa vakuumskim kolektorima je na godišnjem nivou za oko 40% veća u odnosu na sistem sa ravnim pločastim kolektorima. Vakuumski kolektor se sastoji od 15 do 30 vakuumskih cevi koje su povezane sa izmenjivačem toplote kroz koji protiče fluid koji se zagreva. Cena vakuumskih kolektora je za oko 50% veća od klasičnih kolektora. Zbog tog razloga se vakuumski kolektori preporučuju za objekte u kojima postoji stalna potreba za toplom vodom, pogotovo tamo gde su potrebne veće količine tople vode.

POGLAVLJE 6

6. INSTALACIJE ZA KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE U TOPLOTNOM OBLIKU - SA RAVNIM SOLARNIM KOLEKTORIMA

6.1. Šeme i funkcionisanje solarnih instalacija

Solarni kolektor, kompletan cevovod i ostali uređaji čine osnovu solarnih instalacija. Pod ostalim uređajima podrazumeva se rezervoar (bojler) za toplu vodu, bazen, sistem grejanja ili drugi podsistemi i načini korišćenja toplotne energije. Kompletan solarno grejanje sadrži još elektronsku regulaciju, ekspanzioni sud, cirkulacionu pumpu i kompletan deo ostalih armatura, koje su potrebne za bezbedan i siguran rad solarnih kolektora. Kod samog pretvaranja energije sunčevog zračenja u toplotu služe kolektori, čija baza je apsorber koji zahvata sunčevo zračenje i transformiše ga u toplotu. Apsorber zajedno sa toplotnom izolacijom nalazi se u kućištu, koje bi moralo biti male težine, velike mehaničke čvrstoće, otporno na koroziju i vodonepropustivo. Transparentni pokrivač kolektora obezbeđuje i njegovu toplotnu izolaciju sa prednje strane. Transparent, koji najčešće staklo za cilj ima da smanji gubitke toplote ali i da poveća propusnost sunčevog zračenja. Toplota se posredstvom tečnosti (nesmrzavajuća tečnost) prenosi i odvodi kroz spojen cevovod do rezervoara tople vode (bojlera), u kojem je ugrađen razmenjivač toplote preko kojeg se greje voda. Električno grejno telo ili drugi izvor toplote (kotao, priključak centralnog grejanja) dogreva vodu za vreme oblačnih dana i noću. Elektronska regulacija omogućava automatski rad, uključuje i isključuje cirkulacionu pumpu i po mogućstvu optimalizuje protok tečnosti koja prenosi toplotu. Ekspanzioni sud održava ravnomerni pritisak u sistemu. Topla voda služi za svakodnevno korišćenje u domaćinstvu u kupatilu ili pri pranju posuđa i slično.

U praksi najčešću primenu imaju solarne instalacije koje kao radni medijum koriste neku tečnost ili vazduh. Ova dva tipa instalacije, u suštini funkcionišu na sličan način, jedino se razlikuju komponente sistema i radni medijum u njima. Kod instalacija sa tečnim radnim medijumom, nosilac toplote može biti voda, voda pomešana sa nekim antifrizom ili tečnost na bazi antifrizu (propilenglikola) koja je razvijena za primenu u solarnim instalacijama. U ovakvoj instalaciji tečnost koja se zagrejala u vodenim prijemnicima sunčeve energije se najčešće dejstvom centrifugalne pumpe potiskuje kroz cevovod ka razmenjivaču toplote. U njemu se greje potrošna sanitarna ili tehnička voda, pri čemu se razmenjivač može izvesti sa većom zapreminom, tako da se u njemu vrši istovremeno razmena i akumulacija toplote u masi vode (kombinovan bojler - razmenjivač toplote). Međutim, kod većih instalacija, razmenjivač toplote i skladište tople vode su obično zasebni, tako da postoji potreba prinudne cirkulacije zagrejane vode iz razmenjivača toplote u skladište toplote - koje se odvija dejstvom cirkulacione pumpe - kroz cevovod tzv. sekundarnog, odnosno potrošnog kruga instalacije.

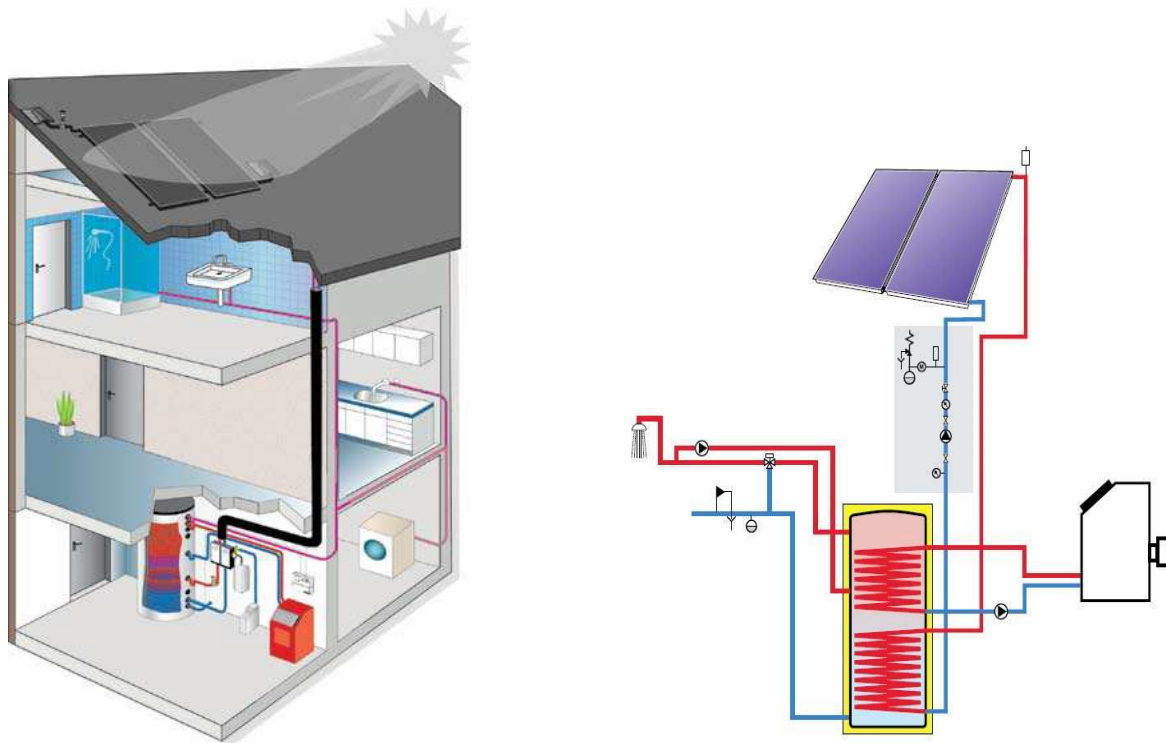
Na slici 6.1 je prikazana jedna varijanta instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode sunčevom energijom. Za prosečno domaćinstvo ovakvi sistemi obično imaju dva solarna kolektora (oko 4 m²) sa tečnim radnim medijumom koji cirkuliše u primarnom - solarnom krugu. Toplota se iz solarnih kolektora - putem zagrejane radne tečnosti predaje sanitarnoj potrošnoj vodi - preko (u prikazanoj varijanti) razmenjivačkog snopa cevi koji je smešten u donjoj zoni toplotno akumulacionog bojlera sa sanitarnom vodom. Radna tečnost je, u klimatskim područjima sa niskim (ispod 0°C) temperaturama tokom zime (kao što je slučaj i u Vojvodini), izrađena na bazi "antifrizu" - propilen glikola ili drugih nesmrzavajućih i netoksičnih tečnosti, kako ne bi došlo do njenog zamrzavanja. Za slučaj naveden u ovom primeru tzv. "solarni bojler" - akumulator toplote obično ima zapreminu od oko 200 do 300 litara. Cirkulisanje vode omogućuje cirkulaciona pumpa primarnog kruga koja se uključuje na signal diferencijalnog termostata - kao osnovnom sistemu automatike u instalaciji. Diferencijalni termostat je spojen električnim

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

provodnicima sa senzorima temperature, od kojih je jedan postavljene u solarnom kolektoru, a drugi u bojleru. Diferencijalni termostat se podešava tako da kada je temperatura fluida u solarnom kolektoru viša za oko 5°C od temperature vode u bojleru - uključuje se cirkulaciona pumpa. Tada se vrši grejanje vode u bojleru. Čim je temperaturna razlika manja od zadate temperaturne diferencije - pumpa se isključuje kako ne bi došlo do kontra efekata, odnosno do hlađenja vode u bojleru i grejanja solarnog kolektora, odnosno gubitaka toplote u okolinu. Na prikazanom primeru instalacije vidi se da je predviđena i mogućnost grejanja vode u bojleru i preko kućnog kotla. Grejanje se vrši cirkulacijom vode od kotla ka drugom razmenjivaču toplote (smeštenom u gornjoj zoni bojlera).

Na slici 6.2 je dat prikaz jedne složenije tipske kućne instalacije kojom je predviđeno, osim grejanja sanitarne potrošne vode i dogrevanja prostora kuće. Obzirom da je za potrebe grejanja kuće potrebno više toplotne energije (veća toplotna snaga) ovakav sistem ima veći broj solarnih kolektora. Kako je u zimskim uslovima insolacija manja, a i dostignute temperature u solarnoj instalaciji - niže (40 do 50°C - i više) pogodan sistem grejanja je tzv. "panelni" - podni i/ili zidni. Dok je temperatura solarnog fluida na dovoljnom temperaturnom nivou grejanje se vrši bez rada kotla sa konvenconalnim grejanjem na neko godivo ili električnu energiju. Automatika sistema omogućuje nesmetan rad instalacije i uključivanje rada kotla u sistucijama kada je temperatura solarne tečnosti niža od potrebne.



Slika 6.1. Kućna solarna instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode

U praksi imaju široku primenu i jednostavnije solarne instalacije za grejanje vode koje nisu povezane sa sistemom za grejanje vode iz kućne kotlarnice (konvencionalnog kotla), već je samo predviđeno dogrevanje električnom energijom (Slika 6.3). Kod ovakvih instalacija se cevni razmenjivač toplote konstrukciono izvodi, takođe, u donjem delu bojlera, kako bi se raspoloživa toplota od sunčevog zračenja koristila za grejanje cele zapremine bojlera, a elektro grejač je postavljen u gornjoj zoni kako bi se grejala manja količina vode u bojleru. Takva koncepcija zahteva podešavanje termostata električnog grejača na nižim temperaturama (oko 40°C) kako ne bi došlo do zagrevanja vode po celoj zapremini bojlera. To bi za posledicu imalo manji energetske dobitak od solarnog grejanja jer bi voda već bila

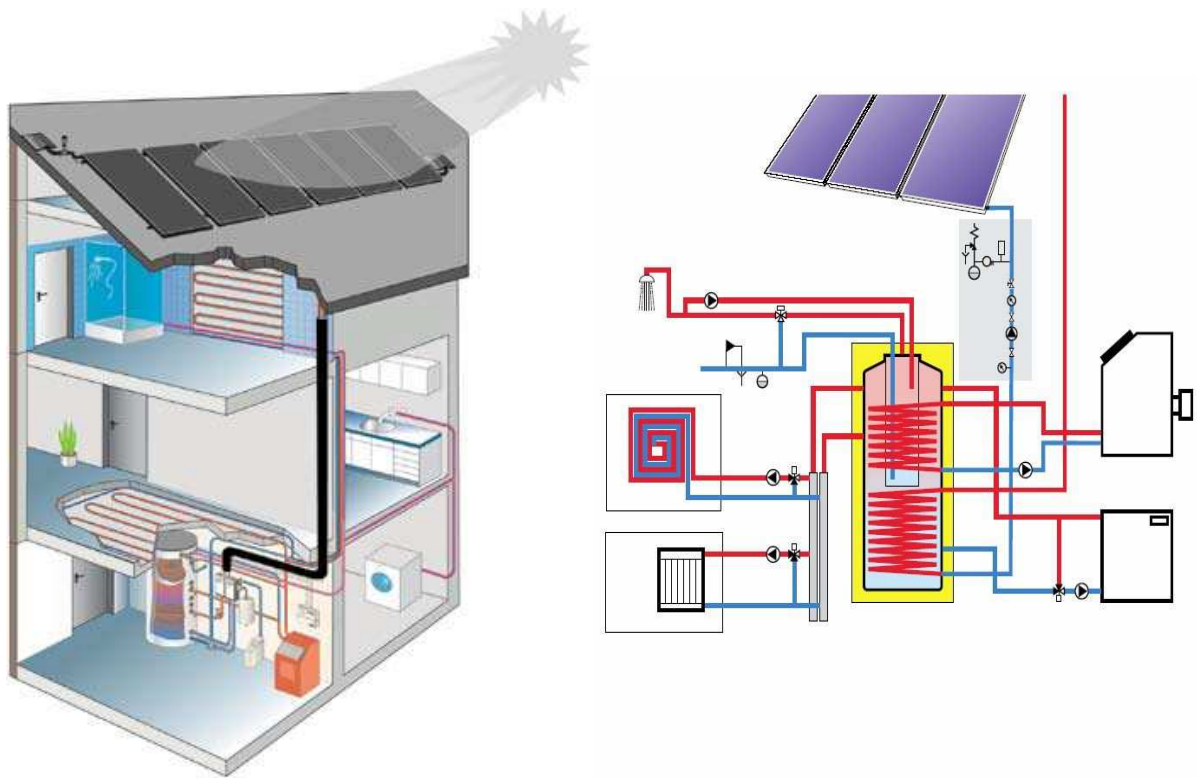
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

prethodno (i brže) zagrejana električnom energijom (u trenutku kada bi postojala mogućnost grejanja sunčevom energijom).

Kompaktni solarni bojleri (Slika 6.4) predstavljaju široko primenjivan sistem za grejanje vode sunčevom energijom. To su kompaktni uređaji koji se sastoje od jednog, ili češće dva solarna kolektora i termoizolovanog rezervoara - bojlera u kojem se nalazi voda koja se greje. Bojleri su izvedeni sa ili bez elektro dogrejača. Zapremine bojlera se obično kreću od 200 do 300 litara. Oprema je smeštena i pričvršćena na posebnoj nosećoj konstrukciji, a međusobno je povezana termoizolovanom cevnom instalacijom koja omogućuje termosifonsko, prirodno strujanje vode kroz instalaciju. U praksi se primenjuju i verzije kod kojih je strujanje vode prinudno - dejstvom centrifugalne pumpe. Za razliku od prethodnog tipa, ovakvi solarni bojleri moraju biti priključeni na izvor električne energije. Neka rešenja kompaktnih solarnih bojlera se izrađuju sa dodatnim rezervoarom za vodu čime je omogućeno snabdevanje vodom i u situacijama kada ne funkcioniše napajanje vodom iz vodovodne instalacije. Prednost ovakvih sistema je u njihovoj kompaktnosti, te korisnik dobija sistem koji samo treba povezati na dovod hladne vode i priključak tople vode potrošača. Nedostatak im je u što nisu predviđeni za rad u zimskim uslovima, odnosno u uslovima niskih spoljnih temperatura, jer može doći do zamrzavanja vode u njima i prskanja bojlera i cevovoda. Kako do toga ne bi došlo sistem se zimi mora prazniti od vode.

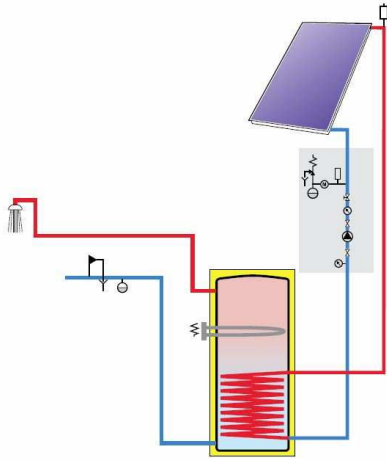
Obično se koriste u južnijim područjima gde temperatura ne pada ispod nula stepeni ili u drugim uslovima (kao što su uslovi i u Vojvodini) - leti i u prelaznim periodima godine (proleće i jesen).



Slika 6.2. Kućna solarna instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode i dogrevanje objekta

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



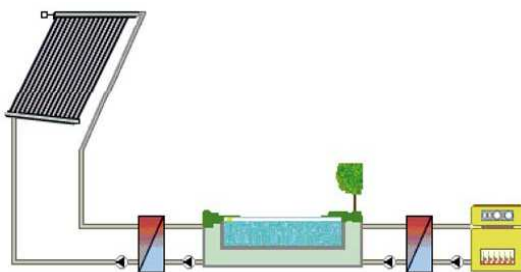
Slika 6.3. Jednostavna solarna instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode



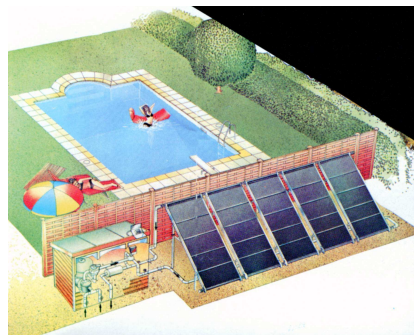
Slika 6.4. Kompaktan solarni bojler za grejanje potrošne vode

Korišćenje sunčeve energije za grejanje bazenske vode je dosta česta primena solarnih instalacija u svetu. Instalacija se jednostavno priključuje na postojeće konvencionalne sisteme grejanja bazenske vode, pri čemu se primenjuju osnovna dva koncepta. Po jednom konceptu se solarna instalacija koristi odvojeno od postojeće konvencionalne instalacije za grejanje bazenske vode (Slika 6.5), a druga koncepcija se bazira na vezivanju solarne instalacije i konvencionalne instalacije u jedan - redni sistem. U prvom slučaju su to obično jednostavnije instalacije za manje i otvorene - kućne bazene, a obično koriste nezastakljene (i jeftinije) solarne kolektore - apsorbere koji su najčešće izrađeni od ultravioletno stabilnih plastičnih masa. U drugom slučaju, povratna - hladnija bazenska voda se prvo predgreva dejstvom sunčeve energije (preko razmenjivača toplote), a potom se greje na potrebnu temperaturu (ako je to potrebno) u konvencionalnom grejnom sistemu. U ovom slučaju se mogu koristiti i klasični, zastakljeni ravni solarni kolektori čime je omogućeno bolje grejanje i u hladnijim vremenskim uslovima i to kod - uglavnom većih bazena u zatvorenom prostoru. Tada je šema instalacije slična šemi instalacije prethodno prikazanih sistema za grejanje vode u kombinaciji sa konvencionalnim izvorom toplote.

Na slikama 6.6 do 6.8 su prikazane detaljnije šeme nekoliko solarnih instalacija za grejanje vode.



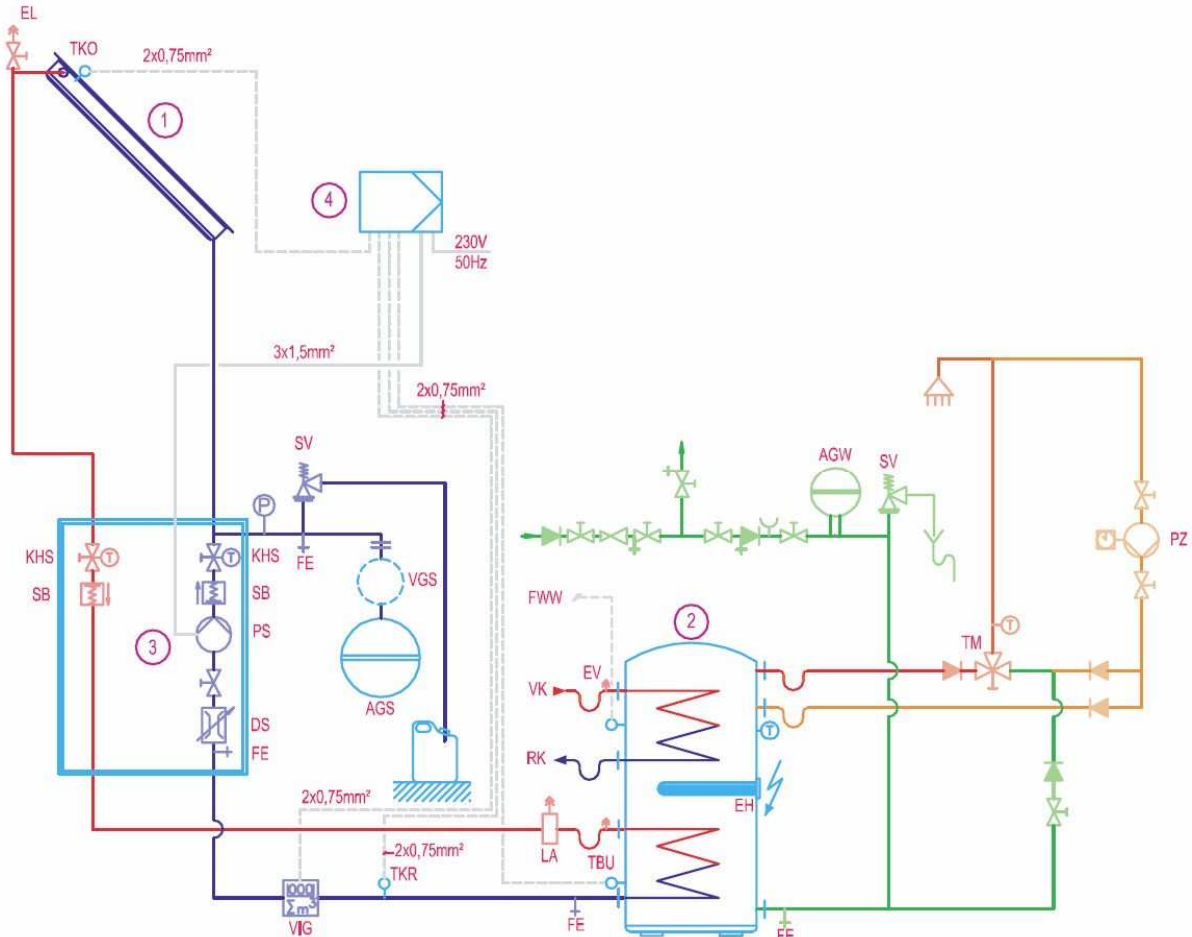
Slika 6.5. Solarna instalacija za grejanje bazenske vode - paralelan sistem



Slika 6.6. Solarna instalacija za grejanje otvorenog bazena

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.7. Primer šeme solarnog sistema sa sa bivalentnim rezervoarom
(Izvor: Katalog "Rehau")

1 - Solarni kolektor

2 - Bojler za sanitarnu vodu

3 - Cirkulaciona pumpa

4 - Regulator - automatika

TKO - Termosenzor kolektora

TBU - Termosenzor tople vode dole

TKR - Termosenzor povratnog voda (opcionalno)

VIG - Impulsni merač protoka (opcionalno)

AGS - Ekspanziona posuda

VGS - Dodatna posuda (opcionalno)

AGW - Ekspanziona posuda za sanitarnu vodu

SV - Sigurnosni ventil

KHS - Konusna slavina sa integrisanim

termometrom

SB - Gravitaciona kočnica (integrisana u KHS)

PS - Solarna cirkulaciona pumpa

DS - Regulator protoka

TM - Termostatski mešni nepovratni ventil

PZ - Cirkulaciona pumpa za sanitarnu vodu, vremensko upravljanje

VK - Polazni vod kotla (11)

RK - Povratni vod kotla (8)

FE - Pražnjenje

EL - Odzračivanje

EV - Odzračni ventil

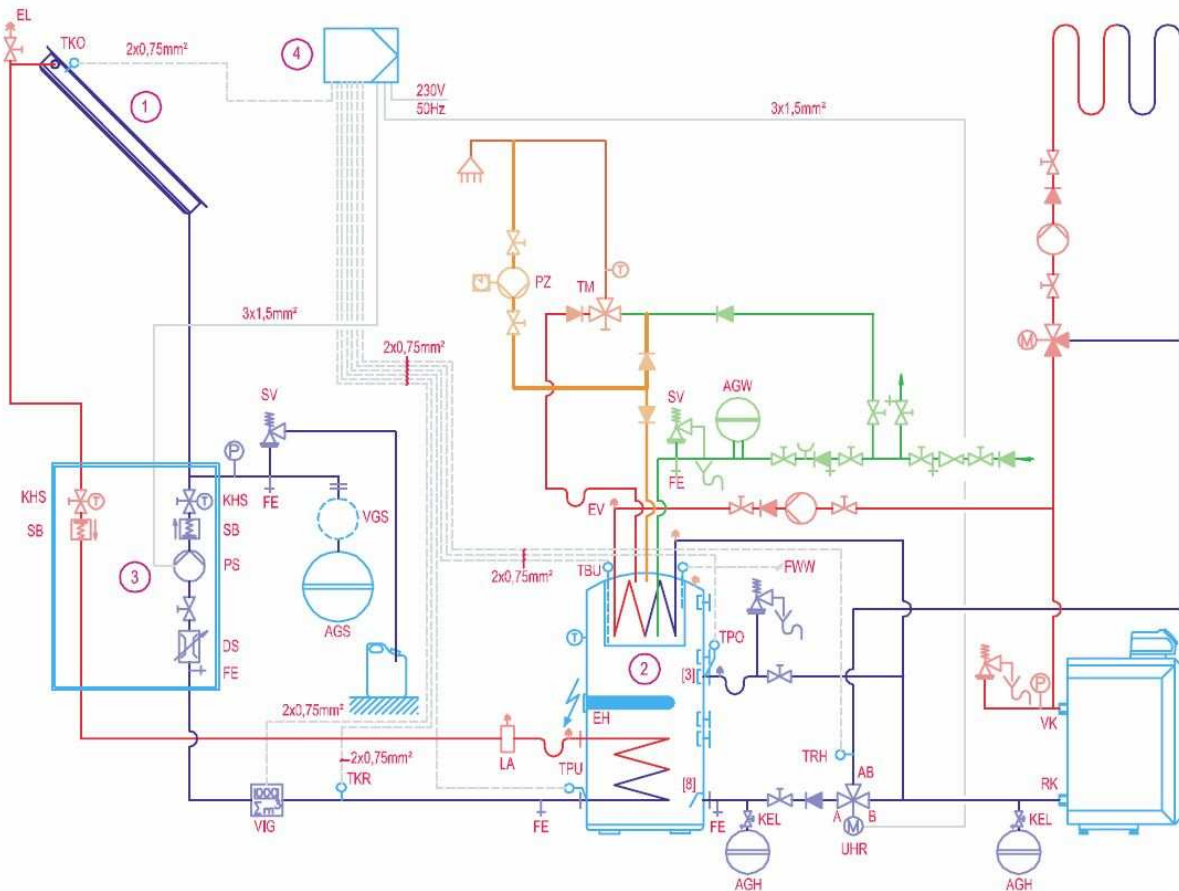
LA - Separator vazдушnih mikromehurića (opcionalno)

EH - Električni grejač (opcionalno)

FWW - Senzor za dogrevanje sanitarne vode

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.8. Primer šeme solarnog sistema sa jednim kolektorskim poljem i kombinovanim bojlerom, podizanjem temperature povratnog voda sa dodatnim grejanjem (Izvor: Katalog "Rehau")

1 - Solarni kolektor

2 - Kombinovani bojler

3 - Pumpa

4 - Solarni regulator

TKO - Termosenzor kolektora

TPO - Termosenzor rezervoara vode za grejanje (pufera) - gore

TPU - Termosenzor rezervoara vode za grejanje (pufera) - dole

Termosenzor za toplu vodu dole

Termosenzor povratnog voda (opcija)

Termosenzor povratnog voda za grejanje

trokraki preklopni ventil povratnog voda za grejanje (AB-B bestručno otvoren)

Impulsni merač protoka (opcionalno)

ekspanziona posuda

Dodatna posuda (opcionalno)

AGW - Ekspanziona posuda za sanitarnu vodu

AGH - Ekspanziona posuda grejnog kruga

SV - Sigurnosni ventil

KHS - Slavina sa integrisanim termometrom

SB - Gravitaciona kočnica (integrirana u KHS)

PS - Solarna cirkulaciona pumpa

DS - Regulator protoka

TM - Termostatski mešni nepovratni ventil

PZ - Cirkulaciona pumpa za sanitarnu vodu, vremensko upravljanje

VK - Polazni vod kotla (11)

RK - Povratni vod kotla (8)

FE - Pražnjenje

KEL - Ventil sa pražnjenjem

EL - Odzračivanje

EV - Odzračni ventil

LA - Separator vazдушnih mikromehurića (opcija)

EH - Električni grejač (opcija)

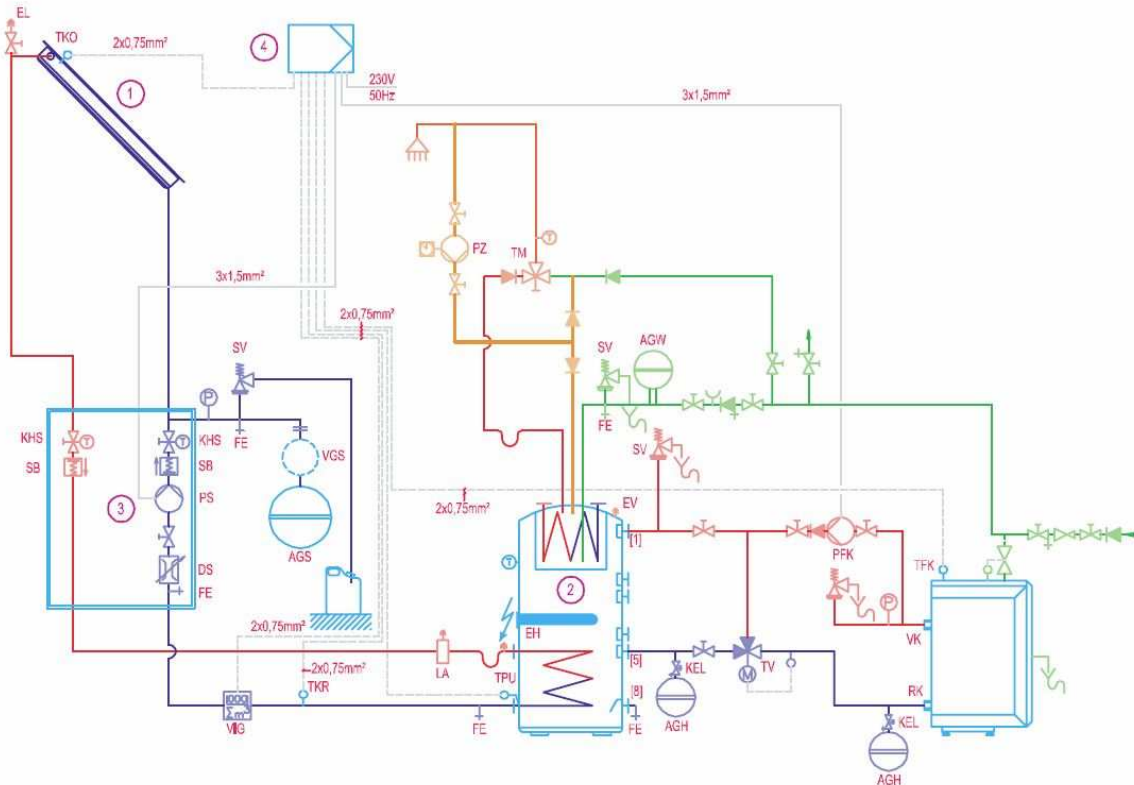
FWW - Senzor za dogrevanje sanitarne vode

VK - Polazni vod grejnog kruga (3)

RK - Povratni vod/niskotemperaturni grejni krug - pražnjenje (8)

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.9. Primer šeme solarnog sistema sa jednim kolektorskim poljem i kombinovanim bojlerom, kotlom na čvrsto gorivo (Izvor: Katalog "Rehau")

1 - Solarni kolektor

2 - Kombinovani bojler

3 - Pumpa

4 - Solarni regulator

TKO - Termosenzor kolektora

TPO - Termosenzor rezervoara vode za grejanje - gore

TPU - Termosenzor rezervoara vode za grejanje - dole

TBU - Termosenzor za toplu vodu - dole

TKR - Termosenzor povratnog voda (opcija)

TFK - Senzor dodatnog kotla

VIG - Impulsni merač protoka (opcionalno)

AGS - Ekspanziona posuda

VGS - Dodatna posuda (opcionalno)

AGW - Ekspanziona posuda za sanitarnu vodu

AGH - Ekspanziona posuda grejnog kruga

SV - Sigurnosni ventil

KHS - Slavina sa integrisanim termometrom

SB - Gravitaciona kočnica (integrisana u KHS)

PS - Solarna cirkulaciona pumpa

DS - Regulator protoka

TM - Termostatski mešni nepovratni ventil

PZ - Cirkulaciona pumpa za sanitarnu vodu, vremenski upravljano

VK - Polazni vod kotla (11)

RK - Povratni vod kotla (8)

FE - Pražnjenje

KEL - Ventil sa pražnjenjem

EL - Odzračivanje

EV - Odzračni ventil

LA - Separator vazдушnih mikromehurića (opcija)

PFK - Cirkulaciona pumpa dodatnog kotla

TV - Termički kombinovani ventil (na strani zida)

EH - Električni grejač (opcija)

6.2. Primeri solarnih instalacija

Primer 1: Grejanje sanitarne potrošne vode u kupaonici sportskoj hali

Termomašinska instalacija za grejanje potrošne sanitarne vode sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od oko 33 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti.

U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima) dogrevanje vode se vrši u postojećim električnim bojlerima.

Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u primarnim akumulacionim rezervoarima zapremine od 2 x 1.500 lit. (Poz. 3a i 3b). Postojeći električni bojleri tople vode u objektu su povezani sa primarnim akumulacionim rezervoarima na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarne akumulacione rezervoare, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogрева u postojećim električnim bojlerima tople vode na temperaturu od 75 °C, odnosno na željenu temperaturu). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu - po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode. Na postojećim električnim bojlerima tople vode u objektu ostaju alternativno priključci za direktno napajanje bojlera hladnom vodom.

Grejanje sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 30 kolektora. Solarni kolektori su postavljeni u tri reda, pri čemu su u svakom redu po deset kolektora vezana u baterije (3 x 10 kolektora). Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je – tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja.

Nagib solarnih kolektora je 30° - koji je obezbeđen tipskom podkonstrukcijom kolektora. Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u dva paralelno vezana primarna akumulaciona rezervoara, ukupne zapremine od 2 x 1.500 lit. - preko pločastog razmenjivača toplote (Poz. 2). Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode.

Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem (Poz. US) - regulator. Sistem omogućava snimanje temperature kolektora i temperature vode u jednom primarnom akumulacionom rezervoaru (Poz. 3 a) i po dostizanju predložene razlike temperatura uključuje se primarna cirkulaciona pumpa (Poz. 5). Pre uključivanja primarne cirkulacione pumpe mora biti uključena prateća cirkulaciona pumpa (Poz. 6) na sekundarnom krugu – obezbeđivanje hlađenja primarnog medija.

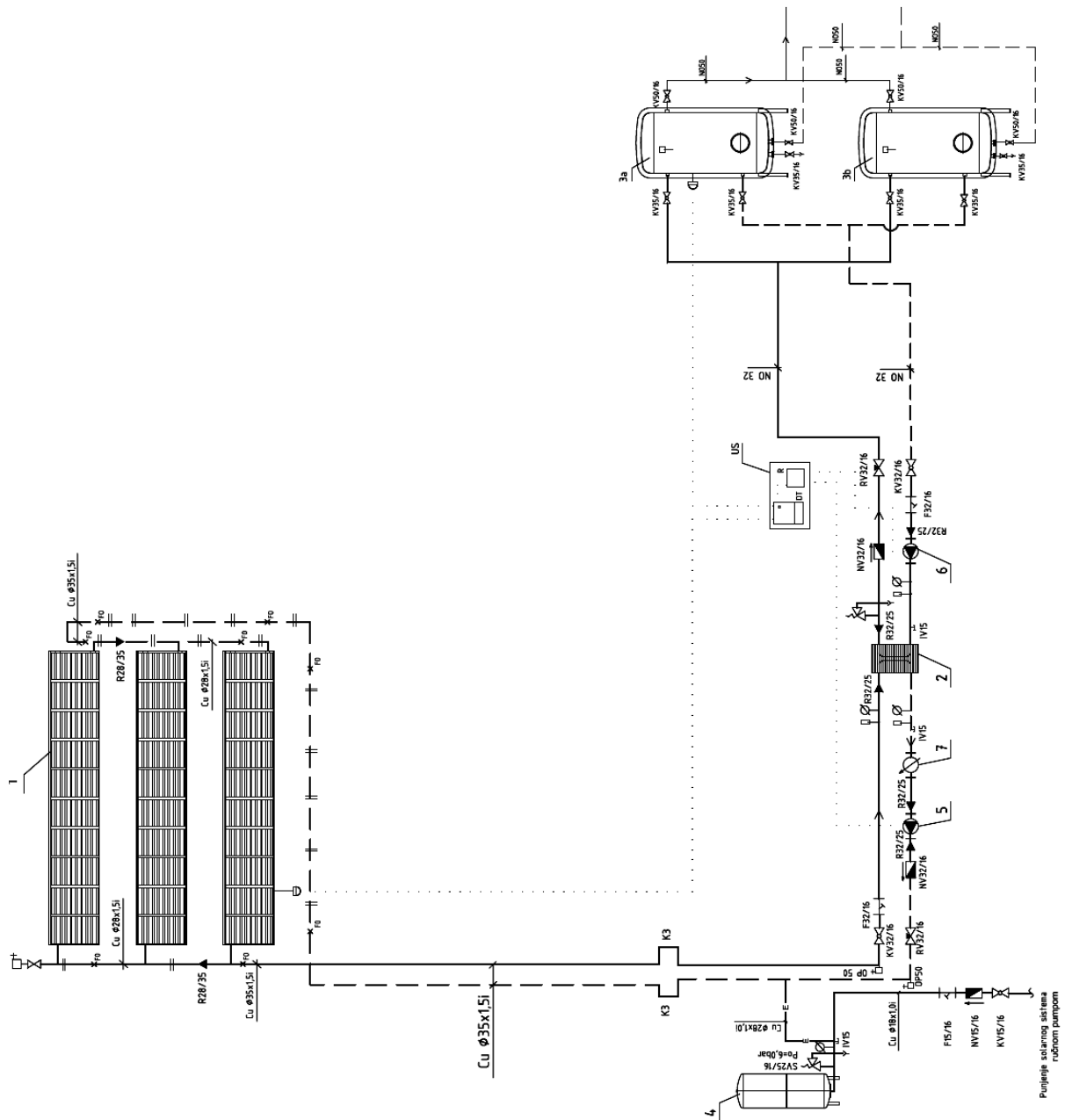
Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (netoksični antifriz) raste. Diferencijalni termostat obezbeđuje rad cirkulacionih pumpi sve dok je temperatura fluida u solarnom kolektoru viša od temperature vode u akumulacionim rezervoarima za neku zadanu vrednost (5 °C). Topao radni medijum se iz solarnih kolektora potiskuje kroz pločasti razmenjivač toplote (Poz. 2). Iz razmenjivača toplote (Poz. 2) toplota se predaje potrošnoj vodi sekundarnog kruga čiju cirkulaciju obezbeđuje cirkulaciona pumpa (Poz. 6). Toplota se predaje vodi koja cirkuliše (dejstvom sekundarne cirkulacione pumpe) kroz dva primarna akumulaciona rezervoara, svaki zapremine od po 1,5 m³.

Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od diferencijalnog termostata sa dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u jednom solarnom kolektoru, a drugi u jednom primarnom akumulacionom rezervoaru - bojleru (Poz. 3a).

Kada je razlika temperatura niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u primarnom akumulacionom bojleru), diferencijalni termostat isključuje rad cirkulacione solarne pumpe i istovremeno - dejstvom automatike se isključuje i cirkulaciona toplovodna pumpa.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.10. Šema solarne instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode u kupaonici jedne sportske hale

Primer 2: Grejanje sanitarne potrošne i bazenske vode

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode (i alternativno - dogrevanje bazenske vode) u objektu - sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od oko 88 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople sanitarne vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje sanitarne potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti. U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode - u postojećem bojleru, zapremine od 4 m³. Osnovno grejanje vode u postojećem bojleru je obezbeđeno iz postojećeg sistema grejanja - putem ugrađenog cevnog razmenjivača toplote - i alternativno putem ugrađenih elektro grejača. Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi - u dva primarna akumulaciona rezervoara, svaki zapremine od po 4.000 lit. (Poz. 3). Toplota se dalje predaje postojećem bojleru tople vode u podstanici - termoizolovanim cevnom vodom i priključenjem na mestu cevnog voda napojne hladne vode - ispred postojećeg bojlera, tako da se u postojeći bojler uvodi predgrejana voda (umesto hladne napojne vode) iz primarnih akumulacionih - solarnih rezervoara.

Grejanje vode sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 80 kolektora. Solarni kolektori su postavljeni u osam redova, pri čemu su u svakom redu po deset kolektora vezana u baterije (8 x 10 kolektora). Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja.

Potreban nagib solarnih kolektora od 45⁰ se obezbeđuje tipskom nosećom podkonstrukcijom.

Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u primarnim akumulacionim rezervoarima, zapremine od 2 x 4.000 lit. koji su međusobno paralelno vezani, - preko pločastog razmenjivača toplote (Poz. 2). Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode. Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem - regulator. Sistem omogućava snimanje temperature kolektora i temperature vode u primarnom rezervoaru i po dostizanju predložene razlike temperatura uključuje se primarna cirkulaciona pumpa (Poz. 5). Pre uključivanja primarne cirkulacione pumpe mora biti uključena prateća cirkulaciona pumpa (Poz. 6) na sekundarnom krugu – obezbeđivanje hlađenja primarnog medija.

Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (netoksični antifriz) raste. Diferencijalni termostat obezbeđuje rad cirkulacionih pumpi sve dok je temperatura fluida u solarnom kolektoru viša od temperature vode u bojleru za neku zadanu vrednost (5 °C). Topao radni medijum se iz solarnih kolektora potiskuje kroz pločasti razmenjivač (Poz. 2) toplote u kojem se toplota predaje vodi koja cirkuliše (dejtstvom sekundarne cirkulacione pumpe) kroz dva primarna akumulaciona rezervoara, svaki zapremine od 4 m³.

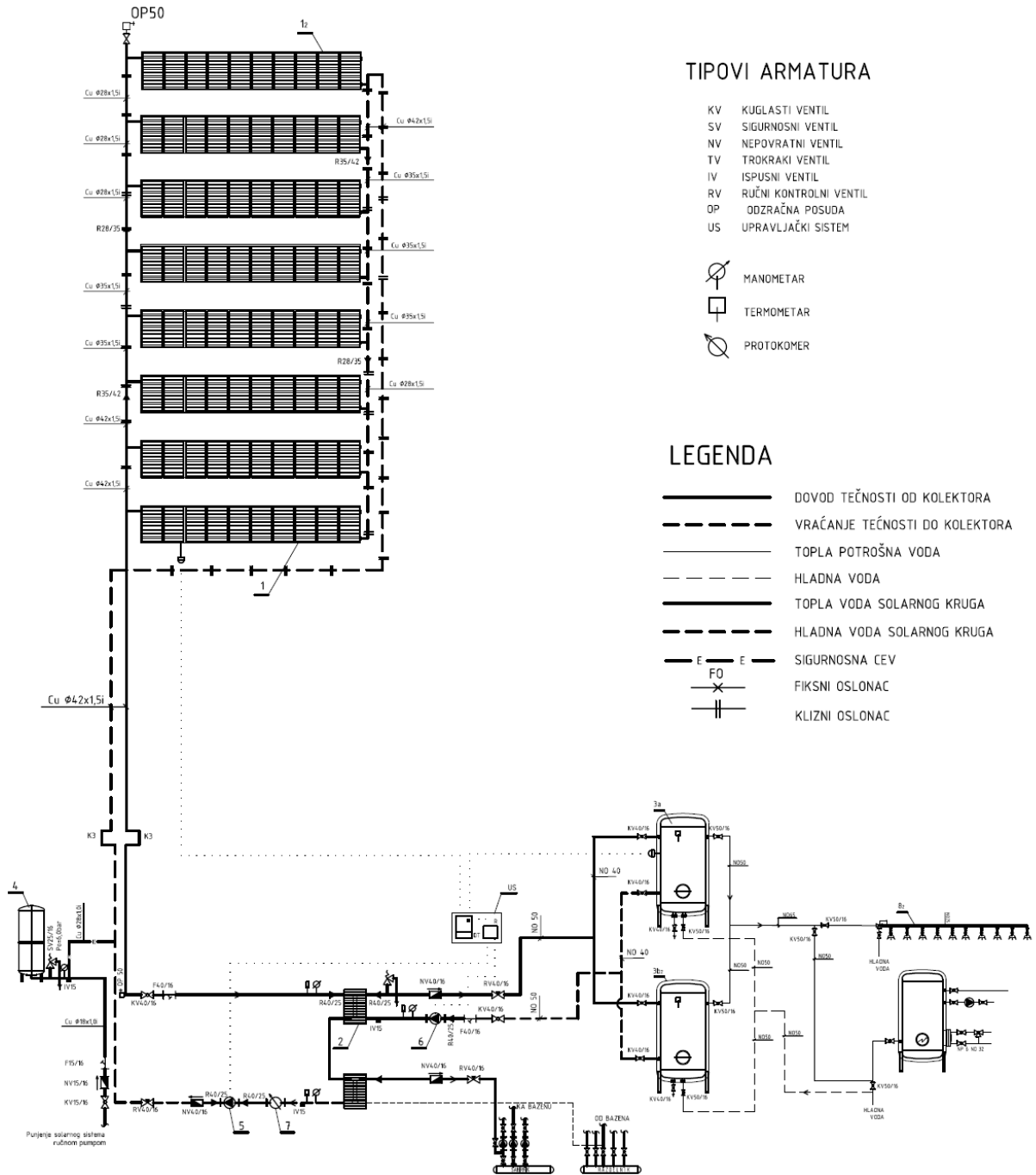
Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od diferencijalnog termostata sa dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u jednom solarnom kolektoru, a drugi u primarnom akumulacionom bojleru. Kada je razlika temperatura niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u primarnom akumulacionom bojleru), diferencijalni termostat isključuje rad cirkulacione solarne pumpe i istovremeno - dejstvom automatike se isključuje i cirkulaciona toplovodna pumpa. Postojeći bojleri tople vode u objektu su povezani sa primarnim akumulacionim rezervoarima na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarne akumulacione rezervoare, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogreva u postojećim bojlerima tople vode na temperaturu od 75 °C, odnosno na željenu temperaturu). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu - po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode. Na postojećem bojleru tople vode u objektu ostaje alternativan priključak za direktno napajanje hladnom vodom.

Za dogrevanje vode u bazenu je predviđen priključak sa drugim razmenjivačem toplote u primarnom krugu solarne instalacije koji treba da bude redno vezan sa razmenjivačem toplote za grejanje

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

potrošne vode. Pri tome se topli solarni fluid (dejtstvom primarne cirkulacione pumpe - Poz. 5) prvo uvodi u razmenjivač toplote za grejanje potrošne vode, a potom u razmenjivač toplote za dogrevanje bazenske vode. Predviđena je mogućnost alternativnog grejanja sanitarne potrošne ili bazenske vode, zatvaranjem ventila na sekundarnoj strani - prema akumulacionim bojlerima ili prema bazenu.



Slika 6.11. Šema solarne instalacije za grejanje sanitarne potrošne i bazenske vode sportskog objekta sa bazenom

Primer 3: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom staračkom domu sa tri podsistema solarnih kolektora lociranim na dve zgrade

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode u objektu - sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od oko 132 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople sanitarne vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje sanitarne potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti.

U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode u postojećim električnim bojlerima smeštenim u zajedničkim i individualnim sanitarnim čvorovima u objektima korisnika. Osnovno grejanje vode u objektima korisnika se vrši u postojećim električnim bojlerima.

Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi - u tri primarna akumulaciona rezervoara, svaki zapremine od po 4.000 lit. (Poz. 3). Toplota se dalje predaje postojećim električnim bojlerima u objektima - termoizolovanim cevnom vodom i priključenjem na mestu cevnog voda napojne hladne vode - neposredno ispred postojećih bojlera, tako da se u postojeće bojlere uvodi predgrejana voda (umesto hladne napojne vode) iz primarnih akumulacionih - solarnih rezervoara.

Grejanje vode sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 120 kolektora. Solarni kolektori - 80 kom., su postavljeni na jednom objektu - sa ravnim krovom u dva nivoa, a 40 kom. - na drugom objektu korisnika. Stavljaju se u po pet redova, pri čemu su u svakom redu po 8 kolektora vezana u baterije (2 x 5 redova x 8 kolektora u jednom redu - na jednom objektu i 1 x 5 redova x 8 kolektora - na drugom objektu korisnika).

Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja.

Potreban nagib solarnih kolektora od 30⁰ se obezbeđuje tipskom nosećom podkonstrukcijom.

Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u primarnim akumulacionim rezervoarima u objektu, zapremine od 3 x 4.000 lit. koji su međusobno paralelno vezani, - preko pločastog razmenjivača toplote (Poz. 2).

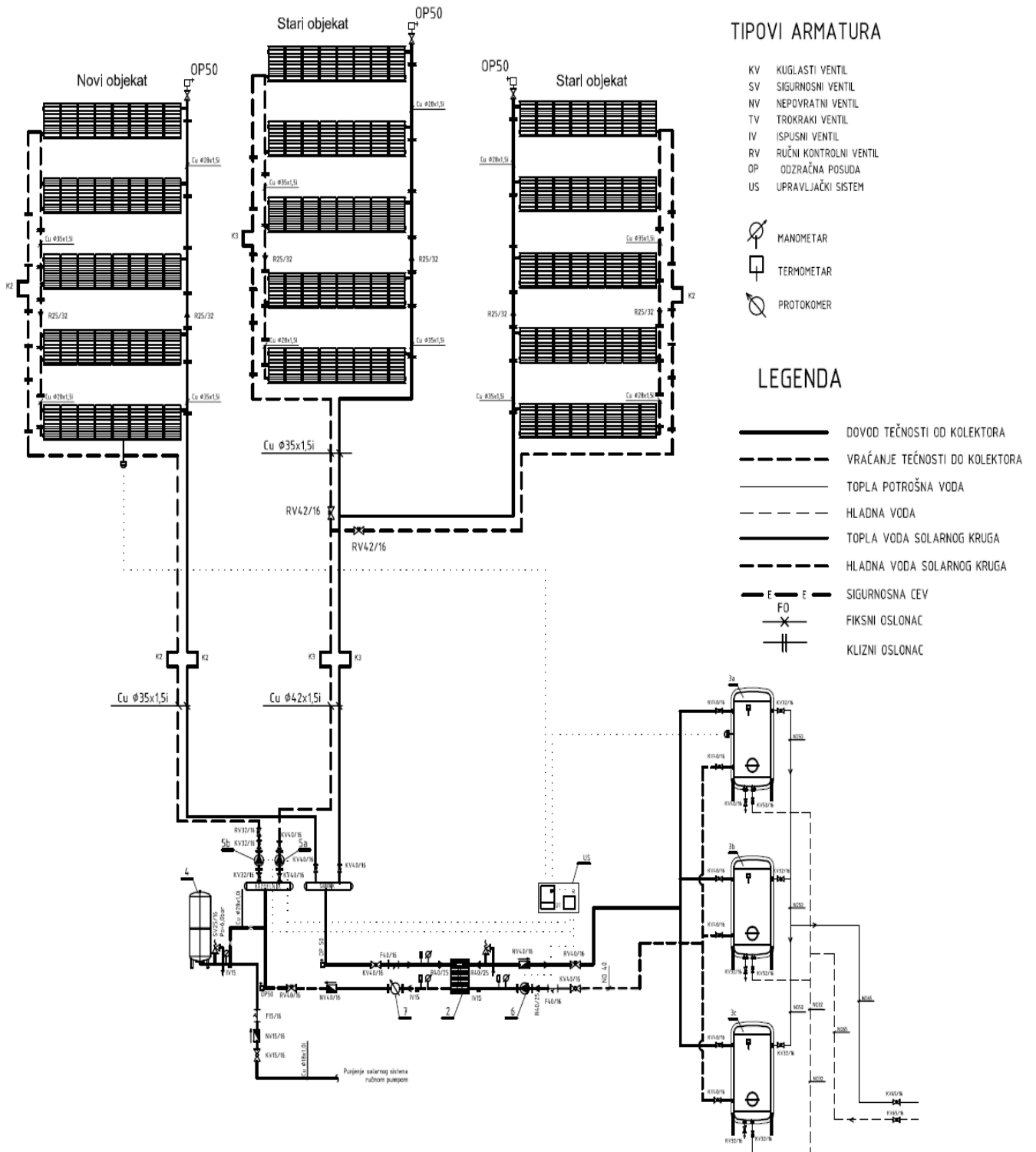
Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja. Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem (Poz. US). Sistem omogućava snimanje temperature fluida u kolektoru i temperature vode u jednom primarnom akumulacionom rezervoaru (Poz. 3 a) u objektu - i po dostizanju predložene razlike temperatura (5⁰C) uključuju se dve primarne cirkulacione pumpe i to jedna - prema kolektorima na prvom objektu (Poz. 5a) i druga - prema kolektorima na drugom objektu (Poz. 5b). Pre uključivanja primarnih cirkulacionih pumpi mora biti uključena prateća cirkulaciona pumpa grejanja vode u objektu (Poz. 6) na sekundarnom krugu - obezbeđivanje hlađenja primarnog medija.

Postojeći bojleri tople vode u objektu su povezani sa primarnim akumulacionim rezervoarima na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarne akumulacione rezervoare, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogreva u postojećim električnim bojlerima tople vode). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu - po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode i prema vešernici na priključak tople vode na veš mašinama. Na postojećim električnim bojlerima tople vode u objektima ostaju alternativno priključci za direktno napajanje postojećih bojlera hladnom vodom.

Kada je temperatura radnog fluida niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u akumulacionim rezervoarima), diferencijalni termostat u upravljačkom sistemu isključuje rad cirkulacionih solarnih pumpi i istovremeno - dejstvom automatike se isključuje i cirkulaciona toplovodna pumpa.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.12. Šema solarne instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode u jednom staračkom domu sa tri kolektorska polja

Primer 4: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom dečijem vrtiću

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od 22 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople sanitarne vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje sanitarne potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti.

U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode - u postojećim električnim bojlerima tople sanitarne vode i u novo dograđenom bojleru zapremine 280 lit. - Poz. 3a, gde se greje voda električnom energijom - preko ugrađenih elektro grejača u njima.

Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u tri primarna solarna bojlera sa ugrađenim cevnom razmenjivačima toplote, zapremine od po 500 lit. (Poz. 3). Toplota se dalje predaje postojećim (sekundarnim) električnim bojlerima i novo projektovanom bojleru sa ugrađenim elektrogrejačem snage od 6 kW - preko cevnog voda napojne hladne vode, tako da se u njih uvodi predgrejana voda (umesto hladne napojne vode) iz primarnog - solarnog akumulacionog rezervoara - bojlera.

Grejanje sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 20 kolektora. Solarni kolektori se postavljaju u dva reda, pri čemu su u svakom redu - po deset kolektora vezani u bateriju (2 x 10 kolektora). Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja. Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u tri primarna akumulaciona solarna bojlera zapremine od po 500 lit. - preko ugrađenih cevni razmenjivača toplote (Poz. 3).

Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode. Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem - diferencijalni termostat. Sistem obezbeđuje automatski rad zagrevanja navedenih medija.

Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (netoksični antifriz) raste. Pri dostizanju predložene temperaturske razlike (5 °C) između tečnosti u solarnim kolektorima i vode u akumulacionim solarnim rezervoarima - bojlerima, diferencijalni termostat uključuje cirkulacionu pumpu primarnog kruga (Poz. 5). Diferencijalni termostat DT obezbeđuje rad cirkulacione pumpe sve dok je temperatura fluida u kolektoru viša od temperature vode u solarnim bojlerima za neku zadanu vrednost (5 °C). Topao radni medijum se iz solarnih kolektora potiskuje kroz cevne razmenjivače toplote u primarnim bojlerima, pri čemu se toplota predaje vodi u primarnim - solarnim bojlerima. Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od diferencijalnog termostata sa dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u jednom solarnom kolektoru, a drugi u jednom primarnom - akumulacionom solarnom rezervoaru - bojleru.

Kada je temperatura radnog fluida niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u akumulacionim rezervoarima - bojlerima), diferencijalni termostat isključuje rad cirkulacione solarne pumpe. Postojeći (sekundarni) električni bojleri tople vode u objektu (i novoprojektovani električni bojler zapremine od 280 lit.) korisnika su povezani sa primarnim akumulacionim - solarnim rezervoarima - bojlerima na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarne akumulacione rezervoare - bolere, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogreva u postojećim (sekundarnim) bojlerima tople vode na temperaturu od 75 °C, odnosno na željenu temperaturu). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode, a za sanitarne čvorove - po novo projektovanom termoizolovanom cevovodu (sa recirkulacionim cevnom vodom). Na novo projektovanom i postojećim sekundarnim električnim bojlerima tople vode ostaje alternativan priključak za direktno napajanje bojlera hladnom vodom.

Primer 5: Grejanje sanitarne potrošne i vode u otvorenim bazenima

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od 88 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople sanitarne vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje sanitarne potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti.

U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima i drugim periodima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode - u postojećim bojlerima tople sanitarne vode. Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u primarnim akumulacionim rezervoarima zapremine od 2 x 4.000 lit. (Poz. 3). Toplota se dalje predaje postojećim bojlerima i potrošačima - preko cevnog voda napojne hladne vode, tako da se u postojeće bojlere uvodi predgrejana voda iz primarnih akumulacionih rezervoara (umesto hladne napojne vode). Grejanje sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 80 kolektora. Solarni kolektori su postavljeni u četiri reda, pri čemu su u svakom redu po 20 kolektora - koji su po deset vezani u baterije (2 x 10 kolektora). Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja. Nagib PSE je 30° - koji je obezbeđen tipskom podkonstrukcijom kolektora.

Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u dva paralelno vezana primarna akumulaciona rezervoar ukupne zapremine od 2 x 4.000 lit. - preko pločastog razmenjivača toplote (poz. 2). Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode. Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem (US). Sistem omogućava snimanje temperature kolektora i temperature vode u primarnom rezervoaru i po dostizanju predložene razlike temperatura uključuje se primarna cirkulaciona pumpa (Poz. 5). Pre uključivanja primarne cirkulacione pumpe mora biti uključena prateća cirkulaciona pumpa (Poz. 6) na sekundarnom krugu - obezbeđivanje hlađenja primarnog medija. Sistem obezbeđuje automatski rad postrojenja.

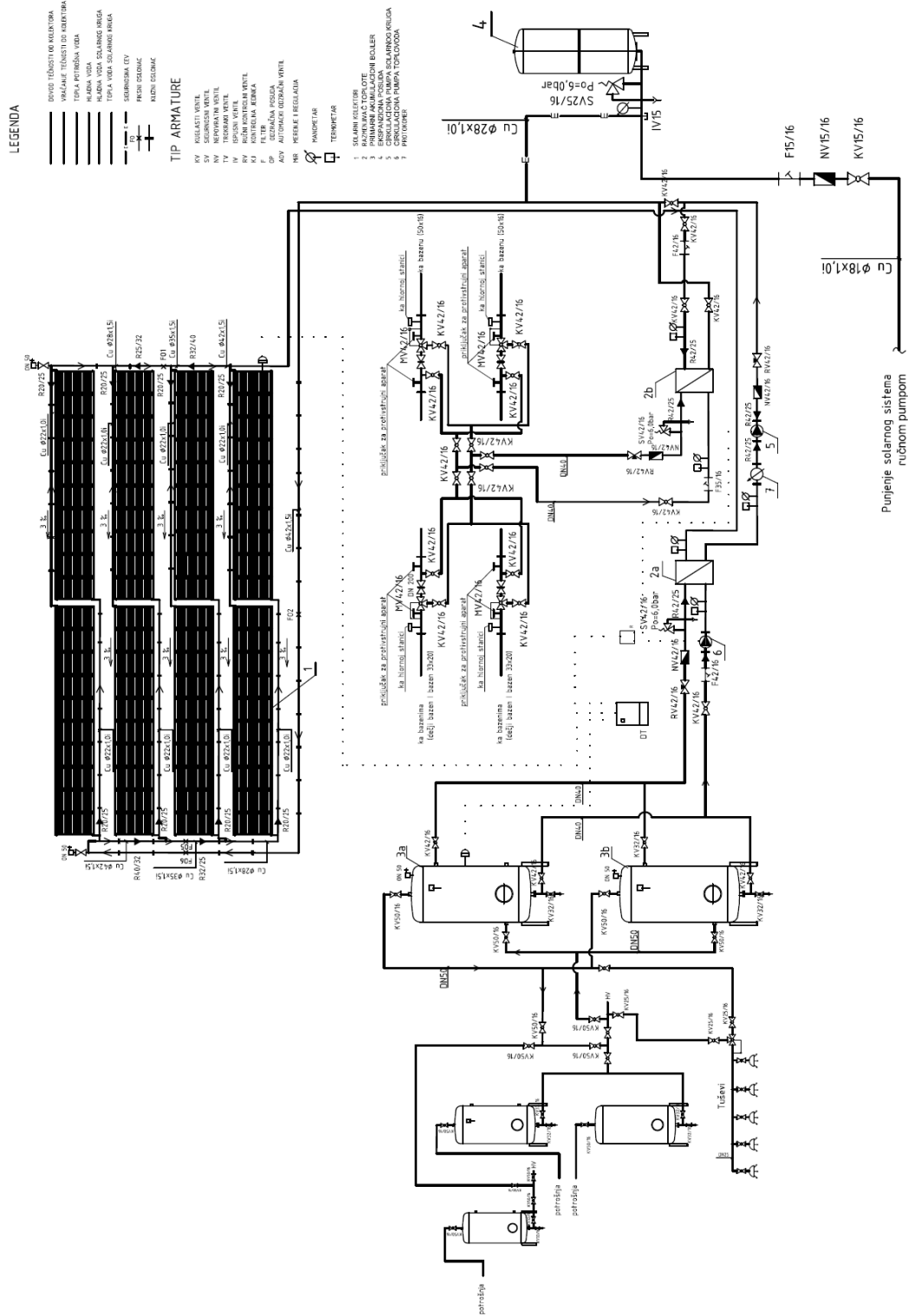
Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (netoksični antifriz) raste. Diferencijalni termostat obezbeđuje rad cirkulacionih pumpi sve dok je temperatura fluida u solarnom kolektoru viša od temperature vode u bojleru za neku zadanu vrednost (5 °C). Topao radni medijum se iz solarnih kolektora potiskuje kroz pločasti razmenjivač toplote u kojem se toplota predaje vodi koja cirkuliše (dejtstvom sekundarne cirkulacione pumpe) kroz dva primarna akumulaciona rezervoara, svaki zapremine od 4 m³.

Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od diferencijalnog termostata sa dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u jednom solarnom kolektoru, a drugi u primarnom akumulacionom bojleru. Kada je razlika temperatura niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u primarnom akumulacionom bojleru), diferencijalni termostat isključuje rad cirkulacione solarne pumpe i istovremeno - dejstvom automatike se isključuje i cirkulaciona toplovodna pumpa. Postojeći bojleri tople vode u objektu su povezani sa primarnim akumulacionim rezervoarima na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarne akumulacione rezervoare, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogreva u postojećim bojlerima tople vode na temperaturu od 75 °C, odnosno na željenu temperaturu). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu - po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode. Na postojećim bojlerima tople vode ostaju alternativno priključci za direktno napajanje bojlera hladnom vodom.

Za dogrevanje vode u otvorenim bazenima je predviđen priključak sa drugim razmenjivačem toplote u primarnom krugu solarne instalacije koji treba da bude redno vezan sa razmenjivačem toplote za grejanje potrošne vode (Poz. 2). Pri tome se topli solarni fluid (dejtstvom primarne cirkulacione pumpe - Poz. 5) prvo uvodi u razmenjivač toplote za grejanje potrošne vode, a potom u razmenjivač toplote za dogrevanje bazenske vode.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Primer 6: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu učenika

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od 33 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople sanitarne vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje sanitarne potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti. U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima i dr. periodima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode - u postojećim bojlerima tople sanitarne vode.

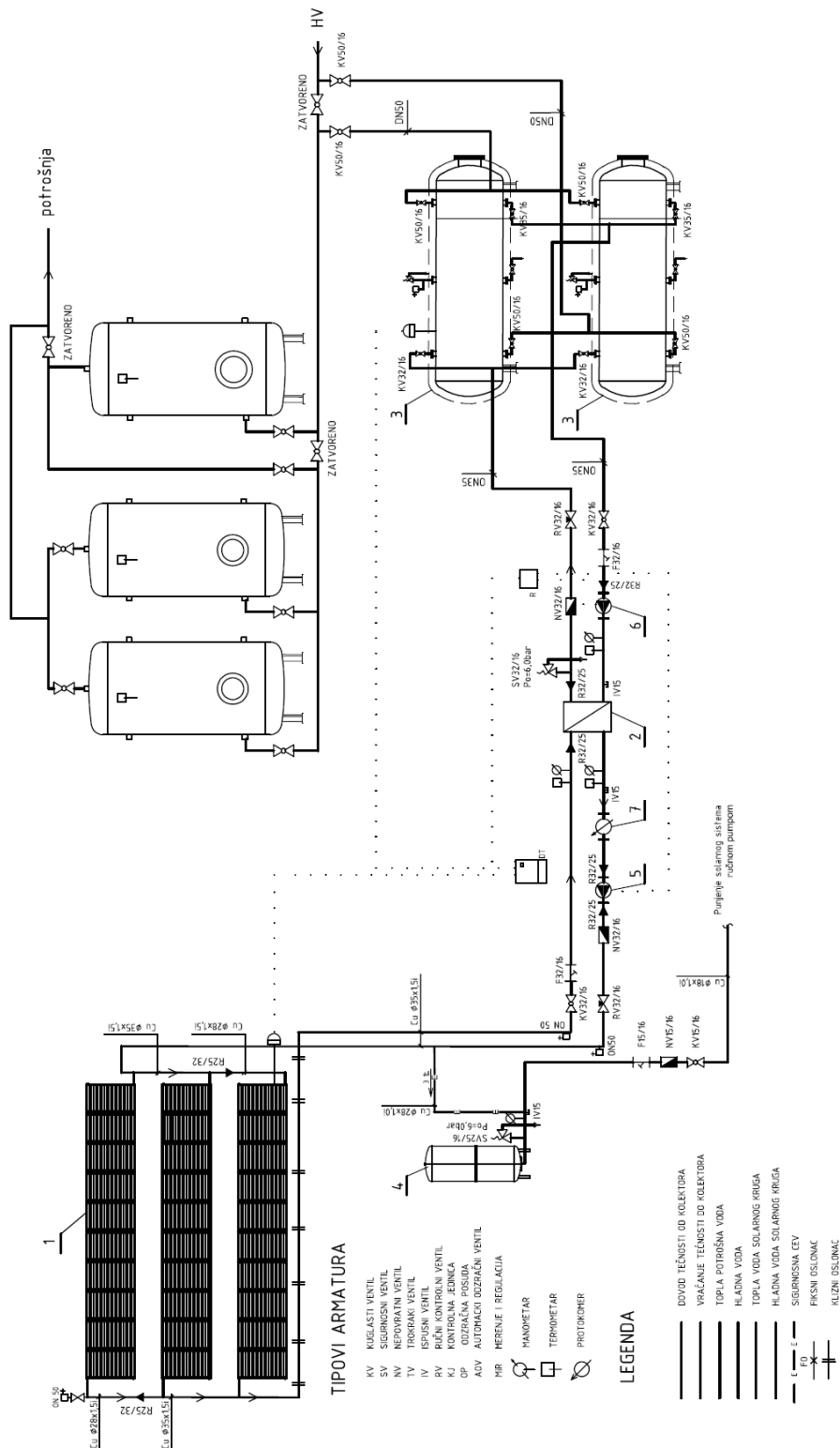
Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u dva paralelno vezana primarna toplotno akumulaciona rezervoara, svaki zapremine od po 1.500 lit. (ukupne zapremine od 3.000 lit. - Poz. 3). Toplota se dalje predaje postojećim bojlerima, zapremine od $3 \times 1,2 \text{ m}^3$ i potrošačima - preko cevnog voda napojne hladne vode, tako da se u postojeće bojlere uvodi predgrejana voda iz primarnih - paralelno vezanih toplotno akumulacionih rezervoara (umesto hladne napojne vode). Grejanje sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 30 kolektora. Solarni kolektori su postavljeni u tri reda, pri čemu su u svakom redu po 10 kolektora - koji su vezani u bateriju (od po 10 kolektora). Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Kolektori su postavljeni pod nagibom od 30° . Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja. Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u horizontalnim primarnim akumulacionim rezervoarima zapremine od $2 \times 1.500 \text{ lit.}$ - preko pločastog razmenjivača toplote (Poz. 2). Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode.

Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem (US). Sistem omogućava snimanje temperature kolektora i temperature vode u primarnom rezervoaru i po dostizanju predložene razlike temperatura uključuje se primarna cirkulaciona pumpa (Poz. 5). Pre uključivanja primarne cirkulacione pumpe mora biti uključena prateća cirkulaciona pumpa (Poz. 6) na sekundarnom krugu - obezbeđivanje hlađenja primarnog medija. Sistem obezbeđuje automatski rad postrojenja.

Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (netoksični antifriz) raste. Diferencijalni termostat obezbeđuje rad cirkulacionih pumpi sve dok je temperatura fluida u solarnom kolektoru viša od temperature vode u akumulacionom rezervoaru za neku zadanu vrednost (5°C). Topao radni medijum se iz solarnih kolektora potiskuje kroz pločasti razmenjivač toplote u kojem se toplota predaje vodi koja cirkuliše (dejstvom sekundarne cirkulacione pumpe) kroz primarne toplotne akumulacione rezervoare, zapremine od $2 \times 1,5 \text{ m}^3$. Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od diferencijalnog termostata sa dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u jednom solarnom kolektoru, a drugi u jednom primarnom akumulacionom rezervoaru. Kada je razlika temperatura niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u jednom primarnom akumulacionom rezervoaru), diferencijalni termostat isključuje rad cirkulacione solarne pumpe i istovremeno - dejstvom automatike se isključuje i cirkulaciona toplovodna pumpa. Postojeći bojleri tople vode u objektu su povezani sa primarnim akumulacionim rezervoarima na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarne akumulacione rezervoare, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogreva u postojećim bojlerima tople vode na temperaturu od 75°C , odnosno na željenu temperaturu). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu - po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode. Na postojećim bojlerima tople vode ostaju alternativno priključci za direktno napajanje tih bojlera hladnom vodom.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.15. Šema solarne instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu učenika

Primer 7: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu učenika

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od 44 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople sanitarne vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje sanitarne potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti.

U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima i dr. periodima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode - u postojećim bojlerima tople sanitarne vode. Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u dva paralelno vezana primarna toplotno akumulaciona rezervoara, svaki zapremine od po 2.000 lit. (ukupne zapremine od 4.000 lit. - Poz. 3). Toplota se dalje predaje postojećim bojlerima, zapremine od 2 x 1,5 m³ i potrošačima - preko cevnog voda napojne hladne vode, tako da se u postojeće bojlere uvodi predgrejana voda iz primarnih - paralelno vezanih toplotno akumulacionih rezervoara (umesto hladne napojne vode).

Grejanje sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 40 kolektora. Solarni kolektori su postavljeni u dva reda, pri čemu su u svakom redu po 20 kolektora - koji su vezani u baterije (2 x 10 kolektora). Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja.

Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u primarnim akumulacionim bojlerima zapremine od 2 x 2.000 lit. - preko pločastog razmenjivača toplote (Poz. 2). Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode.

Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem. Sistem omogućava snimanje temperature kolektora i temperature vode u primarnom rezervoaru i po dostizanju predložene razlike temperatura uključuje se primarna cirkulaciona pumpa (Poz. 5). Pre uključivanja primarne cirkulacione pumpe mora biti uključena prateća cirkulaciona pumpa (Poz. 6) na sekundarnom krugu - obezbeđivanje hlađenja primarnog medija. Sistem obezbeđuje automatski rad postrojenja.

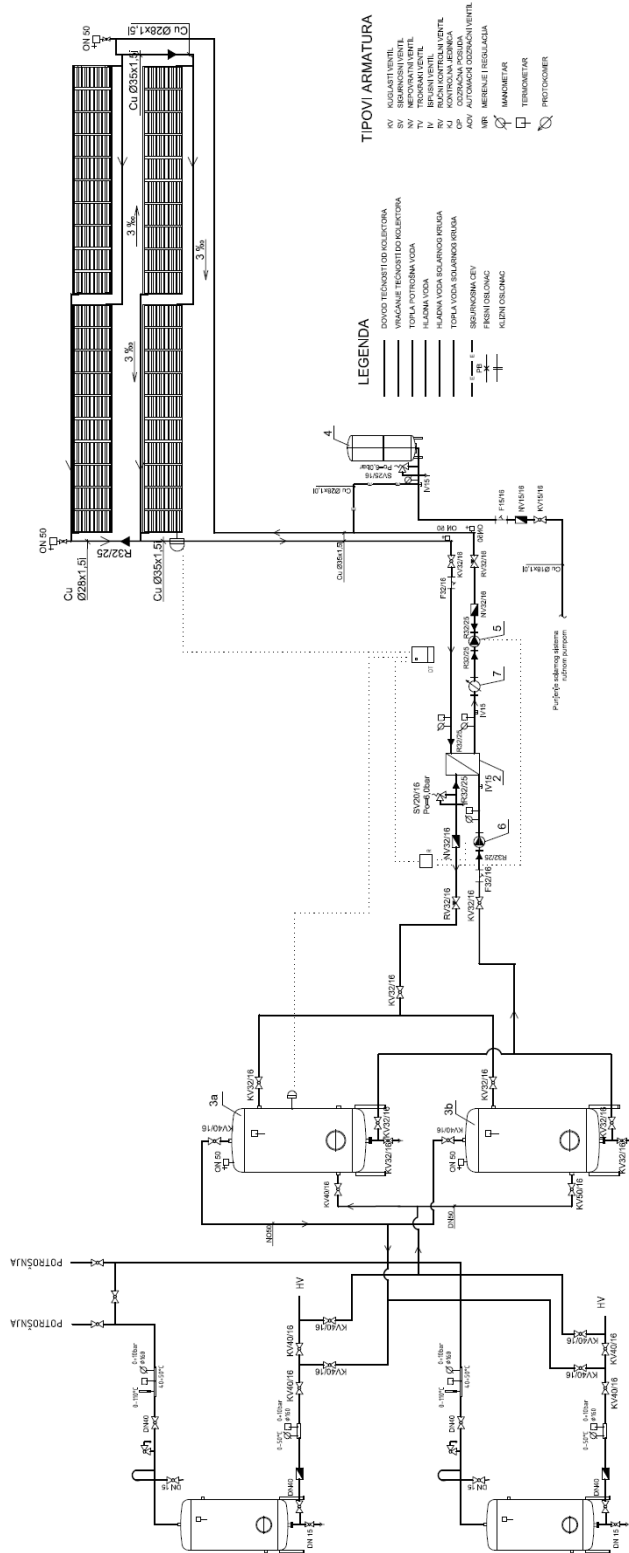
Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (netoksični antifriz) raste. Diferencijalni termostat obezbeđuje rad cirkulacionih pumpi sve dok je temperatura fluida u solarnom kolektoru viša od temperature vode u bojleru za neku zadanu vrednost (5 °C). Topao radni medijum se iz solarnih kolektora potiskuje kroz pločasti razmenjivač toplote u kojem se toplota predaje vodi koja cirkuliše (dejtstvom sekundarne cirkulacione pumpe) kroz primarne toplotne akumulacione rezervoare, zapremine od 2 x 2 m³.

Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od diferencijalnog termostata sa dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u jednom solarnom kolektoru, a drugi u jednom primarnom akumulacionom rezervoaru.

Kada je razlika temperatura niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u jednom primarnom akumulacionom rezervoaru), diferencijalni termostat isključuje rad cirkulacione solarne pumpe i istovremeno - dejstvom automatike se isključuje i cirkulaciona toplovodna pumpa. Postojeći bojleri tople vode u objektu su povezani sa primarnim akumulacionim rezervoarima na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarne akumulacione rezervoare, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogreva u postojećim bojlerima tople vode na temperaturu od 75 °C, odnosno na željenu temperaturu). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu - po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode. Na postojećim bojlerima tople vode ostaju alternativno priključci za direktno napajanje postojećih bojlera hladnom vodom.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.16. Šema solarne instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu učenika

Primer 8: Grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu za boravak dece

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode sunčevom energijom, predviđena je da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od oko 44 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike trošenja tople sanitarne vode, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje sanitarne potrošne vode u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti.

Grejanje potrošne sanitarne vode je datim rešenjem predviđena mogućnost i alternativnog dogrevanja električnom energijom preko ugrađenih elektrogrejača - u akumulacionom bojleru tople vode, zapremine od 4.000 lit. U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode u objektu. Grejanje sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 40 kolektora. Solarni kolektori su postavljeni na krovu objekta. Postavljaju se u četiri reda po 10 kolektora u svakom redu, pri čemu su po deset vezani u baterije. Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno (sistem Tichelman). Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je tečnost sa niskom tačkom zamrzavanja.

Solarni kolektori (40 kom.) koji greju vodu u novom akumulacionom bojleru zapremine od 4.000 lit. (za snabdevanje kupatila u objektu) su raspoređeni u četiri reda - i to četiri puta - po deset (u baterije vezanih) kolektora u svakom redu. Kolektori su orijentisani južno pod nagibom od 30° i smešteni su na tipskoj nosećoj podkonstrukciji (proizvođača "Thermo Solar") koja je pričvršćena za osnovnu noseću čeličnu konstrukciju iznad krova objekta. Čelična noseća konstrukcija je ankerisana za krovnu konstrukciju, a prodori su hidroizolovani.

Kada se toplota iz solarne instalacije koristi za grejanje sanitarne potrošne vode - toplota iz solarnih kolektora se predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u primarnom akumulacionom bojleru zapremine od 4.000 lit. - preko pločastog razmenjivača toplote. Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode.

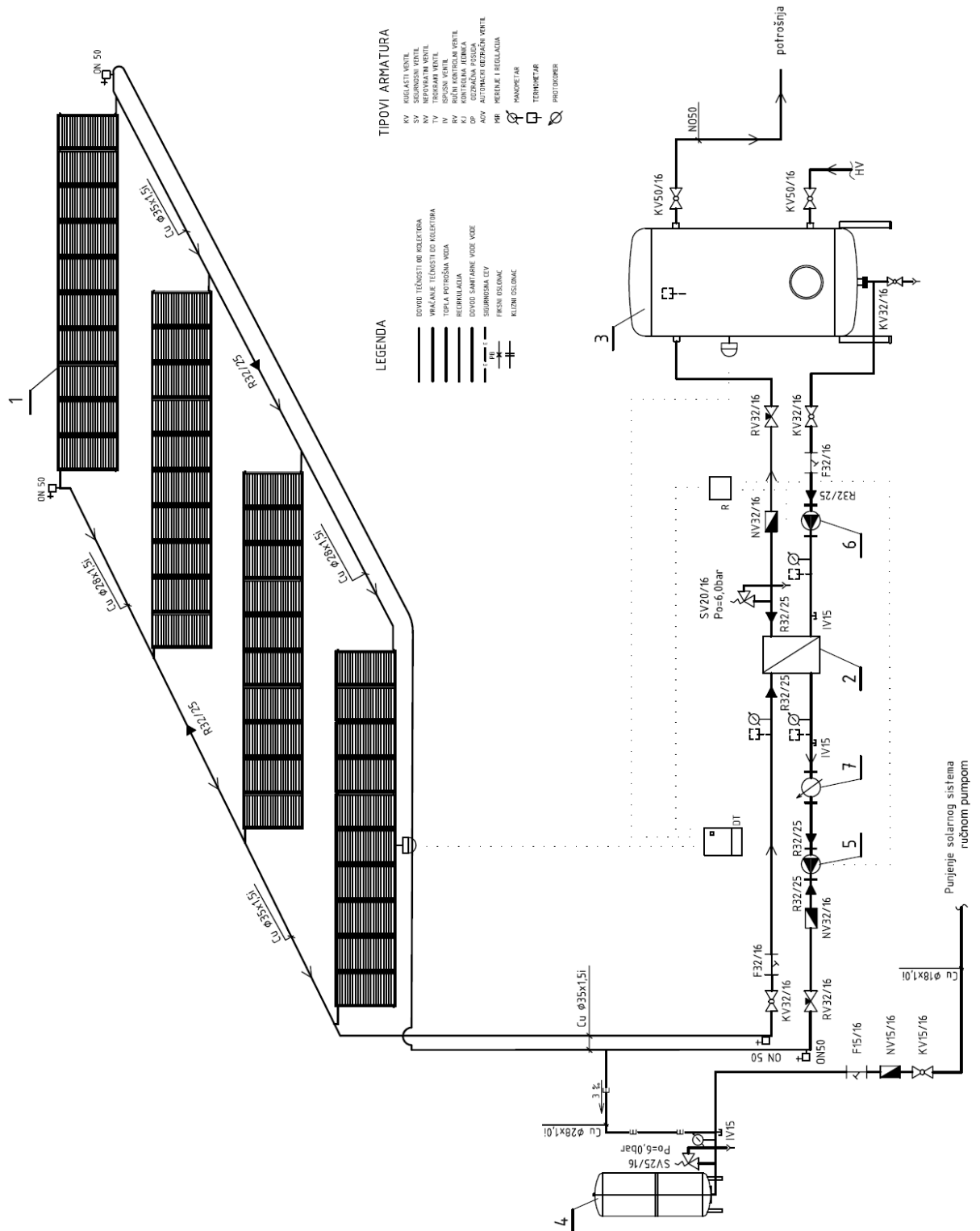
Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (netoksični antifriz) raste. Čim je temperatura fluida u kolektoru viša od temperature vode u bojleru za neku zadanu vrednost (3 - 5 °C), uključuje se rad cirkulacione pumpe solarnog kruga koja potiskuje tečnost kroz instalaciju solarnog grejanja. Topao radni medijum se iz solarnih kolektora potiskuje kroz pločasti razmenjivač toplote. U tom slučaju se automatski uključuje u rad centrifugalna toplovodna pumpa koja potiskuje sanitarnu vodu - zagrejanu u pločastom razmenjivaču toplote u primarni akumulacioni bojler.

Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od termostata i dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u jednom solarnom kolektoru, a drugi u akumulacionom bojleru.

Kada je temperatura radnog fluida niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u akumulacionom bojleru), diferencijalni termostat isključuje rad centrifugalne solarne pumpe i istovremeno - dejstvom automatike se isključuje i centrifugalna toplovodna pumpa. Postojeći bojleri su povezani sa primarnim akumulacionim bojlerom tako što hladna voda ulazi u primarni akumulacioni bojler, odakle se topla voda razvodi ka postojećim bojlerima i uvodi u njih na mestu priključka hladne napojne vode. Termostat u postojećim bojlerima uključuje električne grejače kada temperatura vode u njima padne ispod zadate granice - i obrnuto.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.17. Šema solarne instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode u jednom domu za boravak dece

Primer 9: Dогреvanje prostora jedne fiskulturne sale i sanitarne potrošne vode

Termomašinska instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode sunčevom energijom, projektnim zadatkom je predviđena da obezbedi maksimalnu toplotnu snagu od 22 kW. U realnim uslovima eksploatacije, zavisno od dinamike grejanja, perioda rada sistema i klimatskih uslova omogućeno je grejanje/dogrevanje prostora i sanitarne potrošne vode za pranje/tuširanje u objektu - u granicama insolacionih mogućnosti. U prolećnim, letnjim i jesenjim uslovima, moguće je intenzivnije korišćenje sunčeve energije kao osnovne energije za grejanje sanitarne vode, a u lošijim insolacionim uslovima (jesen, zima) dogrevanje vode se vrši u postojećem sistemu grejanja vode - u postojećim električnim bojlerima tople sanitarne vode, zapremine od 2 x 80 lit. preko kojih se (u izvedenom stanju) greje voda - električnom energijom preko ugrađenih elektro grejača. Dogrevanje prostora sale sunčevom energijom omogućuje solarna instalacija sa 2 sistema vazdušnih solarnih kolektora. Solarni kolektori (Poz. 5) su postavljeni u dva reda, pri čemu su u svakom redu - po osam vazdušnih kolektora vezani u kompaktan sistem. Kolektorske baterije su povezane u sistem - paralelno. Solarni medijum u primarnom - solarnom krugu je vazduh. Hladniji vazduh - sa niže kote sale se usisava preko dva usisna kanala sa ručno podešljivim žaluzinama (Poz. 1) na usisnim otvorima - dejstvom aksijalnog ventilatora - poz. 4. Usisani vazduh se usisava preko ugrađenog filtera (Poz. 2) radi filtriranja čestica prašine i potiskuje kroz dva paralelno vezana kolektorska sistema (Poz. 5) gde se dogreva na određenu višu temperaturu (čiji vrednost zavisi od intenziteta sunčevog zračenja, protoka vazduha i spoljne temperature). Topao vazduh se iz solarnih kolektora potiskuje kroz kanalski sistem do izduvnih otvora sa ručno podešljivim žaluzinama (9) - u grejani prostor. U uslovima kada ne postoji potreba za dogrevanjem prostora, ručna trokraka klapna (Poz. 8) se postavlja u položaj koji zatvara dovod toplog vazduha iz kolektora u prostoriju, a otvara kanalski odvod izvan sale - u spoljnu sredinu. Izlaz kanala u spoljnu sredinu je zatvoren mrežicom i žaluzinom sa slobodnim - zatvarajućim/otvarajućim krilcima (Poz. 10). U ovim uslovima se vrši i ventilacija prostora objekta. U toplom kanalskom vodu je ugrađen razmenjivač toplote vazduh - voda (Poz. 7) koji omogućuje grejanje sanitarne potrošne vode za potrebe kupanja. Toplota se iz solarnih kolektora predaje sanitarnoj potrošnoj vodi u jednom primarnom solarnom bojleru sa ugrađenim cevnom razmenjivačem toplote, zapremine od 500 lit. (Poz. 11). Toplota se dalje predaje postojećim (sekundarnim) električnim bojlerima - preko cevno napojne hladne vode, tako da se u njih uvodi predgrejana voda (umesto hladne napojne vode) iz primarnog - solarnog akumulacionog rezervoara - bojlera. Regulacija rada solarne instalacije je automatizovana kako ne bi došlo do kontra efekata u procesu grejanja vode. Za upravljanje radom solarnih kolektora predviđen je upravljački sistem - diferencijalni termostat. Sistem obezbeđuje automatski rad zagrevanja navedenih medija.

Krug vazduha: Solarna instalacija funkcioniše na sledeći način: Pri osunčavanju solarnih kolektora temperatura radnog fluida u njemu (vazduh) raste. Pri dostizanju predložene temperaturske razlike (10°C) između vazduha u solarnim kolektorima i vazduha u objektu, diferencijalni termostat (Poz. 14) uključuje ventilator primarnog kruga - aksijalni ventilator (Poz. 4). Diferencijalni termostat obezbeđuje rad ventilatora sve dok je temperatura vazduha u kolektoru viša od temperature vazduha u objektu za neku zadanu vrednost (10°C).

Krug vode: Topao vazduh zagreva vodu u razmenjivaču toplote (Poz. 6). Čim je temperatura vode u razmenjivaču toplote viša od temperature vode u solarnom bojleru za neku određenu vrednost (5°C), diferencijalni termostat uključuje cirkulacionu pumpu (Poz. 12). Diferencijalni termostat obezbeđuje rad cirkulacione pumpe sve dok je temperatura vode u razmenjivaču toplote viša od temperature vode u solarnom bojleru za neku zadanu vrednost (5°C). Topla radna voda primarnog kruga grejanja vode se iz razmenjivača toplote potiskuje kroz cevni razmenjivač toplote u primarnom bojleru (Poz. 11), pri čemu se toplota predaje vodi u primarnom - solarnom bojleru.

Datu funkciju sistema omogućuje automatika, odnosno sistem sastavljen od diferencijalnog termostata sa dva temperaturna senzora, od kojih je jedan smešten u razmenjivaču toplote, a drugi u primarnom - akumulacionom solarnom rezervoaru - bojleru.

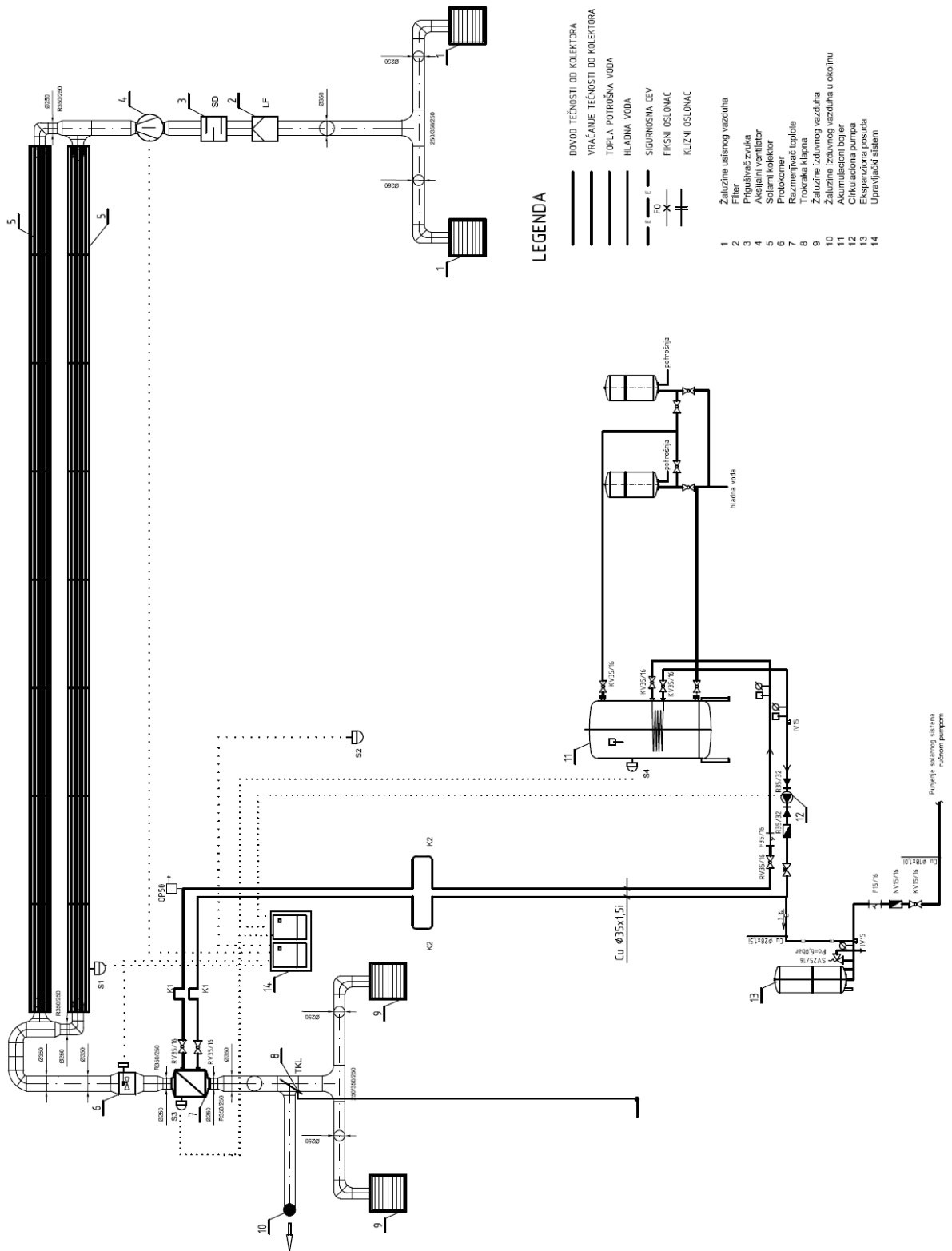
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Kada je temperatura radnog fluida niža od zadate temperaturne diferencije na termostatu (ili niža od temperature vode u akumulacionom rezervoaru - bojleru), diferencijalni termostat isključuje rad cirkulacione solarne pumpe. Postojeći bojleri tople vode u svlačionicama objekta su povezani sa primarnim akumulacionim - solarnim rezervoarom - bojlerom na mestu priključka hladne napojne vode čime je omogućeno da hladna voda ulazi prvo u primarni akumulacioni rezervoar, odakle izlazi kao topla ili predgrejana voda (koja se po potrebi dogreva u postojećim (sekundarnim) bojlerima tople vode na temperaturu od 75 °C, odnosno na željenu temperaturu). Topla voda se dalje razvodi ka postojećim potrošačima u objektu - po postojećoj razvodnoj instalaciji tople vode. Na postojećim bojlerima tople vode ostaju alternativni priključci za direktno napajanje hladnom vodom.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.18. Šema solarne instalacije za grejanje prostora i sanitarne potrošne vode u jednoj školi

6.3. Primeri izvedenih solarnih postrojenja

Primer 1. Solarno postrojenje za grejanje sanitarne potrošne vode u Opštoj bolnici „Đorđe Joanović“ - Zrenjanin¹

Od kraja 2009. godine je u radu solarna instalacija u Opštoj bolnici „Đorđe Joanović“ u Zrenjaninu. Toplota dobijena iz solarnih kolektora koristi se za predgrevanje vode za potrebe Bolnice. Solarni kolektori su postavljeni na nosećoj konstrukciji iznad novoformiranog parkinga u krugu Bolnice. Kolektorsko polje čini 4 reda sa po 50 kolektora koji su cevovodom i najkraćim putem povezani sa energanom gde se nalazi ostala prateća oprema (pločasti razmenjivač toplote, akumulacioni bojler, pumpe i dr.) - Slika 6.19. Osnovni parametri instalisanog postrojenja su:

- Ukupna površina kolektora:
 - bruto $200 \times 2.04 \text{ m}^2 = 408 \text{ m}^2$
 - neto apsorbujuća $200 \times 1.76 \text{ m}^2 = 352 \text{ m}^2$

- Procenjena - projektovana neto korisna energija solarnog postrojenja:
 - Godišnja (min) = 267,74 MWh
 - Za 30 godina = 8.032 MWh
 - Za 50 godina = 13.387 MWh

- Ekvivalentna količina supstituisanog zemnog gasa:
 - Godišnje(min) = 29.680 m³
 - Za 30 godina = 890.400 m³
 - Za 50 godina = 1.484.000 m³

- Ekološki efekti:

Smanjenje emisije CO₂ u atmosferu zbog korišćenja sunčeve energije:

- Godišnje (min) = 67.335,4 kg
- Za 30 godina = 2.020.062 kg
- Za 50 godina = 3.366.770 kg

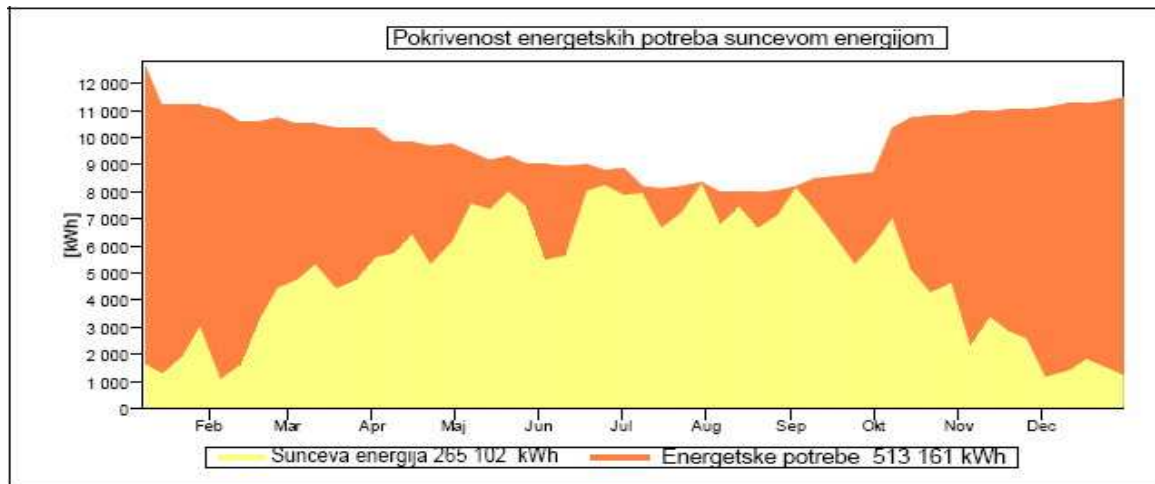
Učešće sunčeve energije u celokupnoj energetske potrošnji prikazano je kompjuterskom simulacijom i dijagramskim prikazom (Slika 6.19) gde se uočava da u letnjem periodu solarno postrojenje skoro u potpunosti pokriva predviđene potrebe, dok je u zimskom periodu potrebno korišćenje dodatnog izvora toplote.

¹ Predmetno postrojenje je realizovano donacijom Slovak Aid-a i uz pomoć Sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine AP Vojvodine

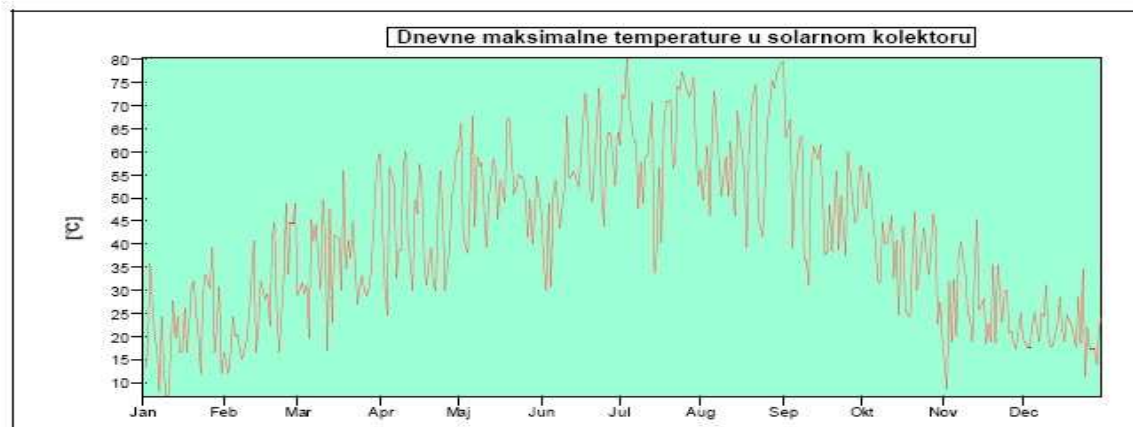
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Prema kompjuterskoj simulaciji se uočava da u letnjem periodu postrojenje skoro u potpunosti pokriva postavljene zahteve, dok je u zimskom periodu potrebno angažovanje dodatnog izvora toplote. Učešće sunčeve energije u celokupnoj energetskej potrošnji prikazano je na slici 6.20, a dnevne maksimalne temperature na solarnom kolektoru - na slici 6.21.



Slika 6.20. Pokrivenost energetskih potreba sunčevom energijom

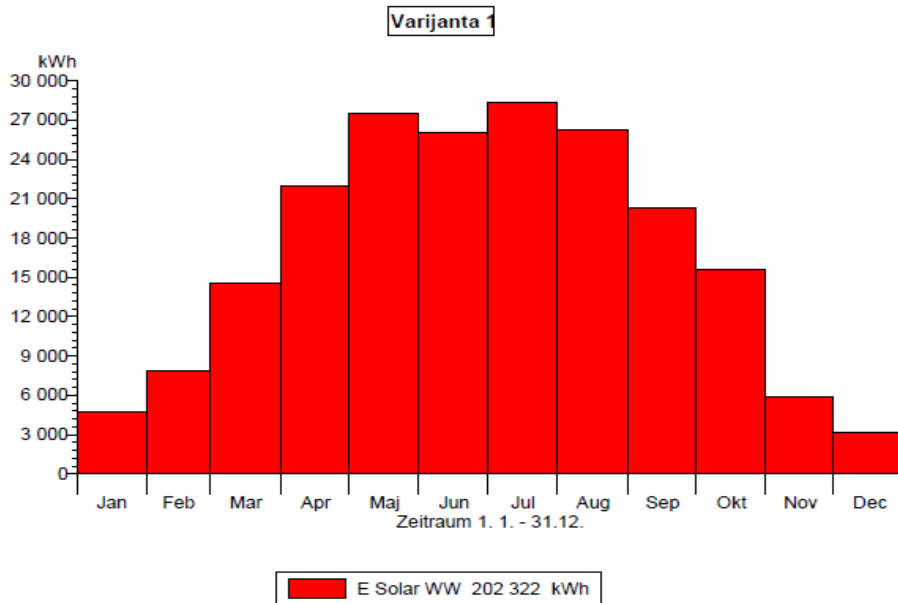


Slika 6.21. Dnevne maksimalne temperature u solarnim kolektorima

Izrađene kompjuterske simulacije su pokazale da je u datim klimatskim i radnim uslovima moguće iz polja solarnih kolektora dobiti godišnje minimalno oko 202.322 kWh toplotne energije. Maksimum produkcije je u julu mesecu, sa oko 28.384 kWh, a minimum u decembru mesecu - sa oko 3.198 kWh (Slika 6.22).

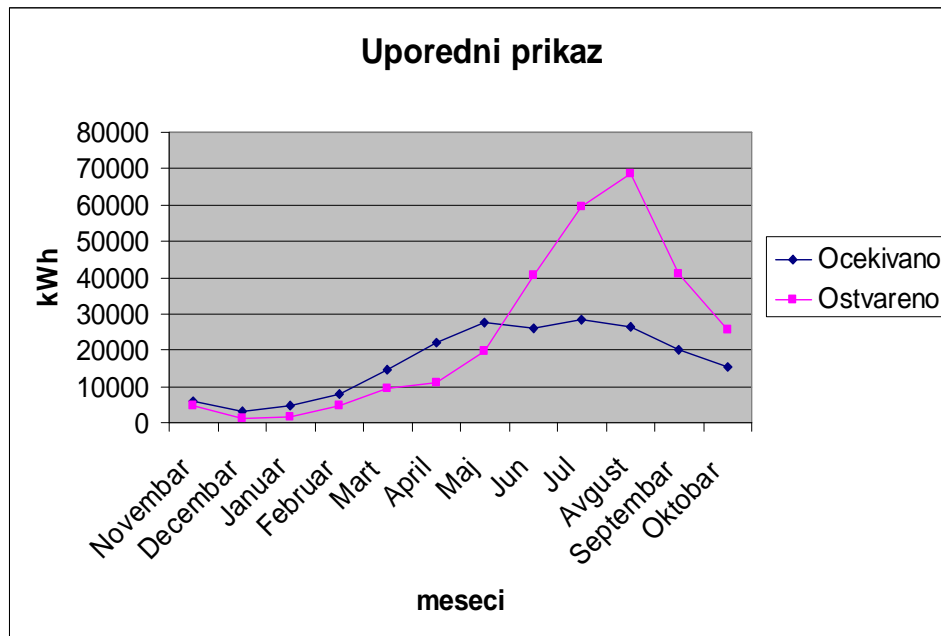
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.22. Ukupna godišnja produkcija toplotne energije

Nakon jednogodišnjih merenja, pokazalo se da solarno postrojenje ostvaruje veće energetske efekte od proračunskih kako to pokazuje dijagram na slici 6.23. Međutim, uočeno je da je postrojenje u početnom periodu od puštanja u rad (novembar, 2009.) do juna meseca (2010.) - u probnom radu imalo problema sa automatikom koja je bazirala na inicijalnom pokretanju cirkulacionih pumpi - presostatom. Izgled izvedenog solarnog postrojenja prikazan je na slici 6.24.



Slika 6.23. Uporedni prikaz očekivanih i ostvarenih energetske efekata solarnog postrojenja u Opštoj bolnici u Zrenjaninu

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.24. Solarno postrojenje u Opštoj bolnici "Dr Đorđe Joanović" u Zrenjaninu

Tabela 7.1. Izvod iz energetske efekata solarnog postrojenja

13.3.2010	110.8 kWh	22.5.2010	618.7 kWh	8.7.2010	2 676.8 kWh
14.3.2010	28.4 kWh	23.5.2010	475.6 kWh	9.7.2010	3 608.5 kWh
15.3.2010	382.0 kWh	24.5.2010	712.4 kWh	10.7.2010	3 291.7 kWh
16.3.2010	342.0 kWh	25.5.2010	938.8 kWh	11.7.2010	3 499.7 kWh
17.3.2010	683.7 kWh	26.5.2010	874.8 kWh	12.7.2010	2 257.8 kWh
18.3.2010	584.4 kWh	27.5.2010	947.2 kWh	13.7.2010	2 499.2 kWh
19.3.2010	755.0 kWh	28.5.2010	870.2 kWh	14.7.2010	1 149.4 kWh
20.3.2010	619.7 kWh	29.5.2010	531.7 kWh	15.7.2010	1 025.3 kWh
21.3.2010	545.6 kWh	30.5.2010	626.9 kWh	16.7.2010	1 047.3 kWh
22.3.2010	559.3 kWh	31.5.2010	68.3 kWh	17.7.2010	873.2 kWh
23.3.2010	49.4 kWh	1.6.2010	90.0 kWh	18.7.2010	704.5 kWh
24.3.2010	369.2 kWh	2.6.2010	152.9 kWh	19.7.2010	615.0 kWh
25.3.2010	422.8 kWh	3.6.2010	458.9 kWh	20.7.2010	803.5 kWh
26.3.2010	466.1 kWh	4.6.2010	212.2 kWh	21.7.2010	840.0 kWh
27.3.2010	274.3 kWh	5.6.2010	547.2 kWh	22.7.2010	870.9 kWh
28.3.2010	403.3 kWh	6.6.2010	874.9 kWh	23.7.2010	906.2 kWh
29.3.2010	701.5 kWh	7.6.2010	941.1 kWh	24.7.2010	581.5 kWh
30.3.2010	323.3 kWh	8.6.2010	947.8 kWh	25.7.2010	173.6 kWh
31.3.2010	471.7 kWh	9.6.2010	1 027.0 kWh	26.7.2010	1 241.3 kWh
1.4.2010	441.6 kWh	10.6.2010	891.3 kWh	27.7.2010	1 128.4 kWh
2.4.2010	302.7 kWh	11.6.2010	1 014.8 kWh	28.7.2010	1 788.4 kWh
3.4.2010	592.4 kWh	12.6.2010	1 017.9 kWh	29.7.2010	2 828.1 kWh
4.4.2010	552.6 kWh	13.6.2010	762.3 kWh	30.7.2010	2 296.2 kWh
5.4.2010	201.9 kWh	14.6.2010	1 018.0 kWh	31.7.2010	1 289.2 kWh
6.4.2010	0.0 kWh	15.6.2010	915.1 kWh	1.8.2010	2 331.4 kWh
7.4.2010	236.0 kWh	16.6.2010	665.8 kWh	2.8.2010	3 251.5 kWh
8.4.2010	650.2 kWh	17.6.2010	21.8 kWh	3.8.2010	2 721.2 kWh
9.4.2010	540.0 kWh	18.6.2010	2 551.1 kWh	4.8.2010	1 625.9 kWh
10.4.2010	293.9 kWh	19.6.2010	2 467.1 kWh	5.8.2010	2 087.8 kWh
11.4.2010	121.9 kWh	20.6.2010	2 379.7 kWh	6.8.2010	1 284.2 kWh
12.4.2010	219.9 kWh	21.6.2010	2 591.0 kWh	7.8.2010	2 690.3 kWh
13.4.2010	163.4 kWh	22.6.2010	499.3 kWh	8.8.2010	2 518.3 kWh
14.4.2010	255.3 kWh	23.6.2010	2 963.7 kWh	9.8.2010	2 544.7 kWh

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

15.4.2010	433.6 kWh	24.6.2010	2 013.1 kWh	10.8.2010	2 378.6 kWh
16.4.2010	435.4 kWh	25.6.2010	2 235.2 kWh	11.8.2010	2 729.4 kWh
17.4.2010	648.4 kWh	26.6.2010	968.2 kWh	12.8.2010	2 283.9 kWh
18.4.2010	454.9 kWh	27.6.2010	707.1 kWh	31.8.2010	1 224.7 kWh
19.4.2010	6.8 kWh	28.6.2010	2 991.8 kWh	1.9.2010	422.6 kWh
20.4.2010	568.0 kWh	29.6.2010	3 611.9 kWh	2.9.2010	1 141.0 kWh
21.4.2010	648.3 kWh	30.6.2010	3 144.5 kWh	3.9.2010	2 008.1 kWh
22.4.2010	64.5 kWh	1.7.2010	3 579.1 kWh	4.9.2010	1 692.4 kWh
23.4.2010	615.6 kWh	2.7.2010	3 856.4 kWh	5.9.2010	1 574.1 kWh
24.4.2010	175.0 kWh	3.7.2010	3 095.9 kWh	6.9.2010	1 300.7 kWh
25.4.2010	567.2 kWh	4.7.2010	3 411.0 kWh	7.9.2010	739.0 kWh
26.4.2010	575.4 kWh	5.7.2010	2 178.3 kWh	8.9.2010	1 239.2 kWh
27.4.2010	636.9 kWh	6.7.2010	3 221.1 kWh	9.9.2010	1 390.4 kWh
28.4.2010	562.1 kWh	7.7.2010	2 124.6 kWh	10.9.2010	93.3 kWh
11.9.2010	747.7 kWh	28.10.2010	679.3 kWh	25.1.2011	620.9 kWh
12.9.2010	1 496.1 kWh	29.10.2010	917.1 kWh	26.1.2011	32.1 kWh
13.9.2010	1 446.7 kWh	30.10.2010	1 105.3 kWh	27.1.2011	0.0 kWh
14.9.2010	1 812.5 kWh	31.10.2010	1 140.8 kWh	28.1.2011	199.4 kWh
15.9.2010	2 134.6 kWh	1.11.2010	536.9 kWh	29.1.2011	578.2 kWh
16.9.2010	2 369.0 kWh	2.11.2010	670.1 kWh	30.1.2011	385.2 kWh
17.9.2010	979.1 kWh	3.11.2010	751.9 kWh	31.1.2011	0.0 kWh
18.9.2010	552.8 kWh	4.11.2010	901.5 kWh	1.2.2011	0.0 kWh
19.9.2010	33.4 kWh	5.11.2010	1 054.0 kWh	2.2.2011	0.0 kWh
20.9.2010	1 870.0 kWh	6.11.2010	994.4 kWh	3.2.2011	0.0 kWh
21.9.2010	2 385.4 kWh	7.11.2010	643.6 kWh	4.2.2011	0.0 kWh
22.9.2010	2 401.9 kWh	8.11.2010	102.2 kWh	5.2.2011	844.2 kWh
23.9.2010	2 113.0 kWh	9.11.2010	0.0 kWh	6.2.2011	930.8 kWh
24.9.2010	1 571.3 kWh	10.11.2010	181.1 kWh	7.2.2011	1 034.6 kWh
25.9.2010	691.0 kWh	11.11.2010	667.0 kWh	8.2.2011	435.2 kWh
26.9.2010	1 315.4 kWh	12.11.2010	828.0 kWh	9.2.2011	368.1 kWh
27.9.2010	1 360.6 kWh	13.11.2010	877.7 kWh	10.2.2011	323.3 kWh
28.9.2010	2 307.4 kWh	14.11.2010	1 002.4 kWh	11.2.2011	254.3 kWh
29.9.2010	544.9 kWh	15.11.2010	1 060.9 kWh	12.2.2011	95.3 kWh
30.9.2010	1 033.7 kWh	16.11.2010	776.7 kWh	13.2.2011	0.0 kWh
1.10.2010	1 054.5 kWh	17.11.2010	290.7 kWh	14.2.2011	0.0 kWh
2.10.2010	1 135.7 kWh	18.11.2010	617.1 kWh	15.2.2011	0.0 kWh
3.10.2010	825.9 kWh	19.11.2010	250.8 kWh	16.2.2011	1.5 kWh
4.10.2010	331.9 kWh	1.1.2011	0.0 kWh	17.2.2011	0.0 kWh
5.10.2010	169.2 kWh	2.1.2011	0.0 kWh	18.2.2011	103.2 kWh
6.10.2010	1 157.2 kWh	3.1.2011	0.0 kWh	19.2.2011	0.0 kWh
7.10.2010	1 466.0 kWh	4.1.2011	0.0 kWh	20.2.2011	0.0 kWh
8.10.2010	919.5 kWh	5.1.2011	0.0 kWh	21.2.2011	0.0 kWh
9.10.2010	1 887.6 kWh	6.1.2011	0.0 kWh	22.2.2011	0.0 kWh
10.10.2010	1 562.2 kWh	7.1.2011	0.0 kWh	23.2.2011	0.0 kWh
11.10.2010	1 594.8 kWh	8.1.2011	0.0 kWh	24.2.2011	0.0 kWh
12.10.2010	1 427.7 kWh	9.1.2011	0.0 kWh	25.2.2011	0.0 kWh
13.10.2010	1 333.7 kWh	10.1.2011	0.0 kWh	26.2.2011	0.1 kWh

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

14.10.2010	0.0 kWh	11.1.2011	0.0 kWh	27.2.2011	265.6 kWh
15.10.2010	1 067.1 kWh	12.1.2011	0.0 kWh	28.2.2011	0.0 kWh
16.10.2010	0.0 kWh	13.1.2011	0.0 kWh	1.3.2011	0.0 kWh
17.10.2010	179.8 kWh	14.1.2011	176.7 kWh	2.3.2011	0.0 kWh
18.10.2010	0.0 kWh	15.1.2011	0.0 kWh	3.3.2011	0.0 kWh
19.10.2010	0.0 kWh	16.1.2011	667.0 kWh	4.3.2011	145.5 kWh
20.10.2010	0.0 kWh	17.1.2011	824.3 kWh	5.3.2011	21.2 kWh
21.10.2010	890.3 kWh	18.1.2011	49.3 kWh	6.3.2011	0.7 kWh
22.10.2010	1 352.8 kWh	19.1.2011	0.0 kWh	7.3.2011	426.5 kWh
23.10.2010	1 304.4 kWh	20.1.2011	0.0 kWh	8.3.2011	485.6 kWh
24.10.2010	644.3 kWh	21.1.2011	0.0 kWh	9.3.2011	532.1 kWh
25.10.2010	166.8 kWh	22.1.2011	0.0 kWh	10.3.2011	508.7 kWh
26.10.2010	0.0 kWh	23.1.2011	0.0 kWh	11.3.2011	662.7 kWh
27.10.2010	1 093.4 kWh	24.1.2011	36.1 kWh	12.3.2011	486.1 kWh
3.3.2011	0.0 kWh	20.4.2011	703.1 kWh	7.6.2011	984.4 kWh
4.3.2011	145.5 kWh	21.4.2011	726.0 kWh	8.6.2011	823.8 kWh
5.3.2011	21.2 kWh	22.4.2011	675.7 kWh	9.6.2011	923.6 kWh
6.3.2011	0.7 kWh	23.4.2011	498.6 kWh	10.6.2011	279.9 kWh
7.3.2011	426.5 kWh	24.4.2011	288.1 kWh	11.6.2011	394.2 kWh
8.3.2011	485.6 kWh	25.4.2011	449.6 kWh	12.6.2011	513.2 kWh
9.3.2011	532.1 kWh	26.4.2011	473.6 kWh	13.6.2011	1 144.9 kWh
10.3.2011	508.7 kWh	27.4.2011	394.0 kWh	14.6.2011	1 129.6 kWh
11.3.2011	662.7 kWh	28.4.2011	137.7 kWh	15.6.2011	684.4 kWh
12.3.2011	486.1 kWh	29.4.2011	397.1 kWh	16.6.2011	1 145.1 kWh
13.3.2011	273.8 kWh	30.4.2011	448.5 kWh	17.6.2011	1 145.6 kWh
14.3.2011	148.0 kWh	1.5.2011	24.6 kWh	18.6.2011	1 080.4 kWh
15.3.2011	436.0 kWh	2.5.2011	518.7 kWh	19.6.2011	712.5 kWh
16.3.2011	157.3 kWh	3.5.2011	233.0 kWh	20.6.2011	773.0 kWh
17.3.2011	216.8 kWh	4.5.2011	120.7 kWh	21.6.2011	1 166.4 kWh
18.3.2011	103.4 kWh	5.5.2011	647.0 kWh	22.6.2011	1 185.5 kWh
19.3.2011	0.0 kWh	6.5.2011	833.3 kWh	23.6.2011	1 223.9 kWh
20.3.2011	0.0 kWh	7.5.2011	0.0 kWh	24.6.2011	1 009.7 kWh
21.3.2011	63.6 kWh	8.5.2011	0.0 kWh	25.6.2011	840.4 kWh
22.3.2011	565.5 kWh	9.5.2011	330.8 kWh	26.6.2011	713.2 kWh
23.3.2011	597.8 kWh	10.5.2011	947.4 kWh	27.6.2011	757.1 kWh
24.3.2011	613.3 kWh	11.5.2011	1 066.5 kWh	28.6.2011	444.9 kWh
25.3.2011	759.6 kWh	12.5.2011	1 108.7 kWh	29.6.2011	725.7 kWh
26.3.2011	409.4 kWh	13.5.2011	679.1 kWh	30.6.2011	565.6 kWh
27.3.2011	216.2 kWh	14.5.2011	1 112.0 kWh	1.7.2011	498.9 kWh
28.3.2011	115.9 kWh	15.5.2011	856.7 kWh	2.7.2011	620.5 kWh
29.3.2011	449.2 kWh	16.5.2011	8.1 kWh	3.7.2011	1 002.3 kWh
30.3.2011	530.8 kWh	17.5.2011	227.0 kWh	4.7.2011	607.7 kWh
31.3.2011	513.9 kWh	18.5.2011	955.4 kWh	5.7.2011	886.6 kWh
1.4.2011	364.0 kWh	19.5.2011	1 061.6 kWh	6.7.2011	1 023.7 kWh
2.4.2011	643.5 kWh	20.5.2011	1 114.9 kWh	7.7.2011	1 083.0 kWh
3.4.2011	545.9 kWh	21.5.2011	658.3 kWh	8.7.2011	1 164.9 kWh

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

4.4.2011	672.2 kWh	22.5.2011	784.7 kWh	9.7.2011	1 206.2 kWh
5.4.2011	16.1 kWh	23.5.2011	791.0 kWh	10.7.2011	1 179.1 kWh
6.4.2011	639.3 kWh	24.5.2011	1 020.5 kWh	11.7.2011	1 071.0 kWh
7.4.2011	617.9 kWh	25.5.2011	721.5 kWh	12.7.2011	1 223.3 kWh
8.4.2011	469.5 kWh	26.5.2011	1 115.9 kWh	13.7.2011	1 079.9 kWh
9.4.2011	538.3 kWh	27.5.2011	924.3 kWh	14.7.2011	1 099.0 kWh
10.4.2011	555.6 kWh	28.5.2011	931.4 kWh	15.7.2011	1 054.3 kWh
11.4.2011	603.8 kWh	29.5.2011	879.2 kWh	16.7.2011	979.4 kWh
12.4.2011	567.4 kWh	30.5.2011	1 171.6 kWh	17.7.2011	1 126.3 kWh
13.4.2011	92.1 kWh	31.5.2011	1 063.0 kWh	18.7.2011	1 113.7 kWh
14.4.2011	194.8 kWh	1.6.2011	1 003.1 kWh	19.7.2011	1 142.5 kWh
15.4.2011	33.9 kWh	2.6.2011	691.7 kWh	20.7.2011	488.2 kWh
16.4.2011	230.2 kWh	3.6.2011	971.6 kWh	21.7.2011	597.4 kWh
17.4.2011	377.1 kWh	4.6.2011	942.2 kWh	22.7.2011	773.4 kWh
18.4.2011	700.8 kWh	5.6.2011	1 065.9 kWh	23.7.2011	1 216.2 kWh
19.4.2011	516.6 kWh	6.6.2011	952.1 kWh	24.7.2011	4 330.9 kWh

Primer 2. Solarno postrojenje za grejanje sanitarne potrošne vode u Domu učenika srednjih škola „Angelina Kojić-Gina” u Zrenjaninu²

Od kraja 2009. godine je u radu solarna instalacija u Domu učenika srednjih škola „Angelina Kojić-Gina” u Zrenjaninu. Toplota dobijena iz solarnih kolektora koristi se za predgrevanje vode za potrebe Doma. Solarni kolektori su postavljeni na nosećoj konstrukciji iznad krova objekta za boravak učenika. Kolektorsko polje čini 4 reda sa po 20 kolektora koji su cevovodom i najkraćim putem povezani sa solarnom podstanicom gde se nalazi ostala prateća oprema (pločasti razmenjivač toplote, akumulacioni bojler, pumpe i dr.) - Slika 6.25. Osnovni parametri instalisanog postrojenja su:

- *Ukupna površina kolektora:*

- bruto $80 \times 2.04 \text{ m}^2 = 163.2 \text{ m}^2$
- neto apsorbujuća $80 \times 1.74 \text{ m}^2 = 140.8 \text{ m}^2$

- *Procenjena - projektovana neto korisna energija solarnog postrojenja:*

- Godišnje (min) = 94.2 MWh
- Za 30 godina = 2.826 MWh
- Za 50 godina = 4.710 MWh

- *Ekvivalentna količina supstituisanog zemnog gasa:*

- Godišnje(min) = 10.300 m³
- Za 30 godina = 309.000 m³
- Za 50 godina = 515.000 m³

- *Ekološki efekti:*

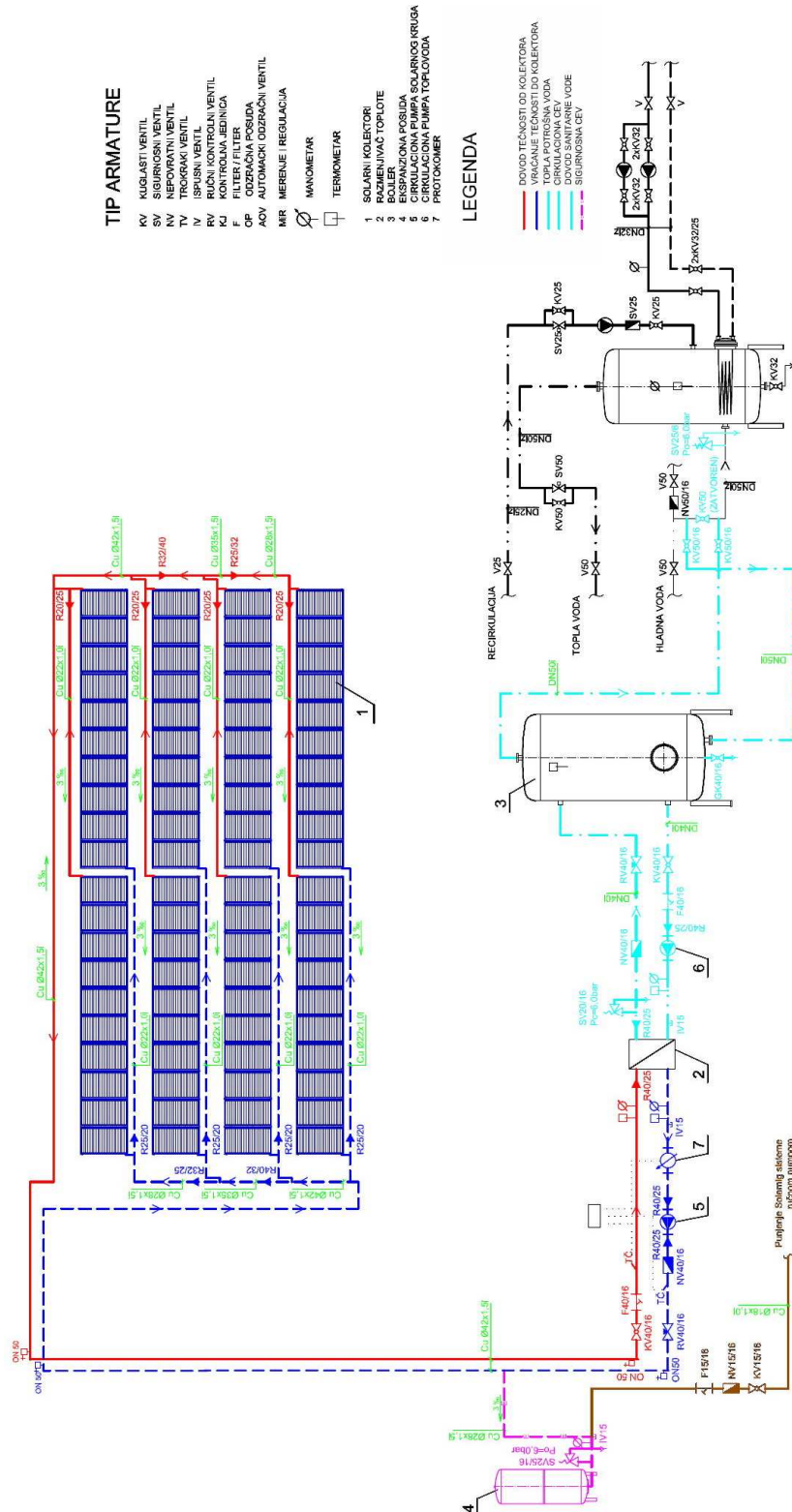
Smanjenje emisije CO₂ u atmosferu zbog korišćenja sunčeve energije:

- Godišnje(min) = 23.365 kg
- Za 30 godina = 700.950 kg
- Za 50 godina = 168.250 kg

² Predmetno postrojenje je realizovano donacijom Slovak Aid-a (sistem sa 72 solarna kolektora) i uz sufinansiranje Doma učenika (8 solarna kolektora + noseća konstrukcija kolektora).

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

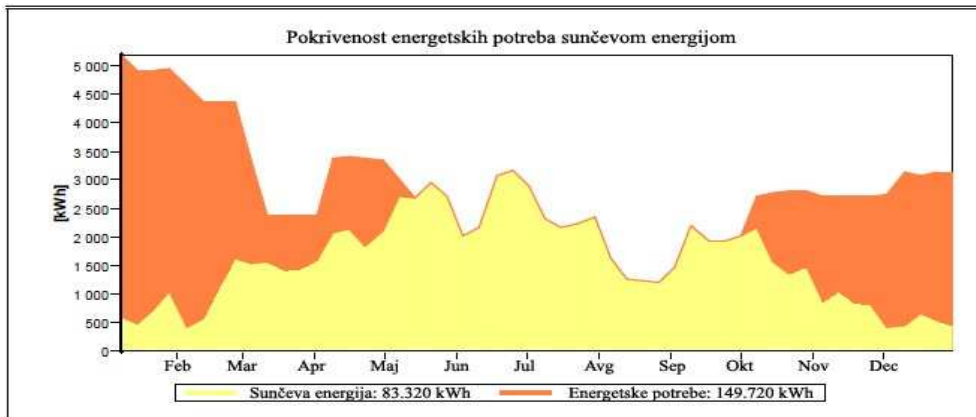


Slika 6.25. Šema solarne instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode u Domu učenika srednjih škola „Angelina Kojić-Gina” u Zrenjaninu

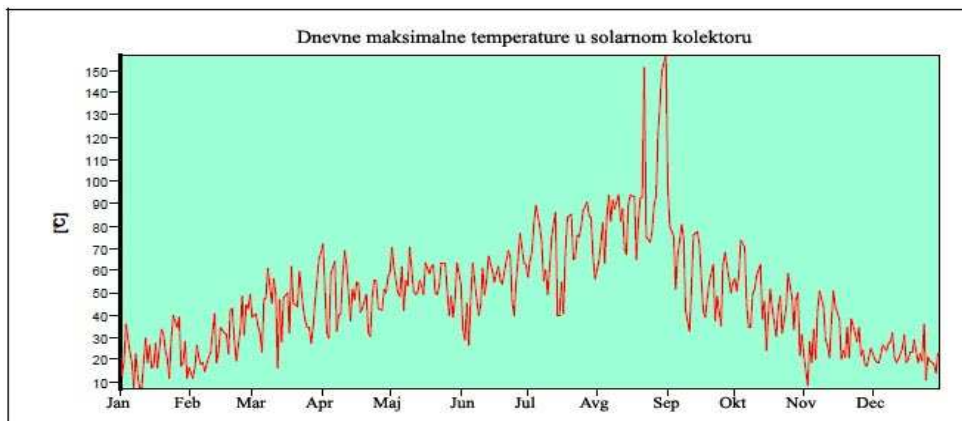
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Prema kompjuterskoj simulaciji se uočava da u letnjem periodu nije predviđeno korišćenje postrojenja, obzirom da su učenici na raspustu. Međutim, situacija se menja obzirom da Dom radi leti kao hostel, a takođe funkcioniše i kuhinja za centralnu pripremu hrane - u socijalne svrhe. U zimskom periodu je potrebno angažovanje dodatnog izvora toplote. Učešće sunčeve energije je (prilikom izgradnje postrojenja) u celokupnoj energetskej potrošnji prikazano na slici 6.26, a dnevne maksimalne temperature na solarnom kolektoru - na slici 6.27.



Slika 6.26. Pokrivenost energetskih potreba sunčevom energijom

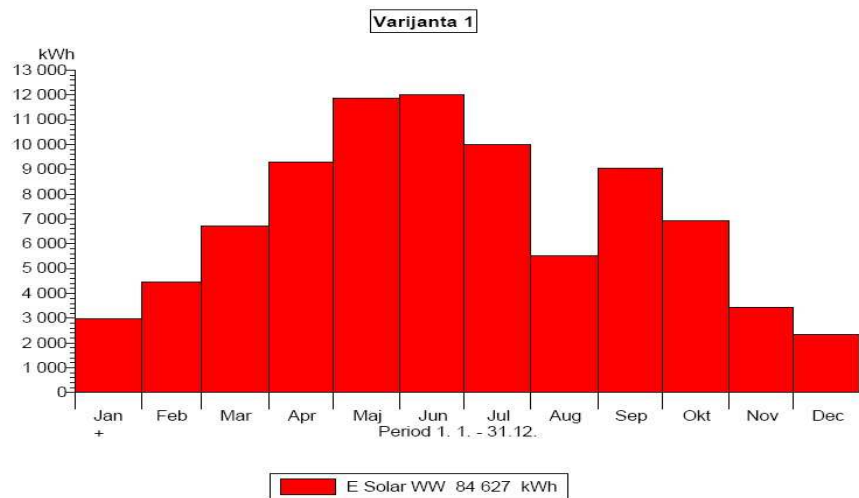


Slika 6.27. Dnevne maksimalne temperature u solarnim kolektorima

Ukupna proračunska godišnja produkcija toplote za instalaciju sa 80 kolektora prikazana je na dijagramu - slika 6.28, a na slici 6.29 je dat izgled polja solarnih kolektora smeštenih na krovu Doma.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 6.28. Ukupna proračunska godišnja produkcija toplotne energije iz solarnog postrojenja - u skladu sa dinamikom potrošnje u Domu (jul, avgust - smanjeno korišćenje zbog znatno smanjenog korišćenja smeštajnih kapaciteta u Domu)



Slika 6.29. Solarni kolektori na krovu Doma učenika srednjih škola „Angelina Kojić-Gina” u Zrenjaninu

Primer 3. Solarno postrojenje za grejanje sanitarne potrošne vode u Domu učenika u Mužlji (Zrenjanin)

5. Solarno grejanje Doma za učenike u Mužlji i priprema sanitarne tople vode u periodu od 2002 do 2009.

Objekat je pušten u funkciju maja 2002. godine. Solarni kolektori su montirani na južnoj polovini krova objekta pod uglom od 30° sa odstupanjem od pravca juga prema zapadu za 15° . Formacija kolektora je 2 x 12 komada, a površina kolektorskog polja je 50 m^2 .

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Toplotnu energiju za grejanje objekta i sanitarne vode obezbeđuju tri bojlera na zemni gas, kotao na čvrsto gorivo i solarni kolektori. Toplu sanitarnu vodu obezbeđuju dva bojlera sa dvostrukim razmenjivačkim snopom, zapremine po 500 litara, a za podno grejanje prostorija ugrađen je bojler od 250 litara.



Slika 6.30. Kolektorsko polje na krovu Doma

Kompletan sistem radi automatski, sem kotla na čvrsto gorivo. Izbor veličine kolektora izvršen je na osnovu raspoložive površine krova zgrade sa južne strane. Na krovu Doma je postavljeno 24 kolektora, jedinične aktivne (neto) površine od 2,15m².

Tabela 6.2. Raspoloživa toplotna energija od solarnih kolektora

Mesec	Id Wh/m ² dan	Uk. step. isk.	Wh/m ² dan	Wh/m ² mes	Uk. kWh/mes
Januar	2353	0,454	1068	33.100	1.708
Februar	3290	0,464	1527	42.800	2.208
Mart	4450	0,487	2167	67.200	3.468
April	5060	0,513	2596	77.900	4.020
Maj	6050	0,534	3231	100.200	5.170
Juni	6032	0,540	3257	97.700	5.042
Juli	6222	0,540	3360	104.200	5.376
Avgust	6195	0,538	3333	103.300	5.330
Septembar	5429	0,530	2877	86.300	4.452
Oktobar	3923	0,495	1942	60.200	3.106
Novembar	2452	0,484	1187	35.610	1.837
Decembar	1985	0,444	873	27.100	1.400

Tabela 6.3. Energetski bilans

Mesec	Dobijena solarna energija		Prosečna potrošnja zemnog gasa [m ³ /mes]	Solarno (ekv.) + potrošnja z. gasa [m ³ /mes]	Ukupna (stvarna) potrošnja energije [m ³ /mes]	Neiskorišćena solarna energija - ekvivalentna [z. gasu] m ³ /mes
	[kWh/mes]	supstituisana količina zemnog gasa [m ³ /mes]				
Januar	1.708	244	1.939	2.183	2.293	
Februar	2.208	315	1.537	1.852	1.725	

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mart	3.468	495	1.096	1.591	1.545	
April	4.020	574	228	802	917	
Maj	5.170	738	154	892	658	- 234
Juni	5.042	720	123	843	675	- 145
Juli	5.376	768	66	834	698	- 136
Avgust	5.330	761	81	842	698	- 144
Septembar	4.452	636	193	829	675	- 154
Oktobar	3.106	443	278	721	996	
Novembar	1.837	263	1161	1.424	1.703	
Decembar	1.400	200	1.504	1.704	2.085	
Ukupno:	43.020	6.142	7.759	13.901	14.668	

Iz tabele 6.3 se vidi da od raspoložive energije solarnog sistema koja za godinu dana iznosi 43.020 kWh (što zamenjuje 6.142 m³ zemnog gasa) u letnjem periodu je neiskorišćena količina energije ekvivalentna količini od 813 m³ zemnog gasa. Energetski bilans pokazuje da se korišćenjem instalisanog solarnog sistema godišnje uštedi oko 5.300 m³ zemnog gasa, čime se solarna instalacija otplatila za oko 5 godina.

Zaključak Poglavlja 6

Istraživanja i komercijalna primena u oblasti tehnologija za korišćenje sunčeve energije u procesima grejanja i proizvodnje električne energije – imaju u proteklim decenijama za rezultat – dovoljno pokazatelja i praktičnih iskustava – da se može reći da su ove tehnologije, uglavnom, prevazišle baznu istraživačku i eksperimentalnu fazu, te da su dostigle značajan stepen praktične primenljivosti i komercijalne zrelosti. Naravno, to ne znači da nisu potrebna dalja istraživanja u smeru osvajanja novih, efikasnijih, tehnološkičnijih i efikasnijih rešenja pogodnih za širu i dalju primenu u praksi – u svakodnevnom životu i radu – kao i sistemi pouzdani i dovoljno efikasni u smislu korišćenja u različitim procesima grejanja (vode, prostora i dr.), predušenja i sušenja (poljoprivrednih i industrijskih proizvoda), proizvodnji električne energije za svakodnevne potrebe i sl. Može se zaključiti da svetska solarna industrija, već danas, raspolaže pouzdanim tehnologijama i dugogodišnjim iskustvom praktične primene. U tom smislu, sistemi za korišćenje sunčeve energije za različite niže temperaturne procese (do 100 °C) su prihvatljivo pouzdani, efikasni i komercijalno zreli. To se, pre svega, odnosi na korišćenje toplotnog dejstva nižetemperaturnom konverzijom sunčevog zračenja u toplotu – za potrebe grejanja sanitarne potrošne vode (u svim segmentima korišćenja – od domaćinstava, turističkih objekata, ustanova – do industrije), tehničke vode (u agroindustrijskim i industrijskim procesima) i dr.

Korišćenje nižetemperaturnih solarnih postrojenja (solarnih kolektora) u procesima predušenja ili sušenja poljoprivrednih proizvoda ili u industriji – industrijskih proizvoda (proces koji zahtevaju radne temperature do 100 °C) je praktično primenljivo – bilo direktno – predgrevanjem agensa sušenja (vazduha i drugih gasova) – u vazдушnim kolektorima, bilo indirektno – putem solarnih kolektora sa tečnim radnim medijumom.

Ne sme se izgubiti iz vida činjenica da i nižetemperaturni solarni sistemi (kolektori) omogućuju u višetemperaturnim procesima – predgrevanje. Jer u svim procesima – bili oni niže ili više temperaturni – zagrevanje se vrši od nekih nižih temperatura (temperatura okoline) do nekih, tehnološki potrebnih temperatura.

POGLAVLJE 7

7. PASIVNO SOLARNO GREJANJE

7.1. Principi pasivnog solarnog grejanja objekata

Najekonomičnije grejanje objekata sunčevom energijom sa gledišta investicionih ulaganja i pogonske efikasnosti bazira na principima pasivnog solarnog grejanja.

To su tehnički veoma jednostavni sistemi kojima se omogućuje najneposredniji prijem toplotnog dejstva sunčevog zračenja putem određenih površina i elemenata samih objekata koji se greju. U biti, jednostavnim prilagođavanjem objekata intenzivnijem prijemu sunčeve energije formira se specifičan oblik kolektora zračenja. Osnovna prednost pasivnih solarnih sistema u odnosu na aktivne je u neposrednijem prenosu toplote prostoru koji se greje. Ova toplota se dobija obezbeđenjem intenzivnijeg upada zraka u prostor koji se greje, prilagođavanjem delova površina južnih fasada i krovova vršenju funkcije kolektora sunčevog zračenja, kao i aplikacijom tzv. "staklene bašte" na južne zidove objekata koji se greju. Intenzivniji upad zraka u prostorije obezbeđuje se većim prozorskim površinama na južnim stranama objekata.

Prilagođavanje južnih površina objekata boljem prijemu sunčevog zračenja, najčešće se izvodi bojenjem tih površina tamnom bojom (najčešće crnom) i njihovim zastaklenjem jednostrukom ili dvostrukom staklenom ili plastičnom transparentnom pločom. Na slici 7.1 prikazani su osnovni principi pasivnog solarnog grejanja. U pristupu prilagođavanja objekata ovakvom načinu grejanja, prisutne su dve mogućnosti i koncepcije. Prva, koja se odnosi na već izgrađene objekte, obuhvata aplikativna rešenja kojima se objektu priključuju elementi za obezbeđenje pasivnog grejanja (prilagođavanje južne fasade bojenjem i zastakljivanjem, povećanje mase južnog zida i zastakljivanje - Trombeov efekat, dogradnja staklenika i dr.) - Slika 7.2.

Takođe, po načinu prenosa toplote pasivni sistemi se dele na:

- sisteme kod kojih se obezbeđuje direktan upad sunčevih zraka u grejanu prostoriju (Slika 7.1a);
- sisteme kod kojih se prostor objekta greje toplotom koja prolazi kroz zastakljen zid pri čemu ne dolazi do cirkulacije toplog vazduha iz prostora između staklene ploče i zida u prostoriju koja se greje (Slika 7.1b, 7.2) i
- na sisteme kod kojih postoji cirkulacija vazduha iz kolektorskog prostora u prostor objekta (Slika 7.1c, 7.1d i 7.3c).

Veoma efikasan način prijema sunčeve energije se u praksi ostvaruje tzv. Trombeovim zidom koji je znatno masivniji od običnog, takođe tamno obojen i zastakljen (Slika 7.1b, 7.1c i 7.2). Njime se, osim direktnog apsorbovanja toplote obezbeđuje i duža toplotna akumulacija.

Osim klasične primene Trombeovog zida (Slika 7.2) za grejanje prostorija, postoje i druga modifikovana rešenja.

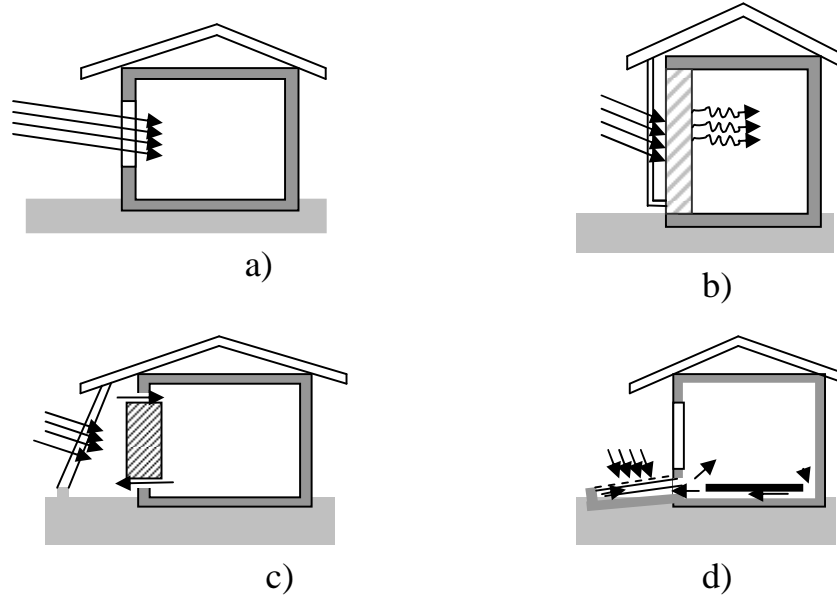
Vrlo je atraktivno pasivno solarno grejanje objekata putem aplikovanih staklenika uz južne zidove objekata koji se greju (Slike 7.1c i 7.3b). Toplota (topli vazduh) iz prostora staklenika transportuje se u prostorije koje se greju - kanalskim razvodom, ili - direktno - dejstvom ventilatora pri čemu se pravilno funkcionisanje obezbeđuje odgovarajućom automatikom. Inertniji sistem sa solarnim staklenikom predstavlja rešenje prikazano na slici 7.3b kod kojeg ne postoji cirkulacija toplog vazduha iz prostora staklenika u grejani prostor. Toplota se predaje grejanoj prostoriji provođenjem toplote kroz zid, a potom konvekcijom i radijacijom sa unutrašnje površine zida.

Sistemi pasivnog grejanja zahtevaju izgradnju nastrešnica, kako bi se u toku leta zbog višeg položaja Sunca sprečilo termičko opterećenje prostorija objekata, odnosno obezbedilo zasenčenje apsorbujućih površina. Ovo zasenčenje može se obezbediti i sađenjem listopadnog drveća sa južne strane

STUDIJA

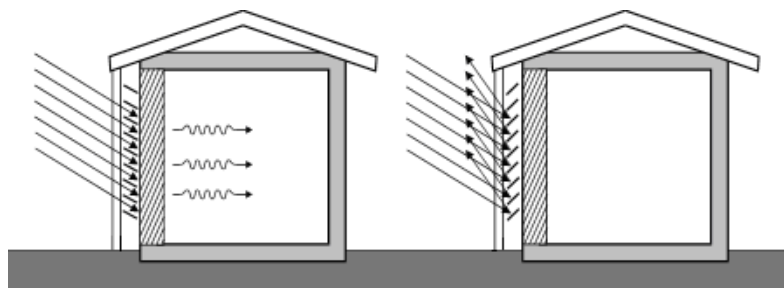
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

objekata, koje bi krošnjama zasenčivalo objekat leti, a zimi zbog opalog lišća omogućilo nesmetan prolaz sunčevim zracima.

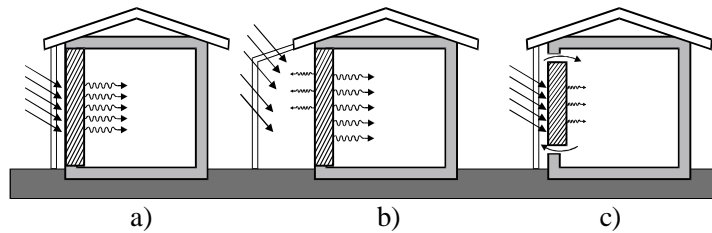


Slika 7.1. Principi pasivnog solarnog grejanja: a) Direktno grejanje prostora zračenjem kroz prozore; b) Indirektno grejanje prostora preko masivnog zida; c) Grejanje prostora solarnim staklenikom; d) Grejanje prostora vazдушnim kolektorom sa prirodnom cirkulacijom.

Veoma je efektivno sprečavanje toplotnog opterećenja prostorija od direktnog upada zraka kroz prozor, pokretnim ili nepokretnim žaluzinama-zastorima. Ovakvim zastorima može se obezbediti manje - više, nesmetan prolaz sunčevim zracima u prostoriju - zimi, a redukovati ukupni upadni svetlosni fluks - leti. Pri tome, osvetljenost prostorija dnevnim difuznim svetlom se održava na ugodnom nivou.



Slika 7.2. Trombeov zid kao južna fasada



Slika 7.3. Pasivni sistemi bez (a i b) i sa (c) cirkulacijom vazduha iz kolektorskog prostora u prostor koji se greje

7.2. Masivan (Trombeov zid)

Sunčevo zračenje pada na Trombeov zid, koji je obojen mat crnom, ili tamnom bojom i zastakljen sa jednim ili više staklenih pokrivača koji se nalaze na međusobnom rastojanju od 2 do 10 cm. Takav zid apsorbira na prijemnoj strani toplotu, koja ga postepeno zagreva (podiže temperaturu) i toplotu provodi ka drugoj unutrašnjoj strani (prema prostoriji) zida. Stoga se može zaključiti da je Trombeov zid istovremeno solarni prijelnik, skladište toplote i grejno telo.

Jedna od varijanti Trombeovog zida je rešenje sa otvorima pri dnu i vrhu zida (Slika 7.1c). Topao vazduh kroz gornji otvor, iz prijemne zone struji u grejanu prostoriju, a hladniji vazduh iz prostorije struji u prijemu zonu - kroz donji otvor. Pospešivanje ovog procesa izvodi se postavljanjem ventilatora u jedan od otvora. Bitan faktor kod ovog načina grejanja je određivanje mase zida (m) na osnovu količine sunčeve energije koja prolazi kroz, najčešće, dvostruko zastakljenje.

Apsorbovana energija (toplota) (Q_z) u zidu uzrokuje porast temperature zida za vrednost $\Delta T = Q_z/m \cdot c$ (gde je c - specifični toplotni kapacitet materijala zida). U suštini, taj porast temperature ne treba da bude prevelik. Kod nekih proračunavanja uzima se u obzir da je oko 2/3 energije ostalo akumulirano (zadržano) u zidu - nije predata okolnim sistemima (okolini - kao gubici i grejanoj prostoriji). To se odnosi na startnu osnovu proračuna. Iz date analize može se uočiti da je Trombeov zid znatno deblji od zidova koji se sreću u gradnji objekata. Ovakav zid je nešto skuplji, a prenos toplote od prednje ka zadnjoj strani zida je relativno spor. Deblji zid od standardnih akumulira više toplote, što znači da zbog toplotne inercije ima manje kolebanja temperature tokom 24 sata. Što je debljina zida veća, toplota kasnije dospeva sa njegove jedne strane na drugu (od prijemne površine do unutrašnje površine u prostoriji - i obrnuto).

U tabeli 7.1 su date vrednosti razlike temperatura dve površine Trombeovog betonskog zida (bez otvora za cirkulaciju vazduha) - temperaturni otklon i sat pojave maksimalne temperature unutrašnje površine zida u toku 24 sata.

Tabela 7.1. Temperaturni otklon i čas temperaturnog maksimuma za masivne betonske zidove raznih debljina

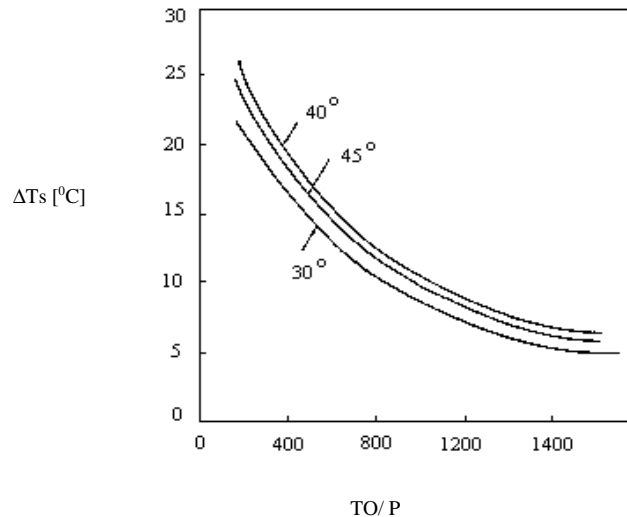
Debljina zida [cm]	Temperaturni otklon [°C]	Čas temperaturnog maksimuma
20	8	18
30	4	20
40	2	22.30
50	1	0.30
60	0,4	4.30

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Iz praktičnih razloga treba na južnoj strani zgrade ostavljati i prozore, tako da je time izveden kombinovan sistem Trombeovog zida i direktnog "zahvata" (direktan prodor sunčevog zračenja u grejanu prostoriju).

Slika 7.4 prikazuje porast temperature u prostorijama objekata u odnosu na temperaturu okoline za vedri sunčani dan kod slučaja kombinovanja direktnog prodora sunčevih zraka i Trombeovog zida.



Slika 7.4. Dijagram porasta temperature prostorija (u odnosu na temperaturu okoline) u zavisnosti od odnosa toplotnog opterećenja i površine južnih prozora pri vedrom sunčanom danu, za različite geografske širine. Važi za direktan upad sunčevih zraka i Trombeov zid

Ovaj porast temperatura dat je u funkciji odnosa toplotnog opterećenja (TO) i površine južnih prozora (P) na objektu, a za nekoliko geografskih širina lokacije.

Tehnička rešenja i odgovarajuća eksperimentalna i teorijska istraživanja vezana za problematiku primene masivnog (Trombe-ovog) zida u sistemu tzv. „pasivnog solarnog grejanja“ baziraju na koncepciji izgradnje masivnog zida čija ozračena površina ima dobre apsorpcione karakteristike, a masa značajnu toplotno-akumulacionu sposobnost. U cilju smanjenja toplotnih gubitaka sa prednje - prijemne strane - zid je pokriven jednostrukim ili najčešće dvostrukim transparentom. U praksi se najčešće primenjuju dve konstruktivne varijante Trombeovog zida od kojih je jedna sa otvorima za termosifonsku cirkulaciju vazduha iz prostora između površine zida i transparenta u grejni prostor - i druga - bez otvora, pri čemu se topla u grejni prostor prenosi kondukcijom (i sa unutrašnje strane zida na vazduh u prostoriji-konvekcijom). Koncepcija „aktivnog“ masivnog zida u sistemu solarnog grejanja različitih prostorija bazira na rešenju koje integriše sledeće funkcije:

- prijem i transformaciju sunčevog zračenja u toplotu (koji je istovetan kao kod klasičnog masivnog zida);
- akumulaciju dela dozračene toplote u materijalu masivnog zida;
- intenzivniji proces predaje toplote unutrašnjim slojevima zida i
- predaju toplote grejnoj prostoriji.

U odnosu na klasičan „pasivan“, „aktivan“ masivan zid se konstruktivno i koncepcijski razlikuje po funkciji datoj pod „c“, zbog čega :

- „aktivan“ masivan zid omogućuje brže akumulisanje toplote u delu i slojevima zida koji su bliži unutrašnjoj površini zida koja predstavlja graničnu površinu grejnog prostora;

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- otpor toplotnim gubicima od grejne prostorije i unutrašnjih slojeva masivnog zida – prema spoljnoj okolini - je veći, a akumulacija u vreme grejanja prostorije je racionalnija (omogućeno je bolje upravljanje tokovima korisne toplotne energije).

Na slikama 7.5 i 7.6 su prikazani primeri pasivnog solarnog grejanja kod objekata različitih namena i spratnosti.



Slika 7.5. Pasivno solarno grejanje kuće sa staklenikom



Slika 7.6. Pasivno i aktivno solarno grejanje kod višespratnih stambenih zgrada

Zaključak Poglavlja 7

Najekonomičnije grejanje objekata sunčevom energijom sa gledišta investicionih ulaganja i pogonske efikasnosti bazira na principima pasivnog solarnog grejanja.

To su tehnički veoma jednostavni sistemi kojima se omogućuje najneposredniji prijem toplotnog dejstva sunčevog zračenja putem određenih površina i elemenata samih objekata koji se greju. U biti, jednostavnim prilagođavanjem objekata intenzivnijem prijemu sunčeve energije formira se specifičan oblik kolektora zračenja. Osnovna prednost pasivnih solarnih sistema u odnosu na aktivne je u neposrednijem prenosu toplote prostoru koji se greje. Ova toplota se dobija obezbeđenjem intenzivnijeg upada zraka u prostor koji se greje, prilagođavanjem delova površina južnih fasada i krovova vršenju funkcije kolektora sunčevog zračenja, kao i aplikacijom tzv. "staklene bašte" na južne zidove objekata koji se greju. Intenzivniji upad zraka u prostorije obezbeđuje se većim prozorskim površinama na južnim stranama objekata.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Prilagođavanje južnih površina objekata boljem prijemu sunčevog zračenja, najčešće se izvodi bojenjem tih površina tamnom bojom (najčešće crnom) i njihovim zastaklenjem jednostrukom ili dvostrukom staklenom ili plastičnom transparentnom pločom.

Tehnologija pasivnog solarnog grejanja je dostigla punu zrelost, kako sa aspekta dužine vremena korišćenja (i bogatog iskustva) ovakvih koncepcija u svetu, tako i zbog relativno jednostavnih konstrukcionih rešenja. Ovakvi sistemi se mogu koristiti kod velikog broja postojećih objekata, a posebno bi trebalo predviđati njihovu primenu kod svih objekata koji se sada projektuju i u bliskoj ili daljoj budućnosti - budu gradili. Neke procene ukazuju da je moguće primeniti ovu tehnologiju gotovo odmah (što se tiče posebne pogodnosti za primenu) kod oko 30 % postojećih objekata. Vojvodina je posebno pogodna za primenu ove koncepcije grejanja (i u urbanim, a posebno u ruralnim sredinama), kako zbog ravničarskog terena, tako i zbog tradicionalnih koncepcija gradnje kuća. Jednostavnost tehnologije pasivnog solarnog grejanja omogućuje da se uz manja (i postupna) ulaganja obezbede značajni energetske efekti u domaćinstvima. Jednostavniji sistemi pasivnog solarnog grejanja se otplaćuju za vrlo kratak vremenski period - od nekoliko godina.

POGLAVLJE 8

8. SOLARNI SISTEMI SA KONCENTRISANJEM SUNČEVOG ZRAČENJA

8.1. Prijemnici sa koncentrisanjem (fokusiranjem) sunčevih zraka - koncentratori

8.1.1. Vrste koncentrišućih sistema

Prijemnici sa koncentrisanjem Sunčevih zraka, koji su danas najčešće u komercijalnoj primeni se dele prema mogućnosti kretanja ("praćenja" Sunca) na statične i pokretne (heliostatske).

Kod statičnih sistema nepokretni su i koncentrator i prijemnik - apsorber, zbog čega se tokom dana menja upadni ugao zraka na prijemni sistem. Pokretni sistemi za koncentrisanje Sunčevih zraka se uglavnom izvode sa pokretnim koncentratorom (ogledalom), a nepokretnim prijemnikom - apsorberom.

Reflektivni koncentratori (ogledala) predstavljaju prijemnike Sunčevog zračenja kod kojih se svetlost reflektuje sa njihove površine i usmerava u pravcu žiže. Koncentrišuće površine prijemnika se mogu generalno podeliti, u zavisnosti od zakrivljenosti reflektivne površine, na ravne i krive.

Koncentratori sa ravnim ogledalima imaju veći broj ravnih ogledala sa kojih se Sunčeva svetlost odbija ka žižnoj zoni u kojoj je smešten prijemnik - apsorber. Veličina žiže je u direktnoj funkciji od veličine elementa ogledala koji u integraciji sa drugim elementima iste veličine obrazuju koncentrator.

8.1.2. Koncentrišući srednje temperaturni sistemi

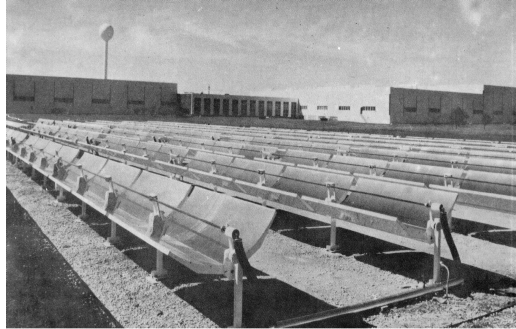
Srednje temperaturni solarni sistemi (koncentrišući sistemi sa linijskom žižom) rade sa radnim temperaturama iznad 100°C – najčešće sa temperaturama od 200 do 300°C . Ovakvi sistemi baziraju na zakrivljenim reflektujućim površinama – ogledalima (parabolocilindrični ili sl. – tzv. „koritasti“) kod kojih postoji potreba (zbog veće efikasnosti i efektivnosti u radu) zakretanja (praćenja visine ili dnevnog hoda Sunca na nebu) – uglavnom po jednoj osi. Sistemi za prijem i koncentrisanje Sunčevih zraka, kod kojih je ravnomerno okretanje reflektora i prijemnika (apsorbera) ka Suncu, izrađuju se sa reflektorom čiju geometriju definišu krive površine dobijene translacijom ili rotacijom krive oko jedne ose. U zavisnosti od zahtevane preciznosti navođenja prema Suncu, ovi sistemi (ogledalo-apsorber) se grade sa jednim ili dva stepena slobode kretanja. Jedan stepen slobode kretanja obezbeđuje sistemu okretanje ka Suncu od jutra do večeri, pri konstantnom nagibu prema horizontu, što onemogućava precizno orijentisanje prijemnika prema Suncu. Dva stepena slobode kretanja omogućuju okretanje sistema oko dve, međusobno upravne ose, praktično omogućujući prijemniku usmeravanje ka bilo kojoj tački neba, odnosno precizno "praćenje" Sunca. U praksi se ovo navođenje realizuje na više načina. Jedan stepen slobode kretanja se u praksi izvodi kod sistema sa koritastim kristalnim ogledalima (cilindrična, parabolocilindrična i dr.). S obzirom da se kod fokusirajućeg sistema toplota iz žižne zone odvodi tečnošću kao nosiocem toplote, ovaj sistem najčešće se izvodi tako da je prijemnik (apsorber) nepokretan, a reflektor (ogledalo) pokretan, sa osom uležištenja koja se poklapa sa osom prijemnika. Kontinualno navođenje prema Suncu kod ovakvog sistema vrši se sa zakretanjem ogledala oko ose apsorbera (jedan stepen slobode kretanja), pri čemu se temena linija reflektora, žižna linija i Sunce nalaze u istoj ravni. Optičke karakteristike parabolocilindričnog koncentratora zavise od optičkih osobina površine reflektora, osenčenja, od vezne konstrukcije, prijemnika i dr.

Postrojenje na slici 8.1 prikazuje sistem namenjen proizvodnji pare u procesnoj industriji, a postrojenje na slici 8.2 - sistem namenjen dobijanju tople industrijske vode. Na slici 8.3 dat je izgled i

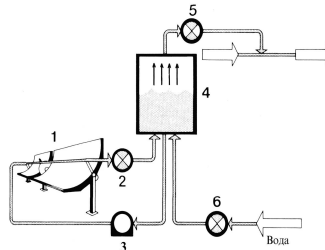
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

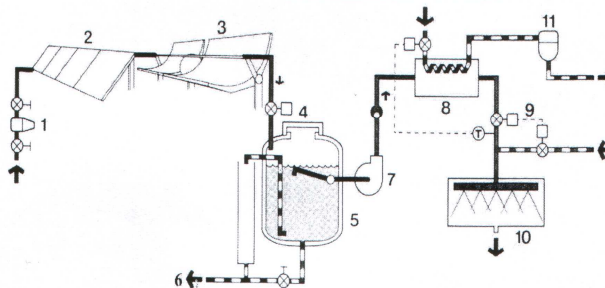
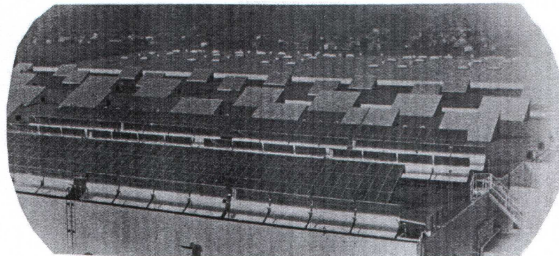
funkcionalna šema solarno - toplotno - električnog pogonskog postrojenja sa parabolocilindričnim (jednoosnim) koncentradorima sunčeve enrgije. Ovo postrojenje ima izlaznu neto snagu električne energije od 500 kW pri snazi Sunčevog zračenja od 920 W/m^2 . Akumulator toplote - rezervoar za akumulaciju toplote ima radnu zapreminu od 114 m^3 (oko 0,8 MWh), a sredstvo za akumulaciju toplote je ulje tipa San Therm 55. Radni fluid turbinskog postrojenja je voda, odnosno vodena para.



1. Koncentrirajući kolektor
2. Trokraki ventil
3. Kolektorska pumpa
4. Akumulator -bojler
5. Kontrolni ventil pare
6. Kontrolni ventil



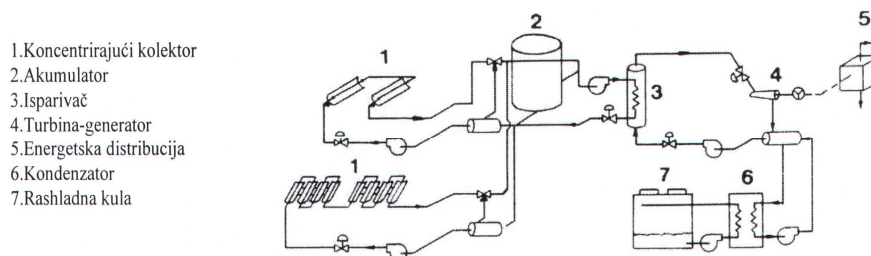
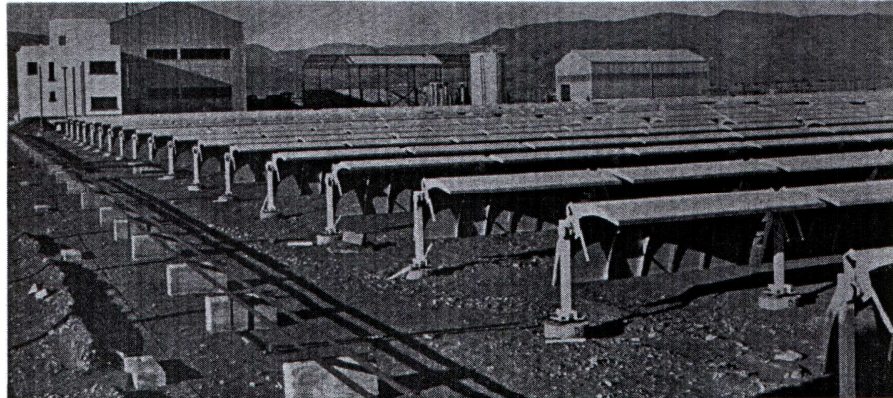
Slika 8.1. Izgled i funkcionalna šema sistema sa parabolocilindričnim koncentradorima (postrojenje je namenjeno proizvodnji procesne industrijske pare)



Slika 8.2. Izgled i funkcionalna šema spregnutog sistema sa parabolocilindričnim i ravnim prijemnicima (postrojenje je namenjeno zagrevanju industrijske vode): 1 - filter, 2 - ravni kolektor, 3 - koncentrišući kolektor, 4 - kontrolni ventil protoka, 5 - akumulator - bojler, 6 - drenaža, 7 - pumpa, 8 - toplotni razmenjivač, 9 - kontrolni ventil, 10 - upotreba, 11 - kondenzacioni lonac

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 8.3. Izgled i funkcionalna šema solarno - toplotno - električnog sistema sa parabolocilindričnim koncentradorima (snaga postrojenja - 500 kW)

8.1.3. Helistatski makrokoncentrator

Veličinu koncentrataora ograničava noseća konstrukcija prijemnika - posebno zato što se radi postizanja energetskih efekata mora vršiti njegovo navođenje prema Suncu. Stoga se u praksi prišlo rešenju (kada su u pitanju sistemi velikih snaga) kod kojeg je koncentrator sastavljen od međusobno odvojenih jedinica ravnih ogledala pokretnih oko dve ose, koja su locirana na posebnim nosačima na zemljištu i koja reflektuju svetlost ka žiži - apsorberu u kojem se nalazi razmenjivač toplote. Ovaj sistem koristi stotine, pa i hiljade heliostatnih ogledala (ogledala koja prate kretanje Sunca) koji reflektuju sunčevo zračenje na apsorber centralnog prijemnika. Ovakva elektrana može imati snagu od 30 do 400 MW.

U centralnom prijemniku na solarnom tornju nalazi se kao toplonoša - radni medijum - rastopljene soli koje sunčevi zraci zagrevaju do temperature od 450 do 565°C. Kada je potrebna električna energija sa ovog postrojenja, vrela soli se pumpama potiskuju do parogeneratorskog sistema u kojem se dobija pregrejana para koja se dalje odvodi do konvencionalne parne turbine/parogeneratorskog sistema. Zapremine rezervoara su jedna od bitnih tačaka u projektovanju ovakvog sistema. Rezervoari su dovoljne zapremine da snabdevaju generatore punim kapacitetom bez dogrevanja i do 13 h. Zahvaljujući skladištenju, rad turbine i osobine električne struje ostaju konstantni bez obzira na razlike u intenzitetu solarnog zračenja i struja se može proizvoditi dok se zalihe ne potroše. Skladištenje energije i brzina dopunavanja elektrodistribucione mreže su veoma bitni za spešnost tehnologije solarnih tornjeva, a rastopljene soli su se pokazale kao najefikasniji i najjeftiniji i najefikasnij način za skladištenje energije.

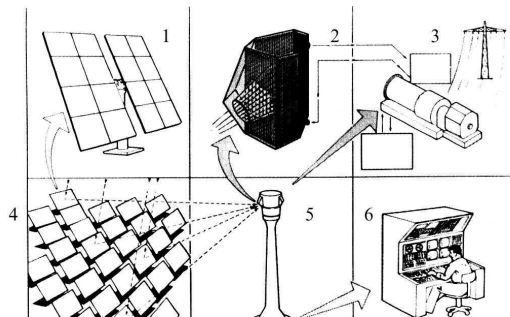
Helistatski makrokoncentrator, prikazan na slici 8.4 ima primenu u proizvodnji električne energije. Sunčevi zraci se odbijaju od velikog broja ogledala i usmeravaju se ka žiži u kojoj je smešten prijemnik gde se usled visokih temperatura stvara pregrejana para pod pritiskom, koja dalje ekspandira u turbini.

STUDIJA

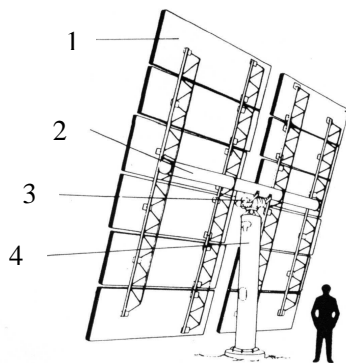
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Generator električne energije, pogonjen parnom turbinom, transformiše mehanički rad u električnu energiju, koja se dalje predaje elektroenergetskom sistemu. Ogledala su kod ovog sistema okretna na svom nosaču, tako da mogu pratiti "kretanje" Sunca tokom dana i godine, uvek usmeravajući reflektovane zrake ka apsorberu. Svaka pokretna jedinica ogledala zasebno prati Sunce i usmerava reflektovanu svetlost na nepokretnu žižu - pošto je položaj svakog pokretnog ogledala (heliostata) u sistemu različit u odnosu na druga.

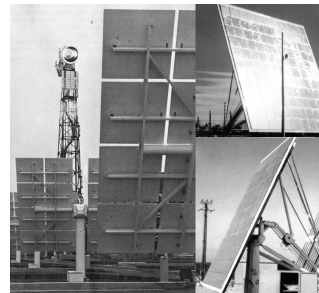
Ovakav tip solarnih elektrana, po dosadašnjim iskustvima, imaju tehno-ekonomski opravdanu primenu u oblastima sa većom osunčanošću. U južnoj Evropi takođe se mogu graditi tornjevi zbog dovoljne količine sunčevog zračenja tokom cele godine. Primer za to je Španija koja je jedna od zemalja koja ima izgrađene ovakve tipove solarnih elektrana. U tom smislu i trenutnom stanju ovih tehnologija - područje Vojvodine ne ispunjava potrebne uslove za tehno-ekonomski opravdanu primenu heliostatskih solarnih elektrana.



Slika 8.4. Izgled pilot makrosolarnog postrojenja snage 10 MW (Bersto-u- Kalifornija) i elementi makrosolarnog energetskeg sistema: 1 - heliostat, 2 - prijemnik - isparivač, 3 - turbina sa elektrogeneratorom, 4 - polje heliostatskih ogledala, 5 - toranj sa prijernikom, 6 - komandno odeljenje



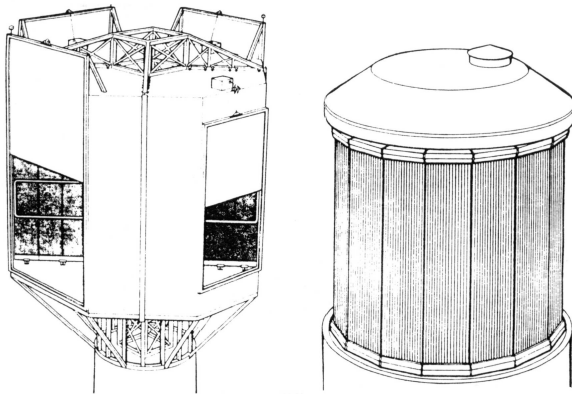
Slika 8.5. Delovi heliostata (1 - modul ogledala, 2 - osovina i nosač modula za promenu nagiba, 3 - motorni mehanizam za promenu nagiba i orijentacije, 4 - glavni nosač)



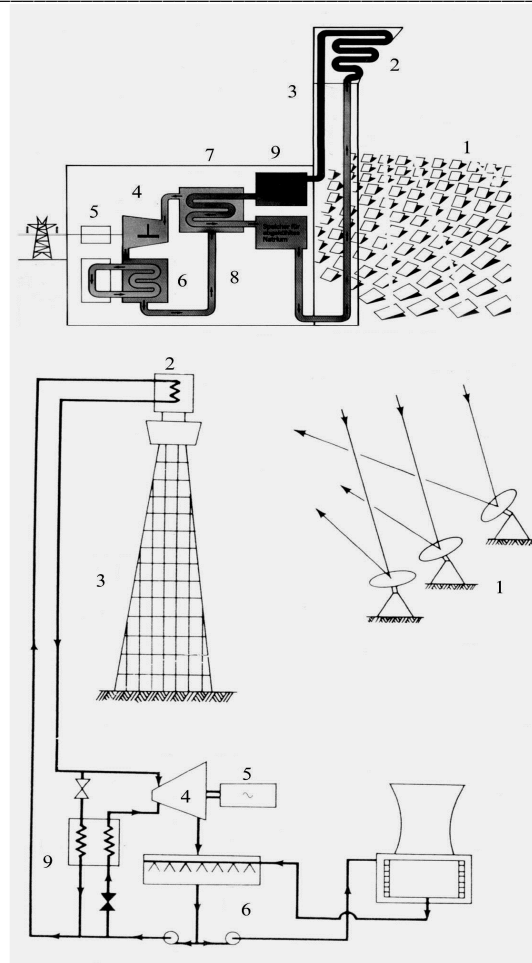
Slika 8.6. Izgled heliostatskug ogledala sa mehanizmom za zakretanje

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 8.7. Tipični izgledi centralnih prijemnika



Slika 8.8. Šema sistema makrosolarne elektrane:
1 - heliostati, 2 - centralni prijemnik, 3 - toranj,
4 - turbina, 5 - generator, 6 - kondenzator,
7 - isparivač, 8 - radni medijum,
9 - toplotni akumulator

8.1. 4. Primer "Solar Two" postrojenja

Solar Two se pokazao kao najuspešniji projekat jer ima najbolje rešenje za skladištenje energije i najmanje gubitke u pretvaranju toplotne energije u električnu. To je postignuto upotrebom rastopljenih azotnih soli čiju su tehnologiju razvili Southern California Edison i Ministarstvo energetike S.A.D., dok je Boeing (Rocketdyne odeljenje) projektovao i izgradio prijemnik-apsorber, koji se sastoji od serije ploča koje sadrže po 32 tanke cevi od nerđajućeg čelika kroz koje protiču rastopljene soli sinusoidnom putanjom. Ploče su raspoređene u obliku cilindrične čaure koju prožima cevovod koja ujedno sadrži noseću konstrukciju i kontrolnu opremu. Cevi su obložene crnom Pyromark™ bojom koja je otporna na visoke temperature, toplotni provodnik i apsorbuje 95% sunčevog zračenja. Najnovija tehnologija laserskog zavarivanja, primenjeni materijali i konstrukcijska rešenja, i merna oprema omogućavaju prijemniku da izdrži bez oštećenja rapidne promene temperature (npr. sa 270°C do 570°C za manje od minuta). Soli za skladištenje energije su sastava 60% natrijum nitrat i 40% kalijum nitrat sa tačkom

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

topljenja na 220°C i u tečnom stanju je do temperature od 290°C. Sistem za skladištenje energije se sastoji od dva rezervoara kapaciteta po 875000 litara i termalnog kapaciteta 110 MWh sa prirodnim hlađenjem.



Slika 6.26 - Solar Two postrojenje

8.1.5. Solarni toranj i njegova korisnost

Do danas, najveći izgrađeni sistemi su tzv. "solarni tornjevi" kapaciteta 10 MW. S obzirom na uspeh ovih projekata, pokrenuta je inicijativa za izgradnju tornjeva od 30 do 100 MW, a što se tiče tehnološkog razvoja kapaciteti i od 400 MW više nisu nedostižni. Najveću potrebu za ovakvim sistemima imaju zemlje u razvoju jer su ovakva solarna postrojenja dovoljno efikasan način da se dopuni električna mreža u trenucima najveće potrošnje. Još jedan aspekt posmatranja tehnologije solarnih tornjeva je vezan i za potencijalnu lokaciju za izgradnju koja je obično neki neiskorišćen teren (krševit, pustinjski ili neki drugi predeo koji nije industrijalizovan ili naseljen). Od značaja je i potreba snabdevanja vodom za opsluživanje sistema. Površina koju zauzima jedno postrojenje je manja od površine koju zauzima hidroelektrana, ili hibridna elektrana, a daleko manja nego elektrane koje koriste fosilna goriva gde je uzet u obzir i rudnik ili bušotina prirodnog gasa koje se obično nalaze u okviru ovakvih kompleksa.

Treba istaći da se tehnologija solarnih tornjeva može koristiti i pri izgradnja hibridnih elektrana gde bi električna energija dobijena iz sunčeve bila iskorištena kao dopuna elektrodistributivne mreže u trenucima visoke potrošnje, za rasterećenje elektrane na fosilna goriva (u istim periodima ili prilikom remonta).

8.1.6. Ekološki uticaj

Tokom rada solarnog tornja nema emisije štetnih gasova i tečnosti. U slučaju izlivanja, soli će se skameniti pre nego što dođe do zagađenja zemljišta. Posle se otpad može pokupiti i reciklirati ako je potrebno. Ukoliko se radi o hibridnom postrojenju, emisija gasova se odvija samo u nesolarnim delovima postrojenja.

8.1.7. Heliostati

Proizvodnja sistema ogledala zahteva primenu SolMaT proizvodne tehnologije da bi se smanjila cena proizvodnje. S odzirom da je sistem ogledala najskuplja investicija u izgradnji solarnog tornja potrebna je tehnološki napredna tehnologija da bi se unapredila mogućnost proizvodnje, smanjili troškovi i povećao radni vek heliostata. Smanjenje troškova se najviše odnosi na tzv. "Azimt Drive System" koji omogućava okretanje ogledala oko ose koja je normalna u odnosu na ravan tla.

8.1.8. Evolutivni razvoj

Tehnologija 1997 – je u stvari osnovni "Solar Two" projekat sa centralnim prijemnikom za rastopljene azotne soli od 43 MW sa termalnim uskladištenjem za 3 sata rada, i 81.000 m² heliostatskih ogledala. Ulaz sunčevog zračenja se pretvara u 10 MW električne energije Rankine-ovom turbinom.

Tehnologija 2000 – je prvi komercijalni toranj kapaciteta 145 MW uz upotrebu rastopljenih azotnih soli, sedam sati termalnog uskladištenja i 275.000 m² heliostatskih ogledala, a može biti integrisan sa 30 MW Rankine – ovom turbinom.

Tehnologija 2005 – planirani kapacitet je bio 470 MW sa 883.000 m² heliostatskih ogledala i 100 MW Rankine – ove turbinom.

Tehnologija 2010 – izgradnja postrojenja kapaciteta od 1.400 MW, uskladištenje energije za 13 h rada sa 2.477.000 m² heliostatskih ogledala i 200 MW Rankine – ovom turbinom.

Zaključak Poglavlja 8

Primena srednje temperaturnih solarnih sistema (koncentrišući sistemi sa linijskom žižom) sa radnim temperaturama iznad 100 °C (najčešće sa temperaturama od 200 do 300 °C) u praksi je takođe dugotrajna kao i primena ravnih solarnih kolektora. Međutim, ovi sistemi su u komercijalnoj primeni manje zastupljeni, mada su tehničko-tehnološki zreli – dostigli dovoljno pouzdan tehnički nivo. Manja zastupljenost u praksi je uzrokovana manjim zahtevima (manjom zastupljenošću u praksi), kada su u pitanju njihove uobičajene radne temperature. Kako je u opisu tehnoloških rešenja navedeno, ovakvi sistemi baziraju na zakrivljenim reflektujućim površinama – ogledalima (parabolocilindrični ili sl. – tzv. „koritasti“) kod kojih postoji potreba (zbog veće efikasnosti i efektivnosti u radu) zakretanja (praćenja visine ili dnevnog hoda Sunca na nebu) – uglavnom po jednoj osi.

Nije od manjeg značaja ni činjenica da ovakvi sistemi ne mogu tehnički „zahvatati“ difuzno sunčevo zračenje koje je često dominantno u zimskom periodu, i takođe značajno i u drugim periodima godine (pri oblačnom nebu). Od značaja je i zahtev da reflektujuća površina (ogledala) ovakvih tipova kolektora uvek bude čista – sa visokim stepenom reflektovanja zraka na žižnu zonu u kojoj se nalazi apsorber PSE. Znači, bez obzira na tehnološku zrelost ovakvih prijemničkih sistema, i značajna praktična iskustva, te prevaziđenom eksperimentalnom fazom – ovakvi sistemi se ne mogu smatrati dominantnim za širu primenu u praksi, sem u specifičnim slučajevima kada – odsustvo konvencionalne infrastrukture omogućuje primenu ovih sistema – za proizvodnju električne energije ili mehaničkog rada.

Koncentrišući heliostatski sistemi, takođe su duže vremena u primeni – za podršku proizvodnji električne energije – i to gotovo – kao eksperimentalna faza. Relativno mali broj izvedenih postrojenja u svetu, snaga od 5 do 50 MW – i to u područjima sa visokom vrednošću godišnje insolacije i visokim procentom učešća direktnog zračenja u globalnom (manji procenat difuznog zračenja tokom godine) su jedan od bitnih preduslova za uspešnu tehno-ekonomsku eksploataciju ovakvih sistema. Ovakav sistem sa velikim brojem ravnih ogledala – heliostata – kompjuterski upravljanih – koji (svaki) mora imati mogućnost permanentnog zakretanja po dve ose, kako bi pratili promenu položaja Sunca tokom dana (visinu i dnevni hod) – predstavljaju složeniji sistem. Imajući pri tome u vidu održavanje reflektujućih površina – ogledala čistim i sa nepromenljivim reflektivnim karakteristikama – dodatno ugrožava parametre sistema. Svetska iskustva i preporuke predviđaju – preporučuju izgradnju heliostatskih solarnih elektrana u područjima koja imaju preko 1.600 kWh po jednom kvadratnom metru – godišnje dozračene sunčeve energije. Vojvodina sa svojih 1.200 do 1.400 kWh/m² – ne spada, danas, u grupu teritorija pogodnih za primenu ovakvih tipova solarnih elektrana. Mada, takve preporuke ne isključuju izgradnju ovakvih sistema i na područjima sa manjom insolacijom – ali period otplativosti sistema je tada duži – što povećava specifičnu cenu proizvedene energije. Ovakav tip elektrana spada u složenije tipove, sa relativno

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

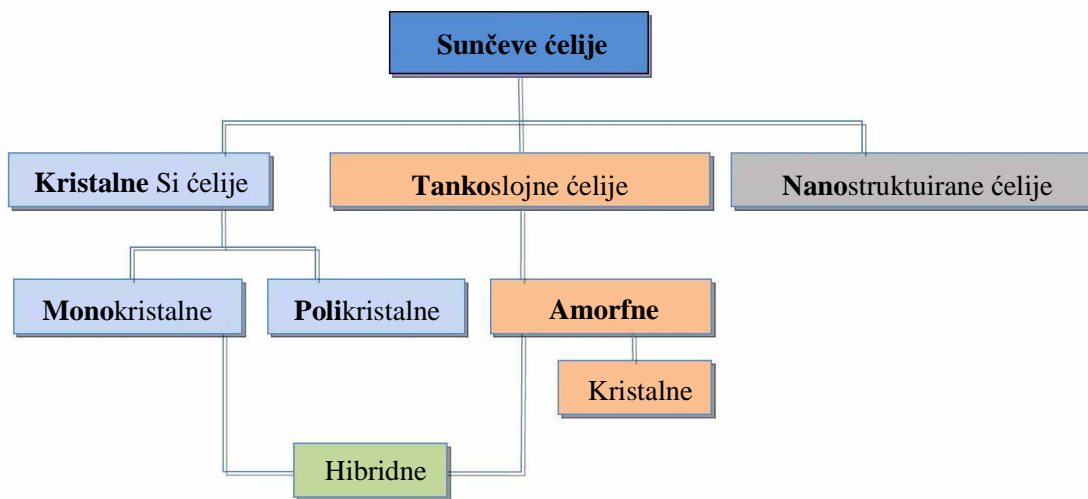
malim brojem izvedenih postrojenja u svetu, većom cenom ulaganja (3 do 5 Eura/W instalisane snage), složenijim sistemom upravljanja, održavanja i dr. Imajući u vidu i eksploatacione karakteristike, te nemogućnost zahvata difuznog solarnog zračenja koje značajno učestvuje u globalnom zračenju – u područjima kao što je Vojvodina – znatno utiče na manju opravdanost gradnje ovakvih tipova elektrana u Vojvodini.

POGLAVLJE 9

9. FOTONAPONSKI SISTEMI - SOLARNE ČELIJE

9.1. Vrste solarnih ćelija

Danas u se u praksi koriste osnovni tipovi fotonaponskih solarnih ćelija koje, po nazivu klasifikujemo kao monokristalne, polikristalne, kristalne Si ćelije, tankoslojne ćelije, nanostrukturirane ćelije, amorfne ćelije, kristalne ćelije i hibridne ćelije (Slika 9.1).



Slika 9.1. Osnovne vrste sunčanih ćelija

9.1.1. Silicijum i njegove osobine

Silicijum

Silicijum (${}_{14}\text{Si}^{28,086}$) je posle kiseonika najzastupljeniji element u zemljinoj kori (27,6%). Najviše ga ima u vidu oksida SiO_2 koji se javlja kao kvarc, ametist, kalcedon, ahaf, opal itd. Prirodni silicijum sastoji se od tri stabilna izotopa ${}_{14}\text{Si}^{28}$ (92,28%), ${}_{14}\text{Si}^{29}$ (4,67%) i ${}_{14}\text{Si}^{30}$ (3,05%). Silicijum pripada IV grupi periodnog sistema elemenata i ima elektronsku konfiguraciju $3s^23p^2$. Silicijum se lako dobija i prerađuje, nije toksičan i ne gradi jedinjenja koja su štetna po okolinu. Sa kiseonikom silicijum gradi SiO i SiO_2 , koji spadaju u dielektrične materijale. U pogledu strukture silicijum može biti amorfan, polikristalan i monokristalan. U savremenoj elektronskoj industriji silicijum predstavlja glavni poluprovodnički element. Elektronske komponente od silicijuma stabilne su na temperaturama do 200°C .

Polikristalni silicijum

U industrijske svrhe koristi se silicijum metalurške (98 %) i poluprovodničke (99,99999 %) čistoće.

Metalurški silicijum

Metalurški silicijum se industrijski dobija redukcijom SiO_2 sa ugljenikom na temperaturi od 1.500 – 1.750°C.

Monokristalni silicijum

Poluprovodnički silicijum je polikristalan. Da bi se preveo u monokristalno stanje potrebno je da se istopi na 1.400°C i da se nekom od poznatih metoda prevede u monokristalno stanje.

Industrijski monokristalni silicijum se dobija metodom Čohralskog i metodom lebdeće zone.

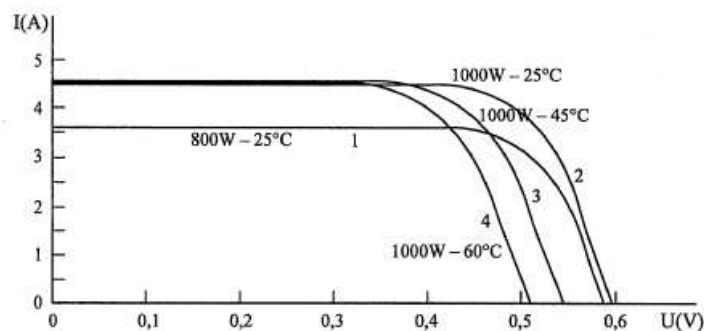
Amorfni silicijum

Usled visoke cene i dugotrajnog postupka proizvodnje monokristalnog silicijuma, i velikih gubitaka prilikom sečenja Si monokristalnih ingota na pločice za solarne ćelije, pokušavano je da se direktno dobiju monokristalne pločice silicijuma ili da se dobije monokristalni silicijum u vidu trake. Uspeh nije postignut u dobijanju tankih monokristalnih ili polikristalnih pločica, već u dobijanju amornog silicijuma (a-Si) iz gasne faze. Jedan od razloga za istraživanje mogućnosti korišćenja amornog silicijuma umesto kristalnog za solarne ćelije ogleda se u činjenici da je debljina solarnih ćelija od amornog silicijuma 300 puta manja od debljine solarnih ćelija od monokristalnog silicijuma. Osnovna razlika između amornog i kristalnog silicijuma ogleda se u uređenosti njihove strukture. Kod kristalnog silicijuma uređenost strukture je pravilna i periodična, a kod amornog nepravilna i statistička. U čistom stanju amorfni silicijum nije interesantan za poluprovodničku industriju jer nema dobru električnu i fotoprovodnost. Iz tog razloga dugi niz godina amorfni silicijum nije imao veću praktičnu primenu. Do nagle promene u primeni amornog silicijuma došlo je 1975. godine kada su *Spear* i *Le Comber* objavili rezultate svojih istraživanja vezanih za dobijanje a-Si termičkim razlaganjem silana u tinjavom pražnjenju sa temperaturom podloge od 300°C.

Sa stanovišta primene od amornih slojeva se zahteva da im struktura bude što neuređenija i da imaju energetske zone što približnije energetskim zonama kristalnih materijala.

Karakteristike

Na osnovu ovoga može se zaključiti da monokristalni silicijum nije idealan materijal za izradu solarnih ćelija. Zavisnost strujno–naponske karakteristike komercijalne monokristalne Si solarne ćelije od intenziteta sunčevog zračenja i temperature data je na slici 9.1.



Slika 9.1. Zavisnost strujno–naponske karakteristike komercijalne monokristalne Si solarne ćelije površine 141 cm² od intenziteta sunčevog zračenja i temperature

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Na slici 9.1 se vidi da sa povećanjem intenziteta sunčevog zračenja dolazi do povećanja struja kratkog spoja i napona otvorenog kola solarne ćelije. Pri istom intenzitetu sunčevog zračenja i povećanju temperature smanjuje se napon otvorenog kola, a struja kratkog spoja ostaje ista. Komercijalne monokristalne Si solarne ćelije imaju efikasnost 15 %, a laboratorijske 24 % .

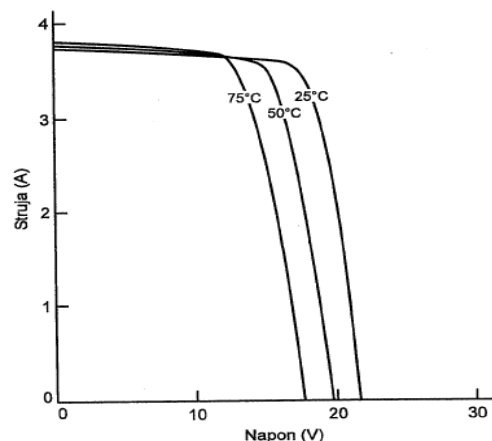
9.1.2. Solarne ćelije od polikristalnog silicijuma

Polikristalne solarne ćelije se proizvode od polikristalnog silicijuma poluprovodničke čistoće u obliku trake, koje je moguće dobiti na više različitih načina: *metodom rasta trake sa definisanom ivicom, metodom dendritnog umrežavanja, metodom horizontalnog, vertikalnog i kosog izvlačenja trake, rastom silicijuma na keramici, metodom rotirajućeg kalupa itd.*

Tabela 9.1. Karakteristike polikristalnog Si solarnog modula japanske kompanije Kyocera

Nominalna snaga	60 W
Nominalni napon	16,9 V
Nominalna struja	2,34 A
Napon otvorenog kola	21,5 V
Struja kratkog spoja	2,48 A
Dužina	526 mm
Širina	652 mm
Debljina	52 mm
Masa	6 kg

Strujno naponske karakteristike polikristalnog Si solarnog modula na različitim temperaturama date su na slici 9.2. Vidi se, da se sa povećanjem temperature smanjuje napon otvorenog kola i efikasnost polikristalnog Si modula.



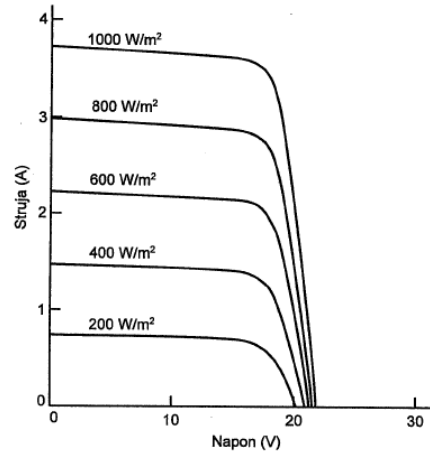
Slika 9.2. Strujno naponske karakteristike polikristalnog Si solarnog modula na različitim temperaturama

Strujno naponske karakteristike polikristalnog Si solarnog modula u zavisnosti od intenziteta upadne svetlosti date su na slici 9.3. Vidi se, da se sa smanjenjem intenziteta sunčevog zračenja neznatno smanjuje napon otvorenog kola i znatno struja kratkog spoja polikristalnog Si modula. Polikristalne Si

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

solarne ćelije izrađuju se u raznim oblicima i dimenzijama. Komercijalne polikristalne Si solarne ćelije imaju efikasnost 14 %, a laboratorijske 18 % .



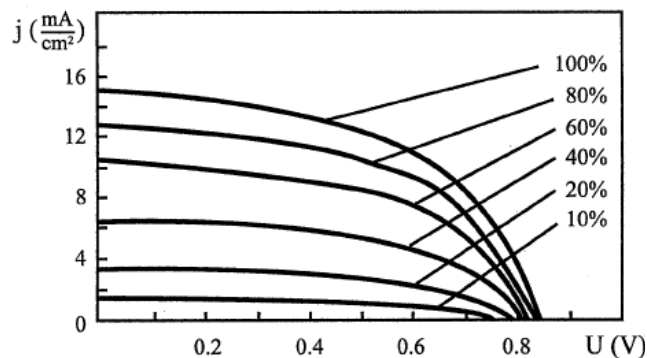
Slika 9.3. Strujno naponske karakteristike polikristalnog Si solarnog modula u zavisnosti od intenziteta upadnog sunčevog zračenja

9.1.3. Solarne ćelije od amorfnog silicijuma

Prvu solarnu ćeliju od amorfnog silicijuma formirao je 1974. godine *D. E. Carlson* u RCA laboratoriji u SAD. Prva komercijalna a-Si solarna ćelija pojavila se 1980. godine i imala je efikasnost 3%.

Solarni modul

Solarni modul dimenzija $91,5 \times 30,5 \text{ cm}^2$ sa serijski povezanim a-Si solarnim ćelijama na staklu na $T = 25^\circ\text{C}$, pri osvetljavanju sa $I = 1000 \text{ W/m}^2$ ima sledeće karakteristike: struju kratkog spoja $I_{sk} = 1,08 \text{ A}$, napon otvorenog kola $U_{ok} = 20 \text{ V}$, nominalnu struju $I_n = 0,88 \text{ A}$, nominalni napon $U_n = 13,5 \text{ V}$ i nominalnu snagu $P_n = 12 \text{ W}$. Zavisnost gustine struje od napona a-Si solarnog modula pri različitim stepenima insolacije data je na slici 9.4. Vidi se da se sa smanjenjem insolacije smanjuje gustina struje solarnog modula.



Slika 9.4. Zavisnost gustine struje od napona a-Si solarnog modula pri različitim stepenima insolacije $I = 1000 \text{ W/m}^2$

9.1.4. Solarne ćelije od amornog silicijuma na plastičnoj osnovi



Slika 9.5. Solarne ćelije na plastičnoj osnovi

Solarna ćelija na plastičnoj foliji dimenzija $37 \times 17 \times 0,2 \text{ mm}^3$ i mase 0,8 g osvetljena sa $I = 1000 \text{ W/m}^2$ ima sledeće karakteristike: nominalni napon $U_n = 1,5 \text{ V}$, nominalnu struju $I_n = 11,5 \mu\text{A}$ i nominalnu snagu $P_n = 17,25 \cdot 10^{-6} \text{ W}$.

9.1.5. Prednosti i nedostaci a-Si solarnih ćelija

Prednosti amornog silicijuma za izradu solarnih ćelija u odnosu na monokristalni silicijum ogledaju se u sledećem:

- amorfni silicijum ima veći koeficijent apsorpcije sunčevog zračenja od monokristalnog silicijuma,
- za izradu solarnih ćelija od amornog silicijuma potrebna je znatno manja količina materijala u odnosu na monokristalni silicijum. Debljina solarne ćelije od amornog silicijuma manja je od $1 \mu\text{m}$ a od monokristalnog silicijuma je $200\text{--}300 \mu\text{m}$,
- a-Si solarne ćelije se mogu proizvoditi na staklu, plastičnoj ili metalnoj osnovi na površinama koje su znatno veće od površina monokristalnih solarnih ćelija,
- na staklu se proizvode semitransparentne a-Si solarne ćelije koje se sve više primenjuju u praksi,
- a-Si solarne ćelije se u toku izrade mogu povezivati serijski ili paralelno, pri čemu se kao proizvod dobija panel, a ne pojedinačna solarne ćelija kao što je to slučaj kod monokristalnog silicijuma.

Nedostaci a-Si solarnih ćelija u odnosu na monokristalne i polikristalne Si solarne ćelije sastoje se u sledećem:

- a-Si solarne ćelije imaju manju efikasnost ($5 - 7 \%$) u odnosu na efikasnost polikristalnih (14%) i monokristalnih Si solarnih ćelija (15%),
- prilikom osvetljavanja u dužem vremenskom periodu dolazi do izvesne degradacije optičkih i električnih karakteristika a-Si solarnih ćelija.

Budući da je gornja granica efikasnosti a-Si solarnih ćelija 16% , pred istraživačima se nalazi širok prostor za povećanje njihove efikasnosti.

9.1.6. Ostale vrste solarnih ćelija

GaAs ćelije

Zahvaljujući širini zabranjene zone od 1,45 eV, koeficijentu apsorpcije $\sim 10^5 \text{ cm}^{-1}$ i tački topljenja od 1238°C, GaAs predstavlja idealan materijal za formiranje solarnih ćelija.

GaAs solarne ćelije se proizvode od monokristalnog i polikristalnog GaAs. Monokristalni GaAs se dobija od polikristalnog GaAs Bridžmanovom ili metodom Čohralskog. Kristalna struktura GaAs slična je kristalnoj strukturi silicijuma. Danas se komercijalne GaAs solarne ćelije formiraju na dva načina: *dopiranjem GaAs i heteroepitaksijalnom depozicijom AlAs ili $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ iz tekuće ili gasne faze na monokristalni GaAs*. Efikasnost dopiranih GaAs ćelija dobijenih heteroepitaksijalnom depozicijom AlAs ili $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ iznosi 28%. Polikristalne GaAs ćelije formiraju se od polikristalnog GaAs debljine 2 μm . Pošto su GaAs ćelije termostabilne često se koriste kod fotonaponskih sistema sa koncentradorima sunčevog zračenja. Efikasnost GaAs ćelija sa koncentradorima je 30–35%. GaAs ćelije su oko sto puta skuplje od monokristalnih Si solarnih ćelija. Pošto su GaAs ćelije već dostigle maksimalnu efikasnost, dalja istraživanja su usmerena ka smanjenju njihove cene.

Višestruke solarne ćelije

Veća efikasnost fotonaponske konverzije sunčevog zračenja može se postići ukoliko se umesto jednog poluprovodnika s jednim $p-n$ spojem koristi struktura sa dvostrukim ili višestrukim $p-n$ spojevima različitih poluprovodničkih materijala. Prvi poluprovodnik treba da ima veću širinu zabranjene zone i da apsorbuje kratkotalasni deo, a propušta dugotalasni deo spektra sunčevog zračenja. Drugi poluprovodnik treba da apsorbuje dugotalasni deo spektra sunčevog zračenja. Ovakve strukture mogu se realizovati na dva načina: a) korišćenjem dihroičnog ogledala ili b) superpozicijom slojeva različitih poluprovodničkih materijala pri čemu se dobijaju tandem (kaskadne) ćelije.

Solarne ćelije sa dihroičnim ogledalom

Kod prvog načina polupropusno dihroično ogledalo razdvaja spektar sunčevog zračenja na kratkotalasni i dugotalasni deo usmeravajući ga na dva odvojena $p-n$ spoja, prvi sa većom a drugi sa manjom širinom zabranjene zone. Na ovom principu ostvarena je kombinovana solarne ćelija od Si ćelija (1,1 eV) i AlGaAs/GaAs ćelije (1,65 eV), koja kod fotonaponskih sistema sa koncentradorima ima efikasnost 27%.

Tandem solarne ćelije

Da bi solarne ćelije bile kompetitivne sa ostalim izvorima električne energije, njihova cena po vršnom vatru trebala bi da se spusti ispod dva dolara uz efikasnost konverzije sunčevog zračenja iznad 15%. Monokristalne solarne ćelije i njihovi moduli ne ispunjavaju prvi, a ispunjavaju drugi uslov. Kod solarnih ćelija na bazi amornog silicijuma uslov cene tek što nije dostignut, dok je njihova efikasnost još daleko ispod 15%. U drugoj grupi nalaze se mehanički vezani heterospojevi sa četiri izvoda amornog silicijuma sa CdS / CdTe ili CuInSe₂ polikristalnim strukturama, sa efikasnošću od 15,6% na laboratorijskim ćelijama i 12,3% na 30×30 cm² solarnim modulima (*Arco Solar Inc.*).

U trećoj grupi nalaze se hibridne tandem solarne ćelije amorfni-polikristalni silicijum. Ovakav tandem sa energetskeg procepom od 1,7 eV (a-Si) i 1,1 eV (c-Si) skoro optimalno prekriva spektralnu distribuciju energije sunčevog zračenja. Komponentne ćelije su međusobno povezane transparentnim izolacionim slojem. Gornja solarne ćelija bi mogla da dostigne efikasnost od 9% a donja od 6% čime bi se postiglo da ukupna efikasnost a-Si/c-Si tandem solarne ćelije iznosi 15%. Istraživanja ovog tipa tandem

solarnih ćelija su u toku. Pošto su tandem solarne ćelije znatno skuplje od Si solarnih ćelija, za sada se koriste za napajanje satelita i kod fotonaponskih sistema sa koncentradorima sunčevog zračenja.

9.2. Efikasnost solarnih ćelije

Stepen korisnosti ili efikasnost solarne ćelije predstavlja odnos iskorišćene (odnosno dobijene) energije prema dozračenju sunčevog zračenja koja dospeva na ukupnu površinu ćelije:

$$\eta = \frac{U_m \cdot I_m}{G_s \cdot A} \quad (9.1)$$

gde su:

$U_m \cdot I_m = P_{max}$ - optimalni napon i jačina električne struje pri kojoj je korisna snaga – maksimalna,

G_s - snaga sunčevog zračenja koja dospeva na jedinicu površine ćelije,

A - površina solarne ćelije.

Efekti koji utiču na gubitke solarne ćelije, pre nego što se energija sunčevog zračenja pretvori u električnu energiju su:

- optička refleksija sa površine ćelije. Ovaj gubitak se može svesti do nivoa od 3% ukoliko se prijemna površina ćelije specijalno obradi radi nanošenja antirefleksionog sloja;
- uticaj izvesnog broja fotona iz sunčevog spektra, čija je energija manja od energetske procepa između valentne i kondukcijske zone. Takvi fotoni ne stvaraju strujne nosioce i ne doprinose struji ćelije. Za silicijumske ćelije ($E_{procepa} = 1,1 \text{ eV}$) njihov energetski udeo u sunčevom spektru iznosi oko 23%;

- fotoni čija je energija veća od 1,1 eV, mada stvaraju parove elektron "šupljina", predaju kristalu više energije nego što je potrebno, zbog čega taj višak predstavlja gubitak (oko 33%);

- oko 17% energije se gubi zato što je dostignut napon na krajevima ćelije uvek manji od energetske procepa. To znači, da se koristi sva energija koja je predata elektronu pri njegovom prebacivanju iz valentne u kondukcijsku zonu;

- jedan deo fotona se gubi pošto osetljivi deo ćelije nije dovoljno debljine, što sprečava apsorpciju svih – do nje dospelih fotona. Ovaj izgubljeni deo fotona se gubi tako što se apsorbuje na zadnjem kontaktu ili prelaskom kroz ćeliju. Postavljanjem odgovarajućeg reflektivnog zadnjeg kontakta, omogućuje se vraćanje značajnog dela ovih fotona u p-n spoj, te se ovakav gubitak može smanjiti ispod 1%;

- oko 5% početne energije zračenja se gubi iz razloga što proizvod

$U_m \cdot I_m$ nikad ne može da bude jednak površini ispod krive $U - I$ karakteristike (eksponencijalna kriva), te usled dejstva drugih efekata koji smanjuje taj faktor ispunje. Ovaj faktor u najpovoljnijem slučaju može da dostigne vrednost od oko 0,8%;

- oko 4% energije se gubi usled činjenice da elektroni i "šupljine"

proizvedeni zračenjem imaju ograničen vek, te ne stižu do elektroda (rekombinuju se);

- oko 1% snage se gubi na serijskom otporu diode.

Navedeni gubici energije usled uslovljenosti koje postavljaju fundamentalni fizički zakoni, kao i raspoložive tehnologije proizvodnje solarnih ćelija iznose oko 87%. To znači da se oko 13% dozračenju energije pod određenim uslovima može transformisati u korisnu električnu energiju na izlazu iz fotoćelije. Imajući u vidu činjenicu, da je usavršavanjem proizvodnih tehnologija moguće neke od navedenih

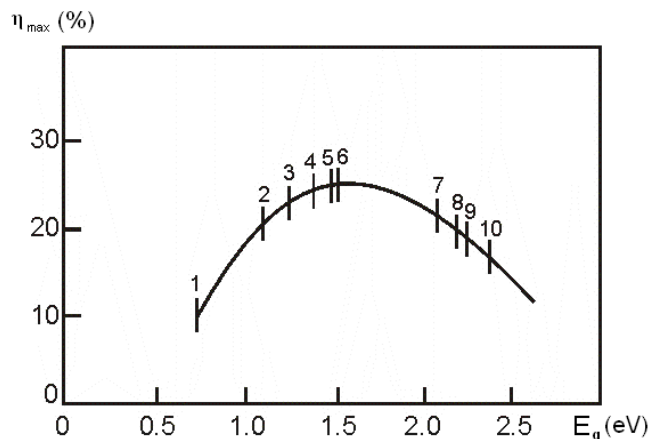
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

gubitaka umanjiti, teorijski maksimalan stepen iskorišćenja silicijumskih ćelija može dostići vrednost od 22%. Na nekim laboratorijskim uzorcima dostignute su vrednosti efikasnosti i preko 18%, mada foto ćelije iz masovne proizvodnje dostižu efikasnost do 16% (u zavisnosti od proizvođača često puta su efikasnosti oko 10%). Nešto bolja maksimalna teorijska efikasnost od 29% postiže se kod ćelija sa galijum – arsenidom, čija energija procepa iznosi 1,39 eV. Za proizvodnju solarnih ćelija mogu da se koriste različiti poluprovodnički materijali (ove ćelije dostižu različite vrednosti efikasnosti u zavisnosti od vrste materijala i proizvodne tehnologije – mada se ta efikasnost kreće u granicama prethodno navedenih) kao: germanijum, silicijum, indijum – fosfid, galijum – arsenid, kadmijum – sulfid, kadmijum – telurid, aluminijum – antimonid, galijum – fosfid, kadmijum – selenid i dr.

Kod solarnih ćelija od navedenih poluprovodnika se koriste, osim direktnih p-n spojeva na bazi jednog materijala, strukture u kojima se unutrašnje električno polje (barijera) postiže spojem različitih poluprovodničkih materijala (heterogeni spoj) ili kombinacijom poluprovodnika tipa (p ili n) sa metalom (Šotktijeva barijera). Od navedenih vrsta solarnih ćelija širu primenu su našle uglavnom ćelije izrađene na bazi silicijuma, galijum – arsenida i bakar – sulfata / kadmijum – sulfida. U opticaju su danas i amorfne ćelije silicijuma, čija je tehnologija proizvodnje zasnovana na hemijskim procesima koji su jeftiniji od fizičkih, a lakše podložni automatizaciji. Kod amornih solarnih ćelija, amorfni silicijum se nanosi na neku podlogu (najčešće staklo) u sloju debljine jednog mikrometra, odnosno 2 gr/m^2 . Niža im je teorijska maksimalna energetska efikasnost (ispod 10%), ali sa tendencijom povećanja ove vrednosti u neposrednoj budućnosti. U tabeli 9.1 dat je pregled postignutih efikasnosti različitih solarnih ćelija.

Vrednosti maksimalnih efikasnosti solarnih ćelija u zavisnosti od širine zabranjene zone za materijale od kojih mogu da se izrađuju solarne ćelije date su na slici 9.6.



Slika 9.6. Maksimalne efikasnosti solarnih ćelija u zavisnosti od širine zabranjene zone materijala od kojih mogu da se izrađuju solarne ćelije: 1) Ge, 2) Si, 3) InP, 4) GaAs, 5) CdTe, 6) AlSb, 7) ZnTe, 8) Se, 9) GaP i 10) CdS

Sa slike 9.6 se vidi da se efikasnost solarnih ćelija u početku povećava sa porastom E_g , da postiže maksimum i da se sa daljim povećanjem E_g smanjuje. Maksimum efikasnosti od 20% se postiže za $E_g = 1,5 \text{ eV}$, odnosno, kada fotoni imaju talasnu dužinu $\lambda = 0,83 \mu\text{m}$.

Danas je poznat veći broj poluprovodnika od kojih se mogu izrađivati solarne ćelije. U praksi se mnogi od njih ne upotrebljavaju zbog komplikovane tehnologije izrade, visoke cene ili male efikasnosti.

U slučaju monokristalnog silicijuma širina zabranjene zone iznosi 1,1 eV što odgovara efikasnosti oko 20%. Silicijum teorijski nije najpogodniji materijal za izradu solarnih ćelija. Teorijski bi najbolje bilo da se za izradu solarnih ćelija koriste poluprovodnički materijali sa širinom zabranjene zone između 1,4 eV i 1,6 eV. Međutim, u praksi je sa materijalima koji imaju ovu širinu zabranjene zone postignuta manja efikasnost od teorijski predviđene efikasnosti.

Tabela 9.1. Efikasnost (koeficijent korisnog dejstva) različitih solarnih ćelija

Osnova	Struktura	Efikasnost (%)
Silicijum monokristal	Konvencionalna	12 do 16
	"Crna površina"	18
	Hetero prelaz	6 do 10
	Scottky barijera	8 do 10
	In – Sn oksid	12
	Sn oksid	10
	BSF – ćelija	17
Silicijumski polikristal		8 do 10
Galijum Arsenid	Hetero prelaz	23
	Scottky barijera	15
Kadmijum sulfid	Konvencionalna	5 - 8
	Cd Zn S	15
	In P na CdS	12,5
	Cd Te – CdS	7
	Cu In Sn – CdS	5,7
Tanak film	Si – C	5 do 8
	CdS - plastik	5,2 do 7
	In-Sn-O-Cd-Te	7,4

9.3. Primena solarnih ćelija

9.3.1. Povezivanje solarnih ćelija

Solarne ćelije se mogu povezati redno, paralelno ili kombinovano. Kod rednog povezivanja pojačava se izlazni napon, a kod paralelnog izlazna struja. Ukoliko je kod redne veze neka od solarnih ćelija neispravna, dolazi do smetnji u radu cele veze. Neispravna ćelija se ponaša kao potrošač, zagreva se i predstavlja „vruću“ tačku veze. Usled pregrevanja može da dođe do njenog trajnog oštećenja. U praksi se ovaj problem rešava tako da se paralelno svakoj ćeliji postavi baj-pas dioda. Na ovaj način se u slučaju neispravnosti neke od ćelija, gubici redne veze svode na najmanju moguću meru.

9.3.2. Fotonaponski solarni sistemi

Pod fotonaponskim solarnim sistemom podrazumeva se sistem pomoću koga se sunčevo zračenje pretvara u električnu energiju i vrši snabdevanje potrošača jednosmernom i/ili naizmeničnom strujom.

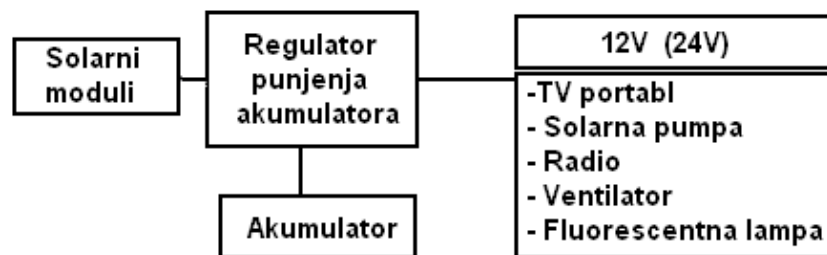
Fotonaponski solarni sistem može da radi nezavisno od elektrodistributivne mreže ili da bude priključen za nju. U zavisnosti od komponenata od kojih se sastoji, fotonaponski solarni sistem koji nije priključen za elektrodistributivnu mrežu potrošačima može da daje jednosmernu ili naizmeničnu struju.

Fotonaponski solarni sistemi koji nisu vezani za elektrodistributivnu mrežu

Fotonaponski solarni sistemi koji nisu vezani za elektrodistributivnu mrežu i koji mogu da vrše snabdevanje potrošača jednosmernom i/ili naizmjeničnom strujom najčešće se koriste kao izvori električne energije za udaljene kuće, kamp-kućice, jedrilice, čamce, telekomunikacione repetitore itd.

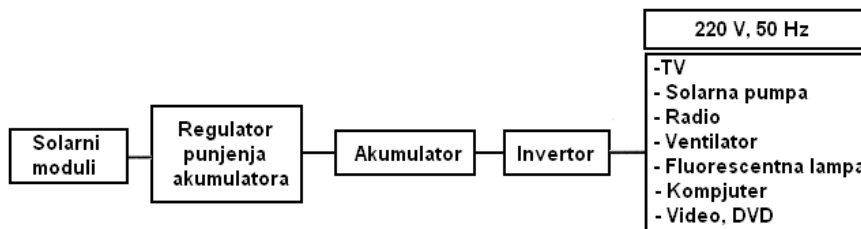
Za snabdevanje potrošača jednosmernom strujom koristi se fotonaponski solarni sistem koji se sastoji od solarnih modula, regulatora punjenja akumulatora, akumulatora i potrošača jednosmerne struje.

Šematski prikaz fotonaponskog solarnog sistema koji vrši snabdevanje potrošača jednosmernom strujom dat je na slici 9.7.

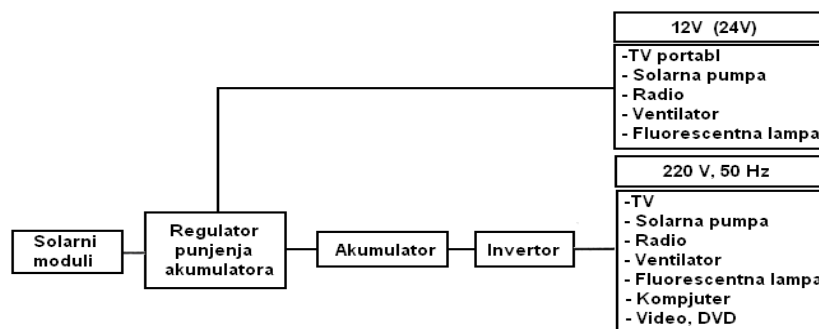


Slika 9.7. Šematski prikaz fotonaponskog solarnog sistema koji vrši snabdevanje potrošača jednosmernom strujom

Fotonaponski solarni sistem za snabdevanje potrošača naizmjeničnom strujom sastoji se od solarnih modula, regulatora punjenja akumulatora, akumulatora i invertora (pretvarača) jednosmerne u naizmjeničnu struju. Šematski prikaz fotonaponskog solarnog sistema koji vrši snabdevanje potrošača naizmjeničnom strujom dat je na slici 9.8. Kod ovog sistema, preko regulatora punjenja akumulatora, za akumulator mogu da se povežu i potrošači jednosmerne struje (Slika 9.9).

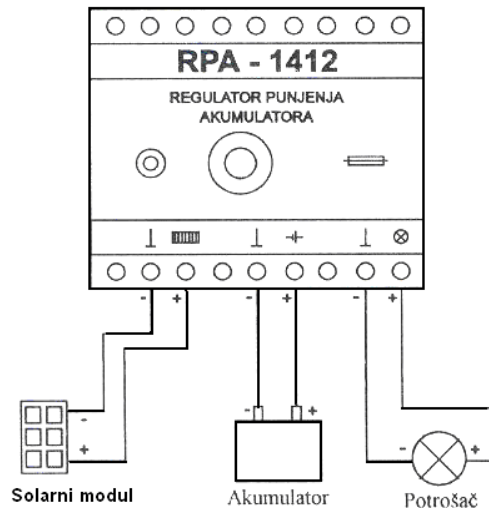


Slika 9.8. Šematski prikaz fotonaponskog solarnog sistema koji vrši snabdevanje potrošača naizmjeničnom strujom



Slika 9.9. Fotonaponski sistem za snabdevanje potrošača jednosmernom i naizmjeničnom strujom

Šematski prikaz povezivanja solarnih modula, akumulatora, regulatora punjenja akumulatora i potrošača dat je na slici 9.10.



Slika 9.10. Šematski prikaz povezivanja solarnih modula, akumulatora, regulatora punjenja akumulatora i potrošača

9.3.3. Komponente fotonaponskog solarnog sistema

Osnovni elementi fotonaponskog solarnog sistema su solarne ćelije, regulator punjenja akumulatora, akumulator, inverter i potrošači.

Akumulatori

Akumulator je elektrohemijski izvor energije čiji se rad zasniva na reverzibilnom elektrohemijском procesu konverzije električne energije u hemijsku, i obrnuto. Akumulator se sastoji od galvanskih elemenata koji imaju po dve elektrode (anodu i katodu) koje se nalaze u elektrolitu. Serijskim povezivanjem galvanskih elemenata dobija se akumulatorska baterija nazivnog napona koji odgovara broju galvanskih elemenata pomnoženim s naponom jednog elementa.

Akumulatori se mogu podeliti na starter akumulatore i akumulatore sa dubokim pražnjenjem (deep-cycle). Starter akumulatori su najjeftiniji, imaju rok trajanja nekoliko sezona, ako nema dubokih pražnjenja, osetljivi na duboka pražnjenja itd. Akumulatori sa dubokim pražnjenjem su: daleko trajniji pri dubokim pražnjenjima, tolerantni pri retkim pražnjenjima "do dna", nisu preporučljivi za start itd.

Kod fotonaponskih sistema koji nisu vezani za elektrodistributivnu mrežu najčešće se koriste olovni akumulatori sa dubokim pražnjenjem, a ređe starter olovni akumulatori. Pored ovih, koriste se i gel akumulatori (gel cell batteries) i AMG akumulatori (absorbed glass mat batteries). Kod gel akumulatora, elektrolit je želatinaste strukture, koji je otporniji na udarce i vibracije. Kod AGM akumulatora elektrolit predstavlja kombinaciju mikro-staklenih vlakana i sumporne kiseline. Staklena vlakna kompletno upijaju kiselinu. Kod ovih akumulatora nije potrebno dodavanje vode, mogu da se ugrađuju u bilo kom položaju, otporni su na niske temperature, imaju duži vek trajanja, veću efikasnost i skuplji su od olovnih akumulatora.

Regulator punjenja akumulatora

Regulator punjenja akumulatora automatski reguliše punjenje i pražnjenje akumulatora. Akumulator može da se ošteti ukoliko se previše napuni ili isprazni. Kada je akumulator napunjen, regulator prekida njegovo dalje punjenje, a kada je akumulator ispražnjen do određene granice, regulator isključuje potrošač od akumulatora. Na primer, regulatori za akumulatore od 12V obično prekidaju punjenje akumulatora kad je napon akumulatora dostigao vrednost od oko 14,2V, a isključuju potrošač ako napon akumulatora padne ispod vrednosti od oko 10,8V.

Invertor

Invertor je uređaj koje pretvara jednosmerni napon od 12V ili 24 V u nazmenični napon od 220V. Invertori, koji se koriste kod fotonaponskog sistema za snabdevanje potrošača naizmeničnom strujom, koriste MOSFET-ove (unipolarne tranzistore), čija je izlazna snaga od 100 W do 32 kW.

Izbor odgovarajućeg invertora za primenu kod fotonaponskih solarnih sistema zavisi od talasnog oblika izlaznog napona, zahteva opterećenja sistema, njegove efikasnosti itd. U zavisnosti od talasnog oblika izlaznog napona (izlaznog signala), invertori se mogu podeliti na: invertore pravougaonog izlaznog signala, invertore modifikovanog pravougaonog izlaznog signala, invertore modifikovanog sinusnog izlaznog signala i invertore impulsno-širinsko modulisanog izlaznog signala.

Invertori pravougaonog izlaznog signala spadaju u grupu najjednostavnijih i najjeftinijih invertora, efikasnosti od 70-98 %. Ovaj tip invertora, jednosmerni napon na njegovom ulazu pretvara u naizmenični napon pravougaonog talasnog oblika na izlazu i obično se koriste kada potrošači nisu prezahtevni u pogledu čistoće ulaznog signala jer viši harmonici mogu izazvati probleme u motorima i fluorescentnim lampama. Proizvode se do nazivne snage od 1MW, sa izrazito velikim kapacitetom udarnog opterećenja (do 20 puta). Primena invertora pravougaonog izlaznog signala je ograničena zbog prisustva viših harmonika koji dovode do izobličenja (distorzije) izlaznog signala i do 40%.

Invertori modifikovanog sinusnog izlaznog signala imaju izobličenje izlaznog signala oko 5 % i efikasnost preko 90 %. Slaba strana ovih invertora su male nazivne snage, od 300 W do 2.500 W.

Invertori impulsno-širinsko modulisanog izlaznog signala (napona) daju izlazni signal koji je po obliku najbliži sinusnom signalu. Rad ovog tipa invertora zasniva se na impulsno-širinskoj modulaciji napona (PWM signal). Invertor ovog tipa je složenije strukture, sa najmanjom distorzijom, manjom od 5% i efikasnosti preko 90%. Ovaj tip invertora ima dobre sposobnosti u pogledu nazivnih snaga koje idu i do 20 kW po jedinici i dosta se koristi u slučajevima gde je potrebna dobra preciznost sinusnog talasa.

Najkvalitetniji ali i najskuplji invertori su invertori sa čistim sinusnim talasom. Obično su to invertori koji se koriste za mrežne aplikacije fotonaponskih sistema i pripadaju grupi *mrežno komutiranih invertora*. Čistoća sinusnog talasa dobija se korišćenjem složenih filtera koji smanjuju efikasnost uređaja ispod 80%. Nazivne snage se kreću do 2 kW, dok distorzija je manja od 1%.

9.3.4. Određivanje karakteristika fotonaponskog sistema koji nije povezan sa elektrodistributivnom mrežom

Prilikom projektovanja solarnog sistema za snabdevanje potrošača električnom energijom treba voditi računa o količini električne energije koja se u toku dana dobija pomoću jednog solarnog modula, o dnevnoj potrošnji električne energije, o geografskom položaju objekta, snazi regulatora punjenja akumulatora i pretvarača jednosmerne u naizmeničnu struju, kapacitetu akumulatora itd.

Određivanje dnevnog dobitka električne energije

Električna energija koja se u toku dana dobija pomoću jednog solarnog modula D_M [Wh] određuje se množenjem snage solarnog modula P_M [W] i geografskog faktora G_F [h] (srednja dnevna dužina sijanja sunca u časovima u datom geografskom području u toku jedne godine) koji se uzima sa priložene mape.

$$D_M = P_M G_F \text{ [Wh]} \quad (9.2)$$

Pri ovome treba imati u vidu da na iznose električne energije koja se dobija pomoću solarnih ćelija utiču:

- *Lokalne vremenske prilike* – koje mogu brzo da se menjaju i na veoma uskom geografskom području.
- *Postavljanje solarnih ćelija* – orijentacija i položaj mogu u mnogome da utiču na količinu dobijene električne energije. Ćelije na koje pada senka ili nisu pravilno orijentisane ka Suncu, daju mnogo manje energije.
- *Godišnja doba* – izračunavanja se vrše na osnovu godišnjih srednjih vrednosti intenziteta sunčevog zračenja. U toku zime dobiće se manje, a u toku leta više od srednjeg godišnjeg iznosa energije.

Na količinu sunčevog zračenja koja pada na površinu zemlje utiče veliki broj faktora kao što su: geografska širina mesta, godišnje doba, doba dana, čistoća atmosfere, oblačnost, orijentacija i nagib površine itd. Ovaj podatak je veoma bitan jer se preko njega vrši proračun isplativosti uređaja koji koriste sunčevo zračenje. Veoma pouzdani podaci se mogu naći u datotekama PVGIS-a (Photovoltaic Geographical Information System). U cilju izračunavanja energetske efikasnosti fiksne, jednoosno i dvoosno rotacione solarne elektrane danas se najčešće koriste PVGIS računski programi koji se mogu naći na internetu. Pomoću navedenih programa mogu da se dobiju sledeći podaci: srednje dnevne, mesečne i godišnje vrednosti energije sunčevog zračenja koje padne na jedan kvadratni metar horizontalne ili površine koja je nagnuta pod određenim uglom u odnosu na horizontalnu površinu, promena optimalnog ugla nagiba solarnih modula u toku godine, odnos difuznog i globalnog sunčevog zračenja, srednja dnevna temperatura i dnevna, mesečna i godišnja energetska efikasnost fiksne, jednoosno i dvoosno rotacione solarne elektrane itd.

Proizvodnja fotonaponskih uređaja se duplira svake dve godine uz prosečan godišnji porast od 48% od 2002. godine, tako da ova grana privrede pokazuje najbrži razvoj u svetu u poređenju sa svim ostalim granama energetske tehnologije. S ekonomskog aspekta, cena struje dobijene iz sunčeve energije kontinuirano pada kao rezultat tehnoloških unapređenja i rasta masovne proizvodnje, dok se očekuje da će fosilna goriva postati znatno skuplja u skoroj budućnosti. U ovom trenutku je za Srbiju - Vojvodinu opravdanije podsticati korišćenje energije sunčevog zračenja za proizvodnju toplotne i električne energije u domenu domaćinstava, industrije i nekih grana poljoprivrede zbog manjih investicionih ulaganja. Isto tako opravdano je i podsticanje i izgradnja većih solarnih elektrana na bazi fotonaponskih sistema. Takva politika bi, između ostalog, bila korisna i zbog razvoja domaće ekonomije, kao i upošljavanja stanovništva u oblasti čistih energija. Međutim dugoročno gledano, budućnost pretvaranja sunčevog zračenja je u FN tehnologiji i njenoj integraciji sa ostalim granama tehnologije, što je i u skladu sa stavovima, planovima, ali i trenutnim stanjem u Evropskoj uniji i ostalim ekonomski vodećim zemljama sveta. Stoga se u daljem izlaganju razmatraju isključivo uređaji i sistemi bazirani na fotonaponskom pretvaranju sunčeve energije te odgovarajući program, planovi i mogućnosti korišćenja i razvoja u Srbiji i Vojvodini.

U daljem tekstu su dati rezultati dobijeni pomoću PVGIS programa i to: procene energije sunčevog zračenja za više mesta u AP Vojvodini i energetske efikasnosti fiksne, jednoosno i dvoosno rotacione solarne elektrane od 1MW sa solarnim ćelijama od monokristalnog silicijuma. U daljem su dati rezultati

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

izračunavanja (pomoću PVGIS programa) energetske efikasnosti fiksne mini solarne elektrane snage od 1 kW sa solarnim ćelijama od monokristalnog silicijuma za više gradova na području AP Vojvodine. (PVGIS programa se može naći na sajtu <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>.)

9.4. Parametri fotonaponskih sistema - solarnih elektrana - za veća mesta u AP Vojvodini

NOVI SAD

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 4,0%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 13,5%

	Nepokretan sistem, nagib od 0° orijentacija: 0°			
Mesec	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	0.97	30	1.17	36.1
Februar	1.63	45.6	1.92	53.8
Mart	2.64	81.9	3.07	95.2
April	3.72	112	4.29	129
Maj	4.71	146	5.4	167
Jun	5.13	154	5.89	177
Jul	5.4	167	6.19	192
Avgust	4.74	147	5.44	169
Septembar	3.52	105	4.06	122
Oktobar	2.25	69.7	2.64	81.8
Novembar	1.21	36.2	1.44	43.3
Decembar	0.81	25.3	0.99	30.6
Godišnje	3.07	93.3	3.55	108
Ukupno god.		1120		1300

Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

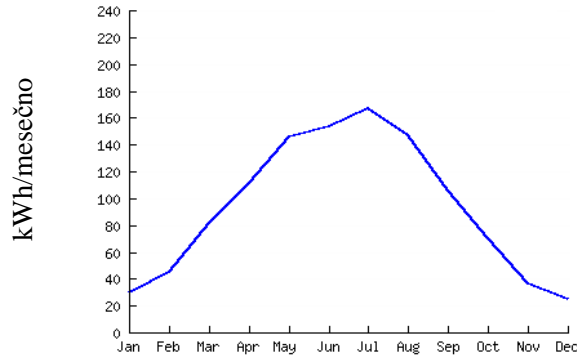
Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

STUDIJA

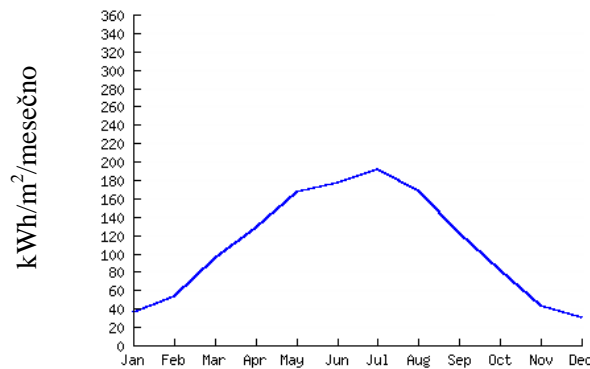
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,5%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 30°			
	orientation=0 deg.			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.53	47.3	1.75	54.2
Februar	2.32	65	2.66	74.4
Mart	3.29	102	3.76	117
April	4.09	123	4.69	141
Maj	4.76	148	5.45	169
Jun	4.98	149	5.72	171

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Jul	5.35	166	6.13	190
Avgust	5.11	158	5.85	181
Septembar	4.32	130	4.94	148
Oktobar	3.21	99.5	3.66	114
Novembar	1.88	56.5	2.15	64.6
Decembar	1.33	41.3	1.53	47.3
Godišnje	3.52	107	4.03	123
Ukupno za godinu dana		1290		1470

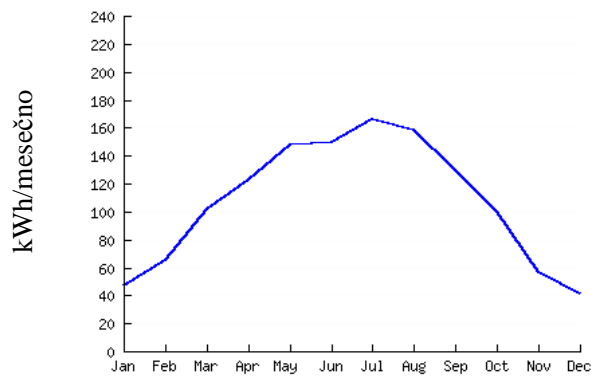
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

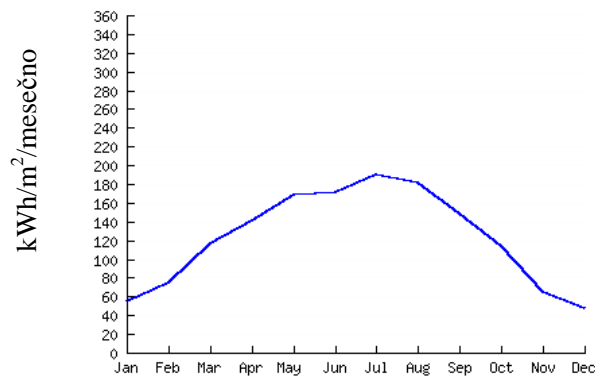
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 30°

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 30°

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,8%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,4%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 45 ⁰ orijentacija: 0 ⁰			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.69	52.3	1.92	59.4
Februar	2.49	69.8	2.84	79.4
Mart	3.36	104	3.84	119
April	3.98	119	4.56	137
Maj	4.45	138	5.11	158
Jun	4.57	137	5.25	158
Jul	4.95	153	5.68	176
Avgust	4.91	152	5.61	174
Septembar	4.38	131	5	150
Oktobar	3.43	106	3.9	121
Novembar	2.07	62.2	2.36	70.7
Decembar	1.49	46.1	1.69	52.4
Godišnje	3.49	106	3.99	121
Ukupno za godinu dana		1270		1460

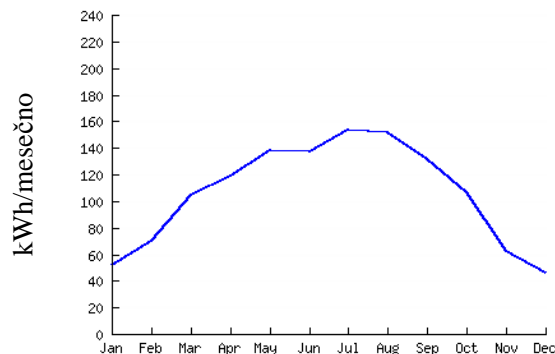
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema

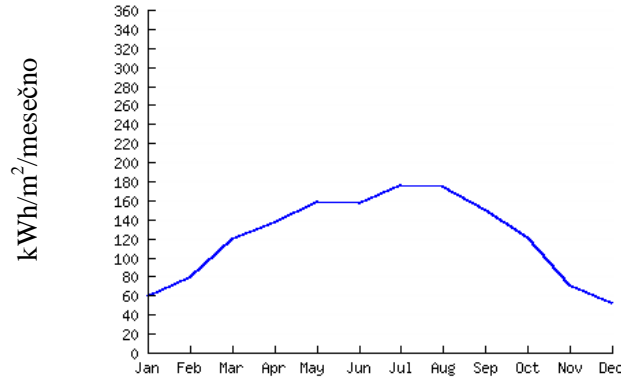


— Nepokretan sistem, nagib od 45⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 45°

ZRENJANIN

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8% (generisana vrednost za područja bez temperaturnih informacija ili za fotonaponske module)

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 4,0%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 13,5%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 0° orijentacija: 0°			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	0.98	30.4	1.18	36.6
Februar	1.66	46.4	1.96	54.9
Mart	2.70	83.7	3.14	97.3
April	3.78	113	4.36	131
Maj	4.78	148	5.49	170
Jun	5.21	156	5.98	179
Jul	5.45	169	6.25	194
Avgust	4.80	149	5.52	171
Septembar	3.54	106	4.09	123
Oktobar	2.30	71.3	2.70	83.8
Novembar	1.21	36.2	1.45	43.4
Decembar	0.82	25.5	1.00	30.9
Godišnje	3.11	94.6	3.6	110
Ukupno za godinu dana		1140		1310

Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

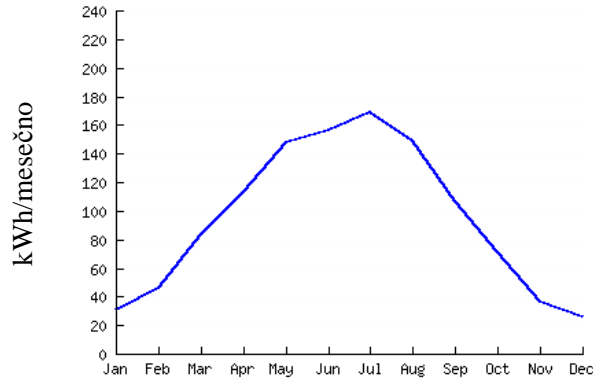
Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

STUDIJA

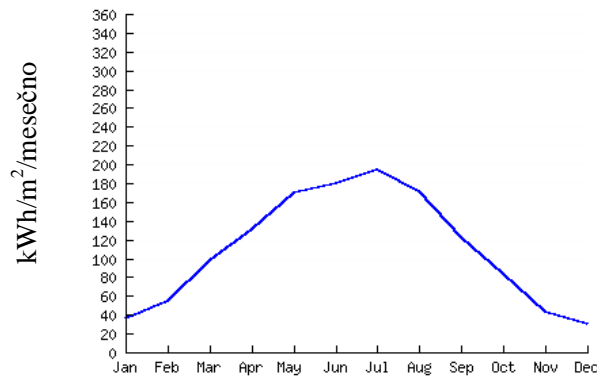
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,5%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 30° orijentacija: 0°			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.57	48.6	1.8	55.7
Februar	2.40	67.1	2.74	76.8
Mart	3.38	105	3.87	120
April	4.17	125	4.78	143
Maj	4.84	150	5.55	172
Jun	5.06	152	5.81	174

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Jul	5.40	168	6.19	192
Avgust	5.19	161	5.93	184
Septembar	4.37	131	4.99	150
Oktoabar	3.32	103	3.79	117
Novembar	1.91	57.4	2.19	65.6
Decembar	1.36	42.3	1.56	48.4
Godišnje	3.59	109	4.11	125
Ukupno za godinu dana		1310		1500

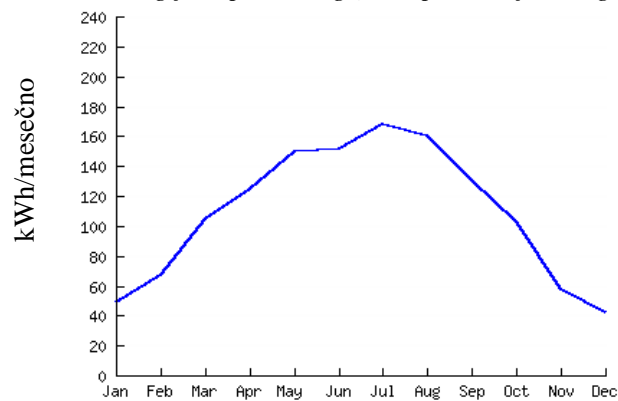
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

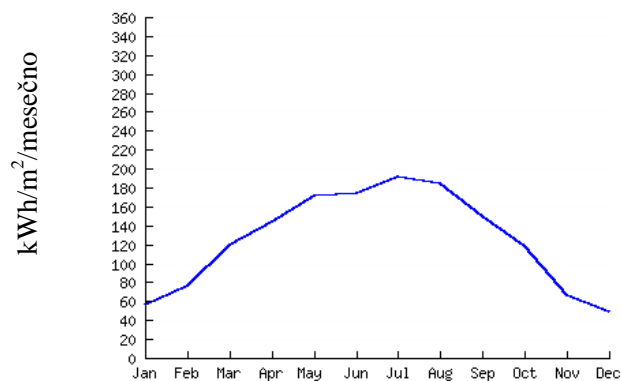
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,8%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,4%

	Nepokretan sistem, nagib od 45 ⁰ orijentacija: 0 ⁰			
Mesec	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.74	54.0	1.98	61.3
Februar	2.58	72.3	2.94	82.3
Mart	3.47	108	3.96	123
April	4.06	122	4.65	140
Maj	4.53	140	5.19	161
Jun	4.64	139	5.34	160
Jul	5.00	155	5.74	178
Avgust	4.98	154	5.70	177
Septembar	4.43	133	5.05	152
Oktobar	3.56	110	4.05	125
Novembar	2.11	63.4	2.40	72.0
Decembar	1.53	47.3	1.73	53.8
Godišnje	3.56	108	4.07	124
Ukupno za godinu dana		1300		1480

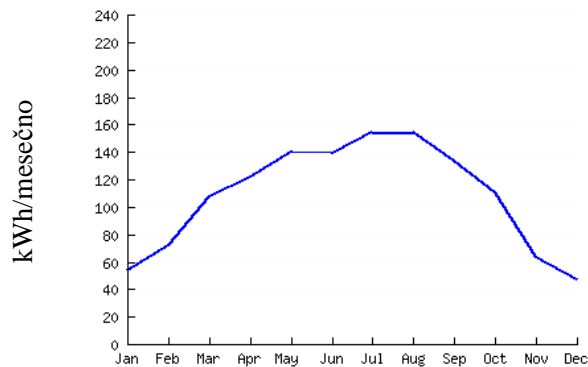
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema

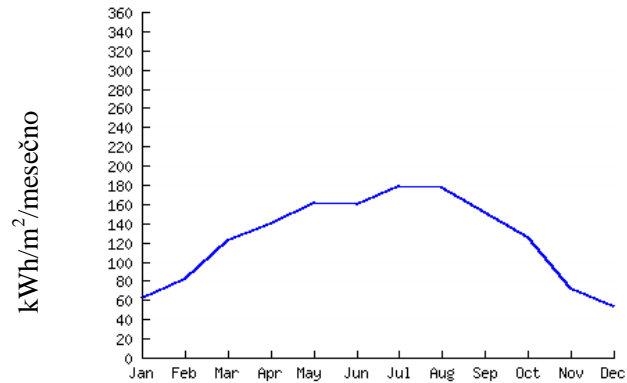


— Nepokretan sistem, nagib od 45⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 45⁰

APATIN

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 3,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 13,4%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 0 ⁰ orijentacija: 0 ⁰			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	0.9	27.8	1.08	33.4
Februar	1.51	42.2	1.78	49.8
Mart	2.48	76.8	2.88	89.3
April	3.64	109	4.2	126
Maj	4.52	140	5.19	161
Jun	4.87	146	5.58	167
Jul	5.15	160	5.9	183
Avgust	4.55	141	5.23	162
Septembar	3.35	101	3.87	116
Oktobar	2.11	65.3	2.47	76.6
Novembar	1.06	31.8	1.26	37.9
Decembar	0.72	22.4	0.87	27
Godišnje	2.91	88.6	3.37	102
Ukupno za godinu dana		1060		1230

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

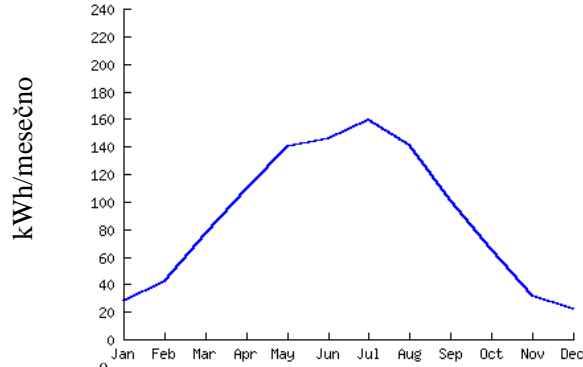
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

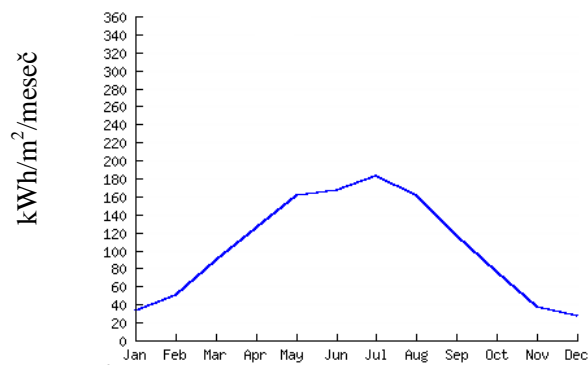
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,5%

	Nepokretan sistem, nagib od 30°, orijentacija: 0°			
Mesec	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.57	48.6	1.8	55.7
Februar	2.40	67.1	2.74	76.8
Mart	3.38	105	3.87	120
April	4.17	125	4.78	143

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Maj	4.84	150	5.55	172
Jun	5.06	152	5.81	174
Jul	5.40	168	6.19	192
Avgust	5.19	161	5.93	184
Septembar	4.37	131	4.99	150
Oktoabar	3.32	103	3.79	117
Novembar	1.91	57.4	2.19	65.6
Decembar	1.36	42.3	1.56	48.4
Godišnje	3.59	109	4.11	125
Ukupno za godinu dana		1310		1500

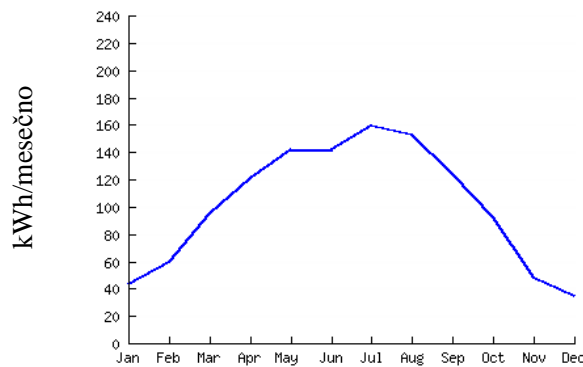
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

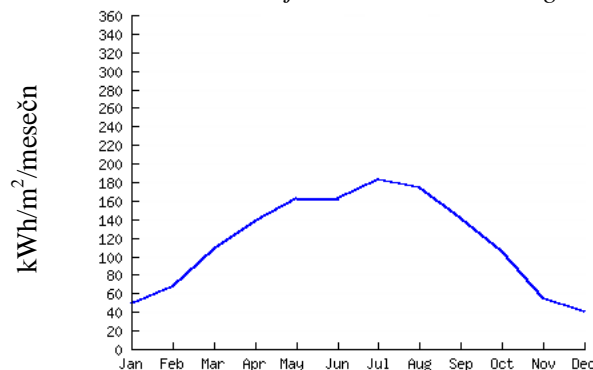
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,8%

Drugi gubici (kablovi, invertor i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,4%

	Nepokretan sistem, nagib od 45 ⁰ orijentacija: 0 ⁰			
Mesec	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.52	47.0	1.72	53.5
Februar	2.26	63.2	2.57	72.0
Mart	3.12	96.7	3.56	110
April	3.92	118	4.49	135
Maj	4.29	133	4.93	153
Jun	4.37	131	5.02	151
Jul	4.76	148	5.46	169
Avgust	4.72	146	5.41	168
Septembar	4.17	125	4.75	143
Oktobar	3.17	98.3	3.6	112
Novembar	1.75	52.4	1.99	59.6
Decembar	1.24	38.5	1.41	43.8
Godišnje	3.28	99.8	3.75	114
Ukupno za godinu dana		1200		1370

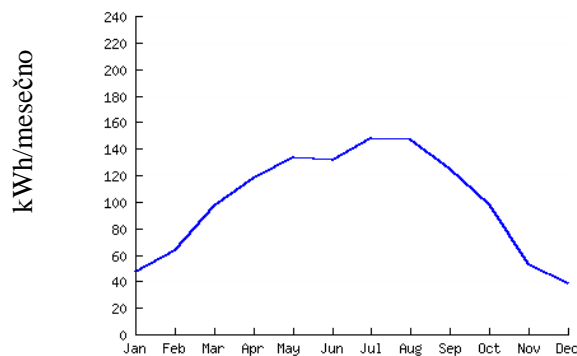
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema

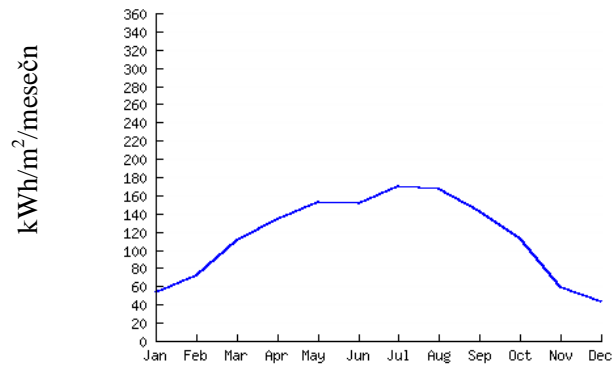


— Nepokretan sistem, nagib od 45⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 45°

SOMBOR

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 3,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 13,4%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 0° orijentacija: 0°			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	0.9	27.8	1.08	33.4
Februar	1.51	42.2	1.78	49.8
Mart	2.48	76.9	2.88	89.4
April	3.65	110	4.21	126
Maj	4.53	140	5.2	161
Jun	4.88	147	5.6	168
Jul	5.14	159	5.89	182
Avgust	4.57	142	5.25	163
Septembar	3.35	101	3.87	116
Oktobar	2.11	65.5	2.48	76.8
Novembar	1.05	31.4	1.25	37.5
Decembar	0.71	22	0.86	26.5
Godišnje	2.91	88.7	3.37	103
Ukupno za godinu dana		1060		1230

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

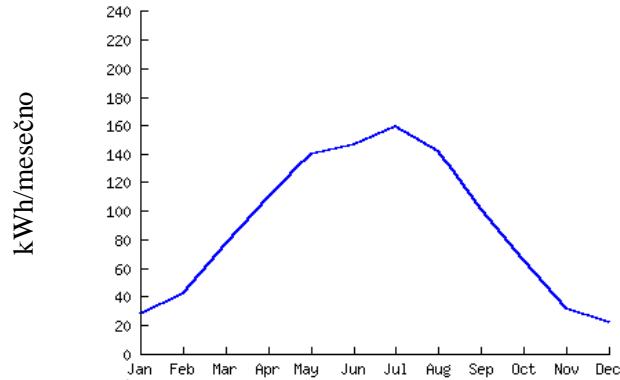
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

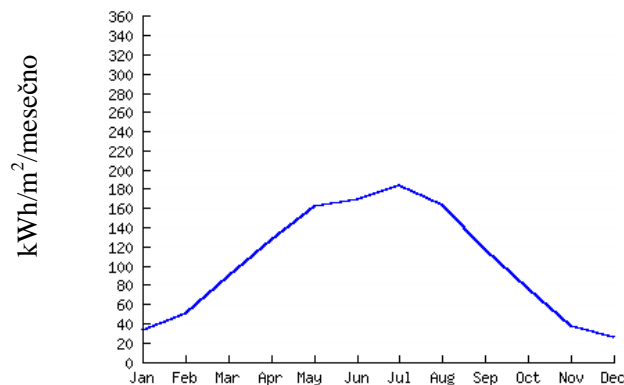
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,5%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 30° orijentacija: 0°			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.39	43	1.59	49.3
Februar	2.12	59.4	2.43	68
Mart	3.06	95	3.51	109
April	4.04	121	4.62	139

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Maj	4.59	142	5.26	163
Jun	4.77	143	5.47	164
Jul	5.13	159	5.88	182
Avgust	4.94	153	5.65	175
Septembar	4.12	124	4.7	141
Oktobar	2.99	92.8	3.42	106
Novembar	1.59	47.7	1.82	54.6
Decembar	1.11	34.4	1.27	39.3
Godišnje	3.33	101	3.81	116
Ukupno za godinu dana		1210		1390

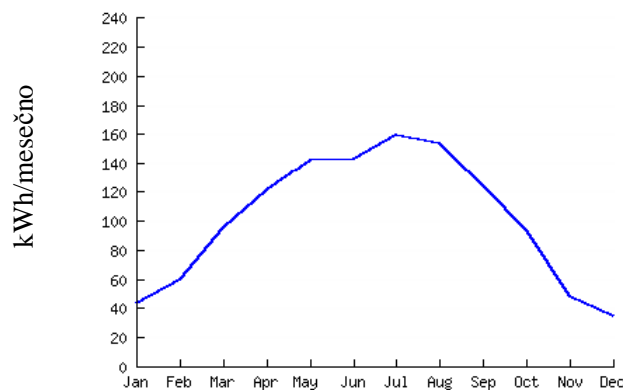
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

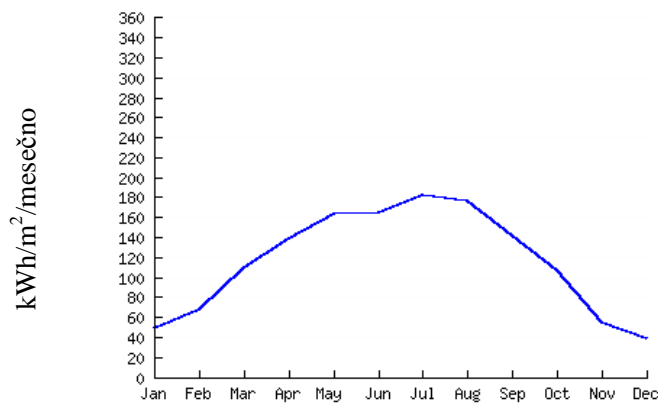
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,8%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,4%

	Nepokretan sistem, nagib od 45 ⁰ orijentacija: 0 ⁰			
Mesec	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.53	47.4	1.74	53.9
Februar	2.27	63.6	2.58	72.4
Mart	3.13	97.1	3.58	111
April	3.94	118	4.51	135
Maj	4.3	133	4.94	153
Jun	4.39	132	5.05	151
Jul	4.76	148	5.46	169
Avgust	4.75	147	5.44	169
Septembar	4.18	125	4.77	143
Oktobar	3.2	99.1	3.63	113
Novembar	1.74	52.2	1.98	59.3
Decembar	1.22	37.9	1.39	43.1
Godišnje	3.29	100	3.76	114
Ukupno za godinu dana		1200		1370

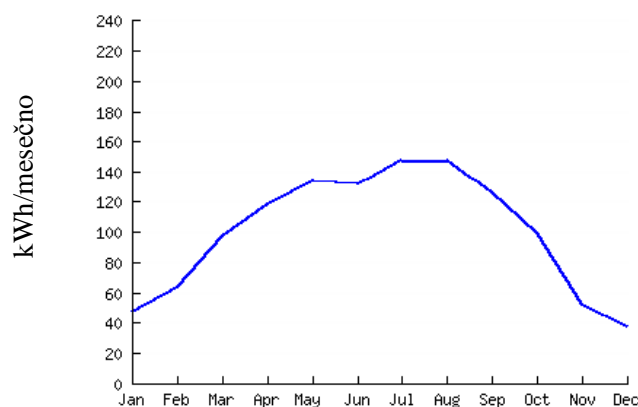
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema

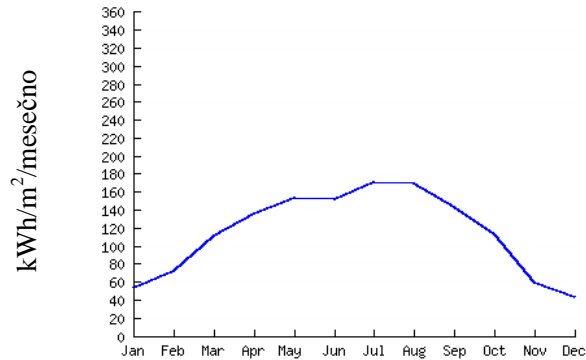


— Nepokretan sistem, nagib od 45⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 45°

SUBOTICA

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 3,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 13,4%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 0° orijentacija: 0°			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	0.89	27.7	1.07	33.3
Februar	1.53	42.9	1.81	50.6
Mart	2.52	78.2	2.93	90.9
April	3.72	112	4.29	129
Maj	4.61	143	5.29	164
Jun	5.00	150	5.74	172
Jul	5.21	161	5.97	185
Avgust	4.63	144	5.32	165
Septembar	3.38	101	3.91	117
Oktobar	2.16	66.9	2.53	78.6
Novembar	1.07	32.2	1.28	38.5
Decembar	0.71	22.1	0.86	26.8
Godišnje	2.96	90.1	3.43	104
Ukupno za godinu dana		1080		1250

Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

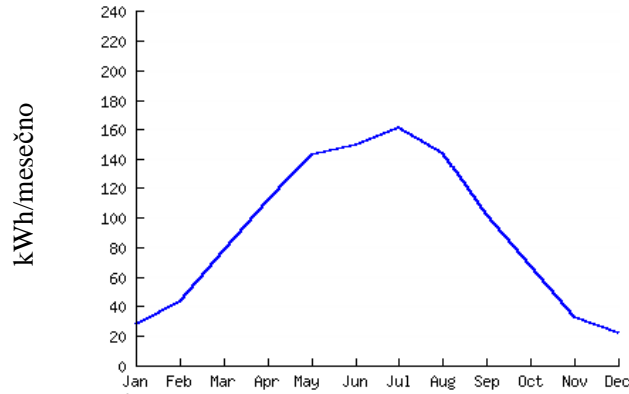
Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

STUDIJA

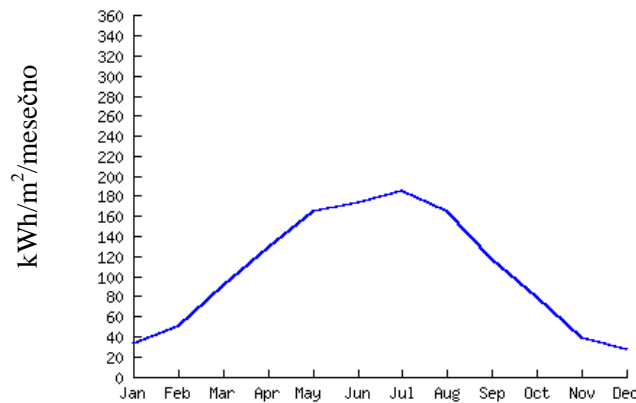
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 0°

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,9%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,4%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 30°			
	orijentacija: 0°			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.4	43.5	1.61	49.8
Februar	2.19	61.4	2.51	70.2
Mart	3.15	97.5	3.6	112
April	4.13	124	4.73	142
Maj	4.69	145	5.37	167
Jun	4.9	147	5.62	168

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Jul	5.21	162	5.97	185
Avgust	5.03	156	5.75	178
Septembar	4.18	125	4.77	143
Oktoabar	3.11	96.4	3.55	110
Novembar	1.67	50.2	1.91	57.3
Decembar	1.14	35.3	1.3	40.4
Godišnje	3.41	104	3.9	119
Ukupno za godinu dana		1240		1420

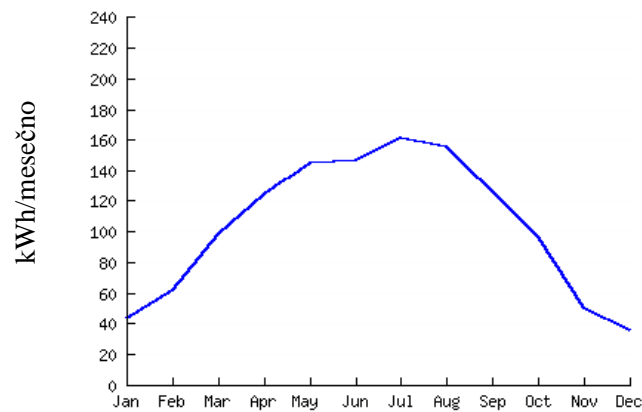
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

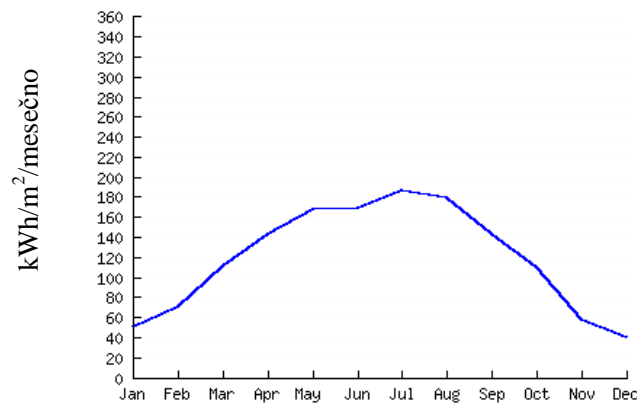
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 30⁰

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Nominalna snaga fotonaponskog sistema (FN) - solarne elektrane: 1.0 kW (tanak sloj)

Procenjeni gubici usled temperaturnih uticaja: 8%

Procenjeni gubitak zbog efekata ugaone refleksije: 2,8%

Drugi gubici (kablovi, inverter i dr.): 2,0%

Kombinovani FN gubici sistema: 12,3%

Mesec	Nepokretan sistem, nagib od 45 ⁰ orijentacija: 0 ⁰			
	Ed	Em	Hd	Hm
Januar	1.55	48	1.76	54.6
Februar	2.36	66	2.68	75.1
Mart	3.22	100	3.68	114
April	4.04	121	4.62	139
Maj	4.4	136	5.05	156
Jun	4.51	135	5.18	155
Jul	4.84	150	5.55	172
Avgust	4.84	150	5.54	172
Septembar	4.25	128	4.84	145
Oktobar	3.34	103	3.79	117
Novembar	1.84	55.2	2.09	62.7
Decembar	1.26	39.2	1.44	44.5
Godišnje	3.38	103	3.86	117
Ukupno za godinu dana		1230		1410

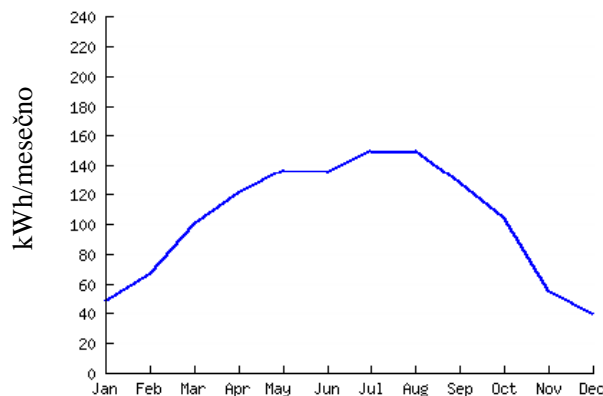
Ed: Prosečna dnevna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Em: Prosečna mesečna proizvodnja električne energije iz datog sistema, [kWh]

Hd: Prosečna dnevna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

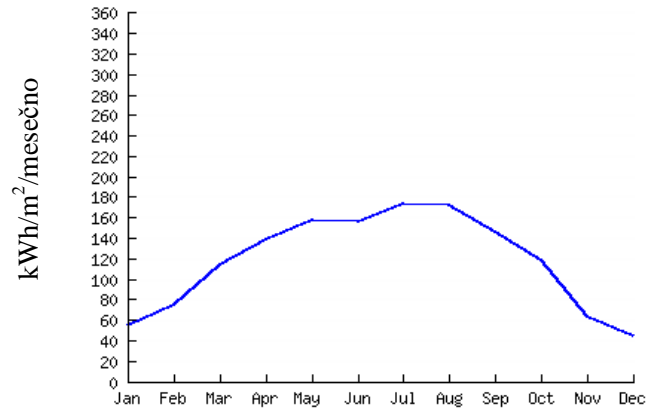
Hm: Prosečna mesečna suma globalnog zračenja koju prima modul datog sistema, [kWh/m²]

Mesečni dobitak energije nepokretnog (sa nepromenljivim uglom) FS sistema



— Nepokretan sistem, nagib od 45⁰

Mesečno zračenje u ravni - za stalan ugao



— Nepokretan sistem, nagib od 45⁰

9.5. Parametri za dimenzionisanje FN sistema

9.5.1. Određivanje dnevne potrošnje električne energije jednosmerne struje

Dnevna potrošnja električne energije jednosmerne struje D_C [Wh] izračunava se tako što se pojedinačna snaga potrošača jednosmerne struje P_C [W] pomnoži sa srednjim vremenom korišćenja potrošača t_C [h] i dobijenoj vrednosti doda 30% radi kompenzacije na uređajima solarnog sistema:

$$D_C = 1,3 \sum_C P_C t_C \quad (9.3)$$

9.5.2. Određivanje dnevne potrošnje električne energije naizmjenične struje

Dnevna potrošnja naizmjenične struje D_A [Wh] izračunava se tako što se snaga potrošača naizmjenične struje P_A [W] pomnoži sa srednjim vremenom korišćenja potrošača t_A [h] i dobijenoj vrednosti doda 40% radi kompenzacije gubitaka na solarnom sistemu:

$$D_A = 1,4 \sum_A P_A t_A \quad (9.4)$$

9.5.3. Određivanje ukupne dnevne potrošnje električne energije

Ukupna dnevna potrošnja električne energije D_P [Wh] jednaka je zbiru dnevne potrošnje jednosmerne D_C [Wh] i naizmjenične struje D_A [Wh]:

$$D_P = D_C + D_A \quad (9.5)$$

9.5.4. Određivanje broja solarnih modula

Broj solarnih modula N određuje se deobom ukupne dnevne potrošnje električne energije D_p [Wh] sa električnom energijom koja se dobija pomoću jednog solarnog modula:

$$N = D_p / D_M \quad (9.6)$$

9.5.5. Određivanje kapaciteta akumulatora

Za čuvanje električne energije koriste se akumulatori (baterije) različitih vrsta i kapaciteta. Kapacitet akumulatora zavisi od dnevnih potreba potrošača za električnom energijom (dnevni kapacitet) i od potreba za električnom energijom za autonomni rad određenih potrošača (rezervni kapacitet). Autonomni rad potrošača određuje se u danima. Za autonomni rad telekomunikacionih sistema potreban je kapacitet od 10 dana, za domaćinstva oko 5 dana, a za vikend kuće dan ili dva.

Kapacitet akumulatora K_A [Wh] se određuje tako što se dnevna potrošnja električne energije D_p [Wh] pomnoži sa faktorom rezerve (koji predstavlja broj uzastopnih oblačnih dana) i tome doda 30% ukupne dnevne potrošnje električne energije:

$$K_A = 1,3 D_p n \quad (9.7)$$

Kapacitet akumulatora C_A u Ah dobija se pomoću sledećeg izraza:

$$C_A = K_A / U_A \quad (9.8)$$

gde je K_A – kapacitet akumulatora u [Wh] a U_A – napon akumulatora u [V].

9.5.6. Primer za izračunavanje karakteristika fotonaponskog sistema

Dnevna potrošnja jednosmerne struje

Dnevna potrošnja jednosmerne struje izračunava se tako što se pojedinačna snaga potrošača [W] pomnoži sa srednjim vremenom korišćenja potrošača [h].

Tabela 9.2. Dnevna potrošnja jednosmerne struje

Potrošač	Snaga [W]	Srednje vreme korišćenja [h]	Dnevna potrošnja [Wh]
svetlo	40	3	120
TV	35	3	105
ventilator	20	4	80
Ukupno:			305

Dobijenoj vrednosti (305 Wh) treba dodati 30% (92 Wh) radi gubitaka na uređajima solarnog sistema, tako da se za srednju vrednost dnevne potrošnje jednosmerne struje dobija 397 Wh.

Dnevna potrošnja naizmjenične struje

Dnevna potrošnja naizmjenične struje izračunava se tako što se snaga potrošača [W] pomnoži sa srednjim vremenom korišćenja potrošača [h] i dobijene vrednosti saberu.

Tabela 9.3. Dnevna potrošnja naizmjenične struje

Potrošač	Snaga [W]	Srednje vreme korišćenja [h]	Dnevna potrošnja [Wh]
razni uređaji	240	0,25	60
kompjuter	40	3,5	140
radio	35	2,0	70
Ukupno:			270

Dobijenoj vrednosti (270 Wh) treba dodati 40% (108 Wh) radi gubitaka na solarnom sistemu, tako da se za srednju vrednost dnevne potrošnje naizmjenične struje dobija 378 Wh.

Sabiranjem srednjih vrednosti potrošnje jednosmerne i naizmjenične struje dobija se srednja dnevna potreba za električnom energijom iz solarnog sistema od 775 Wh.

U cilju određivanja broja solarnih modula koje treba uključiti u sistem da bi zadovoljili potrebu za električnom energijom u toku jednog dana, dobijenu vrednost (775 Wh) treba podeliti sa srednjom dnevnom vrednošću energije [Wh] koja se dobija po jednom modulu.

Srednja dnevna vrednost energije koja se dobija sa jednim modulom [Wh] jednaka je proizvodu snage modula [W] i geografskog faktora. Snaga modula se uzima iz prospekta, a geografski faktor sa mape.

Ukoliko se uzme modul snage 50 W i geografski faktor 4, srednja dnevna vrednost električne energije koja se dobija pomoću tog modula iznosi 200 Wh.

Deljenjem 775 Wh sa 200 Wh dobija se da je potrebno 4 modula snage 50 W.

Kapacitet akumulatora

Tabela 9.4. Kapacitet akumulatora

Dnevna potreba	775	Wh
	x	
Rezervni faktor	5	
	=	
	3875	Wh
	+	
30% sigurnosni faktor	1163	Wh
	=	
Kapacitet akumulatora	5038	Wh
Napon akumulatora	12	V
	=	
Kapacitet akumulatora	420	Ah

Potrošači

U zavisnosti od snage na fotonaponski solarni sistem može da se priključi veći ili manji broj potrošača jednosmerne ili naizmjenične električne energije. U tabeli 9.5 date su tipične vrednosti snage najčešće korišćenih potrošača električne energije.

Tabela 9.5. Tipične vrednosti snage najčešće korišćenih potrošača električne energije

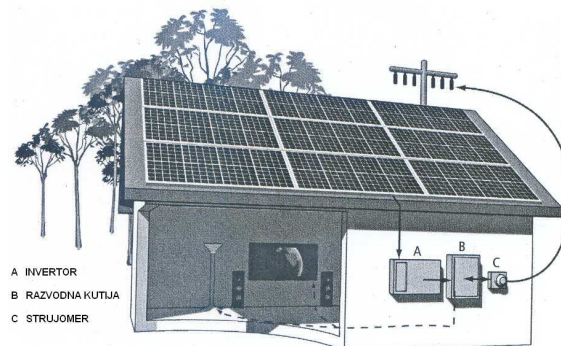
POTROŠAČI NAIZMENIČNE STRUJE	SNAGA (W)	POTROŠAČI JEDNOSMERNE STRUJE	SNAGA (W)
Frižider	350	Ventilator	25
Sijalica sa vlaknom	40-100	Frižider	60
TV	175	TV	60
Stereo uređaji	40-100	Fluorescentna sijalica	8-40
Mikrotalasna peć	450-750	Stereo uređaji	35
Električni šporet	1100		

9.5.7. Fotonaponski solarni sistem priključen za elektrodistributivnu mrežu

Fotonaponski solarni sistemi priključeni za elektrodistributivnu mrežu sastoje se od solarnih modula, invertora, strujomera i priključnih vodova za priključenje solarnog sistema za elektrodistributivnu mrežu. Kod ovih sistema se celokupan iznos proizvedene električne energije predaje elektrodistributivnoj mreži. U ove sisteme spadaju solarne elektrane i elektrane male snage postavljene na privatnim kućama, stambenim i drugim objektima.

9.5.8. Kombinovani fotonaponski sistem

Pod kombinovanim solarnim sistemom podrazumeva se sistem koji jedan deo proizvedene električne energije predaje gradskoj mreži, a preostali deo se akumulira u odgovarajućim akumulatorima i koristi za snabdevanje potrošača u datom objektu jednosmernom ili naizmjeničnim strujom. Kod ovog sistema se predaja električne energije elektrodistributivnoj mreži vrši preko invertora, strujomera i odgovarajućih priključaka. Drugi deo energije se preko regulatora punjenja akumulatora predaje akumulatoru. Za akumulator mogu direktno da se priključe potrošači jednosmerne struje. Ukoliko se za akumulator priključi inverter, može da se koristi i naizmjenična struja.



Slika 9.11. Kombinovani fotonaponski sistem

9.5.9. Hibridni sistemi

Pod hibridnim sistemom podrazumeva se sistem koji istovremeno električnu energiju proizvodi pomoću dva ili više nezavisnih izvora energije, i to: fotonaponskog sistema, vetrogeneratora, dizel agregata itd. Različiti su interesi za eksploataciju sunčeve energije. U hladnijim krajevima ona se, uglavnom, koristi za grejanje prostora i vode te dobijanje električne energije, a u toplijim krajevima - za rashlađivanje prostorija i dobijanje električne energije.

9.5.10. Solarne elektrane

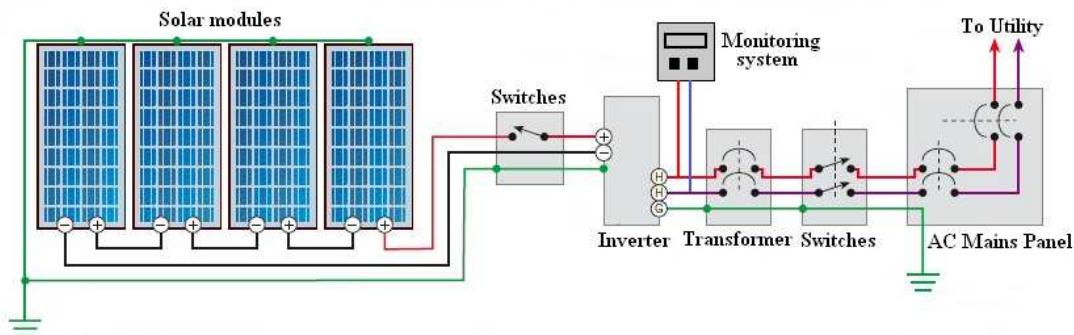
Pod solarnom elektranom se podrazumeva elektrana koja pomoću solarnih ćelija pretvara Sunčevo zračenje u električnu energiju. Solarna elektrana se sastoji od solarnih ćelija grupisanih u solarne module, invertora koji pretvara jednosmerni u naizmenični napon i transformatora preko koga se dobijena električna energija predaje elektrodistributivnoj mreži. Rad solarne elektrane je automatizovan i kontrolisan pomoću odgovarajućeg računarskog programa.

Kod solarnih elektrana se najčešće koriste solarni moduli od monokristalnog i polikristalnog silicijuma, a ređe od tankoslojnih materijala, kao što su amorfni silicijum i CdTe. Efikasnost solarnih ćelija od monokristalnog silicijuma je oko 15%, od polikristalnog silicijuma oko 12 %, od amornog silicijuma oko 5 % i od CdTe oko 8 %. Solarni moduli od monokristalnog i polikristalnog silicijuma su pogodniji za područja sa pretežno direktnim sunčevim zračenjem, dok su solarni moduli sa solarnim ćelijama od tankoslojnih materijala pogodniji za područja sa pretežno difuznim sunčevim zračenjem.

Pod invertorom se podrazumeva uređaj koje pretvara jednosmerni napon koji se dobija pomoću solarne elektrane od 12V ili 24 V u trofazni nazmenični napon od 220V. U zavisnosti od konstrukcije, efikasnost invertora se kreće do 97 %. Pri izboru invertora potrebno je voditi računa o naponu na izlazu polja solarnih modula, snazi polja solarnih modula, parametrima gradske mreže, izboru načina upravljanja solarnom elektranom itd. Kod solarnih elektrana može da se koristi veći broj invertora manje snage ili jedan ili dva invertora veće snage.

Monitoring sistem solarne elektrane se sastoji od centralne merno-kontrolne jedinice za praćenje režima rada elektrane. Kod monitoring sistema se koriste odgovarajući senzori i softveri pomoću kojih mogu da se dobiju sledeći podaci: dnevna, mesečna i godišnja proizvodnja električne energije, redukcija CO₂, detaljna promena parametara sistema, snimanje događaja nakon kvara, praćenje meteoroloških parametara, alarm itd.

Kod solarnih elektrana se, u skladu sa važećim propisima elektrodistributivnih sistema koriste transformatori preko kojih se električna energija, dobijena pomoću solarne elektrane, predaje elektrodistributivnoj mreži. U praksi se pokazalo da se efikasnost solarnih elektrana smanjuje oko 1% godišnje. Šematski prikaz solarne elektrane dat je na slici 9.12.



Slika 9.12. Šematski prikaz solarne elektrane

Fiksna solarna elektrana

Pod fiksnom solarnom elektranom podrazumeva se elektrana kod koje su solarni moduli postavljeni na fiksne metalne nosače pod optimalnim uglom u odnosu na horizontalnu ravan i svi su orijentisani prema jugu. Za izgradnju fiksne solarne elektrane od 1 MW potrebno je oko 15 000 m² površine.

Troškovi održavanja fiksne solarne elektrane mnogo su manji u odnosu na troškove održavanja rotacionih solarnih elektrana. Cena izgradnje fiksne solarne elektrane je oko 2,5 do 3,5 eur/W.

Nedostatak fiksne solarne elektrane ogleda se u tome da solarni moduli ne prate sunčevo zračenje, tako da se na godišnjem nivou ne dobija optimalni iznos električne energije.



Slika 9.13. Fiksna solarna elektrana

Jednoosno rotaciona solarna elektrana

Pod jednoosno rotacionom solarnom elektranom podrazumeva se elektrana kod koje se solarni moduli, postavljeni pod optimalnim uglom, podešavaju prema suncu okretanjem oko vertikalne ose u toku dana od istoka do zapada. Za okretanje solarnih modula koriste se elektromotori, za čiji je rad potrebna električna energija iz akumulatora ili gradske mreže. Za kontrolu okretanja rotora koristi se odgovarajući centralizovani računarski sistem. Ukoliko iz nekog razloga dođe do otkaza računarskog sistema, solarni moduli mogu ručno da se podešavaju prema suncu. Takođe je moguće i ručno podešavanje nagiba solarnih modula u odnosu na horizontalnu ravan u koracima od 5° od 0 - 45°.

Kod jednoosno rotacione solarne elektrane javlja se efekat senke solarnih modula koji se nalaze na susednim rotorima, tako da je za njenu izgradnju potrebno oko 60 000 m² površine. Po literaturnim podacima, efikasnost jednoosno rotacione solarne elektrane je 20 – 25 % veća od efikasnosti fiksne solarne elektrane. Troškovi održavanja jednoosno rotacione solarne elektrane su znatno veći od troškova za održavanje fiksne solarne elektrane. Cena izgradnje jednoosno rotacione solarne elektrane je oko 5,5 eur/W, što je za 30 % više u odnosu na cenu izgradnje fiksne solarne elektrane. Pored ovoga, nedostatak jednoosno rotacione solarne elektrane ogleda se i u činjenici da nema u toku godine automatskog podešavanja nagiba solarnih modula u odnosu na visinu Sunca.



Slika 9.14. Jednoosno rotaciona solarna elektrana

9.6. Primene fotonaponskih sistema

Fotonaponski sistemi su veoma raznovrsni: mogu biti manji od novčića i veći od fudbalskog igrališta i mogu da obezbeđuju energiju za bilo koji uređaj, od časovnika do čitavih naselja. Uz jednostavnost rukovanja ovi faktori ih čine posebno privlačnim za širok spektar primena. Nedavni porast proizvodnje FN ćelija uz niske cene otvorio je veliki broj novih tržišta uz veliki broj različitih primena. Primene kao što su osvetljavanje, telekomunikacije, hlađenje, pumpanje vode, kao i obezbeđivanje električne energije za čitava naselja, naročito u udaljenim oblastima, pokazale su se kao konkurentne i profitabilne u odnosu na već postojeće tehnologije. Uz to, pojavila se relativno nova primena ovih sistema sa izuzetno velikim potencijalom - fasadni fotonaponski sistemi (FFNS, ili eng. BIPV - building integrated photovoltaics).

Konceptualno, fotonaponski sistem u svom najjednostavnijem obliku je sistem koji transformiše sunčevu energiju u električnu, koji nema pokretnih delova, čiji rad zadovoljava najviše ekološke standarde i ukoliko je dobro zaštićen od uticaja okoline nema delova koji mogu da se pohabaju. Fotonaponski sistemi su modularni tako da se njihova snaga može projektovati za praktično bilo koju primenu. Štaviše, dodatni delovi kojima se povećava izlazna snaga lako se prilagođavaju postojećim fotonaponskim sistemima, što nije slučaj sa konvencionalnim izvorima električne energije, kao što su termoelektre i nuklearne elektrane, čija ekonomska isplativost i izvodljivost zahteva multi-megavatne instalacije. Pre desetak godina očekivalo se da će dve najperspektivnije primene FN sistema biti u sektoru velikih elektrana snage nekoliko megavata, povezanih sa distributivnom mrežom, i u desetak miliona kućnih solarnih sistema u zemljama u razvoju. Međutim, slika je danas nešto drugačija i tržištem dominiraju urbani (rezidencijalni) FN sistemi povezani sa elektrodistributivnom mrežom. U periodu od 2000. do 2005. godine ostvaren je relativni porast od 50% godišnje u broju umreženih solarnih FN elektrana. Studije Evropske fotonaponske industrijske asocijacije (EPIA) i organizacije Greenpeace predviđaju da će polovina od 207 GW kapaciteta u 2020. godini biti sistemi povezani sa elektrodistributivnu mrežu od kojih će 80% biti instalirani u rezidencijalnim zgradama. Fotonaponska industrija je sve prisutnija u nacionalnim energetske strategijama sve većeg broja zemalja.

9.6.1. Primeri primene solarnih ćelija

U savremenoj arhitekturi solarne ćelije se sve više koriste kao krovni i fasadni elementi koje objektima daju lep izgled i proizvode električnu energiju.

Kod privatnih kuća, solarne ćelije se obično nalaze na krovu u vidu malih solarnih elektrana koje obezbeđuju električnu energiju za dati objekat i elektrodistributivnu mrežu.

Kod višespratnih objekata koriste se netransparentne i semitransparentne solarne ćelije kao fasadni elementi. One objektu daju atraktivan izgled, proizvode električnu struju i propuštanjem dela svetlosti u unutrašnjost objekta stvaraju prijatan ambijent za rad i boravak.

Solarne ćelije se sve više koriste u školama i državnim objektima kako za edukaciju mladih naraštaja i građanstva o mogućnostima njihovog korišćenja za dobijanje električne energije, tako i u nastojanjima da se maksimalno smanji emisija gasova staklene bašte. Savremeni arhitektonski objekti sa solarnim ćelijama su energetske nezavisni i ekološki prihvatljivi.

Sa arhitektonskog, tehničkog i finansijskog aspekta, fotonaponski solarni sistemi integrisani u građevinske elemente imaju sledeće karakteristike:

- ne zahtevaju dodatno zemljište i mogu se koristiti i u gusto naseljenim urbanim sredinama,
- ne zahtevaju dodatne infrastrukturne instalacije,
- obezbeđuju električnu energiju u toku najveće potražnje i na taj način smanjuju opterećenje elektrodistributivne mreže,
- mogu u potpunosti ili delimično da obezbede električnu energiju za odgovarajuću zgradu,

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- mogu da zamene konvencionalne građevinske materijale i na taj način da obezbede dvostruku ulogu koja može višestruko da se isplati,
- pružaju nove estetske mogućnosti na inovativan način,
- mogu se povezati sa održavanjem, kontrolom i funkcionisanjem drugih instalacija i sistema u zgradi,
- mogu da obezbede smanjenje planiranih troškova.

Pošto fasadni fotonaponski moduli mogu da zamenjuju klasične građevinske materijale, razlika u ceni između solarnih elemenata po jedinici površine i materijala koje mogu da zamene, je od posebnog značaja. Tako je cena po jedinici površine fasadnog fotonaponskog sistema, povezanog na distributivnu mrežu, skoro ista kao i cena najkvalitetnijih fasadnih materijala kao što su mermer ili ukrasni kamen.

Solarni crep

Japanska kompanija Sanyo proizvodi solarni crep koji se sastoji od staklene osnove i serijski povezanih solarnih ćelija od amornog silicijuma (Slika 9.15). Za proizvodnju solarnog crepa koristi se stakleni crep na čiju se površinu vakuumskim napanjanjem In_2O i SnO_2 formiraju transparentne elektrode. Transparentne elektrode se seku pomoću YAG lasera, sa širinom reza od 100 μm . Zatim se vrši nanošenje p-i-n slojeva od amornog silicijuma i njihovo sečenje pomoću YAG lasera. Nanošenje zadnje elektrode vrši se vakuumskim napanjanjem aluminijuma ili srebra na a-Si slojeve, a zatim se postavljaju vodootporni električni kontakti (konektori). Za zaštitu solarnih crepova koriste se epoksi smole i slojevi etil-vinil-acetata i etilen-tereftalata.

Solarni crep dimenzija $305 \times 305 \text{ mm}^2$, koji se sastoji od 20 serijski povezanih solarnih ćelija, ima sledeće električne karakteristike: snagu $P = 2,7 \text{ W}$, napon otvorenog kola $U_{\text{ok}} = 17 \text{ V}$, struju kratkog spoja $I_{\text{ks}} = 210 \text{ mA}$, faktor ispune (filing faktor) $F = 0,59$.

Ispitivanja vršena u toku dve godine na solarnom krovu koji se sastojao od 96 solarnih crepova ukupne snage 200 W pri intenzitetu Sunčevog zračenja od 1000 W/m^2 , pokazala su da se njihova efikasnost smanjila za 15 % u odnosu na početnu vrednost i da je zatim ostala stabilna. Krov sa solarnim crepovima predstavlja solarnu elektranu koja proizvodi električnu energiju za dati objekat.



Slika 9.15. Krov sa solarnim crepom

Solarni stadion u Tajvanu

U Tajvanu je 2009. godine izgrađen moderan stadion u obliku zmajevih kriljušti sa 50.000 mesta i solarnim krovom (Slika 9.16).

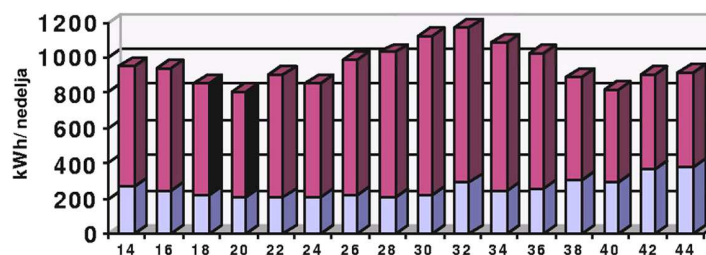


Slika 9.16. Solarni stadion u Tajvanu

Na 14.155 m² krova nalaze se solarne ćelije, koje u potpunosti obezbeđuje električnu energiju za osvetljenje stadiona i dva velika ekrana. Na ovom stadionu je moguće uključiti celokupno osvetljenje za 6 minuta. Očekuje se da solarni krov stadiona godišnje proizvede 1,14 miliona kWh električne energije i time smanji emisiju 660 tona ugljendioksida u atmosferu godišnje. Stadion je sagrađen na 19 hektara, od kojih je skoro 7 hektara rezervisano za razvoj javnog prostora, biciklističkih staza, sportskih parkova i veštačkih jezera.

Biblioteka u Mataru

Mataro, grad u Španiji, koji u toku godine ima 2.360 sunčanih sati, od 1996. godine se uključio u evropska nastojanja za što većim korišćenjem obnovljivih izvora energije. U Mataru su na krovu i južnoj fasadi gradske biblioteke postavljene solarne ćelije snage 53 kW_p. Na 225 m² južne fasade biblioteke nalaze se solarne ćelije od monokristalnog i polikristalnog silicijuma snage 20 kW_p na međusobnom rastojanju od 1,4 cm. Semitransparentna fotonaponska fasada biblioteke u njenoj unutrašnjosti ostavlja veoma lep vizuelni utisak. Solarne ćelije na krovu biblioteke u Mataru snage 33 kW_p postavljene su pod uglom od 37° u odnosu na horizontalnu ravan. Deo solarnih modula na krovu biblioteke je od semitransparentnih solarnih ćelija. Uporedni pregled dobijene električne energije od solarnih ćelija na krovu i fasadi biblioteke u Mataru dat je na slici 9.17.



Slika 9.17. Uporedni pregled dobijene električne energije nedeljno u 1996. godini od solarnih ćelija na krovu i fasadi biblioteke u Mataru (Tamnijom bojom označen je doprinos solarnih ćelija na krovu a svetlijom na fasadi biblioteke u Mataru)

Na slici se vidi da upadni ugao sunčevog zračenja u odnosu na solarne ćelije ima odlučujuću ulogu na iznos električne energije koja se dobija pomoću njih. U toku zime, kada je sunce nisko, efikasnost solarnih ćelija na fasadi slična je efikasnosti solarnih ćelija na krovu biblioteke. U toku leta, kada je sunce visoko, efikasnost solarnih ćelija na krovu biblioteke je skoro tri puta veća od efikasnosti solarnih ćelija na

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

fasadi. Solarni sistem na biblioteci u Mataru godišnje smanjuje zagađenje okoline sa 50 tona CO₂ i 500 kg SO₂, koji bi se izbacili u atmosferu sagorevanjem fosilnih goriva.

Montrej

U Montreju, gradu na severu Francuske, je 1999. godine promovisan fotonaponski solarni program pod nazivom *Plavi krovovi*. Program plavih krovova podrazumeva izgradnju većeg broja mini solarnih elektrana na krovovima stambenih zgrada, privatnih i ostalih objekata u Montreju.

Na jednoj stambenoj zgradi u Montreju je 2000. godine postavljeno 220 m² solarnih ćelija ukupne snage 22 kW_p, koje godišnje proizvode 20.000 kWh električne energije (Slika 9.18).



Slika 9.18. Solarne ćelije na krovovima zgrada u Montreju

Poslovna solarna zgrada u Kini

U gradu Dezhou, u Shandong provinciji, na severozapadu Kine, je 2009. godine izgrađena zgrada, ukupne površine 75.000 m², sa najvećim solarnim postrojenjem na svetu (Slika 9.19). Na površini od 50.000 m² postavljene su solarne ćelije pomoću kojih se dobija električna energija dovoljna za 95 % energetske potrebe ove zgrade.



Slika 9.19. Poslovna zgrada u gradu Dezhou -u

Osnovna škola Ma Wan u Hong Kongu

Od 2001. do 2004. godine u Osnovnoj školi Ma Wan u Hong Kongu instalirano je 698 m² solarnih ćelija od polikristalnog i amornog silicijuma snage 40 kW_r (Slika 9.20).



Slika 9.20. Osnovna škola Ma Wan u Hong Kongu (levo) i unutrašnjost škole Ma Wan (desno)

Osnovna škola u Wolvercote-u u Engleskoj

U decembru 2007. godine u osnovnoj školi u selu Wolvercote-u u blizini Oksforda u Engleskoj instaliran je fotonaponski sistem snage 4, 212 kW_p* (Slika 9.21).



Slika 9.21. Osnovna škola u Wolvercote-u u Engleskoj

U informatičkom kabinetu ove škole nalazi se displej na kome učenici mogu da vide za koliko se smanjuje emisija CO₂ korišćenjem solarnih ćelijama. Procenjeno je da će se, pomoću instaliranog fotonaponskog sistema, na godišnjem nivou dobiti 3.500 kWh energije a emisija CO₂ biti manja za 2.000 kg.

* kW_p (kilovatpik, engl. kilowattpeak), jedinica maksimalne snage električne struje koju generiše fotonaponski sistem prilikom testiranja pri standardnim fizičkim uslovima: I=1000 W/m², T= 25°C.

Solarna elektrana Waldpolonez

Najveća solarna elektrana u Nemačkoj, *Waldpolonez*, nominalne snage 40 MW, godišnje proizvodi 40.000 MWh električne energije (Slika 9.22). Ova elektrana se prostire na površini od 2 km² i sastoji se od 550 000 solarnih modula od amornog silicijuma i CdTe.



Slika 9.22. Solarna elektrana Waldpolonez u Nemačkoj

Nellis solarna elektrana u Nevadi

Nellis solarna elektrana, snage 14,2 MW, je druga po veličini solarna elektrana u Nevadi, u Severnoj Americi (Slika 9.23). Ova elektrana se prostire na površini od 140 hektara i sastoji se od 72.000 solarnih modula koji prate kretanje sunca u toku dana (trakera). Procenjuje se da *Nellis* solarna elektrana proizvodi 30 miliona kWh godišnje, što je dovoljno za snabdevanje električnom energijom 12.000 domaćinstava i da se smanjuje emisija CO₂ za 24.000 tona godišnje.



Slika 9.23. Nellis solarna elektrana u Nevadi

DeSoto solarna elektrana u SAD-u

U oktobru 2009. godine je instalirana najveća solarna elektrana u SAD-u, *DeSoto*, snage 25 MW (Slika 9.24). Na površini od 180 hektara postavljeno je preko 90.000 jednoosnih trakera koji godišnje proizvode 42.000 MWh električne energije, što je dovoljno za snabdevanje električnom energijom 3.000 domaćinstava.



Slika 9.24. DeSoto solarna elektrana u SAD-u

Solarna elektrana Olmedilla

Solarna elektrana, *Olmedilla*, instalirana u Španiji 2008. godine, je najveća solarna elektrana na svetu (Slika 9.25). Ova elektrana, snage 60 MWp, sastoji se od preko 160.000 solarnih modula koji godišnju proizvode 85 GWh električne energije, što je dovoljno za snabdevanje 40.000 domaćinstava.



Slika 9.25. Solarna elektrana Olmedilla u Španiji

Solarna elektrana Serpa

Serpa solarna elektrana, snage 11 MW, instalirana je u Portugaliji 2007. godine (Slika 9.26). Ova elektrana sastoji se od 52.300 solarnih trakera koji proizvode 20 GWh električne energije godišnje, što je dovoljno za snabdevanje električnom energijom 8.000 domaćinstava i smanjenje emisije CO₂ za 30.000 tona godišnje.



Slika 9.26. Solarna elektrana Serpa

Solarna elektrana u blizini mesta San Lois Obispo u Kaliforniji

U blizini mesta San Lois Obispo, u Kaliforniji, planira se izgradnja najveće solarne elektrane na svetu (Slika 9.27). Nominalna snaga ove elektrane iznosiće 800 MW i prikupljaće Sunčevu energiju sa površine od 32,5 km². Realizacija ovog projekta trebalo bi da omogući godišnju proizvodnju električne energije od 1,65 milijardi kWh, što je dovoljno za snabdevanje 239.000 domaćinstava u periodu od 12 meseci.



Slika 9.27. Solarna elektrana u blizini mesta San Lois Obispo

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

U tabeli 9.6. date su neke od većih realizovanih solarnih elektrana u Evropi, a u tabeli 9.7 dat je pregled instaliranih solarnih elektrana u svetu snage veće od 20 MW.

Tabela 9.6. Neke od većih realizovanih solarnih elektrana u Evropi

SNAGA (MW _p)	LOKACIJA	PROIZVODNJA (MWh/god)
12	Nemačka Erlasee/Arnstein	14.000
11	Portugal Serpa	20.000
10	Nemačka Pocking	
9,51	Španija Milagro	14.000
8	Španija Beneixama	
6,3	Nemačka Mühlhausen	6.750
6	Nemačka Doberschütz	5.700
5,27	Nemačka Miegersbach 1. faza 2. faza	1.877
		3.135
5	Nemačka Bürstadt	4.500
5	Nemačka Espenhain	5.000

Kalifornija, koja je privredno najjača savezna država u SAD-u i na sedmom mestu u svetu po ekonomskom potencijalu, nastoji da što pre zauzme vodeće mesto na globalnoj listi korisnika električne energije dobijene iz obnovljivih izvora energije. Španija je za sada na vrhu te liste, jer ima 23 instalirane solarne elektrane.

Dvoosno rotaciona solarna elektrana

Pod dvoosno rotacionom solarnom elektranom podrazumeva se elektrana kod koje se položaj solarnih modula podešava prema suncu okretanjem oko vertikalne i horizontalne ose. Kod ovih elektrana se solarni moduli orijentišu prema Suncu pomoću odgovarajućih elektromotora.

Efikasnost dvoosno rotacione solarne elektrane je 25 – 30 % veća od efikasnosti fiksne solarne elektrane.

Za izgradnju i rad dvoosno rotacione solarne elektrane potrebno je znatno veća površina u odnosu na fiksnu solarnu elektranu. Troškovi održavanja dvoosno rotacione solarne elektrane su veći od troškova održavanje jednoosno rotacione solarne elektrane. Cena izgradnje dvoosno rotacione solarne elektrane je oko 7,5 eur/W, što je za 47 % više u odnosu na cenu izgradnje fiksne solarne elektrane.

Tabela 9.7. Pregled instaliranih solarnih elektrana u svetu snage veće od 20 MW

SOLARNA ELEKTRANA	LOKACIJA	SNAGA (MW)
<u>Olmedilla Photovoltaic Park</u>	Španija / 2008	60
<u>Strasskirchen Solar Park</u>	Nemačka	54
<u>Lieberose Photovoltaic Park</u>	Nemačka / 2009	53
<u>Puertollano Photovoltaic Park</u>	Španija / 2008	50
<u>Moura photovoltaic power station</u>	Portugalija / 2008	46
<u>Kothen Solar Park</u>	Nemačka / 2009	45
<u>Finsterwalde Solar Park</u>	Nemačka / 2009	42
<u>Waldpolenz Solar Park</u>	Nemačka / 2008	40
<u>Arnedo Solar Plant</u>	Španija / 2008	34
<u>Planta Solar Dulcinea</u>	Španija / 2009	31.8
<u>Merida / Don Alvaro Solar Park</u>	Španija / 2008	30
<u>Planta Solar Ose de la Vega</u>	Španija	30
<u>Planta Fotovoltaico Casas de Los Pinos</u>	Španija	28
<u>Planta Solar Fuente Alamo</u>	Španija	26
<u>DeSoto Next Generation Solar Energy Center</u>	SAD	25

U svetu je izgrađeno više od 1.000 solarnih elektrana manje ili veće snage na ravnom tlu. Solarne elektrane nominalne snage veće od 500 kW instalirane su u SAD, Španiji, Nemačkoj, Italiji, Japanu, Holandiji, Portugaliji itd.

Zaključak Poglavlja 9

Sistemi za fotoelektričnu (fotonaponsku) konverziju sunčevog zračenja u električnu energiju su znatno pogodniji za šire korišćenje u praksi. To se odnosi i na manje sisteme sa akumulatorima električne energije u kojima se skladišti električna energija (odnosno višak proizvedene električne energije) tokom dana – za vreme kada nema dovoljno sunčevog zračenja (noću i danju – u vreme izuzetne oblačnosti). Solarni sistem kod koga se dobijena električna energija čuva u akumulatorima, sastoji se od solarnih ćelija, regulatora punjenja akumulatora i akumulatora. Kod ovog sistema se obično dodaje i inverter za pretvaranje jednosmerne u naizmeničnu struju. Drugi tip sistema bazira na priključenju fotonaponskog sistema – preko pretvaračkog invertorskog sistema – direktno na električnu mrežu (bez akumulatora električne energije). Solarni sistem za dobijanje električne energije koji se priključuje za gradsku mrežu, sastoji se od solarnih ćelija (modula), pretvarača jednosmerne u naizmeničnu struju (invertora) i strujomera.

Ovi sistemi, za razliku od elektrana sa koncentrišućim ogledalima mogu koristiti i difuzno zračenje za proizvodnju električne energije (količina proizvedene električne energije pri difuznom

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

zračenju je, naravno, manja od one – proizvedene pri direktnom sunčevom zračenju). Prednost ovakvih tipova solarnih elektrana je u mogućnosti tipske gradnje sistema sa malim i velikim snagama. To su jednostavniji sistemi (obično se grade bez mogućnosti promene orijentacije ili nagiba) – kao statični sistemi koji imaju dovoljno efikasan i pouzdan rad. Jednostavniji su za upravljanje i održavanje. Cena po jednom vat u instalisane snage ovakvih elektrana se kreće od 2 do 3 (do 3,5) Eura. Danas, u svetu, su u radu komercijalne elektrane ovog tipa, pri čemu limiti oko osunčanosti i intenziteta sunčevog zračenja – uglavnom ne postoje (za prosečne uslove). Obzirom da se u fotonaponskim sistemima vrši direktna transformacija sunčeve svetlosti u električnu energiju - ovakvi sistemi nemaju (statični) pokretne mehaničke podsisteme koji su bitni za rad i održavanje.

Uslovi instalacije i drugi uslovi za područje Vojvodine su povoljni za gradnju i eksploataciju ovakvih tipova postrojenja. To su sistemi koji su, kroz dosadašnja istraživanja i eksploataciju dostigla punu zrelost i potrebnu pouzdanost u radu. Dalja istraživanja vezana za povećanje energetske efikasnosti i sniženja početnih troškova vezanih za fotonaponske panele se nastavljaju, pri čemu primena do sada osvojenih tehničkih rešenja nije problematična.

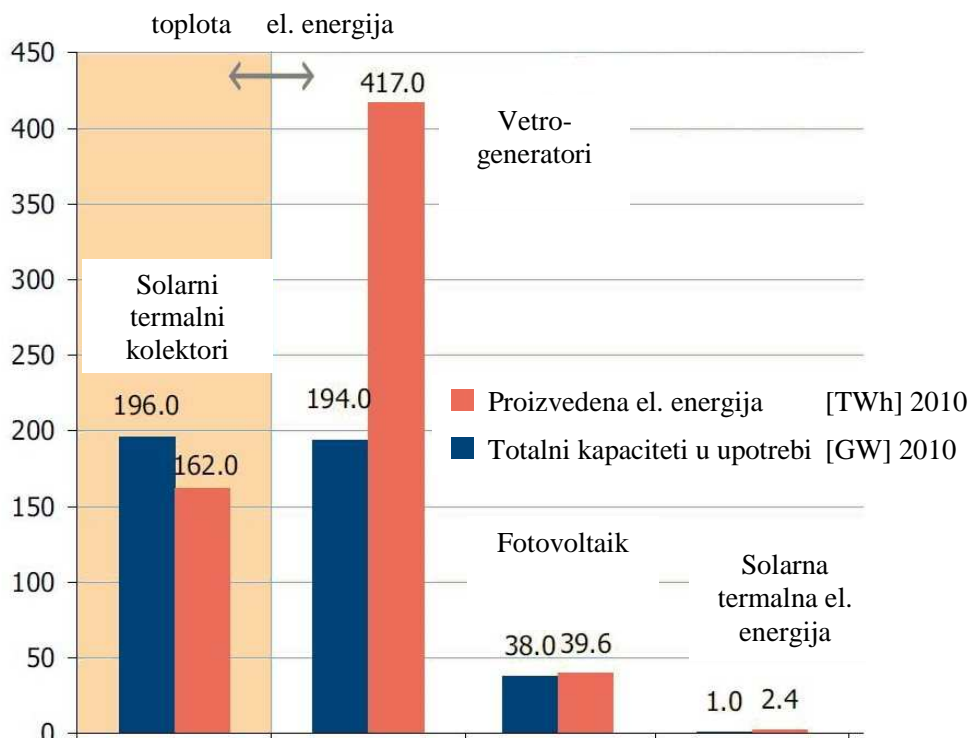
POGLAVLJE 10

10. STANJE KORIŠĆENJA SUNČEVE ENERGIJE U SVETU

10.1. Termalni solarni sistemi

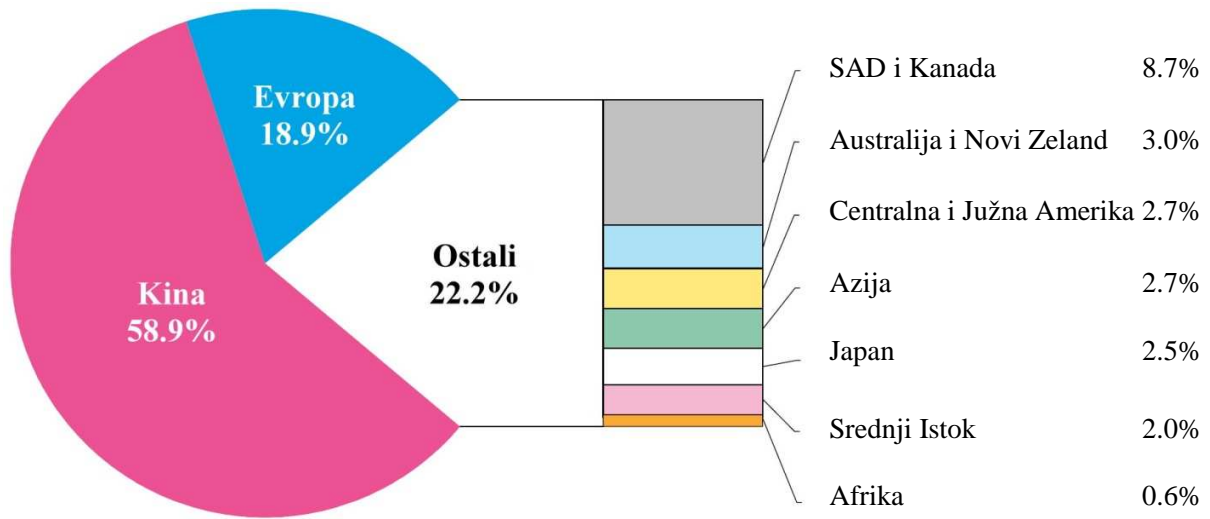
Prema kompetentnom gorišnjem izveštaju "Solar Heat Worldwide" - izdanje za 2011. god. o stanju solarnog grejanja sa pregledom tržišta i doprinosa termalne sunčeve energije u svetu - procenjeni ukupni proizvodni i instalisani kapaciteti krajem 2010. godine - u oblasti solarne termalne konverzije iznose 196 GW (sa oko 280.000.000 m² solarnih kolektora) - instalisane snage postrojenja sa godišnje proizvedenom toplotnom energijom od 162 TWh. Ovim izveštajem je obuhvaćen velik broj zemalja sveta, od kojih - i gotovo sve zemlje³ Evrope (izuzev nekoliko - uključujući i Srbiju). Datim podacima treba dodati i kapacitete u oblasti fotoelektričnih postrojenja sa instalisanim ukupnim kapacitetom od 38 GW i godišnjom proizvedenom električnom energijom od oko 39,6 TWh. Znatno manji postojeći kapaciteti se odnose na heliostatska solarna postrojenja koja su procenjene snage od 1,0 GW sa proizvedenom električnom energijom od oko 2,4 TWh (Slika 10.1).

Učešće instalisanih kapaciteta solarnih kolektora - zastakljenih i nezastakljenih vodenih i vazдушnih kolektora - u privrednim regionima sveta, krajem 2009. godine, su prikazani na slici 10.2.



Slika 10.1. Učešće solarne energetike u energetici obnovljivih izvora energije

³ Izveštajem nije obuhvaćena Srbija, obzirom da nije uključena u predmetni info sistem. Od bivših zemalja Jugoslavije u dati pregled nisu samo uključene Srbija, Crna Gora i Bosna i Hercegovina.



Afrika:	Namibija, Južna Afrika, Tunis, Zimbabve
Azija:	Indija, Južna Koreja, Tajvan, Tajland
Centralna + Južna Amerika:	Barbados, Brazil, Čile, Meksiko, Urugvaj
Evropa:	EU 27, Albanija, BJR Makedonija, Norveška, Švajcarska, Turska
Srednji Istok:	Izrael, Jordan

Slika 10.2. Udeo instalisanih kapaciteta vodenih i vazdušnih termičkih kolektora u privrednim regionima - krajem 2009. godine

U tabeli 10.1 dat je pregled ukupnih kapaciteta solarnih termičkih kolektora (vodenih i vazdušnih) u primeni u 53 zemlje sveta - krajem 2009. godine. Od ukupno operativnih sistema kapaciteta 172.368,6 MW, na vakuum cevne kolektore otpada 96.539,1 MW, na zastakljene ravne kolektore - 54.915,5 MW, nezastakljene - bazenske i dr. kolektore - 19.703,9 MW i najmanje - na vazdušne kolektore - 1.210,2 MW. U tabeli 10.2 date su ukupne površine kolektora - po zemljama - koji su u upotrebi do kraja 2009. godine. Kako se iz tabele 10.2 vidi - to je oko 246.240.885 m²!

Tabela 10.1. Ukupni kapaciteti u upotrebi do kraja 2009. godine [MW_{th}]

Zemlja	Vodeni kolektori			Vazdušni kolektori		Ukupno [MW _{th}]
	Nezastakljeni	Zastakljeni	Vakuum cevni	Nezastakljeni	Zastakljeni	
Albanija		48.8	0.3			49.1
Australija	3,304.0	1,710.5	51.7			5,066.2
Austrija	431.9	2,543.8	38.4	0.3		3,014.3
Barbados		92.2				92.2
Belgija	32.8	176.8	18.0			227.6
BJR Makedonija		17.5	0.5		0.003	18.0
Brazil	890.3	2,799.7				3,690.0
Bugarska		26.8				26.8
Češka Republika	10.2	104.1	23.1			137.4
Čile	1.0	18.7				19.7
Danska	14.4	321.9	5.4	2.3	12.6	356.5
Estonija		1.4	0.3			1.6

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Finska	8.2	18.3	1.6			28.2
Francuska	74.0	1,279.1	23.4			1,376.4
Grčka		2,852.2	1.8			2,853.9
Holandija	264.1	264.6				528.7
Indija		1,987.3	169.6		11.4	2,168.3
Irska		59.8	24.8			84.7
Italija	30.6	1,263.2	177.1			1,470.9
Izrael	20.6	2,827.5		0.3		2,848.5
Japan		3,936.1	68.1		330.7	4,334.8
Jordan		482.6	144.1			626.7
Južna Afrika	527.6	202.1	14.7			744.4
Južna Koreja		1,047.6				1,047.6
Kanada	407.6	25.6	4.9	152.6	1.6	592.4
Kina		7,105.0	94,395.0			101,500.0
Kipar		598.2	2.7			601.0
Letonija		4.8	0.10			4.9
Litvanija		2.9	0.1			3.0
Luksemburg		17.1	1.3			18.4
Mađarska	4.0	73.5	16.7	0.4	0.1	94.6
Malta		23.2	8.2			31.4
Meksiko	400.5	433.6	49.3		3.8	887.2
Namibjia		10.7	0.3			11.0
Nemačka	504.0	7,508.7	844.5		23.5	8,880.7
Norveška	1.3	9.1	0.4		0.8	11.6
Novi Zeland	4.9	100.1	6.8			111.8
Poljska		275.9	81.0			356.9
Portugal	1.5	370.4	13.2			385.0
Rumunija		59.8	6.3			66.1
SAD	12,455.5	1,787.8	61.4		68.5	14,373.2
Slovačka		75.5	9.0			84.5
Slovenija		95.0	6.3			101.3
Španija	77.7	1,319.5	81.2			1,478.4
Švajcarska	148.3	435.2	26.8	601.3		1,211.6
Švedska	87.5	168.7	34.3			290.5
Tajland		64.0				64.0
Tajvan	1.4	1,299.7	44.9			1,345.9
Tunis		268.8	14.7			283.5
Turska		8,424.5				8,424.5
Urugvaj		8.5				8.5
Velika Britanija		254.9	66.8			321.7
Zimbabve		12.3	0.1			12.4
Ukupno	19,703.9	54,915.5	96,539.1	757.1	453.1	172,368.6

Tabela 10.2. Ukupna instalisana površina kolektora u upotrebi do kraja 2009. godine [m²]

Zemlja	Vodeni kolektori			Vazdušni kolektori		Ukupno [m ²]
	Nezastakljeni	Zastakljeni	Vakuum cevni	Nezastakljeni	Zastakljeni	
Albanija		69,705	466			70,171
Australija	4,720,000	2,443,569	73,806			7,237,375
Austrija	616,952	3,634,012	54,828	378		4,306,170
Barbados		131,690				131,690
Belgija	46,875	252,620	25,713			325,208

STUDIJA

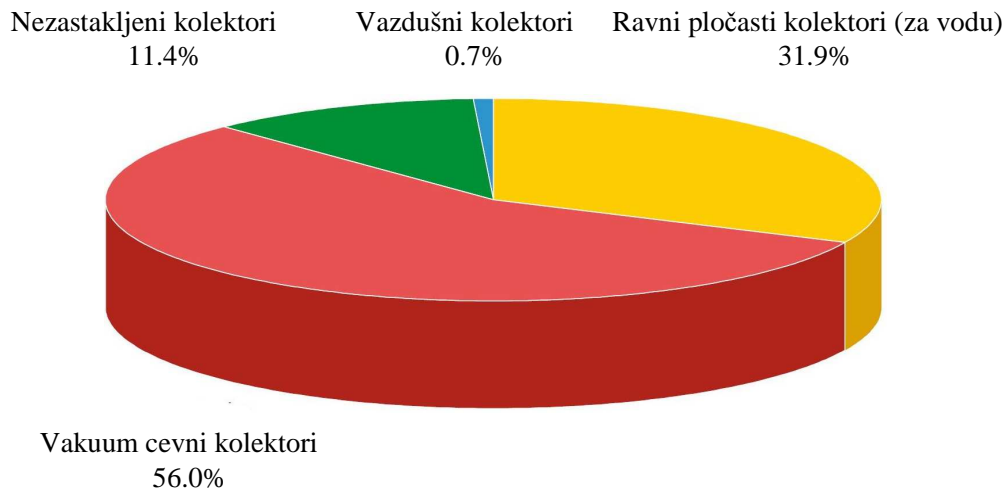
O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

BJR Makedonija		25,020	724		4	25,748
Brazil	1,271,849	3,999,547				5,271,396
Bugarska		38,336				38,336
Češka Republika	14,621	148,646	33,030			196,298
Čile	1,470	26,730				28,200
Danska	20,515	459,866	7,684	3,264	18,000	509,329
Estonija		1,951	390			2,341
Finska	11,779	26,118	2,342			40,240
Francuska	105,699	1,827,223	33,379			1,966,300
Grčka		4,074,500	2,500			4,077,000
Holandija	377,287	378,051				755,338
Indija		2,838,948	242,247		16,320	3,097,515
Irska		85,475	35,493			120,968
Italija	43,766	1,804,597	252,981			2,101,344
Izrael	29,495	4,039,324		422		4,069,241
Japan		5,622,949	97,297		472,376	6,192,622
Jordan		689,371	205,916			895,287
Južna Afrika	753,678	288,710	20,972			1,063,360
Južna Koreja		1,496,514				1,496,514
Kanada	582,351	36,569	6,995	217,989	2,349	846,253
Kina		10,150,000	134,850,000			145,000,000
Kipar		854,637	3,883			858,520
Letonija		6,904	140			7,044
Litvanija		4,168	150			4,318
Luksemburg		24,482	1,818			26,300
Mađarska	5,688	105,011	23,803	500	200	135,202
Malta		33,144	11,723			44,867
Meksiko	572,092	619,432	70,430		5,403	1,267,357
Namibija		15,259	447			15,706
Nemačka	720,000	10,726,731	1,206,423		33,600	12,686,754
Noverveška	1,920	13,010	540		1,110	16,580
Novi Zeland	7,025	142,975	9,644			159,645
Poljska		394,188	115,648			509,836
Portugal	2,082	529,079	18,839			550,000
Rumunija		85,496	9,000			94,496
SAD	17,793,589	2,553,984	87,755		97,878	20,533,206
Slovačka		107,892	12,855			120,746
Slovenija		135,656	9,042			144,698
Španija	111,000	1,885,000	116,000			2,112,000
Švajcarska	211,790	621,780	38,290	859,000		1,730,860
Švedska	125,000	241,000	49,000			415,000
Tajland		91,392				91,392
Tajvan	1,937	1,856,659	64,168			1,922,764
Tunis		384,000	21,000			405,000
Turska		12,035,000				12,035,000
Urugvaj		12,096				12,096
Velika Britanija		364,138	95,445			459,583
Zimbabve		17,509	162			17,671
Ukupno	28,148,459	78,450,665	137,912,968	1,081,553	647,240	246,240,885

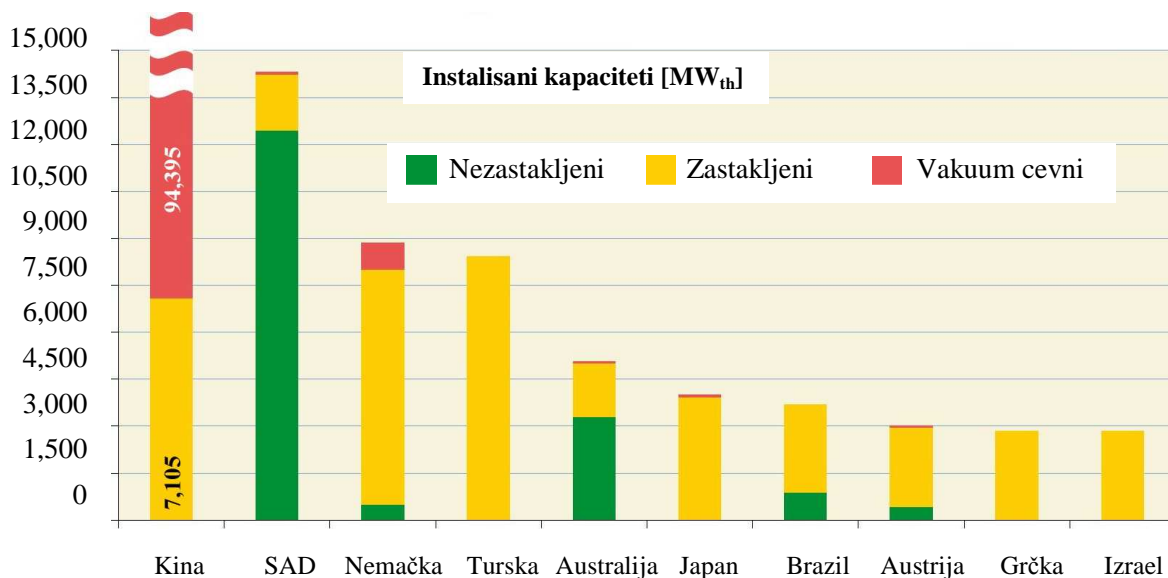
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Učešće pojedinih tipova termičkih kolektora u ukupnom kapacitetu instalisanih - prikazana je na slici 10.3, a na slici 10.4 dat je prikaz ukupno instalisanih kapaciteta vodenih termičkih kolektora u deset vodećih zemalja - krajem 2009. godine. Ukupni instalisani kapaciteti zastakljenih ravnih-pločastih i vakuum cevnih kolektora u upotrebi po ekonomskim regionima - na kraju 2009. godine - su prikazani na slici 10.5, a na slici 10.6 - ukupni instalisani kapaciteti zastakljenih ravnih-pločastih i vakuum cevnih kolektora u upotrebi po ekonomskim regionima u kWh na 1.000 stanovnika - na kraju 2009. godine. Na slici 10.7 je prikazan udeo novoinstaliranih kapaciteta (zastakljeni i nezastakljeni vodeni i vazdušni kolektori) - po ekonomskim regionima u 2009. godini.



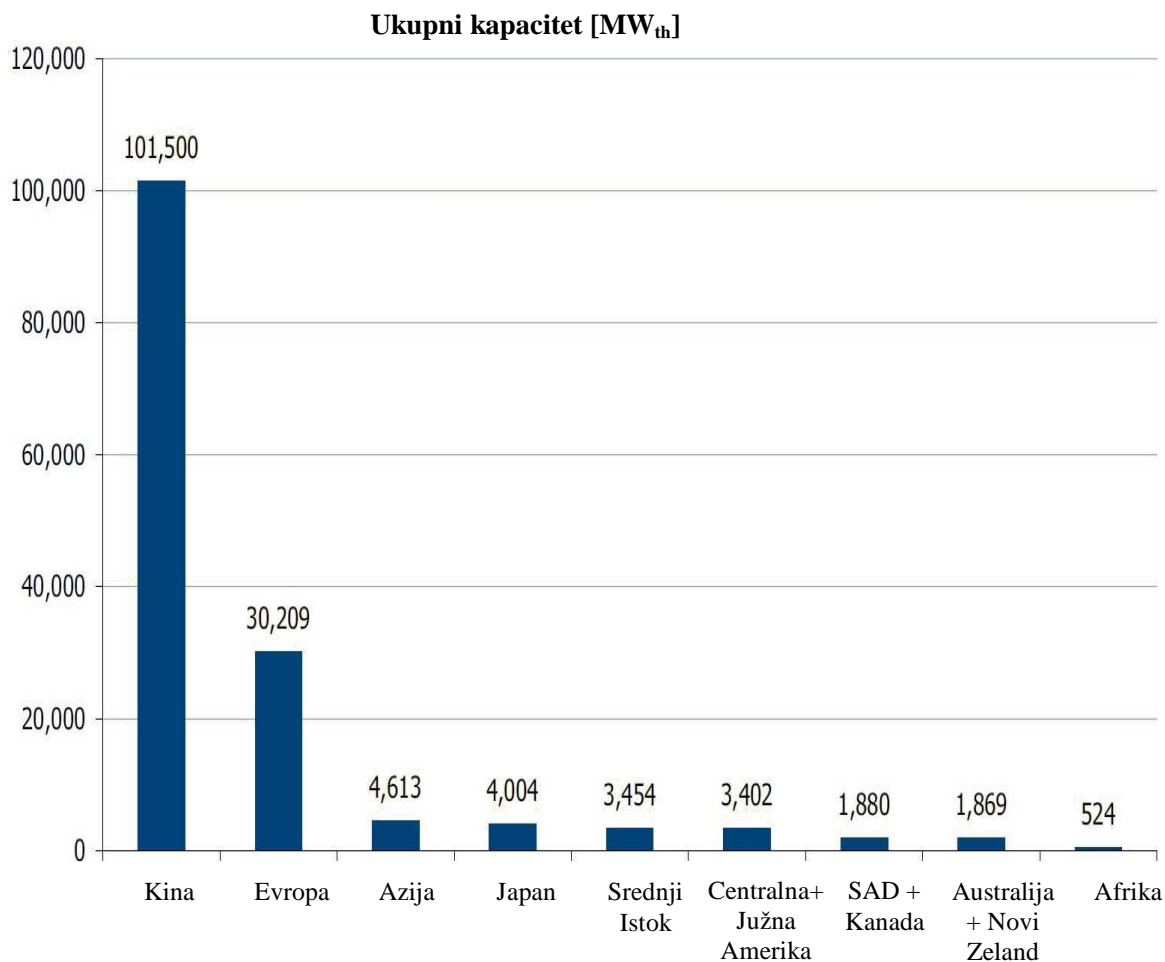
Slika 10.3. Raspodela ukupnih instalisanih kapaciteta u upotrebi prema vrsti kolektora u 2009. godini



Slika 10.4. Ukupni instalisani kapaciteti vodenih kolektora u upotrebi u 10 vodećih zemalja do kraja 2009. godine

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

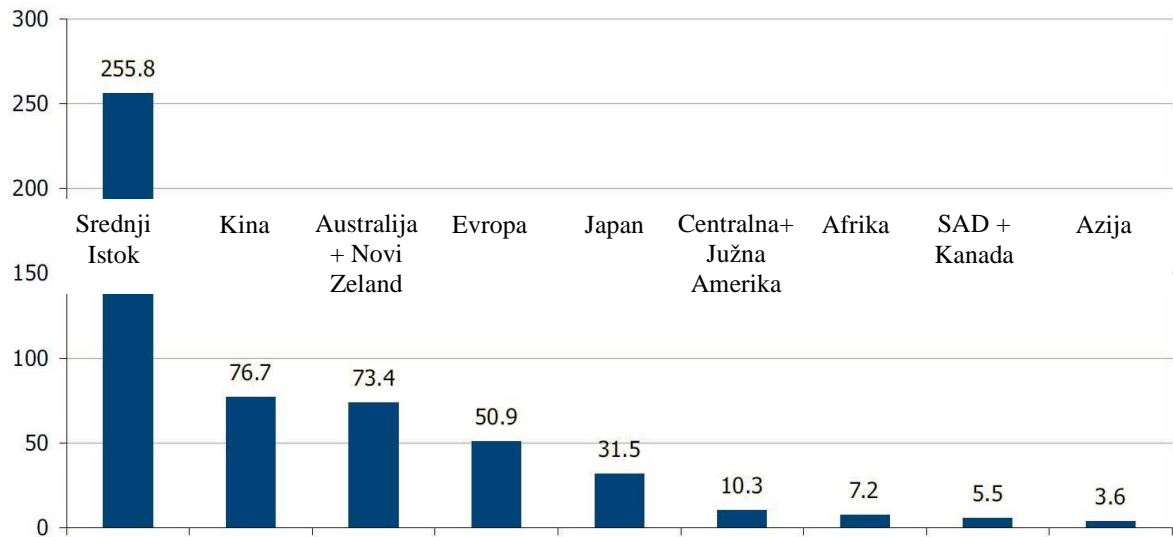


Afrika:	Namibija, Južna Afrika, Tunis, Zimbabve
Azija:	Indija, Južna Koreja, Tajvan, Tajland
Centralna + Južna Amerika:	Barbados, Brazil, Čile, Meksiko, Urugvaj
Evropa:	EU 27, Albanija, BJR Makedonija, Norveška, Švajcarska, Turska
Srednji Istok:	Izrael, Jordan

Slika 10.5. Ukupni instalirani kapaciteti zastakljenih ravnih-pločastih i vakuum cevnih kolektora u upotrebi po ekonomskim regionima na kraju 2009. godine

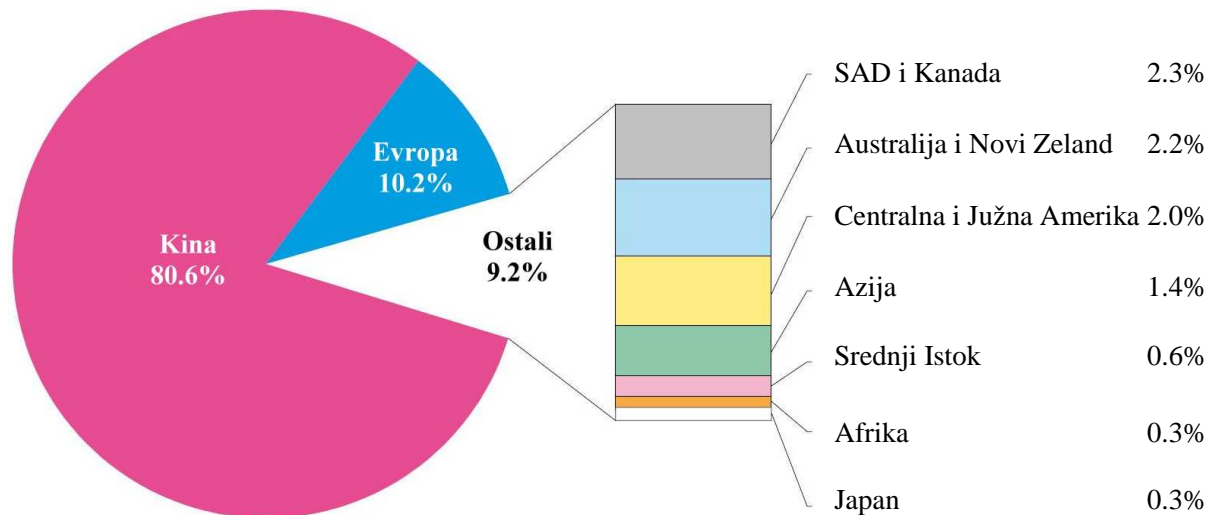
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Afrika: Namibija, Južna Afrika, Tunis, Zimbabve
 Azija: Indija, Južna Koreja, Tajvan, Tajland
 Centralna + Južna Amerika: Barbados, Brazil, Čile, Meksiko, Urugvaj
 Evropa: EU 27, Albanija, BJR Makedonija, Norveška, Švajcarska, Turska
 Srednji Istok: Izrael, Jordan

Slika 10.6. Ukupni instalisani kapaciteti zastakljenih ravnih-pločastih i vakuum cevnih kolektora u upotrebi po ekonomskim regionima - u kWh/1.000 stanovnika - na kraju 2009. godine



Afrika: Namibija, Južna Afrika, Tunis, Zimbabve
 Azija: Indija, Južna Koreja, Tajvan, Tajland
 Centralna + Južna Amerika: Barbados, Brazil, Čile, Meksiko, Urugvaj
 Evropa: EU 27, Albanija, BJR Makedonija, Norveška, Švajcarska, Turska
 Srednji Istok: Izrael, Jordan

Slika 10.7. Udeo novoinstaliranih kapaciteta (zastakljeni i nezastakljeni vodeni i vazdušni kolektori) po ekonomskim regionima u 2009. godini

U tabeli 10.3 su date vrednosti procenjene godišnje proizvedene toplotne energije iz zastakljenih i nezastakljenih solarnih kolektora (koji su bili u upotrebi do kraja 2009. godine), kao i energetska ekvivalentnost u količini nafte. Takođe je data procena smanjenja emisije CO₂ zbog korišćenja date količine solarnih kolektora.

Porast tržišta zastakljenih solarnih kolektora od 2000. do 2009. godine je prikazan na dijagramu (Slika 10.8). Vidi se da je rast instaliranih solarnih kolektora između 2004. i 2009. godine bio trostruk. Prosečan godišnji rast - između 2000. i 2009. godine je bio 20,8 %. U poređenju sa 2008. godinom, svetsko tržište zastakljenih solarnih kolektora je imalo rast od 27,3 % - u 2009. godini (dok je u periodu 2007/2008 god. to bilo 36,5 %). Za ostale oblasti oscilacije rasta, izuzetnog rasta (pa i povremenih manjih padova na tržištu solarnih kolektora - vidi se na slici 10.8).

U Indiji počinje državni projekat instaliranja 7.000.000 m² toplotnih kolektora za period od 2010. do 2013. godine i još 15.000.000 m² kolektora u sledećem periodu do 2017. godine.

Tabela 10.3. Procenjena godišnja proizvodnja energije iz solarnih kolektora i poređenje sa naftnim ekvivalentom. Procenjeno smanjenje emisije CO₂ zbog korišćenja zastakljenih i nezastakljenih vodenih kolektora koji su bili u upotrebi - do kraja 2009. godine

Zemlja	Ukupno zastakljeni (ravni pločasti i vakuum cevni kolektori) i nezastakljeni vodeni kolektori						
	Ukupna površina kolektora [m ²]	Ukupan kapacitet [MW _{th}]	Broj sistema	Proizvedena energija [GWh/a]	Proizvedena energija [TJ/a]	Ušteda energije: ekvivalentna količina nafte [toe/a]	Redukcija CO ₂ [tCO ₂ /a]
Albanija	70,171	49.1	8,870	54.0	194.5	6,206	19,675
Australija	7,237,375	5,066.2	551,002	4,107.3	14,786.5	425,165	1,345,547
Austrija	4,305,792	3,014.1	400,314	1,723.1	6,203.0	184,071	690,594
Barbados	131,69	92.2	32,923	116.2	418.4	9,989	31,641
Belgija	325,208	227.6	69,818	130.1	468.5	13,925	44,107
Brazil	5,271,396	3,690.0	877,461	3,606.4	12,982.9	352,874	1,117,098
Bugarska	38,336	26.8	7,05	20.0	71.9	2,28	7,208
Kanada	625,915	438.1	7,617	250.3	901.2	23,626	74,482
Čile	28,2	19.7	6,69	21.5	77.3	2,479	7,854
Kina	145,000,000	101,500.0	33,052,750	83,509.2	300,633.0	8,296,529	26,356,225
Kipar	858,52	601.0	179,087	758.3	2,729.7	73,682	232,995
Češka Republika	196,298	137.4	30,086	74.4	267.9	7,777	24,633
Danska	488,065	341.6	102,231	217.7	783.6	23,224	73,731
Estonija	2,341	1.6	585	1.0	3.6	103	328
Finska	40,24	28.2	6,847	16.2	58.2	1,687	5,345
Francuska	1,966,300	1,376.4	371,718	920.5	3,313.6	102,717	342,459
BJR Makedonija	25,744	18.0	3,298	15.5	55.8	1,807	5,73
Nemačka	12,653,154	8,857.2	1,615,570	5,137.8	18,496.0	560,211	1,963,450

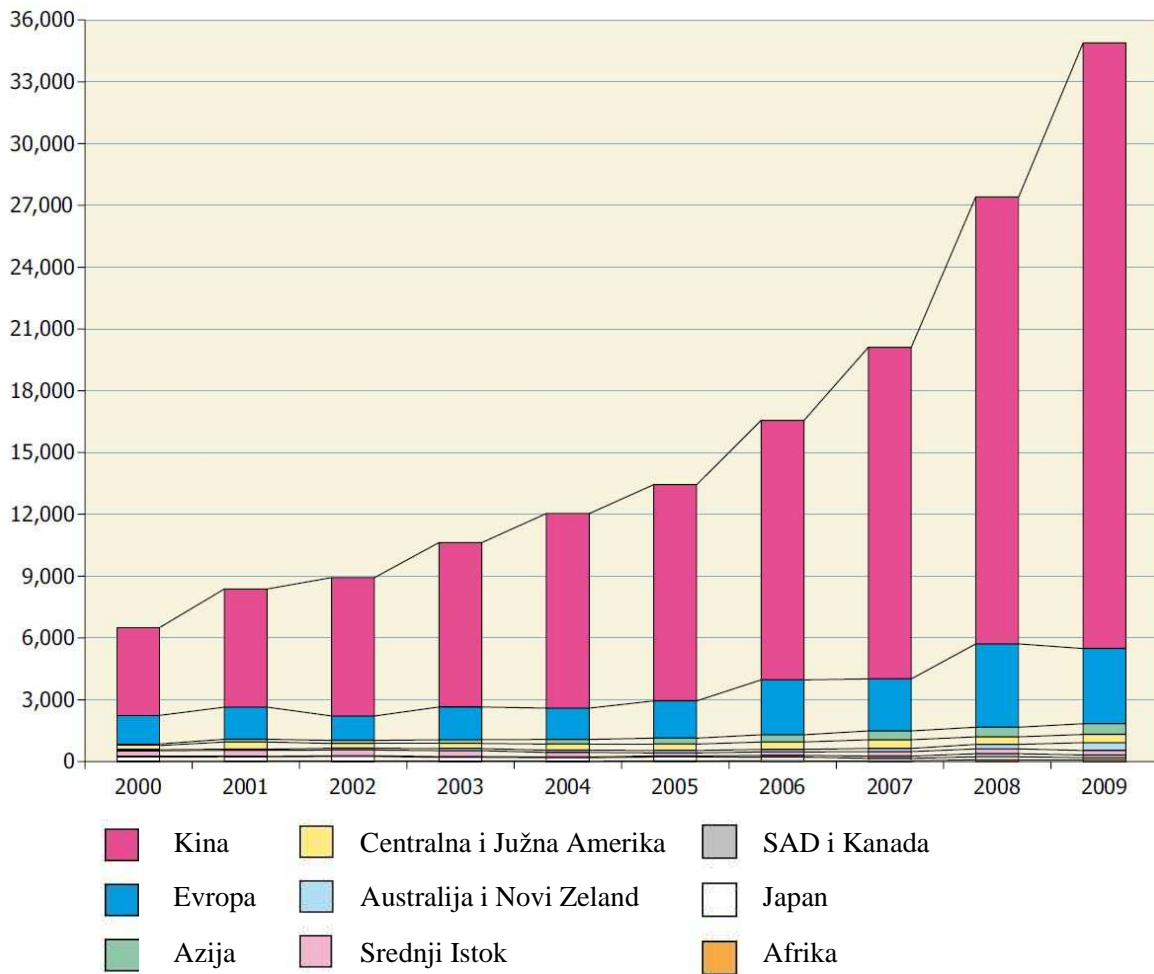
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Grčka	4,077,000	2,853.9	1,599,815	3,138.7	11,299.4	474,159	1,502,161
Mađarska	134,502	94.2	11,549	64.6	232.6	7,488	24,88
Indija	3,081,195	2,156.8	557,696	2,595.3	9,343.1	267,607	849,25
Irska	120,968	84.7	27,996	50.6	182.3	4,999	16,096
Izrael	4,068,819	2,848.2	991,397	4,136.4	14,890.9	379,084	1,200,936
Italija	2,101,344	1,470.9	514,613	1,369.4	4,929.8	155,003	490,98
Japan	5,720,246	4,004.2	1,384,681	3,328.5	11,982.5	351,322	1,118,800
Jordan	895,287	626.7	182,639	849.5	3,058.2	81,927	259,633
Koreja	1,496,514	1,047.6	215,797	835.9	3,009.1	93,532	297,665
Letonija	7,044	4.9	1,761	3.3	11.7	333	1,054
Litvanija	4,318	3.0	1,08	1.9	7.0	212	671
Luksemburg	26,3	18.4	6,575	11.8	42.6	1,26	3,992
Malta	44,867	31.4	11,217	38.9	140.2	4,603	14,579
Meksiko	1,261,954	883.4	61,085	656.1	2,362.1	78,424	249,306
Namibija	15,706	11.0	1,867	14.3	51.4	1,571	4,969
Holandija	755,338	528.7	110,538	266.2	958.3	26,972	85,937
Novi Zeland	159,645	111.8	36,435	100.1	360.5	10,794	34,2
Norveška	15,47	10.8	2,237	6.4	23.2	675	2,143
Poljska	509,836	356.9	60,416	209.5	754.1	23,493	75,51
Portugal	550	385.0	55,076	406.7	1,463.9	49,479	157,769
Rumunija	94,496	66.1	23,624	56.1	202.0	6,356	20,131
Slovačka Republika	120,746	84.5	20,124	58.0	208.9	6,598	20,901
Slovenija	144,698	101.3	21,883	60.2	216.7	6,713	22,583
Južna Afrika	1,063,360	744.4	81,189	693.2	2,495.6	65,507	207,372
Španija	2,112,000	1,478.4	272,624	1,409.1	5,072.8	152,788	534,181
Švedska	415	290.5	24,453	151.2	544.2	15,721	55,949
Švajcarska	871,86	610.3	89,574	335.6	1,208.2	35,355	119,47
Tajvan	1,922,764	1,345.9	458,922	1,174.8	4,229.4	115,587	365,961
Tajland	91,392	64.0	22,848	78.0	280.8	7,903	25,036
Tunis	405	283.5	98,456	363.2	1,307.6	34,06	107,884
Turska	12,035,000	8,424.5	2,814,987	9,808.4	35,310.4	992,602	3,143,252
Velika Britanija	459,583	321.7	114,896	190.8	687.0	21,165	67,057
SAD	20,435,328	14,304.7	529,258	8,608.9	30,992.0	842,623	2,669,767
Urugvaj	12,096	8.5	3,024	8.2	29.7	973	3,083
Zimbabve	17,671	12.4	4,418	15.1	54.3	1,868	5,939
Ukupno	244,512,092	171,158.5	47,738,665	141,774.5	510,388.4	14,407,10 9	46,102,199

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Srednji Istok:

Izrael, Jordan

Afrika:

Namibija, Južna Afrika, Tunis

Centralna + Južna Amerika:

Barbados, Brazil, Meksiko

Azija:

Indija, Južna Koreja, Tajvan

Evropa:

EU27, Albanija, BJR Makedonija, Norveška, Švajcarska, Turska

TVD:

Topla voda za domaćinstva

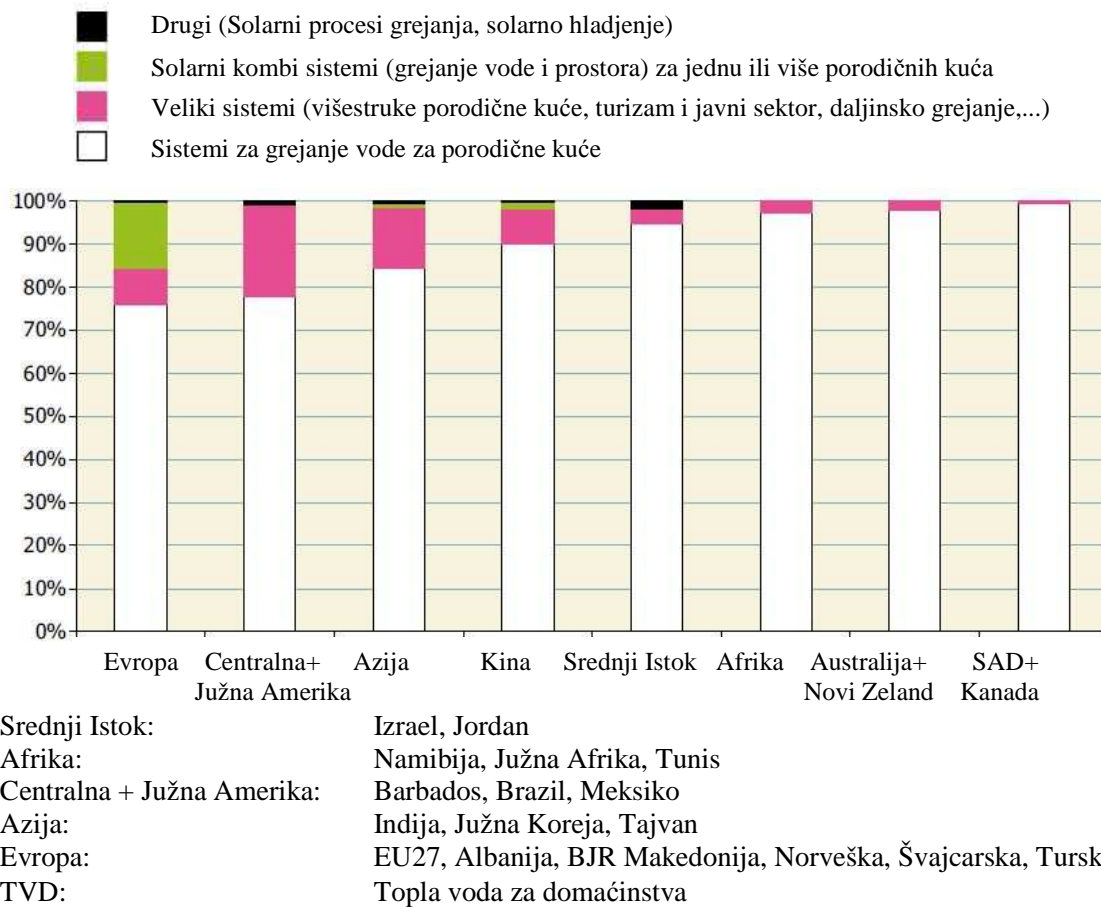
Slika 10.8. Godišnji porast instalisanih kapaciteta (po regionima) zastakljenih vodenih solarnih kolektora [MW_{th}/a] u periodu od 2000 do 2009. godine

U strukturi instalisanih solarnih kolektora (Slika 10.9), dominantnu primenu imaju instalacije za grejanje vode u domaćinstvima (TVD). Značajno, ali manje mesto imaju veći sistemi za grejanje vode u stambenim zgradama sa više stanova, u turizmu, javnom sektoru i dr. U Evropi je i značajna primena većih kombinovanih sistema za grejanje potrošne vode i prostora - u domaćinstvima i većim stambenim zgradama.

Distribucija i namena novo instalisanih solarnih instalacija u 2009. godini - po regionima sveta, prikazana je na slici 10.10.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



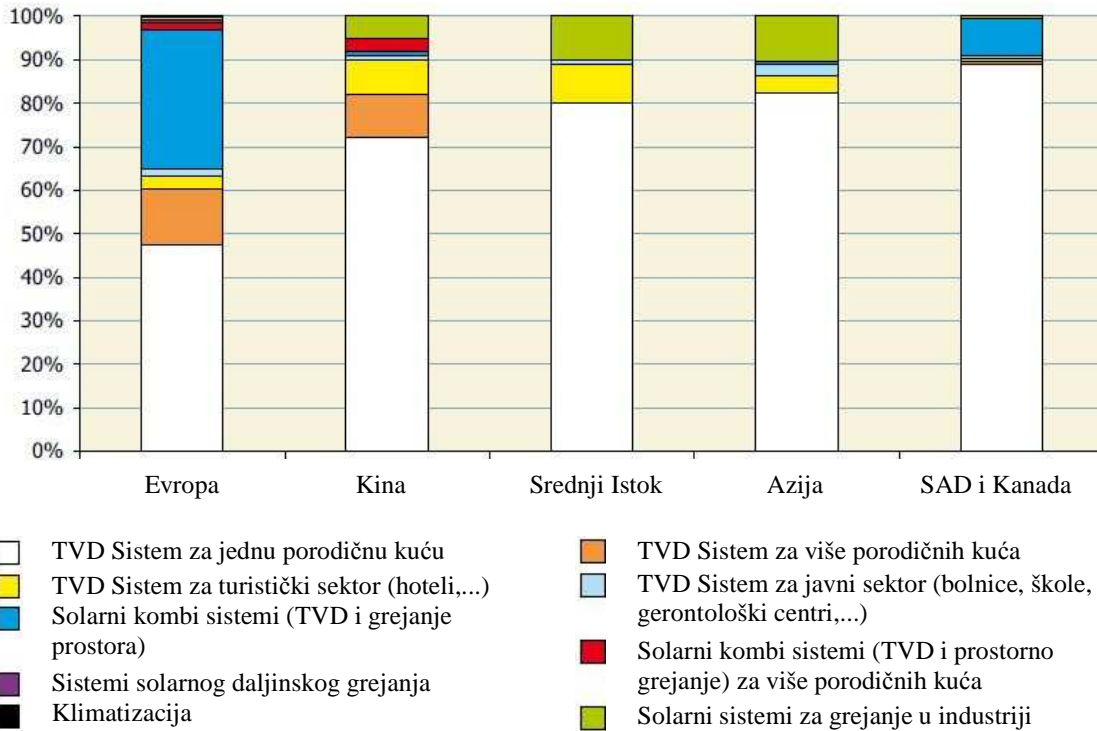
Slika 10.9. Učešće solarnih instalacija - prema veličini i nameni korisnika - za ukupno instalisane vodene solarne kolektore u primeni - do kraja 2009. godine

Kako se sa dijagrama na slici 10.10 vidi, u 2009. godini se od novoinstaliranih zastakljenih i nezastakljenih vodenih i vazdušnih solarnih kolektora najveći deo odnosi na instalacije za grejanje sanitarne potrošne vode u domaćinstvima. Značajan porast i udeo u ukupnim kapacitetima je ostvaren i u primeni solarnih kombi sistema (grejanje sanitarne potrošne vode i prostora u domaćinstvima), ali samo u Evropi, SAD i Kanadi. Značajan je i porast kapaciteta solarnih sistema namenjenih za grejanje vode u industriji (Srednji Istok, Azija i Kina) kao i kapaciteta za grejanje vode za sisteme sa više porodičnih kuća (Evropa, Kina). Vidi se i porast primene solarnih instalacija u turizmu - uglavnom za grejanje potrošne vode (Srednji Istok, Kina, Azija, Evropa). Primetni su, ali manje od drugih sektora korišćenja i kapaciteti koji su izgrađeni u objektima u javnom sektoru, kao što su bolnice, škole, gerontološki centri i dr. (Azija, Kina, Srednji Istok). Najmanji kapaciteti novoizgrađenih solarnih sistema je u domenu korišćenja daljinskog grejanja i klimatizacije (Evropa).

Učešće različitih korisnika solarnih instalacija su data u tabeli 10.4 - za grejanje bazena i kupanje (nezastakljeni solarni kolektori), tabeli 10.5 - za grejanje sanitarne potrošne vode u individualnim objektima stanovanja -kućama, tabeli 10.6 - za grejanje vode za više porodičnih kuća i hotela i područnog centralnog grejanja prostora.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE



Slika 10.10. Učešće novoinstaliranih kapaciteta solarnih instalacija (zastakljeni i nezastakljeni vodeni i vazdušni kolektori) - prema veličini i nameni korisnika - u 2009. godini (TVD - topla voda za domaćinstva) po ekonomskim regionima u svetu

Tabela 10. 4. Solarni termalni sistemi za grejanje bazena za kupanje sa nezastakljenim kolektorima

Zemlja	Referentno područje	Površina kolektora (ukupna) za jedan sistem [m ²]	Ukupna površina nezastakljenih kolektora 2009 [m ²]	Ukupan broj nezastakljenih sistema 2009
Australija	Sidnej	34	4,720,000	138,824
Austrija	Grac	200	616,952	3,085
Belgija	Brisel	200	46,875	234
Brazil	Brazilija	200	1,271,849	6,359
Češka Republika	Prag	200	14,621	73
Čile	Čile	200	1,470	7
Danska	Kopenhagen	200	20,515	103
Finska	Helsinki	200	11,779	59
Francuska	Pariz	200	105,699	528
Holandija	Amsterdam	200	377,287	1,886
Italija	Bolonja	200	43,766	219

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Izrael	Jerusalim	200	29,495	147
Južna Afrika	Johanesburg	200	753,678	3,768
Kanada	Montreal	200	582,351	2,912
Mađarska	Budimpešta	200	5,688	28
Meksiko	Meksiko Siti	200	572,092	2,860
Nemačka	Würzburg	200	720,000	3,600
Norveška	Oslo	200	1,920	10
Novi Zeland	Velington	200	7,025	35
Portugalija	Lisabon	200	2,082	10
SAD	Indijanopolis, Los Andeles	200	17,793,589	88,968
Španija	Madrid	200	111,000	555
Švajcarska	Cirih	200	211,790	1,059
Švedska	Geteborg	200	125,000	625
Tajvan	Tajpej	200	1,937	10
Ukupno			28,148,459	255,966

Tabela 10. 5. Solarni termalni sistemi za grejanja vode - za jednu kuću

Zemlja	Referentno područje	Površina kolektora [m ²]		Udeo TVD [%]	Ukupan broj sistema TVD	Topla voda		Skladišni prostor [l]	Sistem
		za jedinične sisteme *	ukupno TVD 2009			zahtevano [l/d]	temp. [°C]		
Albanija	Tirana	2.5	19,648	28	7,859	150	60	150	TS
Australija	Sidnej	4.0	2,467,028	98	616,757	170	60	300	PS
Austrija	Grac	6.0	1,731,993	47	288,665	150	60	300	PS
Barbados	Grentli Adams	4.0	131,690	100	32,923	150	60	200	TS
Belgija	Brisel	4.0	278,333	100	69,583	150	60	200	PDS
BJR Makedonija	Skoplje	4.0	12,100	47	3,025	150	60	200	PS
Brazil	Brazilija	4.0	3,439,610	86	859,903	150	60	200	TS
Bulgarija	Sofija	4.0	27,320	71	6,830	150	60	200	PS
Češka Republika	Prag	6.0	179,860	99	29,977	150	60	300	PS
Čile	Čile	4.0	26,730	100	6,683	150	60	200	PS
Danska	Kopenhagen	4.0	402,093	86	100,523	150	60	200	PS
Estonija	Talin	4.0	2,341	100	585	150	60	200	PS
Finska	Helsinki	4.0	27,038	95	6,759	150	60	200	PS
Francuska	Pariz	4.0	1,395,451	75	348,863	150	60	200	PS
Grčka	Atina	4.0	3,995,460	98	998,865	150	60	200	TS
Holandija	Amsterdam	3.0	313,782	83	104,594	110	60	100	PDS
Indija	Nju Delhi	4.0	2,156,837	70	539,209	150	60	200	TS
Irska	Dablin	4.0	108,871	90	27,218	150	60	200	PS
Italija	Bolonja	4.0	2,057,578	100	514,395	150	60	200	PS
Izrael	Jerusalim	4.0	3,958,537	98	989,634	150	60	200	TS
Japan	Tokio	4.0	5,491,436	96	1,372,859	150	60	200	TS
Jordan	Aman	4.0	716,230	80	179,057	150	60	200	TS
Južna Afrika	Johanesburg	4.0	309,682	100	77,420	150	60	200	TS
Južna Koreja	Seul	4.0	808,118	54	202,029	150	60	200	PS
Kanada	Montreal	6.0	26,138	60	4,356	150	60	200	PS
Kina	Šangaj	4.0	130,500,000	90	32,625,000	150	60	200	TS
Kipar	Nikozija	4.0	703,986	82	175,997	150	60	200	TS

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Letonija	Riga	4.0	7,044	100	1,761	150	60	200	PS
Litvanija	Vilnius	4.0	4,318	100	1,080	150	60	200	PS
Luksemburg	Luksemburg	4.0	26,300	100	6,575	150	60	200	PS
Mađarska	Budimpešta	6.0	51,526	40	8,588	150	60	300	PS
Malta	Luqa	4.0	44,867	100	11,217	150	60	200	PS
Meksiko	Meksiko Siti	4.0	193,161	28	48,290	150	60	200	PS
Namibija	Windhoek	4.0	6,754	43	1,688	150	60	200	TS
Nemačka	Wurzburg	6.0	7,637,218	64	1,272,870	150	60	300	PS
Norveška	Oslo	6.0	13,279	98	2,213	150	60	300	PS
Novi Zeland	Velington	4.0	144,989	95	36,247	170	60	300	PS
Poljska	Varšava	6.0	331,393	65	55,232	150	60	300	PS
Portugalija	Lisabon	4.0	191,771	35	47,943	150	60	200	PS
Romania	Bukurešt	4.0	94,496	100	23,624	150	60	200	PS
SAD	Indijanopolis, Los Andeles	6.0	2,641,739	100	440,290	150	60	200	PS
Slovačka Republika	Bratislava	6.0	120,746	100	20,124	150	60	300	PS
Slovenija	Ljubljana	6.0	120,099	83	20,017	150	60	300	PS
Španija	Madrid	4.0	700,350	35	175,088	150	60	200	PS
Švajcarska	Cirih	6.0	442,247	67	73,708	150	60	300	PS
Švedska	Geteborg	6.0	29,000	10	4,833	150	60	300	PS
Tajland	Bangkok	4.0	91,392	100	22,848	150	60	200	TS
Tajvan	Tajpej	4.0	1,828,243	95	457,061	150	60	200	TS
Tunis	Tunis	4.0	392,850	97	98,213	150	60	200	TS
Turska	Ankara	4.0	11,192,550	93	2,798,138	150	60	200	TS
Urugvaj	Montevideo	4.0	12,096	100	3,024	150	60	200	PS
Velika Britanija	London	4.0	459,583	100	114,896	150	60	200	PS
Zimbabve	Harare	4.0	17,671	100	4,418	150	60	200	PS
Ukupno			188,083,573		45,939,552				

*) Ukupna površina

Tabela 10. 6. Solarni termalni sistemi za grejanje vode u domaćinstvima sistema sa većim brojem kuća, hotela, i područnog centralnog grejanja objekata

Zemlja	Referentno područje	Površina kolektora [m ²]		Udeo TVD [%]	Ukupan broj sistema TVD	Topla voda		Skladišni prostor [l]	Sistem
		za jedinične sisteme	ukupno TVD 2009			zahtevano [l/d]	temp. [°C]		
Albanija	Tirana	50.0	50,523	72	1,010	2000	60	2500	PS
Australija	Sidnej	50.0	50,348	2	1,007	2000	60	2500	PS
Austrija	Grac	50.0	322,531	9	6,451	2000	60	2500	PS
BJR Makedonija	Skoplje	50.0	13,644	53	273	2000	60	2500	PS
Brazil	Brazilija	50.0	559,937	14	11,199	2000	60	2500	PS
Bulgarija	Sofija	50.0	11,016	29	220	2000	60	2500	PS
Češka Republika	Prag	50.0	1,817	1	36	2000	60	2500	PS
Danska	Kopenhagen	50.0	60,781	13	1,216	2000	60	2500	PS
Finska	Helsinki	50.0	1,423	5	28	2000	60	2500	PS
Francuska	Pariz	50.0	186,060	10	3,721	2000	60	2500	PS

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Grčka	Atina	50.0	81,540	2	1,631	2000	60	2500	PS
Holandija	Amsterdam	50.0	45,366	12	907	2000	60	2500	PS
Indija	Nju Delhi	50.0	924,359	30	18,487	2000	60	2500	PS
Irska	Dablin	50.0	3,629	3	73	2000	60	2500	PS
Izrael	Jerusalim	50.0	80,786	2	1,616	2000	60	2500	PS
Japan	Tokio	50.0	114,405	2	2,288	2000	60	2500	PS
Jordan	Aman	50.0	179,057	20	3,581	2000	60	2500	PS
Južna Koreja	Seul	50.0	688,396	46	13,768	2000	60	2500	PS
Kanada	Montreal	50.0	17,426	40	349	2000	60	2500	PS
Kina	Šangaj	50.0	12,325,000	9	246,500	2000	60	2500	PS
Kipar	Nikozija	50.0	154,534	18	3,091	2000	60	2500	PS
Mađarska	Budimpešta	50.0	55,390	43	1,108	2000	60	2500	PS
Meksiko	Meksiko Siti	50.0	496,701	72	9,934	2000	60	2500	PS
Namibija	Windhoek	50.0	8,952	57	179	2000	60	2500	PS
Nemačka	Wurzburg	50.0	298,329	3	5,967	2000	60	2500	PS
Norveška	Oslo	50.0	136	1	3	2000	60	2500	PS
Novi Zeland	Velington	50.0	7,631	5	153	2000	60	2500	PS
Poljska	Varšava	50.0	152,951	30	3,059	2000	60	2500	PS
Portugalija	Lisabon	50.0	356,147	65	7,123	2000	60	2500	PS
Slovenija	Ljubljana	50.0	2,894	2	58	2000	60	2500	PS
Španija	Madrid	50.0	180,090	9	3,602	2000	60	2500	PS
Švajcarska	Cirih	50.0	52,806	8	1,056	2000	60	2500	PS
Švedska	Geteborg	50.0	43,500	15	870	2000	60	2500	PS
Tajvan	Tajpej	50.0	92,584	5	1,852	2000	60	2500	PS
Tunis	Tunis	50.0	12,150	3	243	2000	60	2500	PS
Turska	Ankara	50.0	842,450	7	16,849	2000	60	2500	PS
Ukupno			18,475,288		369,506				

U prethodnih dvadesetak godina solarna termalna konverzija nije zauzimala veću ulogu u poređenju sa ostalim obnovljivim izvorima energije. Težište je bilo usmereno na razvoj oblasti u kojima se proizvodi električna energija, kao što su vetrogeneratori i fotonaponska konverzija sunčevog zračenja. Razlog naglog preokreta je donošenje planova Evropske unije za primenu obnovljivih izvora energije do 2020. godine. Da bi se ti planovi ostvarili iskustva su pokazala da niskotemperaturna primena sunčeve energije ima velik potencijal. Zbog zapostavljenog razvoja u prethodnom periodu niskotemperaturna primena sunčeve energije će u neposrednoj budućnosti doživeti ogroman napredak, jer oko 50% ukupne potrebne energije za grejanje može da se podmiri energijom Sunca. Kada se zna da se preko 40% energije u Evropi i kod nas troši na zagrevanje prostora onda je jasno da u toj oblasti mogu da se ostvare najveće uštede primenom termičke solarne energije. U Evropi, već 20 godina gradnja novih stambenih i poslovnih objekata se podvrgava inovacijama i propisima koji doprinose energetskej efikasnosti. Procenjuje se da će u budućnosti ovaj trend još intenzivnije nastaviti kod:

- gradnje novih objekata za stanovanje i poslovanje,
- renoviranja starih objekata uz primenu solarnih tehnologija,
- primene solarne energije u industriji i svim procesima gde su potrebne temperature do 100 °C i više, i dr.

Evropska unija je usvojila svoj akcioni plan do 2020. god., nazvan "3 x 20 %", što znači smanjenje potrošnje energije za 20 %, povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije za 20 % i smanjenje emisije CO₂ i ostalih gasova sa efektom staklene bašte - za 20 %. Već sada se rade planovi za 2030. god., koji su ambiciozni i razlikuju se od zemlje do zemlje.

Najznačajnije direktive koje je EU donela u ovoj oblasti su:

- Direktiva o energetskim karakteristikama zgrada (2002/91/EC),

- Direktiva o energetske efikasnosti i energetskim uslugama (2006/32/EC),
- Direktiva o usklađivanju zakonskih i pravnih propisa država članica o građevinskim proizvodima (89/106/EEC),
- Direktiva o korišćenju obnovljivih izvora energije (2009/28/EC) i
- Direktiva o ograničavanju emisije CO₂ povećanjem energetske efikasnosti.

Zemlje članice donose nacionalne propise na bazi tih direktiva poštujući okvirne zahteve i uvažavajući specifičnosti svog podneblja.

Strategijom Evropske unije se planira da se do 2025. godine smanji potreba za energijom za 40% u oblasti zagrevanja prostora - prvenstveno povećanjem energetske efikasnosti, a do 2050. godine solarna energija treba po nekim procenama da zadovolji do 50% energetskih potreba za grejanjem. Oba procesa se već sada odvijaju paralelno. Od obnovljivih izvora energije sunčeva energija će ostvarivati najveće učešće. Zbog tog razloga se u svetu troše milijarde evra za istraživanje, razvoj i proizvodnju opreme za primenu energije Sunca, kako u oblasti fotonaponske konverzije tako i u termalnoj konverziji sunčevog zračenja. U Kini, a pogotovo u Indiji, postoji po nekoliko velikih naučnoistraživačkih centara za izučavanje svih mogućih načina korišćenja energije Sunca u raznim oblastima ljudskih aktivnosti. Danas se u svetu sprovode brojna paralelna istraživanja na puno mesta, ali to samo govori koliko je oblast sunčeve energije značajna za budućnost i da nijedna država ne želi da ostane inferiorna u razvoju i primeni. Energetska sigurnost je na prvom mestu u svim dugoročnim planovima. Pored istraživanja u oblasti same toplotne konverzije i njene primene, značajna i nerazdvojna oblast je i skladištenje primljene sunčeve energije.

EU teži da svoju zavisnost od uvoza primarnih izvora energije uglavnom smanji podrškom korišćenju domaćih - obnovljivih izvora energije i stavlja veliki akcenat na ovaj prioritet. Najznačajniji lideri po broju instaliranih kolektora su Nemačka, Austrija i Grčka, dok u proseku po glavi stanovnika vodi Kipar, gde je čak 90% kuća opremljeno solarnim kolektorima.

Primer Austrije potvrđuje da je i u srednjoevropskim klimatskim uslovima, korišćenje sunčeve energije opravdano i strateški značajno. Sazrela tehnika i pouzdanost toplotnih solarnih kolektora dokazuje 35%-ni deo novoizgrađenih porodičnih kuća, koje koriste sunčevu energiju. Već više od 170.000 domaćinstava u Austriji se odlučilo za toplotna solarna postrojenja. Osim toga stalno raste interes za korišćenje solarnih postrojenja za pripremu sanitarne tople vode i za podršku grejanja prostorija za stanovanje, pre svega kod visoko kapacitetnih građevina, kao što su spratne stambene kuće, hoteli i ugostiteljski objekti, sportski objekti i industrijski objekti. Do kraja 2009.godine u Austriji je ukupno instalirano blizu 4,3 miliona kvadratnih metara površine pod kolektorima, što gledano na broj stanovnika postavlja Austriju na treće mesto u Evropi odmah iza Grčke i Kipra. U Austriji je instalirano više od 300 m² površine kolektora na 1.000 stanovnika - što predstavlja impozantnu vrednost u odnosu na brojne druge zemlje.

Na osnovu važećih procena u 2009.godini - u Slovačkoj je instalirano ukupno 120.746 m² površina pod kolektorima. Pretpostavlja se, da će instalacija solarnih kolektora u narednim godinama dosegnuti više od 10.000 m²/god [ESTIF]. Sadašnje interesovanje za solarne kolektore je uzrokovano uglavnom zbog rastućih cena zemnog gasa i električne energije.

Slovenija je na kraju 2009. godine imala instalirano 101,3 MW ili 144.698 m² bruto toplotnih solarnih kolektora, pri čemu je godišnji porast bio oko 33%.

Do danas je u Evropi instalirano oko 47 miliona m² solarnih termičkih kolektora, a samo Kina je u zadnjih godinu dana instalirala oko 31 milion m² solarnih termičkih kolektora. Stopa rasta instaliranih termičkih solarnih kolektora u nekim zemljama Evrope je preko 25 %. Vidi se da je sa gledišta intenziteta korišćenja sunčeve energije ili po površini instaliranih solarnih kolektora i produkcije, apsolutno, vodeća zemlja - Kina.

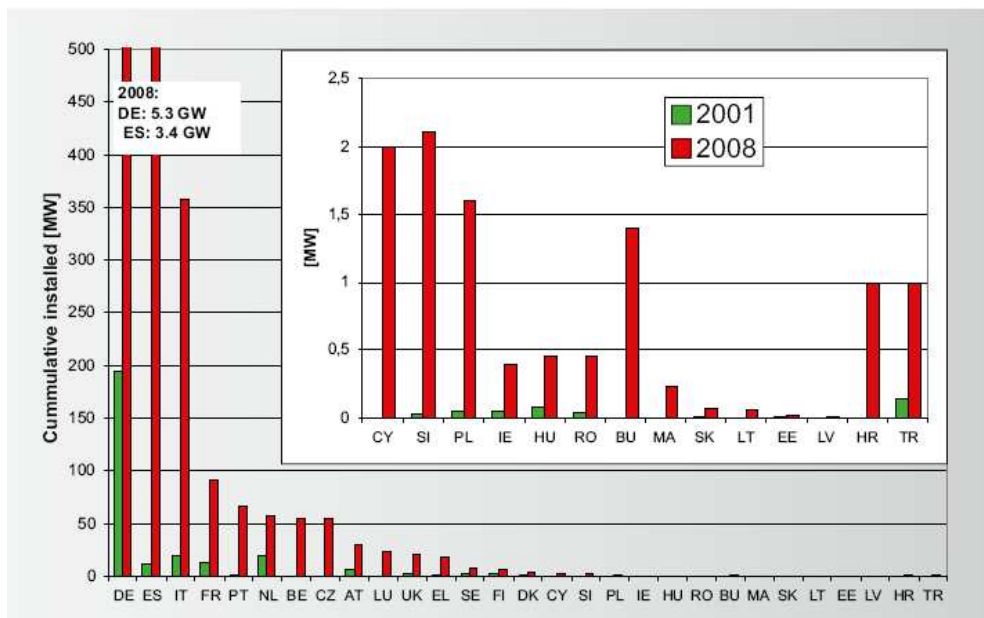
10.2. Fotonaponski sistemi

Da bi se potencijal FN tehnologije u Srbiji i Vojvodini stavio u odgovarajući kontekst, potrebno je razmotriti stanje ove industrijske grane u Evropskoj uniji. Evropska komisija je 2001. godine postavila cilj

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

zemljama Evropske unije da povećaju korišćenje obnovljivih izvora energije, odnosno da udeo električne energije iz OIE u ukupnoj potrošnji električne energije u EU bude 22,1% u 2010. godini. Shodno tome, sve zemlje članice su preuzele obavezu povećanja električne energije generisane iz OIE za procenat određen za svaku zemlju posebno. U tom cilju su uspostavljeni odgovarajući podsticajni mehanizmi usmereni ka investitorima u formi podsticajnih otkupnih cena (eng. *feed-in tariff*). Ista komisija je 2007. godine postavila za cilj da udeo OIE u ukupnoj potrošnji energije u EU do 2020. godine bude 20%, dok je svakoj zemlji ostavljen izbor sa kojim vrstama obnovljivih izvora energije će ostvariti cilj. Između 2003. i 2008. godine instalacije FN sistema u EU su povećane preko deset puta i dostigle 9,5 GW ukupnih kapaciteta na kraju 2008. godine. Od toga je u Nemačkoj instalirano 5,3 GW, a u Španiji 3,4 GW, što znači da se u Nemačkoj nalazi više od polovine evropskih kapaciteta. Na slici 10.11 uporedno su prikazani evropski FN kapaciteti povezani sa distributivnom mrežom u 2001. i 2008. godini. Važno je primetiti da ukupni instalirani kapaciteti ne odgovaraju prirodnim resursima sunčevog zračenja, jer je na primer, prosečna vrednost globalnog zračenja za teritoriju Nemačke jednaka evropskom proseku, a znatno manja od vrednosti za Srbiju. Od 1999. godine Nemačka i Španija beleže najveći broj investicija u proizvodne kapacitete solarnih ćelija i modula. Ove dve zemlje su obezbedile najstabilnije i najfunkcionalnije pravne uslove za fizička i pravna lica koja investiraju u FN sisteme i „zelenu” tehnologiju.



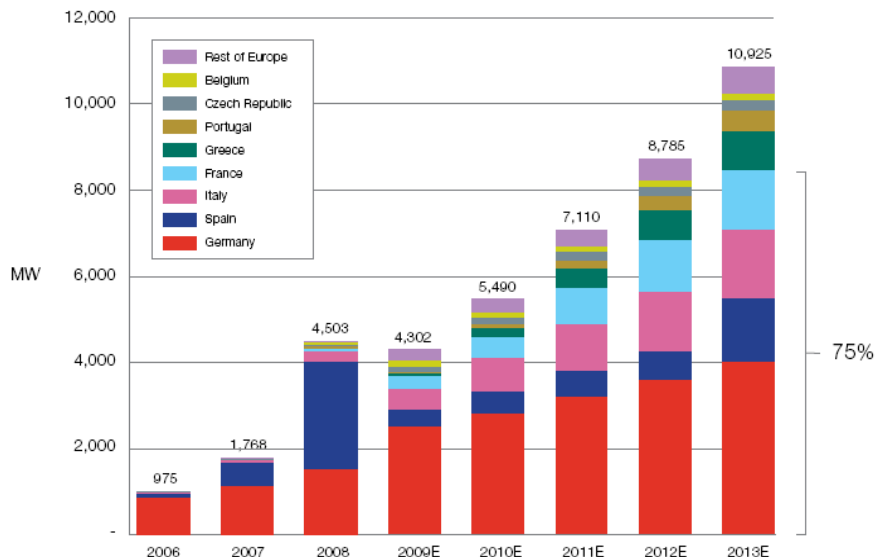
Slika 10.11. Ukupni Evropski FN kapaciteti povezani sa distributivnom mrežom na kraju 2008. godine, u poređenju sa stanjem u 2001. godini

Na osnovu studije Greenpeace-a i EPIA, na svaki MW u proizvodnji solarnih uređaja otvara se 10 novih radnih mesta, dok se 33 radnih mesta po MW otvara u toku instalacije sistema. Novih 3-4 radnih mesta se stvara u toku prodaje i indirektno dostave, a 1-2 mesta se otvara u istraživačkom sektoru. Na osnovu novijih podataka broj zaposlenih u evropskoj FN industriji je znatno premašio 100.000 u 2008. godini. Električna energija iz FN sistema pored otvaranja velikog broja radnih mesta, ima i druge pozitivne uticaje na ekonomiju jer se, osim dobijene energije - smanjuje i zavisnost EU od uvoza energenata. Konkretno, procenjuje se da je povećanje cene sirove nafte za \$10/barelu, sa \$50/barelu na \$60 po barelu, smanjilo BND (bruto nacionalni dohodak) u EU za 41,9 miliona evra od 2005. do 2007. godine. Očigledno je da bi nova povećanja cena pogoršala trenutnu situaciju, a neki ekonomski analitičari tvrde da je ekonomska kriza 2008-2009. godine prouzrokovana brzim povećanjem cene sirove nafte od 2003. godine - kulminirajući u julu 2008. godine. Isto je veoma bitno da se električna energija iz FN

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

sistema obično proizvodi u periodima najveće potražnje, što u ekonomskoj terminologiji odgovara periodima kada je cena električne energije najveća. S druge strane, FN proizvodnja električne energije je najbolja u uslovima ekstremno visokih temperatura kada je, na primer, efikasnost hidroelektrana smanjena usled smanjenog dotoka vode. U toku ekstremno toplih vremenskih uslova u julu 2006. godine, cene na evropskoj berzi električne energije, European Electricity Exchange (EEX), bile su veće od cene ubrizgavanja (feed-in tarife) u Nemačkoj. Konstantno povećanje proizvodnih kapaciteta solarnih FN ćelija i modula ima veoma važnu ulogu u odnosu na veliko tržište koje za ove proizvode postoji u ruralnim krajevima Azije, Afrike i Južne Amerike, gde još uvek oko 2 milijarde ljudi nema pristup električnoj energiji. Od strateškog je značaja za Evropu da osvoji i zadrži ovo tržište, kako zbog mogućnosti otvaranja novih radnih mesta, tako i da zadrži vodeću poziciju u svetu u ovoj industriji. Plan da evropski instalacioni kapaciteti do kraja 2010. godine dostignu 3 GW električne energije proizvedene FN tehnologijom prevaziđen je još 2006. godine. Sličan rast je zadržan i u periodu od 2001. do 2008. god, a procene su da je u 2010. neto udeo FN električne energije u evropskoj proizvodnji električne energije iznosi oko 0.5%. Impresivan rast i održivost ovog trenda zahteva pouzdane i stabilne političke uslove kako bi se omogućile i osigurale profitabilne investicije uložene u FN tehnologiju. Na slici 10.12 predstavljen je očekivani razvoj FN tržišta (pod regulativnom inicijativom) do 2013. godine.



Slika 10.12. Očekivani regulativno podstican razvoj evropskog FN tržišta do 2013. godine

Solarna fotonaponska tehnologija koja se ranije koristila uglavnom u svemirskim programima ili na udaljenim lokacijama, pa samim tim marginalna i egzotična u početku; u poslednjih desetak godina postaje osnovna tehnologija za proizvodnju i distribuciju električne energije u urbanim sredinama s potencijalom da po ceni postane podjednako konkurentna cenama energije dobijene i distribuirane konvencionalnim tehnologijama. Od 1990. godine industrija fotonaponske konverzije pokazuje konstantan godišnji privredni rast od preko 20 %, a počevši od 1997 i preko 33 % godišnje. U 2000. godini, ukupni instalisani kapaciteti u svetu premašili su 1.000 MW, a od tada pa do danas trend rasta prevazilazi 40% na godišnjem nivou. U 2010. godini ukupni instalisani kapaciteti su bili 38.000 MW, a proizvedena električna energija 39,6 TWh. U zemljama u razvoju, više od milion domaćinstava koristi električnu energiju proizvedenu pomoću fotonaponskih sistema.

Sve veći broj kompanija i organizacija aktivno učestvuje u promociji, razvoju i proizvodnji fotonaponskih sistema. Kompanije koje proizvode i distribuiraju električnu energiju u saradnji sa proizvođačima solarnih uređaja, gradskim vlastima i fondovima planiraju i realizuju sve veće projekte

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

stičući neophodno iskustvo, mobilisući pažnju javnosti, a pri tom snižavajući cenu električne energije. Tržišna vrednost fotonaponske industrije trenutno iznosi više od \$ 5 milijardi godišnje, a procenjen porast u 2010-oj godini je bio preko \$10 milijardi godišnje. Predstavnici fotonaponske solarne industrije su neke od vodećih svetskih kompanija kao što su Sharp, Mitsubishi, Sanyo, BP, Shell, Kyocera, itd.). Krajem 2009. godine ukupni instalirani fotonaponski kapaciteti širom sveta su iznosili 15 GW (što za skoro 50 % premašuje predviđanja data početkom 21-og veka), a krajem 2010. godine su već bili 38 GW. Fotonaponska industrija je sve prisutnija u nacionalnim energetske strategijama sve većeg broja zemalja. Tako, na primer, Japansko Ministarstvo za ekonomiju, trgovinu i industriju (METI), planira da instalira fotonaponske sisteme snage skoro 5 GW do 2020. godine, a predviđa se da do 2030. godine ovi kapaciteti porastu na 82,8 GW.⁴ Po tim procenama se očekivalo, da se u toku istog perioda, cena sistema snage 3 kW smanji sa \$3/W na \$1,5/W. Nemačka pruža ilustrativni primer usvajanjem dalekosežnog zakona („eng. feed in tariff“) o državnim stimulansima OIE po kome se počevši od 1. januara 2000. godine vlasnicima umreženih FN sistema isplaćuje nadoknada od €0.51 (u početku 99 pfeninga) po svakom kilovat-času generisane energije, u periodu od 20-25 godina. Svake godine, cena nadoknade postepeno će se smanjivati sve dok ukupni kapaciteti ne dostignu vrednost od 1.000 MW (ova vrednost je povećana sa 350 MW sredinom 2002. godine). Pokazalo se da je ovakav pristup imao snažan podsticaj za povećanje broja instaliranih FN sistema širom zemlje. Cilj Evropske unije je bio da do 2010. godine ukupni kapacitet instaliranih FN sistema dostigne 3 GW, ali je taj cilj dostignut već 2006. godine tako da su ukupni kapaciteti na kraju 2008. godine iznosili 9,5 GW, što je preko tri puta više nego što je planirano. Iako je EPIA (European Photovoltaic Industry Association) predvidela da bi se ovaj cilj mogao ostvariti pod uslovom da se cene modula smanje ispod €2/W, što bi uslovalo da cene kompletnih FN sistema budu između €2,75 i €3/W - što danas već jeste. Od 1995. godine američka industrija FN sistema pokazuje godišnji rast od 30%, a ukupni instalirani kapaciteti dostižu 350 MW. Važan podsticaj za FN tržište učinjen je 1997. godine kada je u SAD-u objavljena „Inicijativa za milion solarnih krovova“ čiji je cilj smanjenje upotrebe fosilnih goriva instaliranjem jednog miliona solarnih sistema - do 2010. god. Velike multinacionalne kompanije organizuju posebne poslovne ogranke za solarne FN sisteme (BP, Shell i dr.). S druge strane, grupe koje se bore za očuvanje prirodne sredine, kao što je Greenpeace, aktivno promovišu primenu FN sistema u cilju povećanja potražnje i smanjenja cena. Trenutno cene FN modula iznose oko €1,8 – €2,5/W, a kompletni sistemi se instaliraju po ceni od €3-4/W, u zavisnosti od tipa i veličine sistema. Uz tipičnu godišnju proizvedenu snagu između 750 kWh i 1500 kWh po instalisanom kW, dobija se cena solarne struje od 20 do 40 ¢€/kWh (eurocenti po kibvat-času). Konstantan porast proizvodnih kapaciteta uz stalan napredak istraživanja i razvoja omogućuje pouzdano predviđanje cene niže od €2/W. Očekuje se da cena najjeftinijih FN sistema koji se sastoje of tankoslojnih FN modula (a-Si, CdTe ili CIGS tehnologija) iznosi manje od €1,7/W, što bi značilo da je cena fotonaponski generisane struje manja od 10 ¢€/kWh. Time bi se cena struje dobijene iz FN instalacija izjednačila ili pala ispod cena električne energije koja se dobija iz tradicionalnih elektrana.

Pre desetak godina očekivalo se da će dve najperspektivnije primene fotonaponskih sistema biti u sektoru velikih elektrana snage nekoliko MW, povezanih sa distributivnom mrežom, ili u formi primene u desetak miliona kućnih solarnih sistema u zemljama u razvoju. Međutim, danas tržištem dominiraju urbani (rezidencijalni) fotonaponski sistemi povezani sa elektro-distributivnom mrežom.

Studije Evropske fotonaponske industrijske asocijacije (EPIA) i organizacije Greenpeace predviđaju da će polovina od 207 GW kapaciteta u 2020. godini, biti sistemi povezani za elektro-distributivnu mrežu, od kojih će 80 % biti instalirani u rezidencijalnim zgradama.

Pored 27 nacionalnih istraživačkih programa i razvoja, Evropska unija finansira istraživačke (DG RTD) i razvojne projekte (DG TREN) u okviru FP programa (Framework Program) od 1980. godine. Fondovi za ove projekte predstavljaju važan podsticaj za evropski program u oblasti FN tehnologija.

⁴ Danas, u svetlu nuklearne katastrofe u nuklearnoj elektrani Fukušima i novim vladinim odlukama u Japanu se planira veoma snažan razvoj primene korišćenja sunčeve energije. Ova katastrofa je bitno poremetila planove vezane za razvoj nuklearne energetike i u drugim zemljama sveta, tako da će sve dosadašnje procene oko razvoja kapaciteta solarne energije biti bitno prevaziđene.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Veliki broj istraživačkih grupa, od malih istraživačkih grupa sa univerziteta do timova velikih istraživačkih centara, uključeni su u programe koji obuhvataju istraživanja vezana za FN poluprovodničke materijale do industrijskih procesa optimizacije. U toku šestog FP programa ustanovljenja je platforma za FN tehnologiju koja je imala za cilj da mobiliše sve istraživače koji se prihvataju dugoročnog evropskog programa istraživanja vezanog za FN tehnologiju. Platforma je razvila Evropsku stratešku agendu za FN istraživanja u toku sledećih deset godina s ciljem da Evropa zadrži vodeću ulogu u FN industriji. Posebna uloga u novom FP 7 programu, koji je počeo 2007. godine i traje do 2013. godine, dodeljena je osnovnim istraživanjima vezanim za FN tehnologije. Predviđa se da kroz tehnološki razvoj cena FN električne energije koja je povezana sa distributivnom mrežom bude između 0.10 i 0.25 €/kWh u poređenju sa trenutnom cenom koja se kreće između 0.25 i 0.65 €/kWh, u zavisnosti od lokalnog sunčevog zračenja i uslova na tržištu. Očekuje se da rezultati istraživanja i razvoja omoguće smanjenu potrošnju materijala, veću efikasnost solarnih uređaja i poboljšanje proizvodnih procesa baziranih na poštovanju ekoloških standarda i ciklusa.

10.3. Mere podsticaja

Troškovi proizvodnje električne energije iz OIE su veći od troškova proizvodnje električne energije iz elektrana koje koriste fosilna goriva i nije konkurentna na tržištu električne energije. Zbog toga je povlašćenim proizvođačima nužno nadoknaditi veće troškove proizvodnje kroz neke od mehanizama podrške. U državama Evropske unije postoji nekoliko modela kao mehanizama podrške za podsticanje proizvodnje električne energije (kada su u pitanju toplotni solarni sistemi ili toplotni solarni kolektori - podsticaji postoje za korisnike sistema, a ne i za proizvođače) koja koristi OIE. Većina evropskih država ima zakonom regulisan sistem garantovanih cena ("feed-in system"), a to su: Danska, Francuska, Portugalija, Luksemburg, Nemačka, Španija, Grčka, Holandija, Austrija, Estonija, Litvanija, Slovenija, Češka, Bugarska, Mađarska i Hrvatska. U Srbiji je takode kao mehanizam podrške izabran sistem zagarantovanih cena.

Tabela 10.7. Promocija i podsticaji za obnovljive izvore energije

Promocija politike obnovljive energije										
Zemlja	Feed in tarifa	Obnovljivi portfolio standard/kvota	Kapitalne subvencije, stipendije, rabati	Investicije ili drugoporeski krediti	Porez na promet, taksa na energiju, akciza, ili smanjenje PDV-a	RE sertifikati za trgovanje	Isplate proizvodnje energije ili poreskih kredita	Merenje potrošene energije – neto	Javne investicije, zajmovi ili finansiranja	Javna nadmetanje
EU-27										
Austrija	X		X	X		X			X	
Belgija		(*)	X	X	X	X		X		
Bugarska	X		X						X	
Kipar	X		X							
Češka Republika	X		X	X	X	X		X		
Danska	X		X	X	X	X		X	X	X

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Estonija	X		X		X		X			
Finska	X		X		X	X	X			
Francuska	X		X	X	X	X			X	X
Nemačka	X		X	X	X			X	X	
Grčka	X		X	X				X	X	
Mađarska	X		X	X	X				X	X
Irska	X		X	X		X				X
Italija	X	X	X	X	X	X		X	X	
Letonija	X				X				X	X
Litvanija	X		X	X	X				X	
Luksemburg	X		X	X	X					
Malta			X		X			X		
Holandija			X	X	X	X	X			
Poljska		X	X		X	X			X	X
Portugal	X		X	X	X				X	X
Rumunija		X			X	X			X	
Slovačka	X			X	X				X	
Slovenija	X		X	X	X	X			X	X
Španija	X		X	X	X	X			X	
Švedska		X	X	X	X	X	X		X	
Velika Britanija	X	X	X		X	X			X	
Druge razvijene/zemlje u tranziciji										
Australija	(*)	X	X			X			X	
Belorusija									X	
Kanada	(*)	(*)	X	X	X			X	X	X
Izrael	X				X					X
Japan	X	X	X	X		X		X	X	
Makedonija	X									
Novi Zeland			X						X	
Norveška			X		X	X			X	
Zemlja	Feed in tarifa	Obnovljivi portfolio standard/kvota	Kapitalne subvencije, stipendije, rabati	Investicije ili drugoporeski krediti	Porez na promet, taksa na energiju, akciza, ili smanjenje PDV-a	RE sertifikati za trgovanje	Isplate proizvodnje energije ili poreskih kredita	Merenje potrošene energije – neto	Javne investicije, zajmovi ili finansiranja	Javna nadmetanje
Rusija			X			X				
Srbija	X									
Južna Koreja	X		X	X	X				X	
Švajcarska	X		X		X					

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Ukrajina	X									
SAD	(*)	(*)	X	X	(*)	(*)	X	(*)	(*)	(*)

(*) znači da, neke regije u okviru ovih država, imaju promociju politike obnovljivih energija ali nemaju nacionalni karakter.

Pošto je proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora u najvećem broju slučajeva skuplja od proizvodnje energije iz fosilnih goriva uz primenu klasičnih tehnologija, uvedeni su tzv. sistemi podrške tj. finansijske i nefinansijske mere podsticaja za investiranje u postrojenja koja koriste OIE. Najčešće primenjivana finansijska podsticajna mera je uvećana cena otkupa proizvedene električne energije, koja se sprovodi uglavnom primenjujući dva modela. Prvi model je zasnovan na određenoj količini električne energije iz OIE (tzv. „zelene“ energije) koja će biti otkupljena tokom godine (*Quota System*). Drugi model se sastoji u primeni definisanih otkupnih cena za isporučenu električnu energiju proizvedenu korišćenjem OIE (*Feed-in tariff*). U većini evropskih zemalja se primenjuje model definisanih otkupnih cena (*Feed-in tariff*). Pored finansijskih mera, države često usvajaju i dodatne mere podsticanja proizvodnje električne energije iz OIE kroz umanjenje ili oslobađanje od poreza, učešće u investicionim ulaganjima - za odabrane tehnologije, koje predstavljaju strateški pravac zemlje.

Podsticanje proizvodnje toplotne energije iz OIE se za sada uglavnom obavlja kroz finansijsku podršku investicionim ulaganjima (u početnoj fazi) i kroz oslobađanje od poreza (u razvijenijim fazama primene podsticaja). Jedna od značajnih karakteristika podsticajnih mera za povećano korišćenje OIE je selektivno podsticanje razvoja izabranih tehnologija. Pored finansiranja istraživačko razvojnih projekata finansira se izgradnja demonstracionih projekata. Osnovni kriterijumi za selekciju obnovljivih izvora energije i tehnologija koje će se podsticati su raspoloživ energetska potencijal, mogućnosti sopstvene privrede i stepen međunarodnog razvoja tehnologija i tržišta.

U većini razvijenih zemalja zakonom je regulisana mogućnost proizvodnje i prodaje električne energije iz solarnih elektrana.

Kako je proizvodnja električne energije iz solarnih elektrana skuplja od proizvodnje električne energije iz fosilnih goriva uz primenu klasičnih tehnologija, u razvijenim zemljama sveta su uvedeni tzv. *sistemi podrške* tj. finansijske i nefinansijske mere podsticaja za investiranje u izgradnju solarnih elektrana i korišćenje električne energije iz solarnih elektrana. Na svetskom nivou očekuje se da će se oko 12 posto potrošnje električne energije do 2020. odnositi na onu koja je dobijena iz sunčeve energije. Do 2040. taj udeo bi trebao dostići čak 28 posto.

Najčešće primenjivana finansijska podsticajna mera je uvećana cena otkupa proizvedene električne energije iz solarnih elektrana. Na primer, u Nemačkoj 1kWh električne energije iz gradske mreže košta 20 eurocenti, a država za 1kWh električne energije iz solarne elektrane plaća 40 eurocenti; u Makedoniji 1 kWh električne energije iz solarne elektrane, snage do 1MW, se plaća 41 eurocent, itd. U Republici Srbiji je Uredbom Vlade određeno da se 1kWh električne energije iz solarne elektrane plaća 23 eurocenta.

Pored finansijskih mera, države često usvajaju i dodatne mere podsticanja proizvodnje električne energije iz solarnih elektrana kroz umanjenje ili oslobađanje od poreza, učešće u investicionim ulaganjima itd. Jedna od značajnih karakteristika podsticajnih mera za povećano korišćenje solarne energije je selektivno podsticanje razvoja izabranih tehnologija. Pored finansiranja istraživačko razvojnih projekata finansira se i izgradnja demonstracionih projekata.

10.3.1. Stimulisanje korišćenja obnovljivih izvora energije i efikasnih tehnologija za proizvodnju električne energije

Prema članu 6. stav 2. Zakona o energetici, Programom ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije, utvrđuju se uslovi, način i dinamika ostvarivanja Strategije razvoja energetike, energetska objekti koje je neophodno izgraditi, uzimajući u obzir prognozirano potrošnju energije i

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

energenata, energetska efikasnost, mogućnost korišćenja obnovljivih izvora energije, mogućnost korišćenja efikasnih tehnologija za proizvodnju energije i energenata i stimulisanje investiranja u energetska sektor. Pitanje podsticajnih mera za investiranje u izgradnju energetska objekata za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije, cena otkupa električne energije, kao i odnosa povlašćenog proizvođača i kupca električne energije, predmet je uređivanja posebnog akta Vlade.

U Evropskoj uniji su cene otkupa proizvedene električne energije korišćenjem sunčeve energije - različite od zemlje do zemlje (Tabela 10.8).

Tabela 10.8. Cene otkupa električne energije korišćenjem sunčeve energije u Evropskoj uniji

€cent/kWh	Solarna energija
Austrija	29 – 46
Bugarska	34 – 38
Kipar	34
Češka	45,5
Danska	
Estonija	5,1
Francuska	
Nemačka	29 – 55
Grčka	55
Mađarska	9,7
Irska	
Italija	36 – 44
Letonija	
Litvanija	
Luksemburg	28 – 56
Holandija	45,9 – 58,3
Poljska	
Portugal	31 – 45
Slovačka	27
Slovenija	26,7 – 41,4
Španija	32 – 34

U Srbiji je to 23 Euro centi po jednom kWh električne energije koja je predata mreži.

Brojne zemlje u Evropi zainteresovanima za instalisanje solarnih sistema (osim vlastitih izvora) pružaju i druge mogućnosti, kako finansirati investiciju, da li donacijama ili komercijalno. Kad su investicije povratne, zahvaljujući uštedenoj energiji u poređenju sa klasičnim izvorima toplote, nije problem iskoristiti uslugu banaka koje daju hipotekarne ili ostale kredite svojim klijentima. Donatorsko finansiranje i podrška države kod nas je redukovana na podršku investicija iz strukturalnih fondova EU, koja nije omogućena fizičkim licima i vlasnicima porodičnih kuća. Osim toga, projekti korišćenja sunčeve energije su podržane i fondom zaštite životne sredine - nezavisno od državnog budžeta ali samo u javno korisne svrhe, te je ta podrška data uglavnom opštinama.

Danas već nije problem za čoveka sa stalnim prihodima da traži kredit iz ma koje uspešne banke na tržištu. Ako je klijent spreman garantovati za kredit svojom nepokretnom imovinom, u većini slučajeva najpogodniji, a takođe i najjeftiniji je hipotekarni kredit, koji je nasuprot potrošačkom kreditu povoljniji

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

svojom cenom. Kamatna stopa se kreće oko 4,5 do 5%. U nepovoljnost hipotekarnih kredita spada uglavnom, neophodno jemstvo na nekretnine i razna plaćanja i troškovi vezani za dobijanje hipotekarnog kredita. Ako klijent ne želi garantovati ličnom nekretninom, ima u dispoziciji i namenske i nenamenske potrošačke kredite, koji opet imaju kraći rok otplate ali i veću kamatnu stopu. Razlika između njih je u tome što kod namenskog kredita klijent banke mora dokazati da je novac upotrebio u tražene svrhe (investicija u solarni sistem), dok kod nenamenskog kredita banka vrši isplatu novca direktno na račun klijenta, naravno, po ispunjenju uslova i odobravanju kredita. Pojedine banke se razlikuju sa svojim kreditnim uslugama da li u visini kamatnih stopa ili načinom traženih garancija.

- Crna Gora

Ministarstvo ekonomije R. Crne Gore je pozvalo banke (2011. god.) da kreditiraju ugradnju solarnih kolektora u kuće radi osiguranja energije za potrebe domaćinstava. Iznos kredita bi, kako je navedeno, trebao pokriti vrednost solarne instalacije za stambeni objekat (za potrebe grejanja sanitarne potrošne vode). Ministarstvo ekonomije Crne Gore potpisalo je ugovor sa dve izabrane komercijalne banke preko kojih će se odobravati krediti, a odabaranim crnogorskim firmama su uručeni sertifikati za ugradnju solarnih kolektora. Tim programom će se odobravati beskamatni kredite za ugradnju solarnih kolektora u domaćinstvima. Iznos pojedinačnih beskamatnih kredita za ugradnju kolektora je između 1.350 i 2.250 evra, sa rokom otplate od tri, pet i sedam godina. Ministarstvo ekonomije i Program zaštite životne sredine UN će subvencionisati kamate za te kredite. Po tim uslovima, mesečna rata kredita za prosečno domaćinstvo iznosila bi oko 20 eura, a kredit bi se otplaćivao 7 godina. Projekat korišćenja solarne energije „Montesol“ sa milion dolara finansiraće italijansko ministarstvo zaštite životne sredine, a taj novac će se koristiti za subvencionisanje kamata. Krediti će se odobravati preko NLB Montenegro banke u Hipo Alpe-Adrija banka u Crnoj Gori, kod kojih je deponovan novac. Realizacija kredita obavlja se prenosom novca na račun sertifikovanog distributera/instalatera opreme. Cilj projekta „Montesol“ je smanjenje energetske zavisnosti, korišćenje energije iz obnovljivih izvora i razvoj domaće ekonomije kroz otvaranje novih radnih mesta. Procenjuje se da će time kreditirano domaćinstvo ugradnjom solarnih kolektora uštedeti oko 2.000 kWh električne energije - godišnje.

- Hrvatska

U Hrvatskoj je Solarni klaster, odnosno asocijacija za podsticanje korišćenja solarne energije i zelene tehnologije uspela postići da se u Hrvatskoj uvedu ekološki krediti. Naime, u toku je završna faza pregovora s velikom komercijalnom bankom koja će zainteresovanim građanima odobravati kredite za solarnu instalaciju za grejanje vode i proizvodnju električne energije. Krediti će se odobravati na rok do 15 godina i s počekom do šest meseci. Postoji najava da će se u projekt uključiti i Primorskogoranska županija koja će za područje županije subvencionisati stotinu solarnih kolektora fizičkim licima, i to sa iznosom do 40 % od cene. Prve "zelene kredite" u Hrvatskoj namenjenih podsticanju energetske efikasnosti su lansirale Zagrebačka banka i Prva stambena štedionica. Banka u svoju ponudu uvrštava i posebne kredite namenjene finansiranju kupovine i ugradnje solarnih sistema za proizvodnju električne energije - za lične potrebe korisnika, kao i za prodaju struje HEP-u. Krediti se odnose na stambene i poslovne zgrade, a korisnici takvih kredita mogu biti mali i srednji preduzetnici, jedinice lokalne samouprave, kao i građani koji imaju status povlašćenog proizvođača električne energije. Povod kreiranju takvih kreditnih linija početak je primene Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada, smanjenju potrošnje energije korišćenjem obnovljivih izvora energije, te finansiranju proizvodnje električne energije solarnim sistemima. U Hrvatskoj je postavljen za jedan od ciljeva i ugradnja jednog kvadratnog metra solarnih kolektora po stanovniku, čime bi do 2020. godine Hrvatska imala 4,5 miliona kvadratnih metara solarnih kolektora, te tako bila značajan učesnik proizvodnje energije iz obnovljivih izvora. U tom smislu, predviđa se da će do 2020. na poslovima montaže, održavanja, zamene ili transporta solarnih kolektora moći zaposliti oko 3.000 ljudi.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Na osnovu smernica evropskog zakonodavstva u Hrvatskoj je izrađena zakonska energetska regulativa u kojoj je pravno regulisan podsticaj korišćenju obnovljivih izvora energije i propisan je način isplate povlašćenih proizvođača električne energije iz OIE. U tom smislu su podzakonski akti iz područja OIE stupili na snagu 2007. god. Njima su obuhvaćeni Tarifni sistem za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, Uredba o minimalnom učešću električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kog., Uredba o naknadama za podsticanje proizvodnje električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kog., Pravilnik o korišćenju obnovljivih izvora energije i kog. i Pravilnik o sticanju statusa povlašćenog proizvođača električne energije.

Isto tako, u okviru Uprave za energetiku u Odseku za obnovljive izvore i energetska efikasnost, osnovan je Savet za projekte obnovljivih izvora energije kojem je osnovni cilj osiguranje podrške nosiocima projekata, bankama i ostalim sponzorima projekata (npr. opštinama) kroz pružanje saveta i znanja o finansiranju, dozvolama, studijama izvodljivosti, ugovaranjima, tehničkim pitanjima i ostalim razvojnim aktivnostima.

U cilju da se osiguraju uslovi za preduzetničku inicijativu na osnovu prepoznatljivog poslovnog interesa, izgradnja novih postrojenja prepuštena je tržištu i odlukama pojedinih učesnika, a za to je nužno izgrađen sistem objektivnih, transparentnih, nepristrasnih i unapred javno objavljenih kriterijuma, te sistem pripadajućih odobrenja za energetske subjekte koji se žele baviti proizvodnjom energije. Identifikacija projekata, priprema gradnje i realizacija postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije treba biti slobodna u izboru energetskog subjekta koji zadovoljava propisane uslove, prema zakonu.

Sistemom podsticanja je obuhvaćena proizvodnja električne energije iz oblasti korišćenja sunčeve energije i to za sledeće grupe:

- solarne elektrane instalisane snage do uključivo 10 kW,
- solarne elektrane instalisane snage veće od 10 kW do uključivo 30 kW,
- solarne elektrane instalisane snage veće od 30 kW.

- Srbija

Vlada R. Srbije je 2004. god. donela "Uredbu o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije (u okviru kojih je i neakumulirana sunčeva energija) i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije". Ovom uredbom se bliže propisuju mere za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i za otkup te energije - *Feed-in tariff*, balansiranje i očitavanje, definišu energetske objekti koji proizvode električnu energiju iz obnovljivih izvora, uređuju sadržina ugovora o otkupu električne energije po merama podsticaja, kao i naknade troškova kupcu tako proizvedene energije. U okviru uredbe se propisuje da pravo na mere podsticaja za proizvedenu električnu energiju ima električna energija proizvedena u elektranama koje koriste neakumuliranu sunčevu energiju. Pri tome je ograničena snaga elektrane do 5 MW.

Definisano je da je elektrana (u smislu ove uredbe) postrojenje za proizvodnju električne energije koristeći obnovljive izvore energije. Uredbom je određena cena od 23 Euro centi po jednom kWh električne energije koja je predata mreži.

Uredbom Vlade Republike Srbije od 1.12.2009. godine, predviđeno je da privatni ili društveni investitori u Srbiji mogu da izgrade solarne elektrane snage do 5 MW čiji će se 1 kWh električne energije otkupljivati po ceni od 0,23 eura u narednih 12 godina. Priključivanje solarnih elektrana ili malih elektrana instalisanih na privatnim kućama za gradsku mrežu regulisano je propisima EPS-a Republike Srbije.

Primena Uredbe u skladu sa direktivama Evropske unije trebalo bi da doprinese da ovakva proizvodnja struje u 2012. bude veća za 7,4 odsto, odnosno 735 miliona kilovat časova, nego u 2007. godini. Između ostalih podsticajnih mera, Uredba sadrži i obavezu EPS-a da otkupi svu proizvedenu energiju po podsticajnim cenama. Uredbom o izmenama i dopunama uredbe o utvrđivanju programa ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. god. za period od 2007. do 2012. god. procenjuje se da je energetska potencijal iskorišćenja sunčeve energije 0,6 miliona toe - godišnje.

Zaključak Poglavlja 10

Prema kompetentnom gorišnjem izveštaju "Solar Heat Worldwide" - izdanje za 2011. god. o stanju solarnog grejanja sa pregledom tržišta i doprinosa termalne sunčeve energije u svetu - procenjeni ukupni proizvodni i instalisani kapaciteti krajem 2010. godine - u oblasti solarne termalne konverzije iznose 196 GW (sa oko 280.000.000 m² solarnih kolektora) - instalisane snage postrojenja sa godišnje proizvedenom toplotnom energijom od 162 TWh. Ovim izveštajem je obuhvaćen velik broj zemalja sveta, od kojih - i gotovo sve zemlje Evrope (izuzev nekoliko - uključujući i Srbiju). Datim podacima treba dodati i kapacitete u oblasti fotoelektričnih postrojenja sa instalisanim ukupnim kapacitetom od 38 GW i godišnjom proizvedenom električnom energijom od oko 39,6 TWh. Znatno manji postojeći kapaciteti se odnose na heliostatska solarna postrojenja koja su procenjene snage od 1,0 GW sa proizvedenom električnom energijom od oko 2,4 TWh.

Od ukupno operativnih sistema kapaciteta 172.368,6 MW, na vakuum cevne kolektore otpada 96.539,1 MW, na zastakljene ravne kolektore - 54.915,5 MW, nezastakljene - bazenske i dr. kolektore - 19.703,9 MW i najmanje - na vazdušne kolektore - 1.210,2 MW. Ukupne površine kolektora - po zemljama - koji su u upotrebi do kraja 2009. godine je bio oko 246.240.885 m²!

Rast instalisanih solarnih kolektora između 2004. i 2009. godine bio trostruk. Prosečan godišnji rast - između 2000. i 2009. godine je bio 20,8 %. U poređenju sa 2008. godinom, svetsko tržište zastakljenih solarnih kolektora je imalo rast od 27,3 % - u 2009. godini (dok je u periodu 2007/2008 god. to bilo 36,5 %). U strukturi instalisanih solarnih kolektora, dominantnu primenu imaju instalacije za grejanje vode u domaćinstvima (TVD). Značajno, ali manje mesto imaju veći sistemi za grejanje vode u stambenim zgradama sa više stanova, u turizmu, javnom sektoru i dr. U Evropi je i značajna primena većih kombinovanih sistema za grejanje potrošne vode i prostora - u domaćinstvima i većim stambenim zgradama.

Značajan porast i udeo u ukupnim kapacitetima je ostvaren i u primeni solarnih kombi sistema (grejanje sanitarne potrošne vode i prostora u domaćinstvima), ali samo u Evropi, SAD i Kanadi. Značajan je i porast kapaciteta solarnih sistema namenjenih za grejanje vode u industriji (Srednji Istok, Azija i Kina) kao i kapaciteta za grejanje vode za sisteme sa više porodičnih kuća (Evropa, Kina). Vidi se i porast primene solarnih instalacija u turizmu - uglavnom za grejanje potrošne vode (Srednji Istok, Kina, Azija, Evropa). Primetni su, ali manje od drugih sektora korišćenja i kapaciteti koji su izgrađeni u objektima u javnom sektoru, kao što su bolnice, škole, gerontološki centri i dr. (Azija, Kina, Srednji Istok). Najmanji kapaciteti novoizgrađenih solarnih sistema je u domenu korišćenja daljinskog grejanja i klimatizacije (Evropa).

Oko 50% ukupne potrebne energije za grejanje može da se podmiri energijom Sunca. Kada se zna da se preko 40% energije u Evropi i kod nas troši na zagrevanje prostora onda je jasno da u toj oblasti mogu da se ostvare najveće uštede primenom termičke solarne energije. U Evropi, već 20 godina gradnja novih stambenih i poslovnih objekata se podvrgava inovacijama i propisima koji doprinose energetske efikasnosti. Procenjuje se da će u budućnosti ovaj trend još intenzivnije nastaviti kod:

- gradnje novih objekata za stanovanje i poslovanje,
- renoviranja starih objekata uz primenu solarnih tehnologija,
- primene solarne energije u industriji i svim procesima gde su potrebne temperature do 100 °C i više, i dr.

Od 1990. godine industrija fotonaponske konverzije pokazuje konstantan godišnji privredni rast od preko 20 %, a počevši od 1997 i preko 33 % godišnje. U 2000. godini, ukupni instalisani kapaciteti u svetu premašili su 1.000 MW, a od tada pa do danas trend rasta prevazilazi 40% na godišnjem nivou. U 2010. godini ukupni instalisani kapaciteti su bili 38.000 MW, a proizvedena električna energija 39,6 TWh. U zemljama u razvoju, više od milion domaćinstava koristi električnu energiju proizvedenu pomoću fotonaponskih sistema.

POGLAVLJE 11

11. KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE U AP VOJVODINI

11.1. Zakonska podrška primeni novih i obnovljivih izvora energije

Zakonom o energetici Srbije (2004. god.) uređeni su ciljevi energetske politike i način njenog ostvarivanja, način organizovanja i funkcionisanja tržišta energije i svi drugi elementi vezani za uredno i kvalitetno snabdevanje kupaca energijom, proizvodnjom i upravljanjem sistemima prenosa, razvoja, energetske efikasnosti, zaštite životne sredine i dr. Ovim zakonom su utemeljene Agencija za energetiku i Agencija za energetske efikasnosti sa zadatkom da sprovode i predlažu aktivnosti u cilju povećanja energetske efikasnosti i povećanog korišćenja obnovljivih izvora energije, uključujući i pripremu tehničkih i drugih propisa koji se odnose na to.

Ratifikacijom Ugovora o osnivanju energetske zajednice, Srbija je, između ostalog, prihvatila obavezu da donese i realizuje plan primene direktive 2001/77/EC o promovisanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije. Direktiva 2001/77/EC definiše obnovljive izvore energije (OIE) kao:

- nacionalni cilj za proizvodnju električne energije dobijene iz OIE,
- program mera za njihovo dostizanje,
- garancije o poreklu - za električnu energiju proizvedenu iz OIE (Guarantee of Origin),
- pojednostavljenje pravnog okvira za izgradnju i eksploataciju postrojenja,
- obaveza za operatera prenosa i distribucije da preuzimaju i transportuju električnu energiju iz OIE,
- definisanje uslova i tarifa za priključenje na mrežu.

Republika Srbija je usvojila sledeću pravnu regulativu u oblasti obnovljivih izvora energije:

- Zakon o energetici;
- Strategiju razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine;
- Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Srbije od 2007-2012. godine (Izmene i dopune - Novembar 2009.);
- Uredbu o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i kriterijumima za ocenu ispunjenosti tih uslova;
- Uredbu o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije;
- Model ugovora o otkupu električne energije od povlašćenih proizvođača.

Srbija je postala 26. januara 2009. godine članica i osnivač Međunarodne agencije za obnovljivu energiju (IRENA), kao prve međunarodne (međuvladine) organizacije koja se fokusira isključivo na obnovljivu energiju i aktivno nastavlja učešće u radu ove agencije u skladu sa Statutom Agencije i svojim interesima u oblasti aktiviranja i korišćenja obnovljivih izvora energije. Osnovni cilj Međunarodne agencije za obnovljivu energiju (IRENA-International Renewable Energy Agency) je da postane glavna pokretačka snaga u ubrzanj transiciji prema široko rasprostranjenom i održivom korišćenju obnovljivih energija u čitavom svetu, a njene glavne aktivnosti obuhvataju:

- pružanje konkretnih savetodavnih usluga vladama industrijalizovanih i zemalja u razvoju vezanih za politiku korišćenja obnovljivih izvora energije,
- transfer tehnologija i savetodavnih usluga u vezi finansiranja projekata,
- izgradnja i podizanje kapaciteta u oblasti korišćenja obnovljive energije.

Septembra 2008. godine, Evropski parlament je usvojio paket propisa o klimatskim promenama koji ima za cilj da obezbedi smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte od 20 %, unapređenje energetske efikasnosti od 20% i učešće obnovljive energije od 20 % u ukupnoj energetskej potrošnji - u EU - do 2020. godine (posmatrano u odnosu na 1990. godinu). Nova Direktiva o obnovljivoj energiji 2009/28/EC postavlja obavezujuće nacionalne ciljeve koje članice Evropske unije treba da dostignu kroz promociju obnovljive energije u sektorima električne energije, grejanja i hlađenja i u sektoru transporta, kako bi se obezbedilo da do 2020. godine obnovljiva energija čini bar 20 % ukupne potrošnje energije u Evropskoj uniji. Početak primene nove Direktive o obnovljivoj energiji u Republici Srbiji i drugim državama potpisnicama Ugovora o energetskej zajednici odrediće se i uskladiti u okviru ove zajednice.

Osnovni ciljevi Programa u oblasti OIE u Srbiji su:

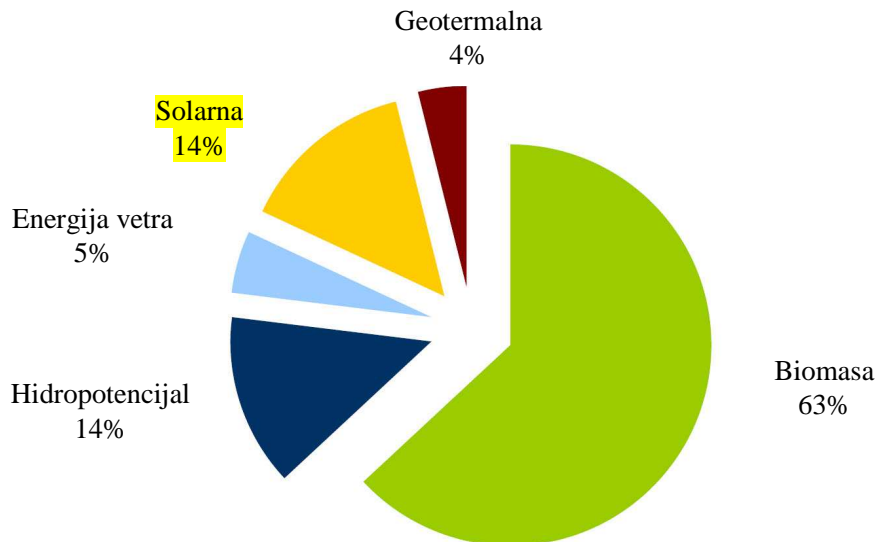
- Efikasnije korišćenje sopstvenih potencijala u proizvodnji energije;
- Smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte;
- Smanjenje uvoza fosilnih goriva;
- Razvoj lokalne industrije;
- Otvaranje novih radnih mesta.

Cilj Republike Srbije je da do kraja 2012. godine poveća učešće električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora sa 2,2% , posmatrano u odnosu na ukupnu nacionalnu potrošnju električne energije u 2007. godini. Realizacija postavljenog cilja će se obezbediti povećanjem proizvodnje „zelene električne energije“ u obimu od 739,1 miliona kilovat-časova u 2012. godini, što je dovoljno da pokrije godišnje potrebe za energijom 179 hiljada domaćinstava (sa minimalnom potrošnjom od oko 400 kilovat-časova). Za ostvarenje postavljenog cilja za učešće električne energije u ukupnoj potrošnji do 2012. godine planirano je privlačenje i angažovanje privatnih izvora finansiranja u izgradnji kapaciteta snage 102 MWe koji za proizvodnju električne energije koriste obnovljive izvore, čime bi se ostvarili uslovi za povećanje proizvodnje „zelene električne energije“ za 739,1 GWh. Planirano je da se u posmatranom periodu proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora poveća za 7,4% - sa 9.974 GWh u 2007. - na 10.713,1 GWh u 2012. godini. Kako je predviđana (ali ipak nije dostignuta) dinamika ostvarenja ciljnog učešća električne energije proizvedene iz solarne energije prikazuje sledeća tabela:

		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Solarna energija	MWe	0	0	0	5,0	5,0	5,0
	GWh	0	0	0	10,5	10,5	10,5

Planirani kapaciteti obuhvataju izgradnju najmanje 5 MWe solarnih fotonaponskih postrojenja. Na slici 11.1 je dat prikaz planiranog učešća pojedinih obnovljivih izvora energije u energetici Srbije. Privlačenje i angažovanje privatnih izvora finansiranja, kao i finansiranje podsticaja i podrške razvoju OIE, će se realizovati sprovođenjem politike podsticaja i mehanizama za podršku razvoju OIE.

Republika Srbija je potpisala Ugovor o osnivanju Energetske Zajednice Jugoistočne Evrope (2005. godine), čijom ratifikacijom je prihvatila obavezu primene direktiva vezanih za veće korišćenje obnovljivih izvora (2001/77/EC i 2003/30/EC). Učešće obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskej potrošnji AP Vojvodine u 2009. godini je oko 2% odnosno, 0,09 Mten. Kombinovanjem metoda uvođenja novih i obnovljivih izvora, sistematskom primenom mera povećanja energetske efikasnosti kao i učešćem novih tehnologija, procenat učešća nekonvencionalnih energetske izvora u ukupnoj energetskej potrošnji u AP Vojvodini, može se podići i do 20 odsto, u narednom desetogodišnjem periodu. Korišćenje i razvoj solarnih termičkih i fotonaponskih tehnologija u EU mogu da predstavljaju podsticaj, ali i okvir unutar koga bi Srbija, time i Vojvodina mogli da iskoristi svoje klimatske resurse, ali i istraživačke i industrijske potencijale za što bržu adaptaciju evropskim standardima i priključak razvojnim planovima i programima.



Slika 11.1. Struktura planiranog učešća obnovljivih izvora energije u energetici Srbije

U toku 21-og veka kod nas će se morati primeniti mudra energetska strategija koja će obuhvatati mere efikasnog korišćenja energije, brz porast obnovljivih energetske kapaciteta i korišćenje fosilnih goriva uz pridržavanje visokih ekoloških normi u cilju očuvanja prirodne sredine i klimatskih uslova.

Uprkos velikog dugoročnog potencijala, solarna termička i fotonaponska tehnologija će u početku igrati sporednu ulogu, ali će njen doprinos konstantno rasti, kako u urbanim tako i u ruralnim mestima u Vojvodini. Planovi i strategija za razvoj evropske solarne termičke i fotonaponske tehnologije trebalo bi da budu putokaz domaćoj naučnoj i političkoj javnosti koje sve aktivnosti u istraživačkom, tehnološkom, korisničkom i političkom domenu treba da preduzme u cilju što bržeg i efikasnijeg integrisanja u evropske programe. S druge strane, zbog nedovoljne energetske efikasnosti, izuzetno nepovoljne ekonomske situacije, te nestabilnih cena fosilnih goriva, ali i čestih povećanja cena električne energije, trebalo bi što pre početi sa primenom solarnih termičkih i FN tehnologija uz stvaranje odgovarajuće strategije razvoja u skladu sa evropskim planovima, naravno koliko to trenutne ekonomske i druge mogućnosti dozvoljavaju. Brz porast termičke i FN industrije u svetu, uz porast proizvodnih kapaciteta i pozitivnu političku klimu i podsticaj u zemljama kao što su Nemačka, Španija, USA i Japan (kao i Kina, Italija, Koreja, Grčka itd.) obećavaju dobru perspektivu solarnim tehnologijama i u Srbiji. Međutim, FN industrija zahteva pogodne i stabilne političke uslove za konstantan i održiv razvoj. Brze ili nagle promene u uslovima i iznosima subvencija te političkim stavovima mogu da dovedu u pitanje pozitivan razvojni trend. Uzimajući u obzir današnji značaj termičkih i FN tehnologija, njihove dugoročne potencijale i vreme potrebno da se ovakve tehnologije razvijaju, razvoj i primene ovih tehnologija potpuno opravdavaju i ohrabruju državnu podršku i subvencije. Treba pri tome imati u vidu da termička i FN industrija može znatno da doprinese privredi Vojvodine otvaranjem novih radnih mesta, kao i razvoju malih i srednjih preduzeća. Ne treba zaboraviti da je jedan od evropskih ciljeva osvajanje ogromnog tržišta u Aziji, Africi i Južnoj Americi, i čak i mali udeo Srbije u okviru kooperacije sa evropskim industrijskim centrima bi značio mnogo i za domaću industriju i za ekonomiju. Pošto je Srbija u grupi zemalja čija potrošnja energije, naročito električne, nije previše racionalna, potrebno je povećati interesovanje za obnovljive izvore energije (OIE) i omogućiti edukovanje stanovništva o značaju i prednostima energetske efikasnosti i korišćenju solarne energije. Posebno treba naglasiti ekonomski aspekt, ali i uticaj na očuvanje prirodne sredine. Programi ovog tipa mogli bi biti organizovani i koordinisani na nacionalnom (republičkom, ali i na pokrajinskom) nivou, ali i

od strane relevantnih naučnih institucija, kao i od strane neprofitnih i drugih organizacija. Energetska politika Srbije promovisana u Zakonu o energetici iz 2004. godine, ima za cilj da se u savremenim okolnostima i u skladu sa politikom približavanja Evropskoj uniji uspostave kvalitativno novi uslovi rada, poslovanja i razvoja proizvodnih energetske sektora i sektora potrošnje. U skladu s tim je 2005. godine usvojena „Strategija dugoročnog razvoja energetike Srbije do 2015. godine“, a 2007. godine i „Program ostvarenja strategije do 2012. godine“, gde su postavljeni strateški ciljevi koji će važiti u periodu do 2030. godine. Važan napredak predstavlja usvajanje uredbe o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE, koja se primenjuje od 1. januara 2010. godine do 31. decembra 2012. godine, a kojom se propisuju mere podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i za otkup te energije, odnosno cene ubrizgavanja (feed-in tarife). Na osnovu ove uredbe otkupna cena za FN solarnu energiju iznosi 23 $\text{€}/\text{kWh}$, na 12 godina. Poređenja radi, najviša zakonski garantovana otkupna cena ubrizgavanja u Evropi iznosi 54 $\text{€}/\text{kWh}$ u Nemačkoj, a okolne zemlje ili nemaju odgovarajuću zakonsku regulativu (kao Rumunija i Bugarska), ili imaju znatno nižu otkupnu cenu (kao Mađarska, 10 $\text{€}/\text{kWh}$). Od zemalja bivše Jugoslavije, cena u Sloveniji iznosi 37 $\text{€}/\text{kWh}$, a u Hrvatskoj 46 $\text{€}/\text{kWh}$. Do 2004. godine FN tržište u Sloveniji je bilo veoma slabo razvijeno, međutim od 2005. godine konstantno raste u iznosu od 100% godišnje, a održiv rast se očekuje do kraja 2010. godine, kada se očekuje sporiji rast zbog saturacije relativno malog tržišta. Moguće je da se slična situacija ponovi i u Srbiji počevši od 2012. godine, s obzirom da će otkupna cena do tog perioda biti na nivou slovenačke - do 2004. godine. Značajno je i donošenje zakona o racionalnoj potrošnji energije, kao i dopune i izmene zakona o energetici kako bi se prilagodio evropskim zahtevima i standardima, kao i standardima na koje se Srbija obavezala potpisujući Ugovor o energetske zajednici zemalja Evrope. Ovde treba pomenuti i izradu i dostavljanje planova za implementaciju Direktive Evropske Komisije iz 2001. i 2007. godine o povećanju korišćenja OIE. U sklopu ovih aktivnosti mogao bi da se formira fond za energetske efikasnosti koji bi pomogao racionalnijem korišćenju svih vidova energije, a naročito električne. Od velike važnosti bi bilo i reaktiviranje mreža meteoroloških stanica koje su do 1991. godine kontinuirano merile sunčevo zračenje čime bi se omogućila analiza klimatologije zračenja na nivou celokupne teritorije Srbije i odredio stepen kvaliteta područja koja su potencijalno povoljna za pretvaranje sunčeve energije u električnu. Potrebno je podstaći naučne institucije da organizuju naučne projekte čiji program obuhvata osnovna i primenjena istraživanja čiji se rezultati mogu koristiti u termičkoj i FN tehnologiji.

Isto tako, trebalo bi što pre upoznati širu javnost sa sadržajem novih uredbi o povlašćenim proizvođačima električne energije i podsticajnim otkupnim cenama električne energije proizvedenim iz FN sistema. Posebno treba naglasiti da podsticajna cena omogućava svakom investitoru sa povlašćenim statusom da u periodu od 12 – 15 godina povрати sva uložena sredstva u FN sisteme uključujući i operativne troškove, odnosno troškove održavanja nastale u istom periodu. Podsticajne otkupne cene ne zavise od doba dana ili godine kada se električna energija proizvodi. Pojednostavljenje administrativnih i tehničkih zahteva za povezivanje domaćinstava sa distributivnom električnom mrežom je neophodno u cilju bržeg povećanja broja FN korisnika, kao i zbog popularizacije ove tehnologije. U skladu s tim, potrebno je u odgovarajućim institucijama oformiti dobro obučeni i edukovani kadar koji bi, ne samo poznao nove tehnologije, već i pratio razvoj FN sistema i novih evropskih standarda iz te oblasti. Već u narednih nekoliko godina arhitektonski planovi i građevinska rešenja za nove zgrade u urbanim sredinama trebalo bi da koriste termičke i fasadne FN uređaje, a slična praksa bi se primenjivala i pri renoviranju starih. Fasadni FN moduli bi trebalo da postanu obavezni deo građevinskog materijala kao što su to, na primer, prozori ili vrata. Pojava čak i malog broja ovakvih modernih sistema na građevinama u urbanim sredinama bi predstavljao najbolju reklamu za FN tehnologiju i podstakao bržu primenu u građevinarstvu, ali i u domaćinstvima. Svakako ovakav trend bi zahtevao i odgovarajuće tehničke propise i neophodnu standardizaciju. Monitoring energetske efikasnosti zgrada sa FN tehnologijom bi trebalo da bude dostupan javnosti putem interneta, a takođe i podaci o energetske potrebama i potrošnji u poređenju sa standardnim zgradama, kao i prateći ekonomski efekti. Uz dobro planiranu i efikasnu politiku korišćenja obnovljivih izvora energije primena termičkih i FN tehnologije bi bila višestruko korisna i isplativa. Proizvodnja termičkih i fotonaponskih uređaja je grana privrede koja pokazuje najbrži razvoj u svetu u

poređenju sa svim ostalim granama energetske tehnologije. U poslednjih desetak godina fotonaponska (FN) konverzija Sunčeve energije je postala značajna grana industrije solarnih uređaja usled brzog razvoja relevantnih tehnologija i njihovih projektovanih mogućnosti. Proizvodnja fotonaponskih uređaja se duplira svake dve godine uz prosečan godišnji porast od 48 odsto od 2002, tako da ova grana privrede pokazuje najbrži razvoj u svetu u poređenju sa svim ostalim granama energetske tehnologije. Sa ekonomskog aspekta, cena struje dobijene iz sunčeve energije kontinuirano pada, kao rezultat tehnoloških unapređenja i rasta masovne proizvodnje, dok se očekuje da će fosilna goriva postati znatno skuplja u skoroj budućnosti. U ovom trenutku je za Vojvodinu opravdano podsticati korišćenje energije Sunčevog zračenja za proizvodnju toplotne i električne energije u domenu domaćinstava, industrije i nekih grana poljoprivrede zbog manjih investicionih ulaganja. Takva politika bi, između ostalog, bila korisna i zbog razvoja domaće ekonomije, kao i upošljavanja stanovništva u oblasti čistih energija. Dugoročno gledano, budućnost pretvaranja Sunčevog zračenja je u termičkim i FN tehnologijama i njihovoj integraciji sa ostalim granama tehnologije, što je i u skladu sa stavovima, planovima, ali i trenutnim stanjem u Evropskoj uniji i ostalim ekonomski vodećim zemljama sveta.

11.2. Tehničko - tehnološke mogućnosti korišćenja sunčeve energije u AP Vojvodini

11.2.1. Značaj korišćenja termičkog i fotoelektričnog dejstva sunčevog zračenja

Vojvodina raspolaže resursima energije sunčevog zračenja znatno iznad evropskog proseka uz povoljan sezonski raspored. Njeno efikasno i dugoročno korišćenje neophodno je osmisliti u najskorijem vremenskom periodu. Da bi se intenziviralo korišćenje sunčeve energije u Vojvodini, treba jasno identifikovati oblasti moguće primene, definisati mogućnosti sunčeve energije kao energetske resursa i stvoriti povoljnu klimu za primenu ovog izvora energije. U tom smislu, od značaja je i osposobljavanje stručnih lica i firmi za delatnost koja je vezana za montažu solarnih instalacija, a i za proizvodnju pojedinih komponenata i celih sistema. U sadašnjim uslovima je moguće da se, čak i u malim serijama, dobije oprema odgovarajućeg kvaliteta i nižih cena od uvozne opreme.

Energetski potencijal je zadovoljavajući na celoj teritoriji Vojvodine što omogućuje je efikasno korišćenje termičkog i fotonaponskog dejstva sunčevog zračenja. Do skoro se ovaj prirodni, ekološki i ekonomski povoljan energetski resurs nije gotovo koristio jer nije postojala dovoljna stimulacija stanovništva. Sada kada se nedostatak energije u čitavom svetu drastično oseća i kada cena struje u Srbiji raste kako bi dostigla cene u Evropskoj Uniji čista ekonomska računica će dovesti do upotrebe racionalnijih izvora energije. Stimulacija države u obliku poreskih olakšica za instalisanu opremu sigurno bi se višestruko isplatila u poređenju sa novim investicijama u elektroprivredu koje nas očekuju. Takođe, u poređenju sa dobijanjem energije iz fotonaponskih ćelija, upotreba termičkih solarnih kolektora je ekonomičnija u sadašnjem trenutku i može se primenjivati od individualnih korisnika do većih sistema. Ekonomski i ekološki razlozi dovode do ulaganja u istraživačke i razvojne projekte koji svojim rezultatima pokreću investicije u proizvodnji opreme za eksploataciju energije.

Potrebno je postaviti cilj da se energetske potrebe za zagrevanje vode do 80 °C u stambenim objektima i industrijskim procesima obezbeđuju korišćenjem sunčeve energije. Takođe je potrebno podsticati aktivnosti vezane za razvoj i inovacije u oblasti solarnih tehnologija i domaće proizvodnje, što će u krajnjoj liniji dovesti do veće energetske efikasnosti i nižih cena opreme. Naravno, ne sme se ignorisati ni stalno promovisanje korišćenja solarne energije, pri čemu mediji i nevladine organizacije mogu da imaju značajnu ulogu. Postoje bitni razlozi zbog kojih bi se u Srbiji - Vojvodini trebalo angažovati svim raspoloživim potencijalima da se značajno poveća korišćenje solarne energije i to u vrlo kratkom vremenskom periodu. Time bi se obezbedilo povećanje zaposlenosti u segmentu istraživanja, proizvodnje, montaže i servisiranja opreme za korišćenje sunčeve energije. Sa značajnijim korišćenjem sunčeve energije, Srbija je sve bliža preporukama Evropske unije o korišćenju obnovljivih izvora energije, koje uključuju i značajnu potrebu intenzivnijeg korišćenja sunčeve energije.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Sunčeva energija kao izvor energije za grejanje i pripremu potrošne tople vode ima sledeće prednosti:

- besplatna je i svuda dostupna,
- ekološki je čista (nema sagorevanja, pa ne dolazi do emisije štetnih gasova, kao što su CO₂, SO₂, NOx i slično),
- pripada obnovljivim izvorima energije (OIE), pa ne može doći do iscrpljivanja resursa,
- doprinosi održivom razvoju,
- u kombinaciji sa klasičnim izvorima energije povećava energetska efikasnost postrojenja i dr.

Pri definisanju projekata korišćenja sunčeve energije za grejanje potrošne vode u domaćinstvima - od manjeg ili većeg značaja (ali ne i isključujući) su i:

- Raspoloživost potrebnih površina za smeštaj kolektorskog polja. U urbanim sredinama su smeštajne mogućnosti nešto manje - pogotovo za postrojenja većih ili velikih snaga, mada je praksa pokazala da se uvek mogu iznaći raspoložive površine za smeštaj solarnih kolektora;

- Orijentacija i nagib krovnih površina. Kod značajnog broja zgrada sa kosim krovovima su orijentacije krovnih površina slučajne, pa zahtevaju ili promenu lokacije (lokacije za smeštaj solarnih kolektora mogu biti i druge raspoložive površine kao što su nadstrešnice, okolno zemljište, parkinzi i dr.) ili složeniju noseću konstrukciju solarnih kolektora kako bi se obezbedila njihova približno južna orijentacija;

- U visoko urbanim sredinama - kod visokih stambenih objekata manje bazne osnove je relativno manji prostor na krovovima za instalaciju solarnih kolektora, ali uglavnom postoji mogućnost smeštaja kolektora na nekim drugim površinama u relativnoj blizini objekta - konzumenta;

- Postojanje instalacija za grejanje vode ili objekta. Postojeći objekti uglavnom već imaju izgrađene instalacije za grejanje vode što smanjuje investicione troškove izgradnje solarnih postrojenja i dr.

Naravno, postoje određena ograničenja i nedostaci koji otežavaju osnovno korišćenje sunčeve energije od kojih je najvažnije to što je sunčevo zračenje izuzetno promenljivog karaktera (i po pravcu, i po intenzitetu). Toplotni dobici su promenljivi i tokom dana (visina Sunca tokom dana, oblačnost, padavine), kao i tokom godine (u zimskom periodu, kada je posebno potrebna u sistemima grejanja objekata - dozračena energija je znatno manja). Nedostatak preciznijih propisa i normi u ovoj oblasti (uslovi gradnje, projektni parametri i dr.) su takođe uticajni na obim primene i korišćenja sunčeve energije.

Toplotni solarni sistemi se najčešće koriste za grejanje sanitarne potrošne vode, grejanje tehničke vode, vode u bazenima i dr. Moguće ih je koristiti i za podršku pri zagrevanju prostorija objekata različitih namena - kuća, hala i dr., pri čemu je ovakva primena pogodnija za objekte koji koriste niskotemperaturne sisteme grejanja (podno, plafonsko ili zidno) i koji su kvalitetno izolovani, t.j. njihovi temperaturni gubici su na nivou niskoenergetskih zgrada. U klimatskim uslovima Vojvodine primena solarnih tehnologija se kombinuje sa drugim izvorima grejanja radi obezbeđenja dovoljne količine toplote u uslovima niže insolacije ili odsustva insolacije (uveče, ujutru, noći, zimi i dr.). Voda za potrebe grejanja, zagrejana pomoću solarnih kolektora može se koristiti i u sistemima centralnog grejanja ili centralnom snabdevanju toplote. Generalno gledano, sunčeva energija može pokriti 50-70 % i više od godišnjih potreba energije za grejanje vode u domaćinstvima, leti i u prelaznim periodima, tako reći - u potpunosti, dok je zimi dovoljna za predgrevanje hladne napojne vode. Osim u oblasti stambene izgradnje i gradnji porodičnih kuća, dalju potencijalnu sferu u aplikaciji solarnih toplotnih postrojenja predstavljaju javni prateći objekti (bolnice, sanatorijumi, škole, hoteli i objekti ustanova različitih namena). Dobru primenljivost solarne instalacije mogu imati kod grejanja otvorenih i zatvorenih bazena, malih objekata pogonsko-servisnih službi, objekata državnih institucija (carine, kasarne i dr.), restorana, poljoprivrednih preduzeća i posebno za grejanje potrošne vode u agroindustriji, prehrambenoj industriji i dr. Ugradnja opreme za solarno zagrevanje sanitarne vode zasnovana je na individualnom osećaju investitora da u svojoj kući ili preduzeću uradi nešto što je prirodno i normalno, da koristi ono što mu besplatno stiže na

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

njegov krov ili dvorište, a pri tome je potpuno čisto. Ukupno gledano, u Vojvodini je energetska gotovo zanemarljiva primena solarne energije za zagrevanje sanitarne vode ili prostora. Isti je slučaj i u ostalim oblastima moguće primene. Razlozi za postojeće stanje su nedostak sredstava za finansiranje izgradnje postrojenja, nedovoljno poznavanje mogućnosti i koristi od primene obnovljivih izvora energije, o stanju i planovima u Evropi, o našim budućim obavezama u krugovima donosioca odluka, kao i nedovoljna obaveštenost stanovništva o mogućnostima primene energije Sunca, ceni opreme, energetskim i finansijskim efektima. Takođe, problem leži i u veoma niskom materijalnom standardu stanovništva, ali i u relativno niskoj ceni električne energije, što automatski dovodi do toga da se električna energija ne troši racionalno.

Primena sunčeve energije predstavlja dobar način da se smanji potrošnja električne energije svuda gde je to moguće. Bez obzira na to što je cena ulaganja u solarnu instalaciju relativno velika (oko 500 Eura/kW), isplati se ulagati jer će to imati jedno sigurno tržište. Ako se u tu cenu uračuna i sve ono što prati dobro osmišljen i organizovan posao, kao što je istraživanje, razvoj, proizvodnja, marketing, stvaranje stručnog, naučnog i proizvodnog kadra, osvajanje novih tehnologija, izvoz najvećeg dela proizvodnje, povećanje zaposlenosti u osnovnim i pratećim delatnostima - onda je ta cena znatno niža, a postiže se pozitivan energetska i ekonomski efekat. Kao neminovni preduslov razvoja iskorišćenosti solarne energije kod nas, nameće se neophodnost da se domaće znanje usmeri i finansira u oblasti toplotne konverzije sunčevog zračenja kako bi se postigli odgovarajući rezultati u oblasti:

- smanjenja energetske zavisnosti,
- povećanja zaposlenosti stanovništva,
- smanjivanja porodičnih troškova za energente i time doprinos smanjenju siromaštva,
- smanjenje zagađenja naše okoline i dr.

Fotonaponske solarne ćelije se u AP Vojvodini mogu koristiti svuda gde postoji potreba za električnom energijom: za osvetljenje u privatnim domaćinstvima, ulično osvetljenje, rad pumpi za navodnjavanje, rad audiovizuelnih i rashladnih uređaja, rad signalizacionih uređaja na putevima, rad automata na parking prostorima, rad telekomunikacionih uređaja i sistema i dr.

Prosečno sunčevo zračenje u Srbiji je za oko 40% veće od evropskog proseka, ali i pored toga korišćenje sunčeve energije za proizvodnju električne energije kod nas daleko zaostaje za zemljama Evropske unije. Stvaranje uslova za razvoj i funkcionalnost održivog tržišta solarnih sistema je od velikog značaja za ekonomiju i očuvanje prirodne sredine, tako da bi glavni ciljevi za implementiranje i razvoj solarnih sistema u Srbiji mogli biti:

- Implementacija postojećih zakonskih uredbi koje se odnose na korišćenje (i proizvodnju električne energije) iz obnovljivih izvora energije.
- Povećanje medijske i javne aktivnosti s ciljem da se razvije interesovanje za obnovljive izvore energije (OIE) i upoznaju širi slojevi stanovništva o značaju i prednostima energetske efikasnosti i korišćenju solarne energije;
- Aktiviranje starih i izgradnja novih centara za merenje sunčevog zračenja;
- Uključivanje domaćih naučnih istraživačkih i razvojnih centara u evropske istraživačke projekte o fotonaponskim sistemima.

Odluka Evropske unije da poveća udeo obnovljivih izvora energije do 20 % od ukupne proizvodnje do 2020. je dobar pokazatelj situacije u kojoj se nalazimo. Primena solarne energije je dobar, opravdan i ekonomičan način da se smanji konvencionalna energetska potrošnja gde god je to moguće. To znači da bez obzira na to što su troškovi ulaganja u fotonaponske sisteme za proizvodnju električne energije još uvek relativno veliki (oko 3.000 evra za 1kW instalisane snage), isplati se investirati obzirom da će se investicija vremenom ipak odplatiti. Ako ta cena uključuje, dobro osmišljen i organizovan rad, kao što su istraživanja, razvoj, proizvodnja, marketing, stvaranje stručnih naučnih i proizvodnih radnika, nove tehnologije, izvoz viška proizvodnje, zaposlenosti u osnovnim i sekundarnim aktivnostima, onda je ta cena znatno niža, a postiže se i pun planirani efekat.

11.2.2. Tehnički sistemi za grejanje vode i objekata i korišćenje sunčeve energije

Sa ekonomskog gledišta, na osnovu nezavisnih uporednih testova, najefektniji su sistemi za grejanje sanitarne potrošne vode. Potvrđuju to i uporedni testovi izrađeni u posmatranim i testiranim kućama. Pri tome se za poređenje uzimala u obzir uglavnom postignuta snaga (godišnja ušteda energije, stepen iskorišćenja, količina tople vode), posmatrao se rad i održavanje, ekološki aspekt i energetska amortizacija, bezbednost i jednostavnost montaže. Iz uporednih testova proizilazi da su značajni investicioni troškovi 2 - 3 puta veći kod kombinovanih sistema nego kod sistema predviđenih samo za grejanje sanitarne vode. Kod podrške grejanja prostorija ima određenu ekonomsku isplativost, ali uglavnom kod niskotemperaturnih grejnih sistema (napr. podno i panelno grejanje) i kuća sa malim toplotnim gubicima.

Iako je u zimskom periodu energetska dejstvo sunčevog zračenja manje od letnjeg, i dalje je veoma značajno za korišćenje solarnog grejanja kuća, kao podrška nekoj drugoj konvencionalnoj energiji koja se koristi u centralnim sistemima grejanja, gde se može pokriti oko 30 i više procenata (besplatno dobijene) toplotne energije za grejanje kuća i do 70% i više - za grejanje sanitarne vode. Najbolji efekat korišćenja sunčeve energije za solarno grejanje porodičnih kuća i drugih stambeno poslovnih objekata može se ostvariti u prelaznim periodima, u energetske efikasnim grejnim sistemima tj. podno-zidnim panelnim sistemima grejanja, tj. niskotemperaturnim sistemima grejanja. Ipak, zbog promenljivosti delovanja snage sunčevog zračenja tokom dana, meseca i godine, ne može se (niti bi bila ekonomski opravdana) izvesti instalacija solarnog grejanja koja bi omogućila potpuno grejanje kuća tokom celog zimskog perioda, pa se zbog toga solarni sistemi za solarno grejanje kombinuju sa nekim od drugih izvora energije u kojima se troši neki od drugih oblika energije: tečno gorivo, gasno gorivo, električna energija, čvrsto gorivo i slično.

Solarni sistemi donose značajne uštede zahvaljujući kojim se po isplativosti investicije koristi dobijena energija takoreći - besplatno. Rok trajanja kvalitetnih sistema je 25 do 30 i više godina. Nije ipak moguće generalno ustanoviti vreme isplativosti investicije solarnog sistema zato što zavisi od mnogih faktora - napr. od tipa i proizvođača kolektora i prateće opreme, postojećeg načina pripreme sanitarne tople vode i grejanja, cena toplote, zemnog gasa ili drugih goriva i slično. Bez podrške od strane države vreme isplativosti je prilično dugo da bi se sa solarnim sistemima gradili moderni, efikasniji praktični sistemi. Razmišljanje o investiciji u solarne kolektore je zato najpogodnije kod zamene ili rekonstrukcije starog i neefikasnog ili prilično skupog grejnog sistema (napr. električno grejanje) kao i u slučaju nove gradnje.

Termalno dejstvo sunčeve energije (termalna konverzija) se u praksi koristi za:

- Zagrevanje sanitarne vode u kućama, stanovima, hotelima, hostelima, domovima učenika i studenata, domovima za stara lica, obdaništima, restoranima, sportskim objektima i svuda gde postoji potreba za grejanjem vode.
- Centralno ili individualno zagrevanje sanitarne vode za naselja koja imaju distribuciju tople vode iz gradskih toplana u periodu kada toplane ne rade.
- Zagrevanje bazena u kućama i sportskorekreativnim centrima.
- Zagrevanje vode ili drugih fluida u industrijskim procesima.
- Zagrevanje staklenika i plastenika u poljoprivrednoj proizvodnji.
- Predsušenje i sušenje poljoprivrednih i industrijskih proizvoda
- Destilaciju vode za industrijske potrebe.
- Zagrevanje prostora kao dopunsko sredstvo u periodima kada ima dovoljno sunčanih dana.
- Proizvodnju električne energije na bazi toplotne konverzije sunčevog zračenja (parne turbine).
- U procesima za hlađenje prostora.

Oko 55 % od ukupne energije koja se troši u domaćinstvima u Srbiji (tako i u Vojvodini) se vrši korišćenjem električne energije. Od toga, značajan deo se troši na zagrevanje potrošne sanitarne vode. Korišćenjem sunčeve energije može se tokom godine obezbediti smanjenje troškova koji se odnose na zagrevanje sanitarne vode u visini od oko 60 do 70 % .

Prema procenama Agencije za energetska efikasnost Srbije, potrošnja energije u Srbiji bi mogla da bude smanjena za više od 50% sa efikasnijim grejanjem i unapređenjem energetske efikasnosti u industriji. Takođe, prisutan je i visoki procenat potrošnje pri konverziji električne energije (oko 10%), kao i 15% gubitaka zbog loših uslova elektro-distributivne mreže. U 2006. godini, ukupna primarna potrošnja energije bila je 609 PJ, sa konstantnim rastom od 2002. godine. Primarna potrošnja energije u Srbiji opala je između 1990. (663 PJ) i 2002. godine (512 PJ) za 21% - zahvaljujući drastičnim političkim potresima.

Ako se zna da podsticajne mere za proizvodnju struje iz solarne energije iznose 23 evrocenata po kilovat-času, a da je ministarstvo energetike postavilo ograničenje za podsticanje proizvođača električne energije dobijene iz Sunca na ukupno 5 MW snage, postavlja se pitanje koliko će budućim investitorima, projekti od više stotina miliona EUR biti isplativi. S obzirom na to da bi se većim korišćenjem sunčeve energije u Srbiji mogle postići značajne uštede energije i smanjiti emitovanja ugljen dioksida za oko 305.000 do 360.000 tona u petogodišnjem periodu, upućeni, ipak, očekuju da će se podsticajne mere i kapaciteti narednih godina povećati.

Srbija ima potencijal da godišnje iz sunčeve energije proizvodi – 700 do 900 i više (zavisno od efikasnosti sistema, režima rada i dr.) kilovat časova energije po m² solarnog termičkog kolektora, što je više nego u zemljama koje imaju dobru reputaciju po pitanju korišćenja energije sunca. Dnevno bi se u Srbiji po metru kvadratnom moglo proizvoditi 3,3 kilovat-časa energije, a najefikasnije bi se koristila u turističkom, zdravstvenom sektoru i u domaćinstvima, pre svega za zagrevanje tople vode.

U Srbiji i Vojvodini je energetska gotovo zanemarljiva primena solarne energije za zagrevanje sanitarne vode ili prostora, mada je u prethodnih godinu-dve primećen porast primene uz podršku državnih institucija, donacija i finansiranja od strane korisnika. Isti je slučaj i u ostalim oblastima moguće primene. Veću primenu solarnih sistema kod nas sprečava uglavnom nepostojanje podrške od strane države za fizička lica kao i slaba informisanost javnosti. Ogromna ušteda konvencionalne energije bi se ostvarila kada bi svako domaćinstvo imalo bar jednu jedinicu solarnog kolektora kojim bi se grejala sanitarna potrošna voda. Gledano u okviru elektroenergetskog sistema države, to bi predstavljalo znatno rasterećenje sistema.

Naročito interesantnu grupu potrošača toplotne energije čine brojni industrijski, turistički, sportski, medicinski, vojni i drugi objekti. Poznato je da ovi objekti za grejanje sanitarne ili tehnološke vode troše značajne količine električne energije dobijene sagorevanjem čvrstih, tečnih i gasovitih goriva. To se lako može ostvariti korišćenjem veoma jednostavnih sistema za korišćenje sunčeve energije.

Sunčeva energija je veoma atraktivna i ekonomski opravdana za korišćenje i kada je u pitanju grejanje domaćinstava, industrijskih i drugih objekata.

Solarni sistemi omogućuju veliku uštedu energije. Tako npr. dobro koncipirana solarna kuća štedi do 40% energije na grejanje i do 80% energije za zagrevanje potrošne vode. Ona koristi značajne potencijale koje pružaju krovni i fasadni solarni kolektori, za obezbeđenje dodatne energije. Solarni sistemi obezbeđuju:

- bolju energetska efikasnost,
- značajnu uštedu energije,
- dugotrajnost,
- energetska učinak,
- kroz dobijenu energiju - povraćaj investicije,
- povoljan odnos cene i performansi,
- jednostavnu instalaciju.

Često se u praksi postavlja pitanje kada je pravi trenutak za primenu solarnih tehnologija kod potrošača različitih karakteristika i namena. To je, u principu uvek pravi trenutak, ali posebno kada se projektuju i grade kuće ili drugi objekti, ili kada se menjaju postojeći konvencionalni grejni sistemi - instalacija - bilo zbog obnavljanja, održavanja, promene tipa sistema i sl. Pre svega pri novogradnji ili rekonstrukciji krova ili fasade, pogodna je prilika pre svega i finansijska, za projektovanje i instalaciju

solarnog postrojenja. Integriranjem solarnih kolektora direktno u ravni krova, uštedi se deo krovne pokrivke i poboljšava termička izolacija krova. Ako je postojeći sistem grejanja pri kraju svog veka trajanja, promena sistema grejanja je naročito pogodan trenutak za instalaciju solarnog sistema zato što brojni i zajednički efekti doprinose bitno smanjenju troškova. Investiranje u moderno grejanje sa solarnim postrojenjem predstavlja investiciju za najmanje 20 do 25 i više godina, koja može dugotrajno smanjiti troškove za grejanje u kući i do 30 i više procenata (u zavisnosti od potrebe energije za grejanje, od veličine površine kolektora i od aktuelnih cena energije).

Ključni razlozi zbog kojih u Vojvodini treba povećati primenu solarne energije su ti što se:

- preko 55 % ukupne energije troši u domaćinstvima u obliku električne energije, od čega se dobar deo odnosi na potrebe zagrevanja sanitarne potrošne vode;
- smanjuju se troškova za zagrevanje sanitarne vode za oko 60 do 70 % - u toku godine, što dovodi do rasterećenja kućnog budžeta;
- povećava se zaposlenost u procesu istraživanja, proizvodnje, montaže i servisiranja solarne opreme;
- postizanjem značajnije primene solarne energije približavamo se preporukama Evropske unije o korišćenju obnovljivih izvora energije među kojima Sunce ima značajan udeo.

11.2.3. Korišćenje sunčeve energije za energetske potrebe domaćinstava

Od ukupne potrošnje električne energije u AP Vojvodini - oko 52 % se troši u domaćinstvima, oko 27 % u industriji, oko 2,9 % u energetskom sektoru i ostala potrošnja - oko 18,4 %. Kada je u pitanju potrošnja toplotne energije, oko 73,6 % se troši u domaćinstvima, oko 1,3 % u industriji i ostala potrošnja - oko 25 %. Podaci pokazuju da je dominantna potrošnja oba vida energije - u domaćinstvima, što ukazuje na značaj i potrebu da se racionalizaciji potrošnje energije i primeni obnovljivih izvora energije - posebno sunčeve, posveti posebna pažnja. Sve aktivnosti u oblasti korišćenja sunčeve energije koje će doprineti smanjenju potrošnje konvencionalne energije u domaćinstvima Vojvodine može dati i najveće efekte.

Visina postignutih energetskih ušteda u potrošnji konvencionalnih energenata u domaćinstvima značajnije zavisi od postojećeg sistema grejanja sanitarne vode ili grejanja objekta. Ako su troškovi za pripremu sanitarne tople vode i grejanje visoki zbog neefektivnog načina grejanja ili skupog goriva, finansijske uštede će biti veće korišćenjem solarnih sistema grejanja. Generalno se može primenom solarnih sistema u domaćinstvima uštedeti oko:

- 50 do 75% troškova u slučaju pripreme sanitarne tople vode;
- do 30% i više troškova u slučaju podrške grejanju i
- 80 do 100% troškova u slučaju grejanja vode u bazenu.

Nezanemarljiva je i činjenica, da pri solarnom grejanju nema nikakvih oslobađajućih štetnih emisija u atmosferu koje bi doprinele stvaranju efekta staklenih bašti ili promeni klime. Jedan funkcionalni kolektor sa površinom od 2 m² smanjuje emisiju od 500 do 1.000 kg ugljen dioksida (CO₂) za period od godinu dana.

Prema Uredbi o izmenama i dopunama uredbe o utvrđivanju programa ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. god. - u Srbiji, prema popisu iz 2002. god. ima oko 2,5 miliona domaćinstava. Ako bi se za grejanje sanitarne potrošne vode u domaćinstvima, u proseku uzelo da svako peto domaćinstvo ugradi solarni kolektor površine 4 m² (to su najčešće površine za dva solarna kolektora), godišnje bi se proizvelo oko 1.750 GWh/god. (sa uzetom prosečnom energetskim doprinosom solarnog kolektora od 875 kWh/m² - godišnje) toplotne energije koja bi najvećim delom zamenila adekvatnu potrošnju električne energije, a delom i fosilna goriva koja se koriste za zagrevanje sanitarne potrošne vode - i omogućilo smanjenje emisije ugljen-dioksida za oko 2,3 miliona tona godišnje.

11.2.4. Osnovni elementi dimenzionisanja termičkih solarnih instalacija u domaćinstvima

Pri određivanju potrebne površine (odnosno odgovarajućeg broja solarnih kolektora) odlučujući kriterijum je potrebna dnevna količina toplotne energije, odnosno toplotna snaga potrebna za određenu namenu grejanja. U tom smislu, od značaja je i izbor tipa kolektora. Nepokriveni apsorberi (uglavnom plastični) greju vodu samo na temperaturu, od nekoliko do 10 - 20 °C, višu od temperature okoline, tako da su efektni samo u slučajevima sezonskog (leto, kasno proleće, rana jesen) korišćenja za grejanje vode u bazenima. Skuplji vakuumski cevni kolektori imaju svoju opravdanost uglavnom u slučajevima kada se zahteva grejanje višim temperaturama (napr. u tehnološke svrhe, konvencionalni sistemi grejanja) ili tamo gde je intenzitet sunčevog zračenja nizak (područje severne Evrope). Ravni solarni kolektor sa kvalitetnim selektivnim konverzionim slojem na apsorberu je pogodan za celogodišnju pripremu sanitarne tople vode i nižetemperaturna grejanja objekata u prelaznim periodima, oblastima srednjih i većih geografskih širina (srednja i severna Evropa). U slučaju podrške grejanju kuće, pogodno je višak toplote u letnjem periodu iskoristiti za grejanje vode u bazenu.

Dijagram na slici 11. 2 prikazuje oblast rada pojedinih grejnih sistema (uobičajene radne temperature) i energetske efikasnosti - za različite tipove solarnih kolektora. U tabeli 11.1 su date, na jednom primeru, prosečne vrednosti korisno dobijene toplotne energije po jednom kvadratnom metru termičkog solarnog kolektora (proračunski⁵ primer dobijenih energetske efekata po 1 m² južno orijentisanog solarnog kolektora lociranog u Zrenjaninu pod nagibom od 45° - sa prosečnom energetske efikasnošću od 0,45). Dati podaci su izračunati na bazi koncepta kojim se određuje energetska dobit na osnovu poznate neto (apsorbirajuće) površine solarnih kolektora. To podrazumeva poznate karakteristike kolektora i procenjenju srednju energetske efikasnosti tog kolektora. Drugi koncept bazira na izračunavanju veličine površine solarnih kolektora po osnovu zahtevane potrebne energije (ne snage) potrošača. U tom slučaju je isto potrebno poznavati tip i radno-konstruktivne karakteristike odabranog kolektora, kao i krivu energetske efikasnosti. To, takođe, podrazumeva usvajanje vrednosti za prosečnu energetske efikasnosti odabranog tipa solarnog kolektora.

Tako za neku zadanu vrednost dnevno potrebne količine toplotne energije od npr. 10 kWh i druge uslove (lokacije, nagiba, orijentacije i prosečne energetske efikasnosti kolektora) izračunavaju se potrebne veličine površine solarnih prijemnika - po mesecima tokom godine (Tabela 11.2.). Vrednosti dobijene energije iz solarnih kolektora različitih konstrukcionih, radnih i eksploatacionih karakteristika za druga mesta i druge nagibe (i orijentacije) solarnih kolektora mogu se odrediti na osnovu podataka datih u Poglavlju 3 i Tabelama 3.3, 3.5 i jednačini 3.14. Za data izračunavanja mogu se koristiti softveri *Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5*, *"Solkom 2"* i drugi koji se danas nalaze na tržištu, kao i raspoloživa domaća i inostrana literatura.

Iako postoji čitav niz složenijih i preciznijih proračuna pri dimenzionisanju, običnom korisniku će, u uslovima kakvi su u Vojvodini, biti dovoljno nekoliko jednostavnih pravila:

- U slučaju pripreme sanitarne tople vode potrebno je računati sa 1 m² površine kolektora za 1 osobu i sa oko 100 - 150 litara zapremine rezervoara za toplu vodu po 1 kolektoru.
- U slučaju grejanja bazenske vode, potrebna površina kolektora predstavlja 30 do 50% površine spoljašnjeg nepokrivenog bazena ili 50 do 70 % u slučaju unutrašnjeg bazena.
- U slučaju podrške pri grejanju prostorija, površina kolektora srazmerna je 20 do 40 % od grejne površine kuće.

Solarno grejanje sanitarne vode

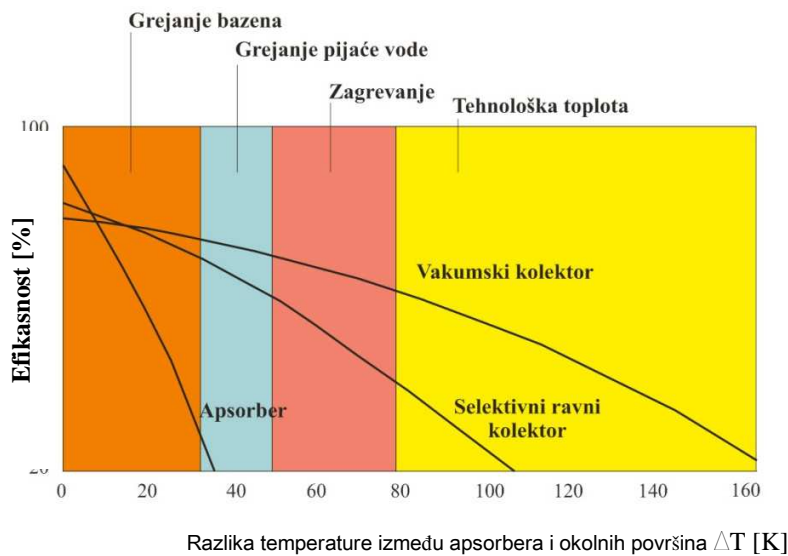
Toplotno dejstvo sunčevog zračenja predstavlja veoma pogodan i besplatan izvor energije za grejanje potrošne (sanitarne) vode u domaćinstvima, industriji, turizmu i dr. U najčešćoj primeni su

⁵ Izračunato korišćenjem softvera Solar Computing 2 - "Solkom 2"

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

zatvoreni aktivni sistemi za solarno grejanje potrošne/sanitarne vode, koji se sastoji iz primarnog i sekundarnog instalacionog kruga. Step en efikasnosti primene ovakvog (sa centralnim bojlerom) sistema je povoljan jer se eliminiše postojanje više bojlera u domaćinstvu i postoji mogućnost da se za vreme zimskog perioda solarni bojler zagreva i preko sistema centralnog grejanja, električnog dogrevanja ili nekog drugog oblika dogrevanja, a rad sistema je automatizovan.



Slika 11.2. Oblast rada pojedinih grejnih sistema (uobičajene radne temperature) i energetske efikasnosti - za različite tipove solarnih kolektora

Ekonomski prihvatljivim načinom, solarni kolektori mogu na godišnjem nivou uštedeti u proseku od 60 do 75 % energije potrebne za pripremu sanitarne tople vode po domaćinstvu. Učešće sunčeve energije, naravno, moguće je i povećati ali tada investicioni troškovi po jedinici dobijene toplote rastu eksponencijalno. Sunčeva toplota za pripremu sanitarne tople vode je pogodna za korišćenje svuda gde je velika potrošnja tople vode. U porodičnim kućama pri grejanju sanitarne potrošne vode pomoću standardnih kolektora obično se postižu temperature od 45 do 60 °C.

Ako se zna kolika je dnevna potrošnja tople vode, može se odrediti zapremina rezervoara. On mora biti 2 do 2,5 puta veći od dnevne potrošnje da bi pokrili špic potrošnje i takođe, premostili vreme bez insolacionog dejstva.

Tabela 11.3. Približno dimenzionisanje solarnih sistema za grejanje vode na osnovu broja članova domaćinstva

Broj korisnika - članova domaćinstva	Površina kolektora [m ²]	Zapremina rezervoara (bojlera) za toplu vodu [litara]
2-3	3 - 4	200
3-4	5 - 6	300
4-5	6 - 7	400

Primer troškova ugradnje solarnih kolektora za zagrevanje sanitarne vode – za domaćinstvo sa 4 člana porodice:

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- U proseku je potrebno oko dva solarna kolektora (oko 4 m²) i bojler zapremine oko 200 litara. Cena sistema za zagrevanje vode u domaćinstvu pomoću sunčeve energije je od 1.900 – 2.500 evra, u zavisnosti od kvaliteta;

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

(A)	(B)	(C)
JAN 1.55317485332489	JAN 48.1484222412109	JAN 0
FEB 1.86243748664856	FEB 52.148250579834	FEB 0
MAR 2.40637493133545	MAR 74.5976257324219	MAR 0
APR 2.80034995079041	APR 84.010498046875	APR 0
MAJ 3.10365009307861	MAJ 96.2131500244141	MAJ 0
JUN 3.18611240386963	JUN 95.5833740234375	JUN 0
JUL 3.36014986038208	JUL 104.164642333984	JUL 0
AVG 3.37185001373291	AVG 104.527351379395	AVG 0
SEP 3.10387468338013	SEP 93.1162414550781	SEP 0
OKT 2.55543756484985	OKT 79.2185668945313	OKT 0
NOV 1.73238754272461	NOV 51.9716262817383	NOV 0
DEC 1.50018739700317	DEC 46.5058097839355	DEC 0
(D)	(E)	
JAN 1.55317485332489	JAN 48.1484222412109	Prosečna dnevna zimi
FEB 1.86243748664856	FEB 52.148250579834	1.93499994277954
MAR 2.40637493133545	MAR 74.5976257324219	Ukupna toplota zimi
APR 2.80034995079041	APR 84.010498046875	352.590301513672
MAJ 3.10365009307861	MAJ 96.2131500244141	Prosečna dnevna leti
JUN 3.18611240386963	JUN 95.5833740234375	3.15433120727539
JUL 3.36014986038208	JUL 104.164642333984	Ukupna toplota leti
AVG 3.37185001373291	AVG 104.527351379395	577.615234375
SEP 3.10387468338013	SEP 93.1162414550781	Godišnja prosečna dnevna
OKT 2.55543756484985	OKT 79.2185668945313	2.54466557502747
NOV 1.73238754272461	NOV 51.9716262817383	Ukupna godišnja toplota
DEC 1.50018739700317	DEC 46.5058097839355	930.20556640625

(A) Prosečna dnevna korisna količina toplote, u kWh/m²(B) Ukupna mesečna korisna količina toplote, u kWh/m²(C) Potrebna površina kolektora po mesecima, u m²(D) Prosečna dnevna korisna količina toplote, u kWh - za usvojenu površinu, u m²(E) Ukupna mesečna korisna količina toplote, u kWh - za usvojenu površinu, u m²

SOLAR COMPUTING 2 (SOLKOM2)

Tabela 11.1. Energetski efekti po 1 m² solarnog kolektora (lokacija - Zrenjanin, nagib - 45⁰ - prosečna energetska efikasnost - 0,45

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

(A)	(B)	(C)
JAN 1.55317485332489	JAN 48.1484222412109	JAN 6.43842506408691
FEB 1.86243748664856	FEB 52.148250579834	FEB 5.36930751800537
MAR 2.40637493133545	MAR 74.5976257324219	MAR 4.1556282043457
APR 2.80034995079041	APR 84.010498046875	APR 3.5709822177887
MAJ 3.10365009307861	MAJ 96.2131500244141	MAJ 3.222012758255
JUN 3.18611240386963	JUN 95.5833740234375	JUN 3.13862133026123
JUL 3.36014986038208	JUL 104.164642333984	JUL 2.97605776786804
AVG 3.37185001373291	AVG 104.527351379395	AVG 2.96573090553284
SEP 3.10387468338013	SEP 93.1162414550781	SEP 3.22177958488464
OKT 2.55543756484985	OKT 79.2185668945313	OKT 3.91322422027588
NOV 1.73238754272461	NOV 51.9716262817383	NOV 5.77238035202026
DEC 1.50018739700317	DEC 46.5058097839355	DEC 6.66583395004273

(D)	(E)	
JAN 0	JAN 0	Prosečna dnevna zimi
FEB 0	FEB 0	0
MAR 0	MAR 0	Ukupna toplota zimi
APR 0	APR 0	0
MAJ 0	MAJ 0	Prosečna dnevna leti
JUN 0	JUN 0	0
JUL 0	JUL 0	Ukupna toplota leti
AVG 0	AVG 0	0
SEP 0	SEP 0	Godišnja prosečna dnevna
OKT 0	OKT 0	0
NOV 0	NOV 0	Ukupna godišnja toplota
DEC 0	DEC 0	0

(A) Prosečna dnevna korisna količina toplote, u kWh/m²

(B) Ukupna mesečna korisna količina toplote, u kWh/m²

(C) Potrebna površina kolektora po mesecima, u m²

(D) Prosečna dnevna korisna količina toplote, u kWh - za usvojenu površinu, u m²

(E) Ukupna mesečna korisna količina toplote, u kWh - za usvojenu površinu, u m²

SOLAR COMPUTING 2 (SOLKOM2)

Tabela 11.2. Potrebne površine solarnog kolektora za poznatu srednju vrednost potrebne toplotne energije (Primer za potrebnih prosečno 10 kWh toplotne energije dnevno, lokacija - Zrenjanin, nagib - 45⁰ - prosečna energetska efikasnost - 0,45)

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- Ugradnjom sistema za zagrevanje vode četvoročlano domaćinstvo bi godišnje uštedelo oko 2.400 kWh električne energije;

- Vrednost ove uštede je oko 120 evra godišnje. Pored toga, svaki rast cene električne energije bi uticao na smanjenje perioda za povraćaj investicije.

Prema rezultatima istraživanja evropskog udruženja "INTERATOM", cena grejanja vode za domaćinstva pomoću ravnih solarnih kolektora - u krajevima gde ima više od 1.600 sunčanih sati godišnje (a to je cela Evropa), već danas je 1:1 - u odnosu na druge sisteme grejanja vode.

Kao ilustraciju kod jednostavnog proračuna vremena isplativosti investicije, može poslužiti primer koji odgovara jednom delu i načinu pripreme sanitarne tople vode u porodičnoj kući. Potrebna ulaganja su 15 - 25 EUR/m², odnosno 900 do 1.500 EUR po domaćinstvu. Manje vrednosti se odnose na jeftinije solarne kolektore i jednostavnije instalacije, a veće - na skuplje sisteme sa složenijim instalacijama sa razmenjivačem toplote, sistemom za prinudnu cirkulaciju radne tečnosti i automatikom za regulaciju rada. Efekti pri grejanju potrošne sanitarne vode u periodu od aprila do oktobra meseca sa aspekta pokrivenosti potreba su oko 80% od potrebne energije, a u periodu od oktobra do aprila ova pokrivenost je oko 30%.

Primer isplativosti u poređenju sa električnim grejanjem vode

Za slučaj izgradnje osnovnog solarnog sistema - instalacije namenjene za grejanje sanitarne potrošne vode sa dva solarna kolektora i rezervoarom za vodu (akumulatorom toplote - bojlerom) zapremine od 200 litara može se uštedeti oko 70% i više godišnje potrošnje električne energije za grejanje vode. Energetska dobit utom slučaju sa prosečnim solarnim kolektorom, jedinične površine od oko 2 m² se kreće između 700 do 900 kWh/m² godišnje (za dva solarna kolektora je 2.800 do 3.600 kWh - godišnje). Cena ovakve osnovne solarne instalacije (sa montažom) se kreće u granicama od 1.500 do maksimalno 2.000 Eura. Po današnjim cenama električne energije vrednost uloženi sredstava (investicija) bi se otplatila za oko 10 do 12 godina. Međutim, malo je verovatno, da cena električne energije u narednim godinama neće rasti, te zbog toga stvarno vreme isplativosti neće biti duže od pet godina. Neke od analiza vezanih za procenu porasta cene električne energije ukazuju na verovatnoću da će period otplativosti biti još kraći - do tri do pet godina. Većina certifikovanih sistema ima rok trajanja 25 do 30 godina zato po isteku desete godine od montiranja, solarni sistem će tako reći besplatno pripremati toplu vodu još 15 do 20 (25) godina. Jedini troškovi za njegov rad predstavlja zanemarujuće održavanje i napajanje pumpe, čije snage se, u zavisnosti od proizvođača i sistema kreću od 40 W do 65 W. Ceo sistem dakle, neće trošiti više električne energije od jedne obične sijalice.

Solarno grejanje kuća

Energetska kriza i akutno zagađenje atmosfere i čovekove okoline, uticali su na šire mogućnosti korišćenja, kako toplotnog - tako i fotoelektričnog dejstva sunčeve energije. U tom smislu su razvijene tehnologije, data praktična rešenja i primene ovih sistema. U zimskom periodu je ukupno energetsko dejstvo sunčevog zračenja manje od letnjeg, ali ipak značajno za korišćenje u sistemima grejanja kuća - kao podrška grejanja. Na taj način je moguće pokriti i do 30 i više procenata toplotne energije za grejanje kuća. Solarni sistemi se ne mogu u dovoljnoj meri koristiti kod sistema centralnog toplovođenog grejanja u periodu najnižih temperatura - zimi. Međutim čim su spoljni uslovi povoljniji, mogućnost korišćenja toplote iz solarnih kolektora sunčeve energije je veća, što znači da se najbolji efekat korišćenja sunčeve energije za solarno grejanje porodičnih kuća i drugih stambeno poslovnih objekata može ostvariti u prelaznim periodima između jeseni i zime i između zime i proleća, a takođe i u toku zimskog perioda - pri boljoj osunčanosti. I takav doprinos energije je značajan, a najveći efekti se postižu kod energetski efikasni kuća (visoke karakteristike termo izolacije) i energetski efikasni grejnim sistemima (podno-zidnim sistemima), tj. niskotemperaturnim sistemima grejanja.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Zbog promenljivosti delovanja (intenziteta snage) sunčevog zračenja tokom dana, meseca i godine, nije ekonomski opravdano i tehnički izvodivo izvođenje instalacija solarnog grejanja koja bi omogućila potpuno grejanje kuća tokom celog zimskog perioda. Iz istih razloga, solarni sistemi za solarno grejanje kombinuju se sa nekim sistemima sa drugim izvorom energije u kojima se troši neki od konvencionalnih oblika energije: tečno gorivo, gasno gorivo, električna energija, čvrsto gorivo... Tržište solarnih tehnologija zahteva sve bolja rešenja solarnih kolektora za solarno grejanje sa većim stepenom energetske efikasnosti.

Treba naglasiti da ekonomski gledano, solarnim postrojenjem se ne može u potpunosti obezbediti 100 % pokriće energetske potreba porodične kuće za njeno potpuno grejanje (barem ne u postavljenom standardu u smislu dela važećih normi i propisa za toplotne gubitke). Veličina polja kolektora a takođe i njegove snage je svakako u ovom slučaju bitno veća. Solarno grejanje može pokriti približno 15 do 30 % (max 40 %) godišnjih energetske potreba dobro izolovanog i niskotemperaturnog sistema grejanja (podno, zidno ili plafonsko grejanje) opremljenog objekta.

Solarni kolektori se najčešće montiraju direktno na kosinu krova kuće. Osim toga, moguće ih je smestiti na ravan krov ili direktno na nadzemnu čvrstu konstrukciju. Bitna je dužina cevi od kolektora ka rezervoaru, koja bi morala biti što kraća.

Uslovi za obezbeđivanje grejanja stambenog prostora su složeniji, a investiciona ulaganja veća. Ukoliko se pravi nov objekat u kome je predviđeno solarno grejanje prostora efekti su najbolji uz minimalnu cenu. Adaptacija već izgrađenih objekata je složeniji postupak sa većim troškovima. Potrebna ulaganja su oko 50 – 100 EUR/m², odnosno oko 3.000 do 6.000 EUR/domaćinstvu.

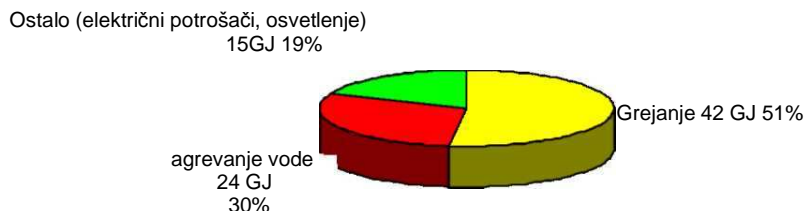
Napomena: Manje vrednosti se odnose na stanove i kuće sa boljim termičkim karakteristikama zidova i manjim toplotnim gubicima kroz procepe; boljim mogućnostima aplikacije integralnih solarnih kolektora; boljim rasporedom prostorija i prozira na objektu kao i boljom orijentacijom prijemne površine objekta.

Efekti: Optimalnom instalacijom i veličinom solarnih kolektora omogućuje se kod objekata izgrađenih po normama više energetske efikasnosti (dobra termička izolovanost, dobra orijentacija i raspored prostorija u odnosu na strane sveta i efikasno upravljenje potrošnjom energije u objektu) pokrivenost potreba grejanja od 30 do 40 % i više - tokom cele godine.

11.2.5. Potrebna temperatura fluida za različite kategorije potrošača u domaćinstvu

- *Potrošnja energije i potrebne radne temperature potrošača u domaćinstvu*

Kada se pristupa dimenzionisanju solarnog postrojenja (misli se prvenstveno na veličinu/površinu kolektorskog polja) za grejanje potrošne sanitarne vode ili prostora domaćinstva, uvek je potrebno prvo utvrditi potrošnju tople vode, odnosno, potrebnu toplotu za grejanje domaćinstvu. Ukupna potrošnja energije za godinu dana u prosečnoj četvoročlanoj porodici se kreće oko 80 GJ, gde je uključena potrošnja energije potrebne za grejanje i pripremu sanitarne tople vode i električna energija. Učešće potrošnje električne energije može biti i veće ako se topla voda priprema u električnom bojleru ili protočnom grejaču ili kad leti radi i klimatizacija.



Slika 11.3. Približna struktura godišnje potrošnje energije u domaćinstvu

Za dimenzionisanje solarnih sistema za grejanje sanitarne tople vode odlučujuće je očekivana potrošnja vode u domaćinstvu, što zavisi od ponašanja i navika članova domaćinstva. Sa aspekta mogućnosti korišćenja termičkih solarnih sistema relativnu važnost ima potrebna temperatura koju zahteva neki potrošač. U ovom slučaju je to potrebna temperatura sanitarne potrošne vode koja se kreće, zavisno od namene trošenja - od 40 do 50, a ređe do 60 °C ili nešto više. Pri tome treba imati u vidu da solarna instalacija ne mora uvek da obezbeđuje traženi temperaturski nivo, jer se on može ostvariti i konvencionalnim dogrevanjem vode do potrebne temperature, a solarna instalacija u uslovima lošije insolacije ili veće potrošnje može samo predgreivati hladnu napojnu vodu.

11.2.6. Nivo potrebnih ulaganja u solarne instalacije za domaćinstva

Vojvodina godišnje ima u proseku oko 2.000 do 2.100 sunčanih sati. Kada bi svako domaćinstvo u Vojvodini (630.000 do 700.000 - sa vikend i drugim pratećim objektima) imalo samo jednu jedinicu solarnog kolektora (1 solarni kolektor površine 2 m²) za grejanje sanitarne vode – na godišnjem nivou bi se uštedela energija ekvivalentna toplotnoj energiji dobijenoj sagorevanjem oko 700.000 x 2 m² x 100 lit/m² = 140.000.000 lit. nafte ili oko 1.400.000.000 kWh (1.400.000 MWh) energije! Za eksploatacioni vek od 30 do 50 godina – to bi bilo oko 4.000.000 – 7.000.000 tona e.N.

Za oko 700.000 domaćinstava (sa 2 do 4 m² solarnih kolektora po domaćinstvu) u AP Vojvodini i preko dva miliona stanovnika (sa 0,5 do 1 m² solarnih kolektora po stanovniku) i prosečnu primenu instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode do temperatura koje zadovoljavaju tehničke zahteve sa 40 do 50 °C - postoji potencijal za primenu od 1.400.000 do 2.800.000 m² solarnih kolektora - za potrebe grejanja vode u svim domaćinstvima Vojvodine ili od 1.000.000 do 2.000.000 m² solarnih kolektora - za potrebe grejanja vode za potrebe svakog stanovnika u domaćinstvima Vojvodine. To su, za date okvire, količine od min. 500.000 do maks. 1.400.000 termičkih solarnih kolektora prosečne jedinične površine od oko 2 m². U energetskom smislu - takav broj solarnih kolektora (prosečnih godišnjih efekata od 800 kWh/m²) bi mogao na godišnjem nivou obezbediti oko 800 do 1.600 miliona kWh energije (odnosno od 800 GWh do 1.600 GWh) - uglavnom toplotne energije koja bi najvećim delom zamenila adekvatnu potrošnju električne energije, a delom fosilna goriva koja se koriste za zagrevanje sanitarne potrošne vode - i omogućilo smanjenje emisije ugljen-dioksida od oko 232 do 464 hiljada tona godišnje.

U ovom maksimalističkom smislu, neophodna novčana sredstva za prosečne solarne instalacije sa 2 m² i 1.600 kWh energije godišnje po kolektoru (jedan solarni kolektor) po domaćinstvu (ukupno 700.000 solarnih kolektora jedinične površine od 2 m² i energetskim efektima od prosečno 1.120 GWh - godišnje) bi bila na nivou od 700 miliona Eura (1.000 Eura po instalaciji (i po domaćinstvu) sa jednim solarnim kolektorom i bojlerom od 100 lit. Moglo bi se razmišljati i o postavljanju solarnih kolektora na postojeće bojlere, obično zapremine od 80 lit. - minimalistički zahtev).

Fotonaponske elektrane ukupne cene od 700 miliona Eura bi imale ukupnu snagu od 280 MW (pri prosečnom ulaganju od 2,5 Eura po vatu instalisane snage - toliko je do danas izgraženo solarnih elektrana u Češkoj). Elektrane ovakve snage bi godišnje proizvodile oko 308 GWh (pri prosečnoj godišnjoj proizvodnji električne energije za postrojenje nominalne snage od 280 MW i energetskim efektima od 1.100 kWh po 1 kW instalisane snage solarne elektrane) električne energije. Znači oko 3,6 puta manje energije godišnje u odnosu na energetske efekte termičkih sistema iste cene ulaganja!

Ako bi u proseku svako peto domaćinstvo u Vojvodini (oko 140.000 domaćinstava) ugradilo solarni kolektor površine 4 m² (to su najčešće površine za dva solarna kolektora), time bi se u funkciju stavilo oko 560.000 m² solarnih kolektora. U energetskom smislu - takav broj solarnih kolektora (prosečnih godišnjih efekata od 800 kWh/m²) bi mogao na godišnjem nivou obezbediti oko 448 miliona kWh energije (odnosno oko 448 GWh) - uglavnom toplotne energije koja bi najvećim delom zamenila adekvatnu potrošnju električne energije, a delom fosilna goriva koja se koriste za zagrevanje sanitarne potrošne vode - i omogućilo smanjenje emisije ugljen-dioksida od oko 130 hiljada tona godišnje.

11.2.7. Korišćenje sunčeve energije u industriji

U industriji, solarni sistemi nalaze primenu uglavnom u oblastima, gde se koristi temperatura do 100 °C, kao na primer pivare, pogoni za konzerviranje, šećerane i slično. To su, uglavnom, procesi za grejanje sanitarne potrošne vode i vode ili neke druge tečnosti za tehničke namene u različitim tehnološkim procesima. Solarne instalacije za ove procese su u principu i strukturno, u suštini iste instalacije kao i solarne instalacije za grejanje vode u domaćinstvima ili drugim ustanovama (kako je prikazano u Poglavlju 6). Stoga, sve norme dimenzionisanja i koncipiranja instalacija za grejanje sanitarne vode ili tehničke vode (ili nekih drugih tečnosti) i komponente instalacija - postrojenja se razlikuju od slučaja do slučaja i to samo po kapacitetu i korišćenoj opremi.

U industriji se solarne instalacije koriste i u procesima grejanja objekata, što je konceptualno isto kao i kod grejanja objekata u domaćinstvima, pri čemu se mogu razlikovati samo njihovi kapaciteti, grejne temperature i oprema - zavisno od postojeće grejne opreme i instalacije u konkretnim slučajevima.

U različitim industrijskim granama i procesima, prisutna je i potreba za sušenjem različitih industrijskih proizvoda, što se, takođe vrši konceptualno i strukturno sa solarnim instalacijama koje se koriste za grejanje prostora kod bilo kojeg objekta. Suštinski se solarna instalacija spreže, uglavnom, redno ili ređe - paralelno sa postojećim grejnim sistemima, pri čemu se radni fluid u primarnom krugu solarne instalacije greje na potrebnu ili višu temperaturu koju zahteva potrošač, ili, ako je ta temperatura niža od potrebne u redno vezanom sistemu, dogrevanje grejnog fluida do potrebne temperature se vrši u postojećem konvencionalnom grejnom agregatu. Isto, kao i kod solarnih instalacija za upotrebu kod drugih korisnika - potrošača, ako je povratna temperatura grejnog fluida konvencionalne instalacije niža od maksimalne temperature radnog fluida u solarnoj instalaciji - rad solarne instalacije se u tom slučaju isključuje na način opisan u Poglavlju 6.

11.2.8. Korišćenje sunčeve energije u različitim poslovnim, stambenim i drugim objektima i ustanovama

Korišćenje sunčeve energije u različitim poslovnim, većim stambenim i drugim objektima i ustanovama različitih namena (gerontološki centri, bolnice, škole, poslovni objekti i dr.) je već danas razvijeno i u rastućoj primeni. U ovim objektima se solarne termičke instalacije koriste za grejanje sanitarne i tehničke vode i/ili za grejanje prostora. Kako je prethodno navedeno, koncepcije korišćenja i instalacije su iste kao i kod korišćenja sunčeve energije u domaćinstvima ili kod drugih objekata. Struktura solarne instalacije, njegovo funkcionisanje i dimenzionisanje bazira na rešenjima koja su prikazana u Poglavlju 6.

11.2.9. Korišćenje sunčeve energije u poljoprivredi

U poljoprivredi se može, kao i kod objekata drugih namena, koristiti termalna solarna instalacija svuda gde postoji potreba za toplotnom energijom. Za sada je to korišćenje gotovo zanemarljivo, ali potencijalno sunčevu energiju mogu koristiti svi koji se bave poljoprivrednom proizvodnjom i primarnom preradom hrane. Instalacije sa vodenim solarnim kolektorima se mogu primeniti u stočarskoj i povrtarskoj proizvodnji za zagrevanje vode, za grejanje prostora, itd. Instalacije sa vazdušnim solarnim kolektorima se mogu koristiti leti za sušenje voća, lakšeg povrća, lišća od povrća, lekovitog i aromatičnog bilja i dr. Sistemi za sušenje čija tehnologija sušenja ne dozvoljava pauze u procesima sušenja se kombinuju sa konvencionalnim agregatima za sušenje, pri čemu solarna instalacija omogućuje u vreme dobre insolacije sušenje ili predsušenje ili predgrevanje agensa sušenja. Fotonaponski solarni paneli su posebno atraktivni za korišćenje pri navodnjavanju poljoprivrednih kultura i podizanju vode u vodotornjeve na stočarskim farmama.

- Korišćenje sunčeve energije u procesima sušenja

U tzv. otvorenom sistemu solarnog sušenja toplota se dobija direktnom apsorpcijom sunčevog zračenja od sušenog materijala. Indirektne solarne sušare koriste sunčevo zračenje za grejanje agensa sušenja (najčešće vazduha) koji iz solarnih kolektora prirodno ili prinudno cirkulišu kroz sušeni materijal apsorbujući vlagu iz materijala. Razne konstrukcije solarnih sušara nude širok spektar mogućnosti za izbor različitih vrsta solarnih sušara u zavisnosti od stepena kontrole nad procesom sušenja i dehidracije materijala. U principu to su solarne komore za sušenje - sa jednom zastakljenom stranom, sa prirodnom ventilacijom i konvekcijom, a materijal se suši u tankom sloju unutar sušare.

Solarne prostorije za sušenje imaju veliku zastakljenu (prijemnu) površinu na južnoj strani sušare, pri čemu su ostali zidovi sušare dobro termo izolovani. Ove sušare imaju otvore za kontrolu protoka vazduha i veći stepen kontrole nad procesom sušenja od solarnih komora.

Indirektno solarno sušenje: Ove vrste sušara, koriste solarne kolektore. Sunce ne sija direktno na materijal koji se suši, a vazduh zagrejan pomoću solarnog kolektora se uvodi u sušaru. Cirkulacija vazduha može biti prirodna, ali je često u pitanju i prinudno strujanje obezbeđeno ventilatorima. Ove sušare za rezultat imaju višu temperaturu sušenja od solarne komore i prostorije za sušenje, i može da proizvede veći kvalitet sušenog proizvoda.

Temperature sušenja žitarica su: 120°C (pri sadržaju vlage od 90 g/kg) i 150°C (pri sadržaju vlage od 150 g/kg). Temperatura sušenja na konvektivnoj sušari za skrob je 150 °C. Temperatura sušenja na konvektivnoj sušari za dekstrozu je 120 °C. Temperatura sušenja na kontaktno-konvektivnoj sušari za kukuruznu klicu je 150 °C. Temperature sušenja u konvektivnim i spiralnim sušarama - za neke vrste skroba su za kukuruzni skrob - 105 [°C], krompirov skrob - 135 [°C], skrobni derivati - 148 [°C].

Pošto učešće klasičnog goriva u troškovima sušenja zrna iznosi (40 – 50) % to je danas veoma ekonomično korišćenje obnovljivih izvora energije. Fosilno gorivo (ulje za loženje ili dizel gorivo i tečni naftni gas), koristi se za sušenje zrna žitarica. Pri ovome se stvaraju velike količine ugljen dioksida (CO₂), koji odlazi u atmosferu. Korišćenjem sunčeve energije može da se redukuje emisija ugljen dioksida i da se učini održivim razvoj poljoprivredne proizvodnje. Prihod poljoprivrednih proizvođača postaje sve niži, naročito ako proizvode žitarice. Cene energije su sve veće. Troškovi sušenja su vrlo visoki, naročito kada se suši zrno kukuruza. Kao što se vidi, prilikom korišćenja konvencionalnih metoda sušenja troše se znatne količine energije - u zavisnosti od tehnologije sušenja i vrste sušenog materijala. Svaka od navedenih metoda sušenja, dozvoljava i upotrebu tzv. tehnologije prethodnog sušenja u solarnim sistemima sušenja (solarne sušare), a zatim досуšivanje materijala u konvencionalnim sušarama. Na ovaj način postiže se ušteda energije od 15 do 30%.

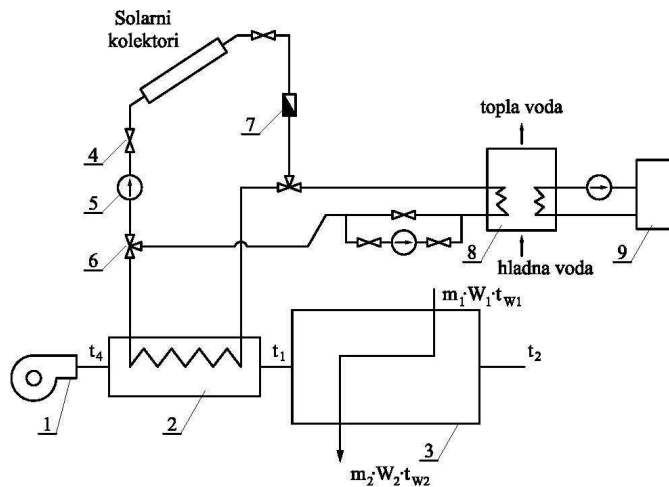
Veštačko sušenje se obavlja u sušarama, na određenoj temperaturi, zavisno od vrste materijala i sastojaka koji se u njima nalaze. Temperatura ne bi smela da bude viša od (35-40) °C, za aromatično bilje. Za ostalo bilje temperatura sušenja može da se kreće do 50°C, a kod nekog i do 60°C. Pri sušenju toplim vazduhim (niskotemperatursko) temperatura vazduha je od 40 do 80 °C. Prilikom sušenja lekovitog bilja maksimalne temperature sušenja su 40 - 50 °C. Alkaloidi nisu osetljivi na temperaturu, pa se biljke sa takvim sadržajem mogu sušiti na temperaturama od 60 do 70 °C. Glikozoidne biljke mogu se sušiti na (50 - 60) °C, izuzev nekih vrsta. Najveći broj lekovitog bilja suši se toplim vazduhom temperature (40-50)°C. Date temperature mogu se postići primenom solarne energije. Solarne sušara za lekovito bilje i poljoprivredne proizvode prikazana na slici 11.4.

Radi poboljšanja procesa sušenja i boljeg iskorišćenja instalisanog postrojenja moguće je ovo postrojenje povezati sa instalacijom za sanitarnu toplu vodu i centralnim sistemom toplovodnog grejanja, što pruža mogućnost korišćenja PSE i u periodima kada se ne suši lekovito bilje, čime se znatno povećava efektivnost investicije i ostvaruje ušteda električne energije za pripremu sanitarne vode i za grejanje u prelaznim periodima. Pored toga, pruža se mogućnost korišćenja toplovodnog kotla za pogon sušare. Ovo omogućuje sušenje i po lošim vremenskim prilikama i tokom noći, i povećava kapacitet sušenja.

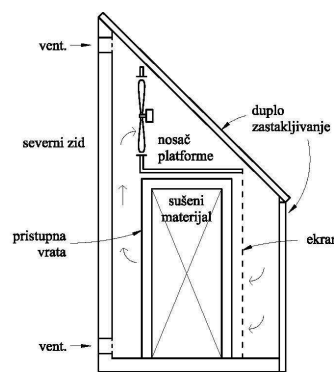
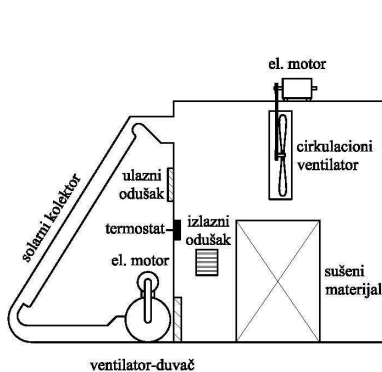
STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Solarna sušenja drveta i poljoprivrednih proizvoda ima niz prednosti. Solarne sušare su jednostavne konstrukcije i luke za izradu. U odnosu na troškove izrade i eksploatacije običnih sušara, solarne sušare su ekonomičnije. U odnosu na vazdušno sušenje, sušenje drveta u solarnoj sušari nudi nekoliko prednosti. U dobro dizajniranoj solarnoj sušari može biti (10 do 20) °C, viša temperatura od spoljne. Na mestima sa umerenom klimom temperature u sušari se mogu dostići i do 45°C - leti i 15° do 20°C - zimi. U sušari će takođe temperatura varirati u zavisnosti od godišnjeg doba. Solarna sušara može biti opremljena sa spoljašnjim solarnim kolektorom koji je spojen na komoru sušare termoizolovanim kanalima za vazduh. Sušara je snabdevena termostatom, kako bi se izbegla previsoka temperatura u sušari tokom dana i gubici toplote noću. Spoljašnji kolektori sušare omogućavaju veću kontrolu pri procesu sušenja i bolju efikasnost od stakleničkih sušara ali su one skuplje za izgradnju i zahtevaju inženjerska znanja za dizajniranje.



Slika 11.4. Solarna sušara lekovitog bilja: 1-ventilator, 2-razmenjivač toplote, 3-sušara, 4-ventil, 5-pumpa, 6-trokraki ventil, 7-nepovratni ventil, 8-akumulator toplote, 9-toplovodni kotao



Slika 11.5. Solarna sušara sa spoljašnjim kolektorom

Slika 11.6. Solarna staklenička sušara

11.3. Tržište solarnih kolektora

U periodu od 1975. do 1990. u Srbiji i Jugoslaviji, stvorena je atmosfera istraživanja, razvoja i primene solarne energije. U tom periodu je postojalo nekoliko proizvođača solarnih kolektora i prateće opreme. Izgrađeni su brojni i veliki sistemi za zagrevanje sanitarne vode, i to najviše u hotelima na jadranskoj obali i u turističkim centrima. Danas u Srbiji postoje nekoliko deklariranih proizvođača solarnih toplinskih kolektora sa simboličnom proizvodnjom i nekoliko uvoznika kompletnih sistema.

Od nekadašnjih proizvođača ("Šinvoz" - Zrenjanin, "Nisal" - Niš, "Goša" - Smederevska Palanka, "Petar Drapšin" - Novi Sad i dr.), danas na području Srbije je prisutno više manjih proizvođača pri čemu su u Vojvodini prisutna dva proizvođača ravnih solarnih kolektora i više zastupnika inostranih proizvođača solarnih kolektora. Obzirom da je potražnja solarnih kolektora mala, zbog nedovoljnog poznavanja koristi koje donosi solarne tehnologije investitorima - korisnicima, nedostataka materijalnih sredstava za početna ulaganja, nedostatak odgovarajućih državnih podsticajnih sredstava, nedostatak povoljnih kreditnih potencijala i dr. - nisu ni postojali uslovi za formiranje ozbiljnijeg proizvođača solarne opreme. Kod deklariranih proizvođača, isključivo solarnih termičkih kolektora, proizvodnja je gotovo simbolična, povremena i pojedinačna. Zbog toga nisu ni zadovoljeni svi traženi kvaliteti koji treba da prate aktivnosti proizvođača kao što su kvalitet konstrukcije, energetska efikasnost, trajnost i pouzdanost, sigurni garantni rok, posedovanje odgovarajuće atestne dokumentacije i niz drugih nedostataka od posedovanja dovoljno kvalifikovanih i osposobljenih montažerskih grupa, definisanih sistema učvršćivanja (potkonstrukcije) na površine različitih katrakteristika, informativno - kataloških materijala sa tehničkim uputstvima, tipskim rešenjima, održavanjem i dr. (bespovratna podsticajna državna sredstva, poreske i carinske olakšice kod uvoza materijala i opreme).

U oblasti korišćenja energije Sunca u toplotne svrhe, u Vojvodini postoje dobre mogućnosti za aktivno uključivanje domaćih proizvođača opreme. Neki do njih su: "EL - SOL" - Požarevac, "KM mont" d.o.o. - Petrovaradin i dr. Na tržištu su prisutni inostrani proizvođači termičkih solarnih kolektora, od kojih su: THERMO SOLAR, Žiar nad Hronom, R. Slovačka sa predstavničkom firmom SOLAR TERM, d.o.o., Aradac; SONNENKRAFT, Austrija sa predstavništvom: "TERMO-GAS- SOLAR" - Senta; BUDERUS, Nemačka sa predstavništvom - ENERGY NET, Kač; VIESSMAN, Nemačka sa predstavništvom u Beogradu; CENTROMETAL, Zagreb, R. Hrvatska i proizvođači iz Makedonije, Turske, Kine i dr.

U oblasti fotonaponskih konverzionih sistema u Vojvodini nema značajnije primene u praksi, pa tako ni na tržištu Vojvodine nema ozbiljnijeg prisustva nekih od svetskih proizvođača FN panela.

11.4. Projektovani i izvedeni solarni sistemi (izvod)

11.4.1. Projektovani sistemi

Obzirom da u Srbiji, pa i u Vojvodini ne postoji centralni informacioni sistem koji sakuplja podatke o projektovanim i instalisanim kapacitetima solarnih instalacija, ovde se daje samo izvod iz datoteke Društva za sunčevu energiju "Srbija solar". Broj projekata i izvedenih postrojenja je znatno veći, tako da se procenjuje da je u Vojvodini instalisano oko 3.000 solarnih kolektora (u domaćinstvima, turizmu, ustanovama i dr., što čini kapacitet od oko 3.500 kW.

- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom - I faza, Dom za napuštenu decu "Kolevka", Subotica, 2006. - 64 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode i dogrevanje objekta - sunčevom energijom, Dom učenika srednjih škola "Angelina Kojić - Gina", Zrenjanin, 2008. - 80 kolektora;

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Dom učenika srednjih škola, Sombor, 2008. - 80 kolektora;
- Grejanja sanitarne vode, Opšta bolnica "Dr Đorđe Joanović", Zrenjanin, 2009. - 200 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode i dogrevanje objekta - sunčevom energijom - II faza, Dom za napuštenu decu "Kolevka", Subotica, 2009. - 80 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom - Prva faza, Dom učenika srednjih škola, Sombor, 2009. - 40 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom - III faza, Dom za napuštenu decu "Kolevka", Subotica, 2010. - 48 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom - II Faza, Dom učenika srednjih škola "Angelina Kojić - Gina", Zrenjanin, 2010. - 40 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Dom učenika "Brankovo kolo", Novi Sad, 2010. - 30 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Dom učenika "Nikola Vojvodić", Kikinda, 2010. - 40 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Dom učenika Sremska Mitrovica, Sremska Mitrovica, 2010. - 30 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Gimnazija "Jan Kolar" sa Domom učenika, Bački Petrovac, 2010. - 24 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Centar za fizičku kulturu, Vrbas, 2010. - 80 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Sportsko poslovni centar "Vojvodina" - SPENS, Novi Sad, 2010. - 180 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Tehnička škola sa Domom učenika, Apatin, 2010. - 20 kolektora;
- Grejanja objekta geotermalnom energijom i sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Dom zdravlja "Kovin", Kovin, 2010. - 30 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, SC "Jezero", Kikinda, 2011. - 80 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom - Finalna faza, Dom učenika, Sombor, 2011. - 80 kolektora
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom - PU "Radost", Čoka, 2011. - 30 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom - Specijalna bolnica za psihijatrijske bolesti "Dr Slavoljub Bakalović", Vršac, 2011. - 30 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom Specijalna bolnica za psihijatrijske bolesti "Sveti vračevi ", Novi Kneževac, 2011. - 30 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom Specijalna bolnica za psihijatrijske bolesti "Kovin", Kovin, 2011. - 30 kolektora;
- Grejanja sanitarne potrošne vode - sunčevom energijom, Sportska hala - Zrenjanin, 2011. - 30 kolektora.

11.4.2. Izgrađeni sistemi (izvod)

- Opšta bolnica "Dr Đorđe Joanović", Zrenjanin, Grejanje sanitarne potrošne vode, 200 kolektora, Donacija solarnog postrojenja Slovak Aid-a, Noseću konstrukciju finansirala APV - IZGRAĐENO,
- Dom učenika srednjih škola "Angelina Kojić Gina", Zrenjanin, Grejanje sanitarne potrošne vode, 80 kolektora, Donacija solarnog postrojenja sa 72 PSE Slovak Aid-a, Noseću konstrukciju + 8 kolektora finansirao korisnik - IZGRAĐENO,
- Dom učenika srednjih škola "Angelina Kojić Gina", Zrenjanin, Grejanje sanitarne potrošne vode, 40 kolektora, Finansirala APV - GRADNJA U TOKU
- Dom učenika srednjih škola, Sombor, Grejanje sanitarne potrošne vode, 80 kolektora, Finansirala APV - GRADNJA U TOKU,

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- Dom učenika srednjih škola, Kikinda, Grejanje sanitarne potrošne vode, 40 kolektora, Finansirala APV - GRADNJA U TOKU,
- Dom učenika srednjih škola, Sremska Mitrovica, Grejanje sanitarne potrošne vode, 30 kolektora, Finansirala APV - GRADNJA U TOKU,
- Tehnička škola sa Domom učenika, Apatin, Grejanje sanitarne potrošne vode, 20 kolektora, Finansirala APV - IZGRAĐENO,
- Dom učenika srednjih škola "Brankovo kolo", Novi Sad, Grejanje sanitarne potrošne vode, 30 kolektora, Finansirala APV - GRADNJA U TOKU.

U Vojvodini su izgrađene solarne instalacije u Gerontološki centru u Zrenjaninu, Gerontološki centru u Novom Sadu, Domu za hendikepiranu decu u Staroj Moravici, Hotelu "Vojvodina" u Zrenjaninu, Bazenu u Kovačici i dr. Određen broj kolektora je postavljen i u brojnim domaćinstvima u Vojvodini.

Vojvođanski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine APV je 2010. godine sufinansirao devet srednjoškolskih domova i deset privatnih preduzeća sa 30 miliona dinara za korišćenje solarne energije. Sredstva su bila dodeljena za instaliranje opreme koja će omogućiti korišćenje solarne energije u pripremi tople potrošne vode u sportsko-rekreativnim i turističkim objektima, kao i centrima za edukaciju u kombinaciji sa primenom toplotnih pumpi za grejanje i klimatizaciju. U toku 2011. godine je planirano finansiranja solarnih postrojenja za grejanje sanitarne potrošne vode u specijalnim bolnicama za duševne bolesti i u sportskim halama u Vojvodini.

11.5. Projektovanje i izgradnja (montaža) solarnih postrojenja

11.5.1. Zakon o planiranju i izgradnji

Za korišćenje sunčeve energije u cilju zagrevanja sanitarne potrošne vode, grejanje prostora ili sušenje poljoprivrednih proizvoda nisu potrebne nikakve dozvole ili saglasnosti. To znači da ne postoje nikakve administrativne ni tehničke prepreke za korišćenje sunčeve energije u svakodnevnoj praksi.

Prilikom izgradnje postrojenja, instalacija za korišćenje toplotnog dejstva sunčevog zračenja zakonski uslovi su vezani za ZAKON O PLANIRANJU I IZGRADNJI ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009 i 81/2009 - ispr.) koji je na snazi od 2009. godine. U tom smislu, projektovanje sistema - instalacija može da vrši ovlašćeni (licencirani) projektant i preduzeće registrovano za tu delatnost. Prema predmetnom Zakonu, član 144, solarna postrojenja/instalacije ne moraju da ispunjavaju uslove vezane za gradnju investicionih objekata (dokumentacija se može uraditi na nivou idejnih projekata). Međutim, ovi uslovi se odnose na postrojenja koja bitno ne ugrožavaju statiku i izgled (zaštićenih) objekata na kojima se postavljaju solarni kolektori. Obzirom da granice nisu definisane ovim Zakonom, projektno-tehnička dokumentacija treba da sadrži:

1. Glavni mašinski projekat termomašinskih instalacija
2. Glavni građevinski projekat nosećekonstrukcije solarnih kolektora
3. Glavni arhitektonski projekat postavljanja solarnih kolektora - ukoliko konstrukcija bitno utiče na arhitektonski izgled zgrade - objekta
4. Glavni elektro projekat uzemljenja (gromobranskih instalacija) solarnih kolektora sa kolektorskom nosećom konstrukcijom
5. Glavni elektro projekat električnih instalacija - ukoliko su one predviđene u projektu postrojenja. To se ne odnosi na instalaciju opreme malih snaga (pumpe, automatika) ako je predviđeno njihovo priključenje na elektro instalaciju objekta - preko utičnica u objektu.

Za manje, kućne instalacije navedena projektna dokumentacija nije obavezna.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Prema istom Zakonu - za gradnju predmetnih postrojenja nije potrebna građevinska dozvola nadležnih organa, već samo dozvola za gradnju. Druga odobrenja i saglasnosti organa uprave nisu potrebna za ovakva postrojenja za korišćenje toplotnog dejstva sunčevog zračenja.

Situacija je bitno drugačija kada se planira projektovanje i izgradnja solarnih postrojenja za proizvodnju električne energije - mini elektrana, koji se uključuju na elektroenergetski sistem. Za solarna postrojenja za proizvodnju električne energije, pri čemu se proizvedena električna energija ne predaje elektroenergetskom sistemu, već se akumulira u akumulatorima jednosmerne struje i služi potrebama investitora - ne postoje uslovi vezani za izdavanje odgovarajućih odobrenja od strane nadležnih organa ili elektrodistribucije. Ostali uslovi vezani za izradu projektno-tehničke dokumentacije su obavezni u skladu sa Zakonom o gradnji. Naime, potreban je (za veće sisteme):

- Glavni elektroprojekat postrojenja,
- Glavni građevinski projekat noseće konstrukcije solarnih panela, sa odgovarajućim projektom uzemljenja - gromobranske zaštite.

11.5.2. Studija opravdanosti i drugi dokumenti prema Zakonu o planiranju i gradnji

Prethodnom studijom opravdanosti utvrđuju se naročito prostorna, ekološka, društvena, finansijska, tržišna i ekonomska opravdanost investicije za varijantna rešenja definisana generalnim projektom na osnovu kojih se donosi odluka o opravdanosti ulaganja u prethodne radove za idejni i glavni projekat.

Studijom opravdanosti, prema Zakonu o planiranju i gradnji - član 114, određuje se naročito prostorna, ekološka, društvena, finansijska, tržišna i ekonomska opravdanost investicije za izabrano rešenje, razrađeno idejnim projektom, na osnovu koje se donosi odluka o opravdanosti ulaganja. Pri tome, prema članu 118 istog Zakona Idejni projekat sadrži situaciono rešenje i podatke o: mikrolokaciji objekta; funkcionalnim, konstruktivnim i oblikovnim karakteristikama objekta; tehničko-tehnološkim i eksploatacionim karakteristikama objekta; inženjersko-geološkim-geotehničkim karakteristikama terena i tla sa preliminarnim proračunom stabilnosti i sigurnosti objekta; rešenju temeljenja objekta; tehničko-tehnološkim i organizacionim elementima građenja objekta; merama za sprečavanje ili smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu; idejnom rešenju infrastrukture; uporednoj analizi varijantnih tehničkih rešenja sa stanovišta svojstava tla, funkcionalnosti, stabilnosti, proceni uticaja na životnu sredinu, prirodnim i nepokretnim kulturnim dobrima, racionalnosti izgradnje i eksploatacije, visini troškova izgradnje, transporta, održavanja, obezbeđenja energije i drugih troškova. Kod idejnih projekata za građenje objekata i izvođenje radova za koje se ne izdaje građevinska dozvola (član 125) - ne izdaje se rešenje o građevinskoj dozvoli naročito sadržaj obuhvata: situaciono rešenje; crteže koji određuju objekat u prostoru (osnove, karakteristične preseke, izgled); namenu objekta; tehnički opis i planiranu investicionu vrednost objekta.

Građevinsku dozvolu za izgradnju objekata (član 133) izdaje ministarstvo nadležno za poslove građevinarstva za izgradnju objekata za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije snage 10 i više MW, kao i za elektrane sa kombinovanom proizvodnjom. U tom smislu se (član 134) poverava autonomnoj pokrajini izdavanje građevinskih dozvola za izgradnju objekata određenih u članu 133. ovog zakona koji se u celini grade na teritoriji autonomne pokrajine. Poverava se jedinicama lokalne samouprave izdavanje građevinskih dozvola za izgradnju objekata koji nisu određeni u članu 133. ovog zakona. Članom 144 se određuje da se izgradnja objekata i izvođenje radova za koje se ne izdaje građevinska dozvola odnosi na jednostavne objekte koji se grade na istoj katastarskoj parceli na kojoj je sagrađen glavni objekat (solarni kolektori).

11.5.3. Finansiranje projekata za korišćenje OIE

Kreditni za povećanje energetske efikasnosti i korišćenje obnovljivih izvora energije – Volksbanka - kreditna linija KfW (Internet sajt <http://www.volksbank.rs/energetska-efikasnost>). Evropska banka za obnovu i razvoj (EBRD) pruža podršku malim i srednjim preduzećima i investitorima za investiranje u projekte održive energije preko pojedinačnih kredita u iznosu od 2 do 6 miliona evra (internet sajt <http://websedff.com/sr/>). Direktno finansiranje projekata EE (energetske efikasnosti) u industriji i projekata sa korišćenjem OIE (obnovljivih izvora energije), od strane EBRD (kao podsticaj ekološki prihvatljivom i održivom razvoju, smanjenje emisije CO₂). Do sada je, u raznim zemljama, u poslednjoj deceniji u ove svrhe investirano gotovo 42 milijarde evra – u više od 2.500 projekata (veći deo su zajmovi, a manji sopstveno učešće). Postoje direktno finansiranje ovakvih projekata i to projekti za industriju; za mala i srednja preduzeća; za zajmove i drugo. Pojedinačni krediti se, po pravilu kreću od 2 do 6 miliona evra, sa rokom otplate od 6 do 8, odnosno 10 do 12 godina, a tržišne kamatne stope se dogovaraju sa EBRD (Evropska banka za obnovu i razvoj). Finansiraju se razni oblici povećanja industrijske energetske efikasnosti, OIE (između ostalih i solarni sistemi). Sam proces odobravanja kredita objašnjen je na zvaničnom sajtu EBRD (www.ebrd.com) kao i na sajtu www.websedff.com. Slična kreditna linija postoji i kod nemačke razvojne banke KfW, na adresi www.volksbank.rs. Prateći globalne trendove i imajući na umu značaj očuvanja životne sredine i ublažavanje efekata klimatskih promena, Volksbank Srbija je razvila kredite za unapređenje energetske efikasnosti. Krediti za unapređenje energetske efikasnosti se finansiraju iz izvora nemačke razvojne banke KfW u svetu poznate po finansiranju ekoloških projekata. Banka finansira projekte putem kredita za fizička i pravna lica, koji doprinose povećanju energetske efikasnosti uz minimum uštede energije od 20%, i to kreditima za rekonstrukciju stambenog i poslovnog prostora i kreditima za kupovinu opreme. Linija direktnog finansiranja projekata održive energije za zemlje Zapadnog Balkana (The Western Balkans Sustainable Energy Direct Financing Facility - WeBSEDF), Evropska banka za rekonstrukciju i razvoj (EBRD) pruža podršku malim i srednjim preduzećima i investitorima za investiranje u projekte održive energije (OE) preko pojedinačnih kredita u iznosu od 2 do 6 miliona EUR-a. U sklopu ovog finansiranja, zajmoprimci koji ispunjavaju uslove mogu dobiti i:

- besplatne konsultantske usluge Konsultanta projekta, koji pružaju podršku u pripremi OE projekata i
- podsticajne isplate bazirane na procenjenom smanjenju emisija CO₂ koja proističe iz primene projekta.

WeBSEDF se realizuje na teritoriji Albanije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske, BJR Makedonije, Crne Gore i Srbije (uključujući Kosovo). Očekuje se da iz WeBSEDF linije bude finansirano do 25 projekata koji ispunjavaju uslove, u svim zemljama Zapadnog Balkana, sa ukupnim budžetom od 50 miliona EUR-a i dodatnim budžetom, u iznosu do 8 miliona EUR-a za podsticajne isplate.

Evropska banka za obnovu i razvoj (EBRD) i Banca Intesa u Srbiji su potpisale ugovor o dodeli kreditne linije za finansiranje projekata održive energije u vrednosti od 10 miliona evra. Krediti se odobravaju po kamatnoj stopi Euribor plus 6 odsto godišnje. Kod ove vrste kredita korisnici imaju mogućnost da povrate 20 odsto novca uloženog u projekte, tako da realna kamata na kraju iznosi Euribor plus 3 odsto godišnje. Krediti se odobravaju na period od 5 godina, uz grejs period od 2 godine. Maksimalni iznos kredita iznosi 2 miliona evra, a maksimalna vrednost projekta koji se finansira je do 5 miliona evra (internet sajt – <http://www.bancaintesabeograd.com/>).

Fond za zaštitu životne sredine Republike Srbije finansira projekte vezane za korišćenje obnovljivih izvora energije (Internet sajt – <http://www.sepf.gov.rs/>).

11.5.4. Primer pozitivnog modela podsticaja - R. Slovačka

Značajna je razlika između velikog potencijala sunčeve energije kod nas i njenim sadašnjim obimom korišćenja. Jedan od ključnih razloga za takvo stanje je svakako nedovoljno razumevanje i verovatno ekonomski potencijal države za stvaranje povoljnih uslova za njeno korišćenje kao što je to u mnogim državama. Tako npr. u Češkoj i Slovačkoj postoji podrška izgradnji solarnih postrojenja - instalacija i za fizička lica i porodične kuće u visini i do 50 % investicionih ulaganja.

U Slovačkoj (isti model se primenjuje i u Češkoj) se dotiraju:

- DOMAĆINSTVA (INDIVIDUALNA):

- a) 200 Eura za 1 m² solarnog kolektora (apsorbujuće površine) postavljenih na kući
 - do najviše 8 m²,
- b) za slučaj da je postavljena veća površina solarnih kolektora od 8 m², za tu površinu se dotira 50 Eura po 1 m².

- STAMBENE ZGRADE SA VIŠE STANOVA:

- c) 200 Eura za 1 m² solarnog kolektora (apsorbujuće površine) postavljenih na stambenoj zgradi
 - do najviše 3 m² - po stanu.

Kontrola korišćenja instalacije se vrši do 3 godine od davanja dotacije. Kontrolu vrši služba Slovačke agencije za energetske inovacije (SIEA), kojoj se inače i podnose zahtevi za odobravanje dotacije. Jedan od uslova je da je podnosilac zahteva za dotaciju već instalisao na svojoj kući solarnu instalaciju 6 meseci od dana podnošenja zahteva. Podnosilac zahteva, uz zahtev mora da podnese i odgovarajuća dokumenta koja se odnose na:

- izmirenje poreza - od nadležnog poreskog organa,
- izjavu o dugovanjima prema državnim institucijama,
- vlasnički list za kuću,
- tehničke parametre, sertifikate i oznake postavljenih kolektora,
- dokaz o kupovini solarnih kolektora - faktura.

Za stambene objekte se dostavljaju dokumenti o statusu objekta (registrovanju) - od Javnog stambenog preduzeća, kao i detaljniji podaci o izvedenoj instalaciji.

Finansijska sredstva za dotacije se ostvaruju iz ekoloških taksi i iz posebnih fondova Evropske unije.

11.5.5. Napomene

Jasni su razlozi zašto treba podržavati korišćenje sunčeve energije kao i ostale alternativne energetske izvore kod nas, jer između ostalog postoji i velika zavisnost Srbije, pogotovo Vojvodine od uvoza zemnog gasa, čija cena neprestano raste. Malo ko je danas, pri poređenju troškova za energiju dobijenu iz klasičnih i alternativnih izvora energije, svestan da su gasovodi i razvodi toplote bili izgrađeni takođe iz javnih izvora. Većem korišćenju sunčeve energije u većini evropskih država takođe doprinosi sama država u pogledu podrške, bolje informisanosti i drugih vidova afirmisanja korišćenja sunčeve i drugih obnovljivih izvora energije. Javnost shvata negativnu, relativno visoku investicionu zahtevnost, duži period isplativosti i nepostojeću ekonomsku podršku od strane države - za fizička lica, odnosno porodične kuće. Činjenica, da solarni sistem ne može pokriti potrebe toplote u domaćinstvu u toku čitave godine, često odvraća potencijalne kupce. Pri današnjem stepenu razvoja solarnih sistema više nije

problem zajednički ih integrisati sa drugim konvencionalnim sistemima grejanja, o čemu mnogi vlasnici porodičnih kuća ili javnih ustanova nemaju saznanja.

Treba naglasiti da se investicija u solarni sistem se (za razliku od investicija u opremu za konvencionalna goriva) za nekoliko godina vraća, a ostatak vremena vlasnik ima gotovo besplatnu energiju. Opšte mišljenje je, da se sa ma kakvom podrškom od strane države, pri današnjim cenama zemnog gasa, vreme isplativosti kreće do 10 godina u porodičnim kućama, a u komunalnoj energetici je to manje - od 7 do 10 godina, pri čemu se rok isplativosti stalno smanjuje pri svakom porastu cena energije. Privlačenje i angažovanje privatnih izvora finansiranja, kao i finansiranje iz podsticajnih fondova i podrške razvoju OIE, će se realizovati sprovođenjem politike podsticaja i mehanizama za podršku razvoju OIE.

Laici često puta zamenjuju pojmove korišćenja toplotne sunčeve energije pomoću solarnih kolektora sa proizvodnjom električne energije fotonaponskim ćelijama. Električna energija dobijena fotonaponskim ćelijama je jedna od skupljih, što zloupotrebljavaju protivnici primene obnovljivih izvora energije kao opšti argument protiv korišćenja svih alternativnih energetske izvora. Njihovo korišćenje je danas već ekonomski opravdano - kao npr. korišćenje toplotne sunčeve energije. Većina država EU direktno podržava informacione kampanje podstičući time veće korišćenje alternativnih izvora i promenu korisničkog ponašanja u smeru ka trajno-opredeljenom razvoju.

Kada je u pitanju privatan - individualan, pa i veliki - društveni sektor jedan od važnijih faktora koji utiče na ekonomsku opravdanost i opredeljenje za ugradnju solarnih sistema za proizvodnju toplotne energije je cena električne energije. U uslovima neekonomске cene električne energije ne postoji motivisanost stanovništva da ugrađuje ovu vrstu opreme i na taj način ostvaruje uštede. Pored toga, nepostojanje standarda i kontrole kvaliteta solarnih panela koji se mogu naći na tržištu mogu negativno uticati na opredeljenje potencijalnih investitora.

11.5.6. Očekivani efekti

Na makro-ekonomskom nivou, razvoj solarne energetike bi uzrokovao uticaje na sledeće indikatore:

- Zaposlenost;
- Povećanje industrijske proizvodnje;
- Pобољшanje platnog bilansa;
- Povećanje deviznih rezervi;
- Smanjenje zavisnosti makroekonomskih parametara od spoljnih faktora.

Razvoj industrije bi bio omogućen progresivnim stavom države u pogledu:

- Politike subvencija;
- Poreske politike;
- Dugoročne strategije o upravljanju energetskim resursima.

Zaključak Poglavlja 11

Vojvodina raspolaže resursima energije sunčevog zračenja znatno iznad evropskog proseka uz povoljan sezonski raspored. Energetski potencijal je zadovoljavajući na celoj teritoriji Vojvodine što omogućuje efikasno korišćenje termičkog i fotonaponskog dejstva sunčevog zračenja. Do skoro se ovaj prirodni, ekološki i ekonomski povoljan energetski resurs nije gotovo koristio jer nije postojala dovoljna stimulacija stanovništva. Sada kada se nedostatak energije u čitavom svetu drastično oseća i kada cena struje u Srbiji raste kako bi dostigla cene u Evropskoj Uniji čista ekonomska računica će dovesti do upotrebe racionalnijih izvora energije. Stimulacija države u obliku poreskih olakšica za instalisanu opremu sigurno bi se višestruko isplatila u poređenju sa novim investicijama u elektroprivredu koje nas očekuju. Takođe, u poređenju sa dobijanjem energije iz fotonaponskih ćelija, upotreba termičkih solarnih kolektora je ekonomičnija u sadašnjem trenutku i može se primenjivati od individualnih korisnika do većih sistema.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Ekonomski i ekološki razlozi dovode do ulaganja u istraživačke i razvojne projekte koji svojim rezultatima pokreću investicije u proizvodnju opreme za eksploataciju energije. Sa ekonomskog aspekta, cena struje dobijene iz sunčeve energije kontinuirano pada, kao rezultat tehnoloških unapređenja i rasta masovne proizvodnje, dok se očekuje da će fosilna goriva postati znatno skuplja u skoroj budućnosti. U ovom trenutku je za Vojvodinu opravdano podsticati korišćenje energije Sunčevog zračenja za proizvodnju toplotne i električne energije u domenu domaćinstava, industrije i nekih grana poljoprivrede zbog manjih investicionih ulaganja. Takva politika bi, između ostalog, bila korisna i zbog razvoja domaće ekonomije, kao i upošljavanja stanovništva u oblasti čistih energija. Dugoročno gledano, budućnost pretvaranja Sunčevog zračenja je u termičkim i FN tehnologijama i njihovoj integraciji sa ostalim granama tehnologije, što je i u skladu sa stavovima, planovima, ali i trenutnim stanjem u Evropskoj uniji i ostalim ekonomski vodećim zemljama sveta.

Termalno dejstvo sunčeve energije (termalna konverzija) se u praksi koristi za:

- Zagrevanje sanitarne vode u kućama, stanovima, hotelima, hostelima, domovima učenika i studenata, domovima za stara lica, obdaništima, restoranima, sportskim objektima i svuda gde postoji potreba za grejanjem vode.
- Centralno ili individualno zagrevanje sanitarne vode za naselja koja imaju distribuciju tople vode iz gradskih toplana u periodu kada toplane ne rade.
- Zagrevanje bazena u kućama i sportskorekreativnim centrima.
- Zagrevanje vode ili drugih fluida u industrijskim procesima.
- Zagrevanje staklenika i plastenika u poljoprivrednoj proizvodnji.
- Predsušenje i sušenje poljoprivrednih i industrijskih proizvoda
- Destilaciju vode za industrijske potrebe.
- Zagrevanje prostora kao dopunsko sredstvo u periodima kada ima dovoljno sunčanih dana.
- Proizvodnju električne energije na bazi toplotne konverzije sunčevog zračenja (parne turbine).
- U procesima za hlađenje prostora.

Iako je u zimskom periodu energetska dejstva sunčevog zračenja manje od letnjeg, i dalje je veoma značajno za korišćenje solarnog grejanja kuća, kao podrška nekoj drugoj konvencionalnoj energiji koja se koristi u centralnim sistemima grejanja, gde se može pokriti oko 30 i više procenata (besplatno dobijene) toplotne energije za grejanje kuća i do 70% i više - za grejanje sanitarne vode. Najbolji efekat korišćenja sunčeve energije za solarno grejanje porodičnih kuća i drugih stambeno poslovnih objekata može se ostvariti u prelaznim periodima, u energetske efikasnim grejnim sistemima tj. podno-zidnim panelnim sistemima grejanja, tj. niskotemperaturnim sistemima grejanja. Ipak, zbog promenljivosti delovanja snage sunčevog zračenja tokom dana, meseca i godine, ne može se (niti bi bila ekonomski opravdana) izvesti instalacija solarnog grejanja koja bi omogućila potpuno grejanje kuća tokom celog zimskog perioda, pa se zbog toga solarni sistemi za solarno grejanje kombinuju sa nekim od drugih izvora energije u kojima se troši neki od drugih konvencionalnih oblika energije.

Solarni sistemi donose značajne uštede zahvaljujući kojim se po isplativosti investicije koristi dobijena energija takoreći - besplatno. Rok trajanja kvalitetnih sistema je 25 do 30 i više godina. Nije ipak moguće generalno ustanoviti vreme isplativosti investicije solarnog sistema zato što zavisi od mnogih faktora - napr. od tipa i proizvođača kolektora i prateće opreme, postojećeg načina pripreme sanitarne tople vode i grejanja, cena toplote, zemnog gasa ili drugih goriva i slično. Bez podrške od strane države vreme isplativosti je prilično dugo da bi se sa solarnim sistemima gradili moderni, efikasniji praktični sistemi.

Oko 55 % od ukupne energije koja se troši u domaćinstvima u Srbiji (tako i u Vojvodini) se vrši korišćenjem električne energije. Od toga, značajan deo se troši na zagrevanje potrošne sanitarne vode. Korišćenjem sunčeve energije može se tokom godine obezbediti smanjenje troškova koji se odnose na zagrevanje sanitarne vode u visini od oko 60 do 70 % .

Ključni razlozi zbog kojih u Vojvodini treba povećati primenu solarne energije su ti što se:

- preko 55 % ukupne energije troši u domaćinstvima u obliku električne energije, od čega se

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- dobar deo odnosi na potrebe zagrevanja sanitarne potrošne vode;
 - smanjuju se troškova za zagrevanje sanitarne vode za oko 60 do 70 % - u toku godine, što dovodi do rasterećenja kućnog budžeta;
 - povećava se zaposlenost u procesu istraživanja, proizvodnje, montaže i servisiranja solarne opreme;
 - postizanjem značajnije primene solarne energije približavamo se preporukama Evropske unije o korišćenju obnovljivih izvora energije među kojima Sunce ima značajan udeo.
- Generalno se može primenom solarnih sistema u domaćinstvima uštedeti oko:
- 50 do 75% troškova u slučaju pripreme sanitarne tople vode;
 - do 30% i više troškova u slučaju podrške grejanju i
 - 80 do 100% troškova u slučaju grejanja vode u bazenu.

Njeno efikasno i dugoročno korišćenje neophodno je osmisлити u najskorijem vremenskom periodu. Da bi se intenziviralo korišćenje sunčeve energije u Vojvodini, treba jasno identifikovati oblasti moguće primene, definisati mogućnosti sunčeve energije kao energetskeg resursa i stvoriti povoljnu klimu za primenu ovog izvora energije. U tom smislu, od značaja je i osposobljavanje stručnih lica i firmi za delatnost koja je vezana za montažu solarnih instalacija, a i za proizvodnju pojedinih komponenata i celih sistema. U sadašnjim uslovima je moguće da se, čak i u malim serijama, dobije oprema odgovarajućeg kvaliteta i nižih cena od uvozne opreme.

Potrebno je postaviti cilj da se energetske potrebe za zagrevanje vode do 80 °C u stambenim objektima i ndustrijskim procesima obezbeđuju korišćenjem sunčeve energije. Takođe je potrebno podsticati aktivnosti vezane za razvoj i inovacije u oblasti solarnih tehnologija i domaće proizvodnje, što će u krajnjoj liniji dovesti do veće energetske efikasnosti i nižih cena opreme. Naravno, ne sme se ignorisati ni stalno promovisanje korišćenja solarne energije, pri čemu mediji i nevladine organizacije mogu da imaju značajnu ulogu. Postoje bitni razlozi zbog kojih bi se u Srbiji - Vojvodini trebalo angažovati svim raspoloživim potencijalima da se značajno poveća korišćenje solarne energije i to u vrlo kratkom vremenskom periodu. Time bi se obezbedilo povećanje zaposlenosti u segmentu istraživanja, proizvodnje, montaže i servisiranja opreme za korišćenje sunčeve energije. Sa značajnijim korišćenjem sunčeve energije, Srbija je sve bliža preporukama Evropske unije o korišćenju obnovljivih izvora energije, koje uključuju i značajnu potrebu intenzivnijeg korišćenja sunčeve energije.

POGLAVLJE 12

12. PREDLOZI I MERE ZA KORIŠĆENJE SUNČEVE ENERGIJE U AP VOJVODINI

12.1. Pravna regulativa

U EU je u važnosti niz pravnih akata sa opštim ciljem olakšavanja i podsticanja razvoja obnovljivih izvora energije. Ti akti su različitog nivoa, ali ključni je poznata Direktiva 2001/77/EC iz 2001, koja je definisala generalnu strategiju i ciljeve. Pored toga svaka država članica donosi svoju regulativu, čiji kvalitet ima odraza u brzini razvoja ovog sektora. Republika Srbija je potpisala Ugovor o osnivanju energetske zajednice jugoistočne Evrope i EU (2006) čijom ratifikacijom je prihvatila obavezu primene direktiva vezanih za veće korišćenje obnovljivih izvora (2001/77/EC i 2003/30/EC). Ratifikacijom Ugovora o osnivanju energetske zajednice, Srbija je, između ostalog, prihvatila obavezu da donese i realizuje plan primene direktive 2001/77/EC o promovisanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije. Ova Direktiva definiše obnovljive izvore energije (OIE) kojom se obuhvata:

- Nacionalni cilj za proizvodnju električne energije dobijene iz OIE;
- Program mera za njihovo dostizanje;
- Garancije o poreklu – za električnu energiju proizvedenu iz OIE (Guarantee of Origin);
- Pojednostavljenje pravnog okvira za izgradnju i eksploataciju postrojenja;
- Obaveza za operatera prenosa i distribucije da preuzimaju i transportuju električnu energiju iz OIE;
- Definisane uslova i tarifa za priključenje na mrežu.

Treba istaći da će u momentu pristupanja Srbije EU pomenuta Direktiva biti obavezujuća. Treba napomenuti da postoje i odgovarajuće kaznene mere u slučaju neispunjavanja kvota definisanih Direktivom, što je još jedan od razloga da se ovom problemu mora pristupiti odgovorno. Ratifikovani Ugovor o osnivanju Energetske zajednice između Evropske zajednice i Republike Albanije, Republike Bugarske, Bosne i Hercegovine, Republike Hrvatske, Bivše Jugoslovenske Republike Makedonije, Republike Crne Gore, Rumunije, Republike Srbije i Privremene Misije Ujedinjenih nacija na Kosovu u skladu sa Rezolucijom 1244 Saveta bezbednosti Ujedinjenih nacija, potpisan 25. oktobra 2005. godine u Atini, u članu 20 obavezuje zemlje potpisnice da uvedu Direktivu EC 2003/30 u roku od godinu dana.

U Srbiji je donesen Zakon o energetici (2004), koji je dao načelne odrednice razvoja, ali nedostaje još niz podzakonskih akata da bi se regulativa kompletirala. Tek kada se sve zaokruži, može se očekivati brži razvoj u ovoj oblasti. Za poslove na unapređivanju i usmeravanju razvoja tržišta energije na principima nediskriminacije i efikasne konkurencije, praćenja primene propisa i pravila za rad energetske sistema, usklađivanja aktivnosti energetske subjekata na obezbeđivanju redovnog snabdevanja kupaca energijom i uslugama i njihovu zaštitu i ravnopravan položaj, kao i drugih poslova utvrđenih Zakonom o energetici osnovana je Agencija za energetiku Republike Srbije, kao regulatorno telo. Strategiju razvoja elektroenergetike Srbije do 2015. godine usvojila je Narodna skupština Republike Srbije, u maju 2005 god.

Republika Srbija je usvojila sledeću pravnu regulativu u oblasti obnovljivih izvora energije:

- Zakon o energetici.
- Strategiju razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine.
- Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Srbije od 2007-2012.godine (Izmene i dopune –

Novembar 2009.).

- Uredbu o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i kriterijuma za ocenu ispunjenosti tih uslova.
- Uredbu o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije.
- Model ugovora o otkupu električne energije od povlašćenih proizvođača.

12.2. Mere i prepreke za intenziviranje korišćenja sunčeve energije u Vojvodini

Mogućnosti korišćenja sunčeve energije u svim oblastima energetske potrošnje su ogromne, ali kod nas nedovoljno poznate i stručnjacima i široj javnosti, pa je zato neophodno raditi na njihovoj edukaciji i upoznavanju o tim mogućnostima. To podrazumeva sistemski i sistematski pristup, usmeravanje naučnih istraživanja i osnivanje finansijskih fondova. Na nivou najviših državnih organa i institucija trebalo bi da se donesu programi koji bi omogućili orijentaciju industrijskih grana i građevinskih organizacija i firmi na solarnu tehnologiju, kao i finansiranje, kreditiranje i oslobađanje od poreza svih inicijativa u ovoj oblasti. Energija koja se troši za potrebe grejanja i hlađenja objekata iznosi polovinu ukupno utrošene energije. Relativno niske temperature koje su potrebne za ove svrhe pružaju dobre mogućnosti za primenu sunčeve energije.

Potrebno je sačiniti plan aktivnosti u cilju sprovođenja programa Strategije, koji bi bio komplementaran sa Programom ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije. U tom smislu, a sa aspekta korišćenja sunčeve energije, potrebno je dopuniti postavljene ciljeve u programu sa sledećim aktivnostima:

- Utvrđivanje realnog potencijala sunčeve energije - merenjem.
- Izrade katastra lokacija solarnih elektrana.
- Izrada Vodiča za korišćenje sunčeve energije u kom bi bili dati svi pravni, finansijski, tehnički i drugi aspekti od interesa za investitore u solarne sisteme.
- Pregled mogućnosti aktivnog uključivanja industrije u Vojvodini u poslove oko izgradnje solarnih elektrana i termičkih postrojenja.
- Razvoj Laboratorija za ispitivanje i licenciranje opreme i obuke potrebnih stručnjaka za sprovođenje programa.

Navedene aktivnosti treba da vode konačnom cilju, a to je dinamično podizanje kapaciteta za korišćenje sunčeve termičke i proizvodnju električne energije iz sunčeve energije. Kako je strateški cilj države Srbije priključenje EU, tada treba i ciljeve u oblasti OIE prilagoditi tom cilju. Direktiva 2001/77/EC je predviđala da se do 2010. god. u EU instaliraju kapaciteti OIE kojim bi se pokrilo 12% potrošnje svih vrsta energije, odnosno 22% potrošnje električne energije. Ovaj cilj je u Srbiji i Vojvodini nije bilo realno očekivati u tako kratkom vremenskom periodu, pa se predlaže da se uspostavi dugoročna strategija njegovog dostizanja. U tom smislu, predlaže se da se u prvom periodu (do 2015. god.), cilj postavi na 10% potrošnje električne energije. U Vojvodini se godišnje potroši oko 8.000 do 10.000 GWh električne energije, a može se očekivati i dalji rast potrošnje do 2015. god. To znači da bi se iz OIE, odnosno prvenstveno solarnih elektrana, trebalo planirati minimalna proizvodnja električne energije od oko 900 GWh god.

Značajnu administrativnu prepreku prilikom izgradnje elektrana koje koriste obnovljive izvore energije predstavljaju i odredbe Zakona o javnim preduzećima i obavljanju delatnosti od opšteg interesa („Službeni glasnik RS”, br. 25/00, 25/02, 107/05, 108/05-ispravka i 123/07-dr. zakon), a u vezi sa odredbom člana 41. stav 1., Zakona o energetici. Po ovim zakonskim odredbama, proizvodnja električne energije je delatnost od opšteg interesa, što i u slučaju otpočinjanja proizvodnje električne energije u malim elektranama zahteva sprovođenje iste procedure, kao i za elektrane snage veće od 10 MW.

Iz navedenih zakonskih propisa proizilazi da bi male elektrane, kao najperspektivniji oblik proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, mogle da obavljaju ovu delatnost, potrebno je da im se u svakom pojedinom slučaju aktom Vlade poveri obavljanje te delatnosti, kao delatnosti od opšteg interesa. Akt Vlade o poveravanju delatnosti od opšteg interesa potrebno je doneti čak i kada se radi o malim elektranama snage do 1 MW, za koje ne postoji obaveza pribavljanja licence kod Agencije za energetiku.

U okviru materijala "Obnovljivi izvori energije" koji je urađen u okviru programa Pokrajinskog sekretarijata za energetiku i mineralne sirovine Izvršnog veća AP Vojvodine predlaže se da se, kao autonomni izvori električne energije, izgrade mini solarne elektrane snage od 1-5 kW_p na krovovim privatnih domaćinstava u AP Vojvodini. Ukoliko ove elektrane ne bi bile vezane za elektrodistributivnu mrežu, morale bi, pored solarnih ćelija, da imaju regulator punjenja akumulatora, akumulator i inverter jednosmernog u naizmenični napon. Sa ovom konfiguracijom, mini solarne elektrane mogu da snabdevaju potrošače jednosmernom (što nije značajno sa energetskeg aspekta) i naizmeničnom strujom. Sa druge strane, električna energija dobijena pomoću mini solarnih elektrana, preko odgovarajućeg invertora i strujomera, mogla bi da se predaje elektrodistributivnoj mreži (pod uslovom da u instalaciji nisu ugrađeni električni akumulatori - kako to zahtevaju tehnički uslovi EPS-a za priključenje na mrežu.

U Srbiji se sunčevo zračenje uglavnom koristi za zagrevanje vode i veoma retko za dobijanje električne energije. Do sada su u Srbiji instalirane četiri solarne elektrane i to: na osnovnoj školi „Dušan Jerković” u Rumi (3 kW_p, 2004. god.), na srednjoj školi u Varvarinu (5 kW_p, 2010. god.), na Elektrotehničkoj školi „Rade Končar” u Beogradu (5 kW_p, 2010. god.) i u srednjoj tehničkoj školi „Mihajlo Pupin” u Kuli (5 kW_p, 2010. god.). Solarne elektrane u Varvarinu, Beogradu i Kuli instalirane su po osnovu donacije Vlade Kraljevine Španije a preko Agencije za energetske efikasnost u Beogradu, u okviru projekta „Razvoj instalacija za promociju i korišćenje solarne energije u Srbiji”.

Za intenzivniji razvoj intenzivnije primene i korišćenja sunčeve energije u Srbiji - Vojvodini - od značaja je i donošenje zakona o racionalnoj potrošnji energije, kao i dopune i izmene Zakona o energetici, kako bi se prilagodio evropskim zahtevima i standardima, kao i standardima na koje se Srbija obavezala potpisujući Ugovor o energetske zajednici zemalja Evrope. Trebalo bi upoznati širu javnost sa sadržajem novih uredbi o povlašćenim proizvođačima električne energije i podsticajnim otkupnim cenama električne energije proizvedenim iz FN sistema. Podsticajna cena omogućava svakom investitoru sa povlašćenim statusom da u periodu od 12 do 15 godina povрати sva uložena sredstva u FN sisteme, uključujući i operativne troškove, odnosno troškove održavanja nastale u istom periodu. Pojednostavljenje administrativnih i tehničkih zahteva za povezivanje domaćinstava sa distributivnom električnom mrežom je neophodno za brže povećanje broja FN korisnika. U skladu sa tim posebno je u odgovarajućim institucijama oformiti dobro obučeni i edukovani kadar koji bi ne samo poznavao nove tehnologije, već i pratio razvoj FN sistema i novih evropskih standarda iz te oblasti. Već u narednih nekoliko godina arhitektonski planovi i građevinska rešenja za nove zgrade u urbanim sredinama trebalo bi da koriste fasadne FN uredjaje, a slična praksa bi se primenjivala i pri renoviranju starih. Monitoring energetske efikasnosti zgrada za FN tehnologijom bi trebalo da bude dostupan javnosti putem interneta, a takođe i podaci o energetske potrebama i potrošnji u poređenju sa standardnim zgradama, kao i prateći ekonomski efekti.

Korišćenje solarne energije doprinosi efikasnijem korišćenju sopstvenih potencijala zemlje u proizvodnji električne i toplotne energije, smanjenju emisija „gasova staklene bašte“, smanjenju uvoza i korišćenja fosilnih goriva, razvoju lokalne industrije i otvaranju novih radnih mesta. Dosadašnja svetska, pa i domaća istraživanja i rezultati pokazuju da je korišćenje sunčeve energije primenljivo u AP Vojvodini. Pored toga, važan faktor je i dobra infrastruktura, upotrebljivi industrijski kapaciteti, postojanje obrazovanih stručnjaka, kao i pozitivno raspoloženje u javnosti.

Radi aktiviranja ovog potencijala u Vojvodini je već u toku niz pripremnih akcija, koje su nekoordinirane i odvijaju se bez plana i kontrole. Osnivanje Saveta za korišćenje sunčeve energije u APV, značajno doprinosi uređivanju stvari, ali je potrebno preduzeti još niz aktivnosti, koje su date u ovom

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

dokumentu. Time bi se postigao efekat jednostavnijeg i efektivnijeg pristupa investitora ovom području, kao i ubrzanje podizanje ovih kapaciteta.

Neke od stavova koji treba da pomognu razvoju primene obnovljivih izvora energije je formulisao Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine (iz zapisnika sa sastanka svih Saveta iz obnovljivih izvora energije):

- Država treba da stane iza promovisanja i primene obnovljivih izvora energije, takođe mora biti i garant investitorima;

- Investitori koji su zainteresovani za veće energetske projekte dolaze uglavnom nepripremljeni, pa bi bilo poželjno da se formira web sajt, gde bi osnovne informacije bile objavljene;

- Bitno je formiranje Fonda za energetska efikasnost i Fonda za korišćenje obnovljivih izvora energije;

- Uredbom je donešena "Feed in tariff" i zna se koliko se plaća za povlašćenu proizvodnju električne energije, ali se ne zna ko će tu cenu platiti. Tu veću cenu ne može javno preduzeće samo da plaća, jer bi time stvarao gubitke, pa bi došlo do povećanja cene električne energije i balast bi bio prebačen na već i ovako siromašno stanovništvo;

- Energetska efikasnost je najjeftiniji izvor energije. Shodno tome treba tražiti ukidanje PDV na izolacioni materijal, ukidanje carine na uređaje koji su energetska efikasni, kako bi se mere EE primenjivale u širem krugu korisnika;

- Potreban je sistemski pristup problematici i rad na njemu.

- Prema lokalitetu i mogućnostima svaka opština bi trebala da bude usmerena ka korišćenju određenog vida obnovljivih izvora energije;

- Prema Strategiji razvoja energetike korišćenjem obnovljivih izvora energije, u Vojvodini treba oko 14.000 ljudi da bude zaposleno u ovoj oblasti, a oko 700 treba da je obučeni kadar, koje bi Vlada trebala da obučiti i osposobi;

- Država bi trebala biti prva u korišćenju obnovljivih izvora energije. Koristeći primere iz okruženja, bilo bi poželjno da se kod izgradnje novih zgrada ili u industriji uvede obaveza izrade elaborata o mogućnosti korišćenja obnovljivih izvora energije, s tim da investitori ne bi bili u obavezi da takav vid i koriste;

- Uloga države je da pomogne korisnicima, a ne da se čeka da potencijalni korisnici dolaze po savet;

- Pokrajinska i lokalna administracija bi trebala kroz oblik javnog privatnog partnerstva da učestvuje u izradi projekata, koje bi kasnije predali investitorima na korišćenje, čime bi kapitalizovali svoje učešće.

Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine koordinira sve programe i projekte iz oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije u AP Vojvodini. AP Vojvodina je otvorena za sva ulaganja domaćih i stranih investitora u izgradnju novih kapaciteta u oblasti obnovljivih izvora energije i povećanja energetske efikasnosti.

Razlozi koji do danas, uglavnom, utiču na nedovoljno korišćenje sunčeve energije u Srbiji i Vojvodini su:

- Neznanje u krugovima donosioca odluka o primeni obnovljivih izvora energije, o stanju i planovima u Evropi, o našim budućim obavezama i o svim korisnim aspektima koji proizilaze iz njihove primene.
- Neobaveštenost stanovništva o mogućnostima primene energije Sunca, ceni opreme, energetskim i finansijskim efektima.
- Materijalni standard ukupnog stanovništva Srbije je na vrlo niskom nivou u odnosu na cenu opreme koja je ista kao i u Evropskoj uniji.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- Relativno niska cena električne energije automatski dovodi do toga da se električna energija ne troši racionalno. U odnosu na druge energente, za potrošača je grejanje električnom energijom bilo veoma povoljno.
- Proizvodnja domaće opreme je relativno skupa zbog uvozne zavisnosti pri nabavci materijala i malog i neformiranog tržišta.

Postoji mnogo načina da bi se ubrzale i podstakle aktivnosti u ovoj oblasti, a po ugledu na druge razvijene zemlje najviše efekta proizvelo bi:

- subvencionisanje kupovine svakog solarnog sistema za zagrevanje sanitarne vode. Takođe, beskamatnim kreditima ili oslobađanjem od PDV-a za nabavku solarne opreme skrenula bi se pažnja na ovaj vid štednje električne energije i povećala bi se prodaja solarne opreme;
- subvencionisanje proizvodnje solarne opreme putem kredita ili nepovratnim sredstvima trebalo bi da pomogne proizvođačima da uspostave kvalitetnu proizvodnju i prodaju, uz garantovane nepromenljive cene u periodu preciziranom u ugovoru.

Finansijska sredstva potrebna za realizaciju ovog programa se mogu ostvariti iz više izvora. Predhodno je potrebno omogućiti podlogu u smislu sigurnih investiranja, povoljnih kreditnih linija i odgovarajućih poreskih olakšica, kao i pristup odgovarajućim Fondovima po osnovu ekološkog uticaja primene sunčeve energije na globalno smanjenje emisije štetnih gasova u atmosferu (posebno CO₂). Objektivno se može očekivati da je nedostatak finansijskih sredstava značajna barijera u realizaciji programa. Podsticajna sredstva su deo finansijskih ulaganja i ukoliko ona izostanu realno se može očekivati usporen tempo realizacije Programa. U domenu primene sunčeve energije, realno postoji problem nedovoljnog poznavanja mogućnosti korišćenja i prednosti koje njena primena ima, a koje treba upornom edukacijom, informisanjem i zalaganjem svih odgovornih za sprovođenje ovakve strategije - otkloniti.

Zaključak Poglavlja 12

Na nivou najviših državnih organa i institucija trebalo bi da se donesu programi koji bi omogućili orijentaciju industrijskih grana i građevinskih organizacija i firmi na solaru tehnologiju, kao i finansiranje, kreditiranje i oslobađanje od poreza svih inicijativa u ovoj oblasti.

Postoji mnogo načina da bi se ubrzale i podstakle aktivnosti u ovoj oblasti, a po ugledu na druge razvijene zemlje najviše efekta proizvelo bi:

- subvencionisanje kupovine svakog solarnog sistema za zagrevanje sanitarne vode. Takođe, beskamatnim kreditima ili oslobađanjem od PDV-a za nabavku solarne opreme skrenula bi se pažnja na ovaj vid štednje električne energije i povećala bi se prodaja solarne opreme;
- subvencionisanje proizvodnje solarne opreme putem kredita ili nepovratnim sredstvima trebalo bi da pomogne proizvođačima da uspostave kvalitetnu proizvodnju i prodaju, uz garantovane nepromenljive cene u periodu preciziranom u ugovoru.

Finansijska sredstva potrebna za realizaciju ovog programa se mogu ostvariti iz više izvora. Predhodno je potrebno omogućiti podlogu u smislu sigurnih investiranja, povoljnih kreditnih linija i odgovarajućih poreskih olakšica, kao i pristup odgovarajućim Fondovima po osnovu ekološkog uticaja primene sunčeve energije na globalno smanjenje emisije štetnih gasova u atmosferu (posebno CO₂).

Objektivno se može očekivati da je nedostatak finansijskih sredstava značajna barijera u realizaciji programa. Podsticajna sredstva su deo finansijskih ulaganja i ukoliko ona izostanu realno se može očekivati usporen tempo realizacije Programa. U domenu primene sunčeve energije, realno postoji problem nedovoljnog poznavanja mogućnosti korišćenja i prednosti koje njena primena ima, a koje treba upornom edukacijom, informisanjem i zalaganjem svih odgovornih za sprovođenje ovakve strategije - otkloniti.

POGLAVLJE 13

13. REZIME

Strategija razvoja energetike Srbije do 2015. godine bila je prva strategija usvojena u parlamentu, 2005. godine. Nju sprovodi država putem svojih organa – Ministarstva rudarstva i energetike, Agencije za energetiku, Agencije za energetske efikasnosti Republike Srbije (AEE) i drugih. U Strategiji razvoja energetike Srbije do 2015. godine energetska efikasnost i šire korišćenje obnovljivih izvora energije svrstani su među prioritete. Programom ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine za period od 2007. do 2012. godine utvrđeni su uslovi, način i dinamika ostvarivanja Strategije za sve oblasti energetskog sektora.

U pogledu ispunjavanja Direktive Evropske unije o energetskej efikasnosti na strani potrošnje (2006/32/EC), a u saradnji sa Energetskom zajednicom jugoistočne Evrope, polovinom 2010. Vlada Republike Srbije usvojila je Akcioni plan energetske efikasnosti, sa definisanim ciljevima, merama i dinamikom. Značajan segment jeste i fond za energetske efikasnosti, koji bi trebalo da bude osnovan radi podsticanja i sufinansiranja aktivnosti definisanih Programom ostvarivanja Strategije razvoja energetike do 2012. godine, čiji je cilj poboljšanje energetske efikasnosti u sektorima proizvodnje i potrošnje energije, kao i povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije u Republici Srbiji. Cilj osnivanja i rada tog fonda jeste poboljšanje energetske efikasnosti u privatnim, javnim, poslovnim i drugim zgradama intervencijama na omotaču zgrade, izmenama, modernizacijom i zamenom kotlova i toplotnih podstanica sa instalacijama grejanja, sistema za pripremu sanitarne tople vode i unutrašnjeg osvetljenja, kao i poboljšanjem energetske efikasnosti i korišćenjem obnovljivih izvora energije u industrijskim preduzećima i komunalnim sistemima.

Sunčeva energija predstavlja obnovljiv i neiscrpan energetske resurs koji u energetici zemlje može imati značajno mesto. Obnovljivim izvorima energije, a u okviru njih, energetske tehnologijama koje se baziraju na korišćenju sunčeve energije, ne posvećuju sve zemlje sveta istu pažnju. Slobodno se može reći da toj problematici više pažnje posvećuje relativno mali broj - i to razvijenih zemalja. Ono što je interesantno, ove tehnologije najviše se razvijaju u onim zemljama koje su tehnološki i ekonomski moćnije. Za to postoji više razloga. Najvažniji su strateškog, ekonomskog i ekološkog karaktera.

Sunčeva energija u suštini predstavlja resurs kojim može da, u određenim količinama raspolaže svaka država - bez uvozne zavisnosti, pri čemu je od značaja i činjenica da je to ekološki gledano čista energija čije energetske tehnologije ne zagađuju životnu sredinu u procesu pretvaranja iz izvornog u oblik pogodan za korišćenje. Kada bi svako domaćinstvo u našoj zemlji (naravno i u Vojvodini) imalo bar jednu jedinicu solarnog kolektora kojim bi se grejala sanitarna potrošna voda, uštedela bi se ogromna količina konvencionalne energije. U elektroenergetskom sistemu države to bi predstavljalo znatno rasterećenje sistema. Posebno interesantnu grupu potrošača toplotne energije predstavljaju brojni industrijski, turistički, sportski, medicinski, vojni i drugi objekti. Poznato je da ovi objekti troše značajne količine električne ili energije dobijene sagorevanjem čvrstih, tečnih i gasovitih goriva za grejanje sanitarne ili tehnološke vode do temperatura koje se lako ostvaruju korišćenjem jednostavnih sistema za korišćenje sunčeve energije. Kada je u pitanju grejanje objekata, kako domaćinstava, tako i industrijskih i drugih objekata, sunčeva energija je takođe atraktivna i ekonomski opravdana za korišćenje.

Kada bi svako domaćinstvo u AP Vojvodini imalo bar jednu jedinicu solarnog kolektora kojim bi se grejala sanitarna potrošna voda, uštedela bi se ogromna količina konvencionalne energije. U elektroenergetskom sistemu države to bi predstavljalo znatno rasterećenje sistema.

Posebno interesantnu grupu potrošača toplotne energije predstavljaju brojni industrijski, turistički, sportski, medicinski, vojni i drugi objekti. Poznato je da ovi objekti troše značajne količine električne ili

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

energije dobijene sagorevanjem čvrstih, tečnih i gasovitih goriva za grejanje sanitarne ili tehnološke vode do temperatura koje se lako ostvaruju korišćenjem jednostavnih sistema za korišćenje sunčeve energije.

Kada je u pitanju grejanje objekata, kako domaćinstava, tako i industrijskih i drugih objekata, sunčeva energija je takođe atraktivna i ekonomski opravdana za korišćenje.

Sunčevo zračenje na Zemlji dostiže gustinu snage od 970 do 1.030 [W/m²] (obično se u inženjerskim razmatranjima uzima srednja vrednost od 1.000 [W/m²]), pri čemu korisno dozračena količina energije na jedinicu slobodno orijentisane površine, zavisi od njene orijentacije (treba da je orijentisana prema jugu), od njenog nagiba (poželjno je da sunčevi zraci dospevaju na prijemnu površinu pod uglom što bližem - normalnom, kako bi ozračenje - gustina snage bila što veća), od konstrukcije i energijskih karakteristika prijemnika sunčeve energije, doba dana, doba godine, vremena insolacije, atmosferskih uslova i dr.

S obzirom da je sunčeva energija sa tehničko-eksploatacionog gledišta - energetski resurs obnovljivog karaktera (transformisana sunčeva energija koja se odvede od prijemnika sunčeve energije (PSE) se permanentno obnavlja u uslovima dejstva sunčevog zračenja) - ne može se govoriti o energetskom resursu na način kako se to iskazuje kod drugih - neobnovljivih izvora energije, jer ovaj resurs zavisi od insolacionih uslova, veličine i karakteristike solarnog kolektora (prethodno nabrojanih uticajnih faktora) te vremena izlaganja solarnog kolektora dejstvu sunčevog zračenja. U tom smislu, zavisno od insolacionih uslova, tipa i konstrukcije PSE - može se sa jednog metra kvadratnog PSE godišnje dobiti oko 500 do 1.200 [kWh] toplotne energije, što je približno ekvivalentno energiji koja se dobija iz 50 do 120 litara lož - ulja.

U praksi najčešću primenu imaju solarne instalacije koje kao radni medijum koriste neku tečnost ili vazduh. Ova dva tipa instalacije, u suštini funkcionišu na sličan način, jedino se razlikuju komponente sistema i radni medijum u njima. Kod instalacija sa tečnim radnim medijumom, nosilac toplote može biti voda, voda pomešana sa nekim antifrizom ili tečnost na bazi antifrizu koja je razvijena za primenu u solarnim instalacijama. U ovakvoj instalaciji tečnost koja se zagrejala u vodenim prijemnicima sunčeve energije se najčešće dejstvom centrifugalne pumpe potiskuje kroz cevovod ka razmenjivaču toplote. U njemu se greje potrošna sanitarna ili tehnološka voda, pri čemu se razmenjivač može izvesti sa većom zapreminom, tako da se u njemu vrši istovremeno razmena i akumulacija toplote u masi vode (kombinovan bojler - razmenjivač toplote). Međutim, kod većih instalacija, razmenjivač toplote i skladište tople vode su obično zasebni, tako da postoji potreba prinudne cirkulacije zagrejane vode iz razmenjivača toplote u skladište toplote - koje se odvija dejstvom cirkulacione pumpe - kroz cevovod tzv. sekundarnog, odnosno potrošnog kruga instalacije.

Kada je u pitanju grejanje prostorija u zimskom periodu, jasno je da je u našem podneblju, ukupno energetsko dejstvo sunčevog zračenja manje od letnjeg, ali je još uvek dovoljnog nivoa za korišćenje. Tako npr. iz komercijalnih tipova solarnih kolektora, može se u grejnoj sezoni dobiti - po jednom metru kvadratnom i jednom danu - energija koja se kreće (u zavisnosti od meseca u godini i lokaciji potrošača) - od 1,2 do 3,0 [kWh]. To znači da toplotni solarni kolektor za 30 dana u mesecu može predati nekom potrošaču toplote od 36 do 90 [kWh] sa jednog metra kvadratnog kolektora. Solarni kolektor čija je površina deset puta veća, može obezbediti od 360 do 900 [kWh] energije mesečno, a kolektor površine od 30 [m²] - od 1.080 do 2.700 [kWh] mesečno - što je sa aspekta potreba grejanja već značajna količina toplote. U grejnoj sezoni je moguće dobiti od dejstva sunčevog zračenja oko 360 [kWh] toplotne energije sa jednog kvadratnog metra kolektora, odnosno oko 11.000 [kWh] sa površine od 30 [m²]. Pošto se temperatura toplonoše u solarnom kolektoru, pri preporučenim brzinama strujanja, u zimskom periodu kreću najčešće od 40 do 60 - maksimalno 80 [°C], jasno je da se kod sistema centralnog toplovodnog grejanja u periodu najnižih temperatura - zimi, ne mogu u dovoljnoj meri koristiti. Međutim, čim su spoljni uslovi povoljniji, odnosno kada je spoljna temperatura oko 0 [°C] i više, mogućnost korišćenja toplote iz solarnih kolektora je veća. Tada kotlovska instalacija najčešće radi sa temperaturama 60/45 [°C] - i niže. To znači, da se najbolji efekti za grejanje porodičnih kuća i stanova mogu ostvariti u prelaznim periodima. I takav doprinos energije je vrlo značajan. Ukoliko se u sistemu toplovodnog grejanja primenjuje podno ili zidno grejanje, koje radi sa nižim temperaturama toplonoše, efekti su još bolji. Bolji

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

efekti se ostvaruju primenom vazdušnog sistema grejanja jer se sa nižim temperaturama u kolektoru obezbeđuju određeni efekti grejanja. Međutim, sistemi vazdušnog grejanja se obično ne koriste u postojećim objektima, pa je to jedan od nedostataka za širu primenu. Energetski efekti solarnih sistema pri grejanju kuća ili stanova zavise od više faktora, među kojima ispravno i optimalno projektovanje ima prvorazrednu ulogu. Termičke karakteristike grejanog objekta direktno utiču na veličinu toplotnih gubitaka, a time i na potrebe za toplotnom energijom.

Kod solarnih instalacija sa vazduhom kao radnim medijumom (nosiocem toplote), obično se zagrejan vazduh iz vazdušnog solarnog kolektora, dejstvom ventilatora potiskuje kroz kanalski razvod - do grejane prostorije. Ako ne postoji mogućnost da u toj grejanoj prostoriji dođe do značajnijeg zagađenja vazduha, rashlađen vazduh se potiskuje ponovo u solarni kolektor - na dogrevanje. Ovakav sistem instalacije se koristi kod grejanja prostorija kuća ili drugih objekata. Naravno, u sistemu se tada obično nalazi filter za odvajanje mehaničkih čestica nečistoće (prašine) iz vazduha. Uvođenje svežeg vazduha iz spoljne sredine u grejane prostorije se može ostvariti na klasičan način. Kada je u pitanju instalacija kod koje postoji mogućnost da se promeni kvalitet vazduha (kao npr. kod različitih procesa sušenja), rešenje bazira na otvorenom, protočnom sistemu kod kojeg se vazduh iz spoljne sredine usisava preko solarnih kolektora i potiskuje u grejani proces (gde prima npr. vlagu), a iz procesa izbacuje u spoljnu sredinu. Ovakav sistem je relativno jednostavan, ali sa otpadnim vazduhom se gubi i značajna količina toplote. Kod složenijih sistema se energetski efekti mogu povećati preko zatvorenog primarnog kruga i otvorenog sekundarnog - potrošnog kruga. To se obezbeđuje ugradnjom razmenjivača toplote tipa: vazduh - vazduh.

Koncepcija tzv. "integralnih/integriranih solarnih kolektora" bazira na potrebi obezbeđenja jednostavnijih i jeftinijih solarnih kolektora koji mogu u obezbediti iste efekte grejanja vode ili vazduha kao i klasični tipovi konstrukcija. To se ostvaruje integriranjem funkcije solarnog kolektora i dela građevinskog objekta (fasade ili krovništva), tako što se vrši direktno formiranje kolektora na objektu, pri čemu deo objekta (zid ili krovništvo) predstavlja graničnu površinu ovako formiranog solarnog kolektora. Efekti ovakve konstrukcije su obično dvostruki: poboljšava se termička karakteristika zida ili krovništva (smanjuju toplotni gubici) i obezbeđuje projektovana količina toplotne energije. Često, u takvim situacijama, su troškovi izrade dela fasade ili krova manji, obzirom da integralni solarni kolektor formira spoljnu oblogu tih površina. Osim integralnih tipova solarnih kolektora sa vazduhom kao nosiocem toplote, postoje i rešenja kod kojih se kao radni medijum koristi tečnost. Ova rešenja su nešto složenija od vazdušnih, pošto zahtevaju složeniju konstrukciju apsorbera.

- Nivo potrebnih ulaganja u solarne instalacije za domaćinstva

Okvirni podaci o potrebnim ulaganjima u izgradnju solarnih instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode u domaćinstima i grejanja prostorija - stanova domaćinstava pokazuju da su specifične vrednosti ulaganja po domaćinstvu i po 1 m² stambene površine sledeće:

a) ZA GREJANJE SANITARNE VODE

Ulaganja se kreću od 15 - 25 Eura/m², odnosno 900 do 1.500 Eur/domaćinstvu.

Napomena: Manje vrednosti se odnose na jeftinije solarne kolektore i jednostavnije instalacije (sistemi sa direktnom vezom sa bojlerom - bez razmenjivača toplote; sa razvodnim cevnom sistemom manje dužine - kada postoji mogućnost da se solarni kolektor postavi bliže bojleru - tada je kupatilo na južnoj strani objekta; termosifonska cirkulacija vode u sistemu). Veće vrednosti se odnose na skuplje solarne kolektore ili složenije instalacije (sistemi sa indirektnom vezom - sa razmenjivačem toplote; sistemi sa prinudnom cirkulacijom i automatikom za regulisanje rada).

Efekti: Grejanje potrošne sanitarne vode u periodu od aprila do oktobra (niže vrednosti investiranja) ili tokom cele godine (više vrednosti). U prvom slučaju se postiže pokrivenost potreba za energijom u navedene svrhe od oko 60 % do 70 % (u navedenom periodu), a u periodu od oktobra do aprila je oko 30 % - 40 %. Energija koja se dobija transformacijom sunčeve energije po jednoj jedinici solarnog kolektora (oko 2 m²) prosečnih karakteristika i prosečne efikasnosti je od 1.600 do 2.000 kWh godišnje!

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

b) ZA GREJANJE PROSTORA

Uslovi za obezbeđenje grejanja stambenog prostora su složeniji, a investiciona ulaganja veća (obzirom da takav sistem treba da se koristi samo u grejnom periodu - kada je insolaciono dejstvo manje). Ulaganja se kreću od 50 - 100 Eura/m², odnosno oko 3.000 do 6.000 Eura po domaćinstvu.

Napomena: Manje vrednosti se odnose na male stanove (do 60 m²) sa boljim termičkim karakteristikama zidova i manjim toplotnim gubicima kroz procepe; boljim mogućnostima aplikacije integralnih slarnih kolektora sa vazduhom kao radnim medijumom; boljim rasporedom prostorija i prozora na objektu; boljoj orijentaciji prijemne površine objekta. Veće vrednosti se odnose na stanove sa lošijim termičkim karakteristikama zidova i većim toplotnim gubicima, slabijim mogućnostima aplikacije integralnih solarnih kolektora sa vazduhom kao radnim medijumom; lošijim rasporedom prostorija i prozora na objektu; lošijoj orijentaciji prijemne površine objekta. Prethodno se odnosi na grejanje prostorija toplim vazduhom uz korišćenje tzv. integralnih solarnih kolektora koji sa objektom formiraju solarni kolektor. Ne zahteva se specijalna arhitektura objekta, ali je poželjna dobra orijentacija jedne strane objekta (južna orijentacija) i pravilniji raspored prostorija u objektu, kao i bolji raspored prozora na njemu. U svim drugim slučajevima vrednost investicija je znatno veća - za iste uslove grejanja (10.000 do 15.000 Eura).

Efekti: Optimalnom instalacijom i veličinom solarnih kolektora omogućuje se kod standardno izgrađenih objekata (niže ili višespratnice) pokrivenost potreba grejanja od 25 do 30 % - tokom godine.

- Koncept sistemskog regulisanja obaveze korišćenja sunčeve energije

Za koncept koji bi sistemski regulisao obavezu korišćenja sunčeve energije potrebno je obezbediti preduslove da nadležna ministarstva za:

- privredu,
- turizam,
- sport i dr.

prilikom pokrivanja određenih (budžetskih) troškova:

a) energije za:

- grejanje sanitarne i tehnološke vode,
- sušenja poljoprivrednih i industrijskih proizvoda,
- grejanje prostorija objekata različitih namena,
- i dr.

b) za izgradnju i rekonstrukciju objekata,

v) različitih oblika dotiranja i finansiranja,

g) izdavanja odgovarajućih odobrenja za investicionu gradnju i sl.

zahtevaju tehno-ekonomski elaborat o mogućnostima alternativnog korišćenja sunčeve energije (ili drugog alternativnog energetskeg izvora kojim se nesporno i pouzdano raspolaže). Bilo bi društveno-ekonomski i razvojno opravdano da svako ministarstvo (ili organ uprave) u okvirima konkretne nadležnosti zahteva (ili blaže: da preporuči) od podnosioca prethodno navedenih zahteva - da podnese pomenuti elaborat. To bi mogao biti uslov (ili blaže: jedan od elemenata prioriteta) da se svaki konkretan zahtev odobri, finansira ili izda odgovarajuća dozvola.

Trebalo bi predvideti, da veliki potrošači energije - posebno oni koji troše više energije po proizvodu (imaju veću specifičnu energetskeg potrošnju) imaju obavezu postepenog, segmentnog, delimičnog uvođenja u korišćenje i alternativnih izvora energije (u okviru toga i sunčeve energije) - za sopstvene potrebe. Iz razvojnih fondova elektroprivrede treba finansirati solarne instalacije za objekte koji imaju bolje smeštajne i eksploatacione mogućnosti (misli se na privatni sektor, ali i na društveni - posebno one koje su na budžetu). To bi imalo koristi vezane za energetske sistem, a i kao element popularizacije šireg korišćenja ovog energetskeg izvora. Pri tome su značajni i ekološki efekti. Zakon o energetici bi trebalo - u skladu sa prethodnim korigovati.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Da bi se intenziviralo korišćenje solarne energije u Srbiji potrebno je stvoriti povoljnu poslovnu klimu za razvoj domaće industrije solarne opreme na bazi svetskog i sopstvenog istraživanja i razvoja. U sadašnjim uslovima je moguće da se čak i u malim serijama dobije oprema odgovarajućeg kvaliteta i niže cene od uvozne opreme.

Neophodno je postaviti za cilj da se sve potrebe za zagrevanjem vode do 80°C u stambenim prostorima i industrijskim procesima koriste sistemi za korišćenje sunčeve energije. Na taj način podstakla bi se građevinska industrija da se ozbiljnije bavi ovim izvorom energije. Takođe je neophodno podsticati razvojne i inovacione aktivnosti u tehnologiji i proizvodnji solarne opreme, koje će u domaćoj proizvodnji dovesti do veće efikasnosti i nižih cena. Pri tome se, svakako, ne sme zanemariti ni neprekidno promovisanje upotrebe energije Sunca, u čemu veliku ulogu mogu imati mediji i nevladine organizacije.

Obzirom na dokumente Evropske unije da se do 2020. godine udeo obnovljivih izvora energije poveća na 20% od ukupne proizvodnje energije, bilo bi potrebno imati u vidu da niskotemperaturna primena sunčeve energije ima najveći potencijal. Zbog zapostavljenog razvoja u prethodnom periodu niskotemperaturna primena sunčeve energije će u neposrednoj budućnosti doživeti ogroman napredak, jer 50% ukupne potrebne energije za grejanje može da se podmiri sunčevom energijom. To se može ostvariti samo naučnim i istraživačkim radom, proverom i primenom u praksi. Kada se zna da se preko 40% energije u Evropi i kod nas troši na zagrevanje prostora onda je jasno da u toj oblasti mogu da se ostvare najveće uštede primenom sunčeve energije. U Evropi, se već 20 godina gradnja novih stambenih i poslovnih objekata podvrgava inovacijama i propisima koji doprinose energetske efikasnosti. U budućnosti će se ovaj trend još intenzivnije nastaviti u sledećim oblastima:

- Gradnja novih aktivnih solarnih objekata za stanovanje i poslovanje;
 - Renoviranje starih objekata da bi zadovoljili nove zahteve i postali aktivni solarni objekti;
 - Primena solarne energije u industriji i svim procesima gde su potrebne temperature do 250 °C i dr.
- Strategija Evropske unije planira da do 2025. godine smanji potrebe za energijom - za 40% u oblasti zagrevanja prostora - prvenstveno povećanjem energetske efikasnosti, a do 2050. godine solarna energija treba da zadovolji 50% energetske potrebe za grejanjem. Oba procesa se već sada odvijaju paralelno.

Prosečno sunčevo zračenje u Srbiji je za oko 40% veće od evropskog proseka, ali i pored toga korišćenje sunčeve energije za proizvodnju električne energije daleko zaostaje za zemljama Evropske unije. Stvaranje uslova za razvoj i funkcionalnost održivog tržišta fotonaponskih sistema je od velikog značaja za ekonomiju i očuvanje prirodne sredine u Srbiji - Vojvodini, tako da su predloženi sledeći glavni ciljevi za implementiranje i razvoj solarnih fotonaponskih sistema u Srbiji:

- Implementacija postojećih zakonskih uredbi koje se odnose na proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije. Naime, zakon o energetici donet 2004. godine uveo je kategorije povlašćenih proizvođača električne, odnosno toplotne energije koji koriste obnovljive izvore energije, a koji imaju pravo na subvencije, poreske, carinske i druge olakšice. Godine 2009. doneta je i uredba koja definiše kriterijume za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora energije, a u okviru ovog akta određena je i podsticajna otkupna cena električne energije. Ova zakonska akta bi trebalo da omoguće bržu i širu primenu fotonaponske tehnologije u ukupnom elektro-energetskom sistemu Srbije;
- Povećanje medijske i javne aktivnosti s ciljem da se razvije interesovanje za obnovljive izvore energije (OIE) i upoznaju širi slojevi stanovništva o značaju i prednostima energetske efikasnosti i korišćenju solarne energije;
- Aktiviranje starih i izgradnja novih centara za praćenje aktivnosti sunčevog zračenja na celoj teritoriji zemlje, s ciljem identifikacije povoljnih regiona za primenu fotonaponskih solarnih uređaja;
- Uključivanje domaćih naučnih istraživačkih i razvojnih centara u evropske istraživačke projekte o fotonaponskim sistemima.

Postoje četiri glavna razloga zbog kojih u Srbiji treba pokrenuti sve raspoložive snage da bi se sada u vrlo kratkom periodu, koji je veoma važan za nas, značajno povećala primena solarne energije.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

1. Preko 55% ukupne energije troši se u domaćinstvima u Srbiji u obliku električne energije od čega dobar deo za zagrevanje sanitarne vode.
2. Postiže se smanjivanje troškova za zagrevanje sanitarne vode za oko 60 do 70% u toku godine, što dovodi do rasterećenja kućnog budžeta.
3. Povećava se zaposlenost u procesu istraživanja, proizvodnje, montaže i servisiranja solarne opreme.
4. Postizanjem značajnije primene solarne energije približavamo se preporukama Evropske unije o korišćenju obnovljivih izvora energije, među kojima Sunce ima značajnog udela.

Imajući prethodno u vidu i u okviru ove studije - izloženo i obrazloženo - može se oceniti da je za potrebe različitih potrošača energije u Vojvodini, danas preporučljiva, kompatibilna i dovoljno pouzdana i tehnno-ekonomski (i ekološki) opravdana primena:

1. Nižetemperaturnih solarnih sistema (sa ravnim termičkim kolektorima) u procesima grejanja sanitarne i tehničke potrošne vode u domaćinstvima, institucijama, turističkoj privredi, zdravstvu, industriji i svuda gde postoji potreba za grejanjem (ili predgrevanjem) različitih fluida.

2. Fotonaponskih konverzionih sistema za proizvodnju električne energije - od malih snaga (mini elektrane) do srednjih i većih snaga.

Istraživanja i komercijalna primena u oblasti tehnologija za korišćenje sunčeve energije u procesima grejanja i proizvodnje električne energije – imaju u proteklim decenijama za rezultat – dovoljno pokazatelja i praktičnih iskustava – da se može reći da su ove tehnologije, uglavnom, prevazišle baznu istraživačku i eksperimentalnu fazu, te da su dostigle značajan stepen praktične primenljivosti i komercijalne zrelosti. Naravno, to ne znači da nisu potrebna dalja istraživanja u smeru osvajanja novih, efikasnijih, tehnološkičnijih i efikasnijih rešenja pogodnih za širu i dalju primenu u praksi – u svakodnevnom životu i radu – kao i sistemi pouzdani i dovoljno efikasni u smislu korišćenja u različitim procesima grejanja (vode, prostora i dr.), predsušenja i sušenja (poljoprivrednih i industrijskih proizvoda), proizvodnji električne energije za svakodnevne potrebe i sl. Može se zaključiti da svetska solarna industrija, već danas, raspolaže pouzdanim tehnologijama i dugogodišnjim iskustvom praktične primene. U tom smislu, sistemi za korišćenje sunčeve energije za različite niže temperaturne procese (do 100 °C) su prihvatljivo pouzdani, efikasni i komercijalno zreli. To se, pre svega, odnosi na korišćenje toplotnog dejstva nižetemperaturnom konverzijom sunčevog zračenja u toplotu – za potrebe grejanja sanitarne potrošne vode (u svim segmentima korišćenja – od domaćinstava, turističkih objekata, ustanova – do industrije), tehničke vode (u agroindustrijskim i industrijskim procesima) i dr.

Korišćenje nižetemperaturnih solarnih postrojenja (solarnih kolektora) u procesima predsušenja ili sušenja poljoprivrednih proizvoda ili u industriji – industrijskih proizvoda (proces koji zahtevaju radne temperature do 100 °C) je praktično primenljivo – bilo direktno – predgrevanjem agensa sušenja (vazduha i drugih gasova) – u vazдушnim kolektorima, bilo indirektno – putem solarnih kolektora sa tečnim radnim medijumom.

Ne sme se izgubiti iz vida činjenica da i nižetemperaturni solarni sistemi (kolektori) omogućuju u višetemperaturnim procesima – predgrevanje. Jer u svim procesima – bili oni niže ili više temperaturni – zagrevanje se vrši od nekih nižih temperatura (temperatura okoline) do nekih, tehnološki potrebnih temperatura.

Najekonomičnije grejanje objekata sunčevom energijom sa gledišta investicionih ulaganja i pogonske efikasnosti bazira na principima pasivnog solarnog grejanja.

To su tehnički veoma jednostavni sistemi kojima se omogućuje najneposredniji prijem toplotnog dejstva sunčevog zračenja putem određenih površina i elemenata samih objekata koji se greju. U biti, jednostavnim prilagođavanjem objekata intenzivnijem prijemu sunčeve energije formira se specifičan oblik kolektora zračenja. Osnovna prednost pasivnih solarnih sistema u odnosu na aktivne je u neposrednijem prenosu toplote prostoru koji se greje. Ova toplota se dobija obezbeđenjem intenzivnijeg upada zraka u prostor koji se greje, prilagođavanjem delova površina južnih fasada i krovova vršenju funkcije kolektora sunčevog zračenja, kao i aplikacijom tzv. "staklene bašte" na južne zidove objekata koji

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

se greju. Intenzivniji upad zraka u prostorije obezbeđuje se većim prozorskim površinama na južnim stranama objekata.

Prilagođavanje južnih površina objekata boljem prijemu sunčevog zračenja, najčešće se izvodi bojenjem tih površina tamnom bojom (najčešće crnom) i njihovim zastakljenjem jednostrukom ili dvostrukom staklenom ili plastičnom transparentnom pločom.

Tehnologija pasivnog solarnog grejanja je dostigla punu zrelost, kako sa aspekta dužine vremena korišćenja (i bogatog iskustva) ovakvih koncepcija u svetu, tako i zbog relativno jednostavnih konstrukcionih rešenja. Ovakvi sistemi se mogu koristiti kod velikog broja postojećih objekata, a posebno bi trebalo predviđati njihovu primenu kod svih objekata koji se sada projektuju i u bliskoj ili daljoj budućnosti - budu gradili. Neke procene ukazuju da je moguće primeniti ovu tehnologiju gotovo odmah (što se tiče posebne pogodnosti za primenu) kod oko 30 % postojećih objekata. Vojvodina je posebno pogodna za primenu ove koncepcije grejanja (i u urbanim, a posebno u ruralnim sredinama), kako zbog ravničarskog terena, tako i zbog tradicionalnih koncepcija gradnje kuća. Jednostavnost tehnologije pasivnog solarnog grejanja omogućuje da se uz manja (i postupna) ulaganja obezbede značajni energetske efekti u domaćinstvima. Jednostavniji sistemi pasivnog solarnog grejanja se otplaćuju za vrlo kratak vremenski period - od nekoliko godina.

Fotoelektrična konverzija, zbog složene i specifične tehnologije proizvodnje fotonaponskih ćelija, je skupa, te je manje konkurentna drugim vidovima energije. Stepenn iskorišćenja im je još uvek izrazito mali i kreće se u granicama od 10 do 20%, što je znatno niže od stepena iskorišćenja toplotnih prijemnika. Imajući u vidu trend razvoja tehnologije za proizvodnju fotonaponskih ćelija, može se već u bliskoj budućnosti očekivati pad cene po jedinici instalisane snage. Međutim, u procesima gde se koristi toplota, prijemnici za transformaciju energije Sunčevog zračenja u toplotu mogu imati dominantnu primenu, pošto od prijema do procesa potrošnje nije potrebna promena energetske oblike. Samim tim su izbegnuti dodatni transformacioni gubici energije.

Proizvodnja fotonaponskih uređaja se duplira svake dve godine uz prosečan godišnji porast od 48% od 2002. godine, tako da ova grana privrede pokazuje najbrži razvoj u svetu u poređenju sa svim ostalim granama energetske tehnologije. S ekonomskog aspekta, cena struje dobijene iz sunčeve energije kontinuirano pada kao rezultat tehnoloških unapređenja i rasta masovne proizvodnje, dok se očekuje da će fosilna goriva postati znatno skuplja u skoroj budućnosti. U ovom trenutku je za Srbiju - Vojvodinu opravdanije podsticati korišćenje energije sunčevog zračenja za proizvodnju toplotne i električne energije u domenu domaćinstava, industrije i nekih grana poljoprivrede zbog manjih investicionih ulaganja. Isto tako opravdano je i podsticanje i izgradnja većih solarnih elektrana na bazi fotonaponskih sistema. Takva politika bi, između ostalog, bila korisna i zbog razvoja domaće ekonomije, kao i upošljavanja stanovništva u oblasti čistih energija. Međutim dugoročno gledano, budućnost pretvaranja sunčevog zračenja je u FN tehnologiji i njenoj integraciji sa ostalim granama tehnologije, što je i u skladu sa stavovima, planovima, ali i trenutnim stanjem u Evropskoj uniji i ostalim ekonomski vodećim zemljama sveta. Stoga se u daljem izlaganju razmatraju isključivo uređaji i sistemi bazirani na fotonaponskom pretvaranju sunčeve energije te odgovarajući program, planovi i mogućnosti korišćenja i razvoja u Srbiji i Vojvodini.

Sunčeva energija je ekološki gledano čista energija čije energetske tehnologije ne zagađuju životnu sredinu. Ona predstavlja resurs sa kojim raspolaže svaka država - bez uvozne zavisnosti. Ogromna ušteda konvencionalne energije bi se ostvarila kada bi svako domaćinstvo imalo bar jednu jedinicu solarnog kolektora kojim bi se grejala sanitarna potrošna voda. Gledano u elektroenergetskom sistemu države, to bi predstavljalo znatno rasterećenje sistema. Naročito interesantnu grupu potrošača toplotne energije čine brojni industrijski, turistički, sportski, medicinski, vojni i drugi objekti. Poznato je da ovi objekti za grejanje sanitarne ili tehnološke vode troše značajne količine električne energije dobijene sagorevanjem čvrstih, tečnih i gasovitih goriva. To se lako može ostvariti korišćenjem veoma jednostavnih sistema za korišćenje sunčeve energije. Sunčeva energija je veoma atraktivna i ekonomski opravdana za korišćenje i kada je u pitanju grejanje domaćinstava, industrijskih i drugih objekata.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

U zimskom periodu je, u našem podneblju, ukupno energetsko dejstvo sunčevog zračenja manje od letnjeg, ali je još uvek dovoljno efikasno za korišćenje. Tako npr. iz komercijalnih tipova solarnih kolektora, može se u grejnoj sezoni dobiti - po jednom metru kvadratnom i jednom danu - energija koja se kreće (u zavisnosti od meseca u godini i lokaciji potrošača) - od 1,2 do 3,0 [kWh]. To znači da PSE za 30 dana u mesecu može predati nekom potrošaču toplote od 36 do 90 [kWh] sa jednog metra kvadratnog kolektora. PSE čija je površina deset puta veća, može obezbediti od 360 do 900 [kWh] energije mesečno, a kolektor površine od 30 [m²] - od 1.080 do 2.700 [kWh] mesečno – što je sa aspekta potrebe grejanja već značajna količina toplote. U grejnoj sezoni je moguće dobiti od dejstva sunčevog zračenja oko 360 [kWh] toplotne energije sa jednog kvadratnog metra PSE, odnosno oko 11.000 [kWh] sa površine od 30 [m²].

Pošto se temperatura toplonoe u solarnom kolektoru (pri preporučenim brzinama strujanja) u zimskom periodu kreće najčešće od 40 do 60 - maksimalno 80 [°C], jasno je da se kod sistema centralnog toplovodnog grejanja u periodu najnižih temperatura ne mogu se u dovodnoj meri koristiti. Međutim, čim su spoljni uslovi povoljniji, odnosno, kada je spoljna temperatura oko 0 [°C] i više, mogućnost korišćenja toplote iz PSE je veća. Tada kotlovska instalacija najviše se radi sa temperaturama od 60/45 [°C]. To znači, da se najbolji efekti za grejanje porodičnih kuća i stanova mogu ostvariti u prelaznim periodima. I takav doprinos energije je vrlo značajan. Ukoliko se u sistemu toplovodnog grejanja primenjuje podno grejanje sa podnim panelom, koje radi sa nižim temperaturama toplonoe - efekti su još bolji. Najbolji efekti se ostvaruju primenom vazdušnog sistema grejanja. Energetski efekti solarnih sistema pri grejanju kuća ili stanova zavise od više faktora, među kojima ispravno i optimalno projektovanje ima prvorazrednu ulogu. Termičke karakteristike grejanog objekta direktno utiču na količinu toplotnih gubitaka, a time i na potrebe za toplotnom energijom.

Ne zanemarujući je i ekonomski efekat razvoja novih privrednih grana proizvođača i dobavljača tehnologije u oblasti obnovljivih energetskih izvora. Na osnovu studije Evropske federacije o korišćenju toplotne sunčeve energije (ESTIF) korišćenje sunčeve energije ima neuporedivo više pogodnosti u radu u poređenju sa fosilnom i nuklearnom energetikom. Na 1.000 GWh isporučene primarne energije pripada 90 otvorenih radnih mesta u sektoru energetike bazirane na uglju, 72 radna mesta u sektoru nuklearne energetike i čak 3.960 radnih mesta u sektoru sunčeve energije. Računajući tu izradu, projektovanje, instalisanje i održavanje solarnih sistema, koja za razliku od velikih energetskih izvora nije centralizovana na jednom mestu, već pruža mogućnost rada u svim regionima. Naime, ako pomislimo na ograničene zalihe mrkog uglja, obnovljivi energetski izvori su jedini domaći osnovni energetski izvori u budućnosti. Korišćenjem obnovljivih izvora može Srbiji doneti desetine hiljada novih kvalifikovanih radnih mesta, koja se u budućnosti neće plašiti i biti nečija jevtina radna snaga u drugim regionima sveta.

Korišćenjem sunčeve energije čuvaju se prirodni izvori na našoj planeti. Prekomerno korišćenje fosilnih goriva kao što su sirova nafta, uglj ili zemni gas sa sobom donosi u prvom redu ozbiljne probleme u vezi sa našom životnom sredinom. Globalno zagrevanje i klimatske promene su postali realnost, zato je neizbežno težiti ka širem korišćenju „čistih“ tehnologija, među koje neosporno spada i korišćenje toplotne sunčeve energije. Korišćenjem sunčeve energije sa za razliku od spaljivanja klasičnih vrsta goriva neispuštaju u atmosferu nikakve štetne materije niti gasove staklene bašte koje uzrokuju postepeno zagrevanje atmosfere.

LITERATURA

1. "Serbia Builds First Solar Energy Plant", BalkanInsight, June 2008. Available Online: <http://www.balkaninsight.com/en/main/news/10804/>
2. Advisory Committee on Technology Innovation, *Energy for Rural Development*, National Academy Press, Washington, P. C., 19981.
3. Angrist, S. W., *Direct Energy Conversion*, Allyn and Bacon, Inc., Boston, 1971.
4. Anonymous, *SRB (Surface Radiation Budget) dataset document*, NASA Langley Research Center, Maryland, USA, 1994.
5. Bever M. B. ed., *Encyclopedia of Materials Science and Engineering*, Pergamon Press, Oxford, (1986) 4479.
6. Bever, M. B. ed., *Encyclopedia of Materials Science and Engineering*, Pergamon Press, Oxford, (1986) 4427.
7. Beyer H. G., Czeplak G., Terzenbach U. and Wald L.: *Assessment of the method used to construct clearness index maps for the new European Solar Radiation Atlas (ESRA)*. Solar Energy, 61, 6, 389-397., 1997.
8. Blagojević, Z., Prvulović, S., Tolmač, D., *Energetski i radni parametri sušara finalnih proizvoda od žitarica*, Naučno-stručni časopis Energetske tehnologije br. 1-2, str.(7-9), Srbija Solar, 2008.
9. Bogner, M., Vasiljević, B., *Osnovi teorije i tehnike sušenja, Procesna tehnika*, br. 1, 2, 3, 4 str.(77-85) i str.(69-78), SMEITS, Beograd, 1986.
10. Bosanac, M., Pavlović, T., Petković, Z., *Sunčeva energija*, 10 (1989) 17.
11. Cheremisinoff, P. N., Regino, T. C., *Principles and Applications of Solar Energy*, Van Arbor Science P. Inc., Ann Arbor, 1978.
12. Chiras D., Aram R., Nelson K., *Power from the sun – achieving energy independence*, New society publishers, Canada, 2009.
13. Chronar Co., Princeton USA, *Technical characteristics of standard photoconversion glass / a-Si module*, 1997.
14. Dragičević, S., Lambić, M., *Uticao radnih i konstruktivnih parametara na energetska efikasnost aktivnog solarnog zida*, Energetske tehnologije br. 1 (2004), str. 3-7
15. Dragičević, S., Lambić, M., *Uticao radnih i konstruktivnih parametara na energetska efikasnost aktivnog solarnog zida*, Energetske tehnologije br. 1 (2004), str. 3-7
16. ESRA - European Solar Radiation Atlas, JOULE II project no. J0U2-CT-94-00305, 1994., European Commission, DG ECFIN; REP-EN-51952
17. European Photovoltaic Industry Association (EPIA); *Global Market Outlook until 2013*.
18. Filonenko, G.K., Lebedev, P.D., *Sushilnie ustanovki*, Gosenergoizdat, Moskva, 1982.
19. Fonash, S. J., *Solar Cell Device Physics*, Academic Press, New York, 1981.
20. Furlan ed., *Nonconventional Energy*, Plenum Press, New York, 1981.
21. Furlan, G. ed., *Nonconventional Energy*, Plenum Press, New York, 1981.
22. Golchert, R., Dogniaux, M., Lemoine, Ed., Palz, W., Verlag TÜV Rheinland, Cologne, Commission of the European Communities, *European Solar Radiation Atlas*, 1997.
23. Gottstein, G., *Physical Foundations of Materials Science*, Springer, Berlin, 2004.
24. Green, M. A., *Solar Cells*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1982.
25. Greenpeace International, European Renewable Energy Council (EREC), 2008, ISBN 9789073361898
26. Grupa autora, Liber Perpetuum, *Knjiga o potencijalima obnovljivih izvora energije u Srbiji i Crnoj Gori*, OSCE Mission to Serbia and Montenegro, 2004
27. Hall, D. O., Mortan, J. ed., *Solar World Forum*, v.2, Pergamon Press, Oxford, 1982.

28. Harris, N., Miller, C., Thomas, I., *Solar Energy Systems Desing*, John Wiley, New York, 1985.
29. International Energy Agency, Oil Market Report, 2008
30. ISO, *Solar Energy - Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation*
31. Janković, *Solarna energija - toplotna konverzija sunčevog zračenja*, Jefferson Institute, 2010.
32. Jones, G. J., *Proceedings of Nineteenth IEEE Photovoltaic Specialists Conference Tutorial, Photovoltaics – Investing in Development*, New Orleans, Louisiana, 1987.
33. Jui Sheng Hsieh, *Solar Energy Engineering*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.
34. Kaplanis, S., *PV Systems*, T.E.I., Patra, 2006.
35. Knapp, V., Kulišić, P., *Novi izvori energije*, Školska knjiga, Zagreb, 1985.
36. Koltun, M. M., *Optika i metrologija solnečnih elementov*, Nauka, Moskva, 1985.
37. Komp, R. J., *Practical Photovoltaics*, AATEC Publications, Michigan, 1984.
38. Krulj, I., - *Mesto i uloga solarnih ćelija u nastavi fizike u osnovnim i srednjim školama - magistarski rad*, Prirodno- matematički fakultet u Nišu, Niš, 2009.
39. Kyocera Co., Kyoto, Japan, *Technical characteristic of KC40 multicrystal photovoltaic module*, 1997.
40. Lalović, B. et al., *Proceedings of the International Photovoltaic Solar Energy Conference*, Florence, (1988) 280.
41. Lalović, B. et al., *Solar Cells*, 26 (1989) 263.
42. Lalović, B., Kiss Z., Weakliem, H., *Solar Cells*, 19 (1986–1987) 131.
43. Lalović, B., *Nasušno sunce*, Nolit, Beograd, 1982.
44. Lambić, M. et al, *Supplement to the Characteristics Analysis of Plan Plate Collectors*, Proc.: "3rd International Congress on the New Energy Sources", Istanbul, 1984.
45. Lambić, M. et al., *The supplement to the characteristics analysis for the flat plate collectors*, The Sun energy, 3(1981)1-2, pages. 205-211
46. Lambić, M., Đajić - Jovanović R., *The Energetic Existence of the Greenhouse, Energy Conservation and Use of Renewable Energies in the Bio-Industries*, ed. by F. Vogt, Pergamon Press, Oxford and New York, 1981., p. 137-149.
47. Lambić, M., *Energetika*, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1995.
48. Lambić, M., *Energetski bilans najpovoljnijih tipova prijemnika sunčevog zračenja za grejanje kuća*, Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke, br. 72, 1987., s. 185-202.
49. Lambić, M., *Energize and little greenhouses*, Contemporary agricultural technic, 4(1983), pages 211-216
50. Lambić, M., *Energy Balance of Integral Collector within a System of Passive Solar Heating*, Conf. Proc. International Conference on Passive Solar Architecture, Bled, 1988., p. 283-287
51. Lambić, M., Pavlović, N., Tasić, I., Stojićević, D., *Solarna energetika*, "Srbija solar", Zrenjanin, 2006.
52. Lambić, M., Pavlović, N., Tasić, I., Stojićević, D., *Solarna energetika*, „Srbija solar“, Zrenjanin, 2006.
53. Lambić, M., Pekez, J., *Monitoring i upravljanje u cilju povećanja energetske efikasnosti solarnih sistema*, Energetske tehnologije br. 1-2 (2005), str. 36-38
54. Lambić, M., Pekez, J., *Uporedne karakteristike cevnog i panelnog vakuum kolektora*, Energetske tehnologije br. 2 (2004), str. 42-45
55. Lambić, M., *Solarna tehnika*, Društvo za sunčevu energiju "Srbija solar", 2004.
56. Lambić, M., *Solarne instalacije i objekti*, Društvo za sunčevu energiju "Srbija solar", 2004.
57. Lambić, M., *Termoenergetika prijemnika sunčeve energije*, 1991., Tehnička knjiga, Beograd i Tehnički fakultet "M.Pupin", Zrenjanin
58. Lambić, M., *Termotehnika sa energetikom*, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1998.

59. Lambić, M., *The energetic effects of the "active" and "passive" mass wall in the solar heating system*, The Collection of papers from 28th congress on air conditioning, heating and cooling, Belgrade, 1997., pages 231-245
60. Lambić, M., *The energetical balance of the unfavourable types of the sun radiation collectors for houses heating*, The Matica Srpska collection for Science, N^o. 72 (1987), p. 185-202
61. Lambić, M., *The manual for solar heating*, The scientific book, Belgrade, 1992.
62. Lambić, M., Tolmač, D., *The energetic effects of the "active" and "passive" mass wall in the solar heating system*, The Collection of papers from 28th congress on air conditioning, heating and cooling, Belgrade, 1997., pages 227- 232
63. Lambić, M., *Total Energy Balance of Solar Collector Applied with the Heated Object*, Symp. Proc. International Symposium on Solar Energy, Istanbul, 1989., p.10.1-10.6
64. Lambić, M., Vragović, I., *The non-stationary model of massive solar wall work*, The Collection of papers of the scientific-expert workshop: " The Sun energy", Zrenjanin, 1999.
65. Lambić, M., Vragović, I., *The thermo-dynamic analysis of the Trombe's wall stationary model*, The Collection of papers of the scientific-expert workshop, "The Sun energy", Zrenjanin, 1999.
66. Lambić, M., Vukadinović, B., *Uporedni pokazatelji eksperimentalnih karakteristika kod modela aktivnog i pasivnog masivnog solarnog zida*, Energetske tehnologije br. 4 (2005), str. 25-28
67. Lambić, M., *Solar Walls - The Passive Solar Heating*, University of Novi Sad Tehnical Faculty "M. Pupin", Zrenjanin, 1999. (306 st.)
68. Lehner, G., *Solar Technik*, Lexika – Verlag, Grafenau, 1978.
69. *Liber Perpetuum*, knjiga o obnovljivim izvorima energije u SCG, OEBS Misija u Srbiji i Crnoj Gori, Novi Sad, 2004.
70. Lukić, M., *Solarna arhitektura*, Naučna knjiga, Beograd, 1994.
71. Markvart, T., Castaner, L., *Solar Cells*, Elsevier 2006.
72. Mase, T., H. Takei, *Solar Cells*, 17 (1986) 191.
73. Matsuoka, T. et al., *Solar cells*, 29 (1990) 361.
74. Messenger R., Ventre J., *Photovoltaic systems engineering*, CEC Press, Taylor & Francis Group, USA, 2010.
75. Miljković, Lj., *Fizika čvrstog stanja*, Univerzitet u Nišu 1997.
76. Möser, W., E. Raschke: *Incident solar radiation over Europe estimated from METEOSAT data*, Jour. of Climate and Appl. Meteorology 23, 166-170, 1984.
77. Napijalo, M., *Fizika materijala*, Fizički fakultet, Beograd, 1992.
78. Nenadović, T., Pavlović, T., *Fizika i tehnika tankih slojeva*, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, 1997.
79. Neville, R. C., *Solar Energy Conversion – The Solar Cells*, Elsevier P. C., Amsterdam, 1978.
80. Nikolić P., Raković D., *Elektrotehnički materijali*, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
81. Palz, W., *Solar Electricity, An Economic Approach to Solar Energy*, Butterworths, London, 1978.
82. Pankove, J. I. ed., *Semiconductors and Semimetals, v.21, Hydrogenated Amorphous*
83. Pankove, J. I. ed., *Semiconductors and Semimetals, v.21, Hydrogenated Amorphous Silicon, part B, Optical Properties*, Academic Press, Orlando, 1984.
84. Pankove, J. I. ed., *Semiconductors and Semimetals, v.21, Hydrogenated Amorphous Silicon, part D, Device Applications*, Academic Press, Orlando, 1984.
85. Paradjanin, Lj., Filipović, D., Đajić, N. : *Integralni aspekti u korišćenju solarne i geotermalne energije. Savetovanje Gradovi i naselja u Vojvodini u XXI veku*, Novi Sad, 1983.
86. Pavlović, T. et al., *Tehnika, Opšti deo*, 7–8 (1990) 4.
87. Pavlović, T. et al., *Tehnika, Opšti deo*, 7–8 (1991) 8.
88. Pavlović, T., Čabrić, B., *Fizika i tehnika solarne energetike*, Građevinska knjiga, Beograd, 2006.
89. Pavlović, T., Milosavljević, D., *Application of solar cells in modern architecture*, Proceedings of International Conference " CONTEMPORARY MATERIALS 2010", Academy of sciences and arts of the Republic of Srpska Banja Luka, Republic of Srpska, 2010, in press.

90. Pavlović, T., Milosavljević, D., *Development of PV solar power plants in the world*, Proceedings of International Conference " CONTEMPORARY MATERIALS 2010", Academy of sciences and arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Republic of Srpska, 2010, in press.
91. Pavlović, T., *Razvoj hibridnog kolektora kao alternativnog izvora električne i toplotne energije*, Studija naučno–istraživačkog projekta, Filozofski fakultet, Niš, 1989.
92. Pekez, J., Lambić, M., Tasić, I., *Povećanje energetske efikasnosti solarnih kolektora regulacijom masenog protoka radnog fluida*, Energetske tehnologije br. 3 (2005), str. 49-52
93. Popović, Z., *Primenjena nauka*, 9 (1987) 17.
94. Prvulović, S., Tolmač, D., Lambić, M., Radovanović, Lj., *Effects of Heat Transfer in a Horizontal Rotating Cylinder of the Contact Dryer*, Facta Universitatis, Vol.5, No 1, pp.47-61, University of Niš, 2007.
95. Prvulović, S., *Analiza energetske karakteristika pneumatskih sušara, sa aspekta razvoja metode konvektivnog sušenja*, Magistarski rad, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 2001.
96. Prvulović, S., Tolmač, D., *Energy balance of the systems convection drying in the agri and food industry*, 29th International Conference of CIGR, "Rational Use of Energy in Agriculture", Proceedings, p.25-30, Olsztyn – Poland, 2007.
97. Prvulović, S., Tolmač, D., Lambić, M., *Convection Drying in the Food Industry*, Agricultural Engineering International the CIGR Ejournal, Vol.IX, No.9 (2007), p.1-12, ASAE (American Society of Agricultural Engineering).
98. Prvulović, S., Tolmač, D., Radovanović, Lj., *Researching results energetics characteristics convection drying*, Strojnicki Vestnik (Journal of Mechanical Engineering), 54 (2008) 9, pp. 639-644.
99. Prvulović, S., Tolmač, D., *Rezultati istraživanja energetske karakteristika konvektivnog sušenja*, časopis Procesna Tehnika, Vol.19, br.1, str.(72-76), SMEITS, Beograd, 2003.
100. Pulfrey, D. L., *Photovoltaic Power Generation*, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1978.
PV Status Report 2009 (Research, Solar Cell Production Market Implementation of Photovoltaics), European Commission, Joint Research Center, Institute for Energy, 2009
101. PV Technology Platform Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Conversion Technology, June 2007. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ISBN 978-92-79-05523-2
102. Radosavljević, J., Lambić, M., Đurđanović, M., Mijailović, I., *Termodinamičko ponašanje solarne stambene zgrade sa staklenom verandom i termoakumulativnim zidom od betona*, Energetske tehnologije br. 3 (2005), str. 1-3
103. Radosavljević, J., Lambić, M., Đurđanović, M., Mijailović, I., *Termodinamičko ponašanje solarne stambene zgrade sa staklenom verandom i termoakumulativnim zidom od betona*, Energetske tehnologije br. 3 (2005), str. 1-3
104. Radosavljević, J., Lambić, M., Pavlović, T., *Thermodynamic Designing of a Solar Block of Flats with a Tromb's Wall with Ventuce Holes*, Facta Universitatis, Vol. 3, No 1 (2004), 19 – 26
105. Radosavljević, J., Pavlović, T., Lambić, M., *Solarna energetika i održivi razvoj*, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
106. Radosavljević, J., Petković, P., Krstić, D., Lambić, M., Vlajković, S., *Termodinamičko ponašanje solarne stambene zgrade sa staklenom verandom i termoakumulativnim zidom od opeke*, Energetske tehnologije br. 1-2 (2006), str. 49-52
107. Roche, D. M. et. al, *Speed of Light*, Photovoltaics Special Research Centre, University of New South Wales, Sydney, 1996.
108. Sanyo Co., Sumoto, Japan, *Technical characteristic of photovoltaic products*, 1997.
109. Scharmer, K. et al., *Solar European Microclimates*. Fin. Rep. EC-Contract no. EN3S-00490-D(B), 1989.
110. Seraphin, B. O. ed., *Topics in Applied Physics v.31, Solar Energy Conversion*, Springer–Verlag, Berlin, 1979.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

111. Siemens Solar GmbH, Munchen, *Technical characteristic of photovoltaic products*, 1997.
112. *Silicon, part A, Reparation and structure*, Academic Press, Orlando, 1984.
113. Solar Energy R&D in the European Community, Series F, vol. 4: Solar radiation data from satellite images, D. Reidel, Publishing Co. for the Commission of the European Comm., 100 p.
114. *Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe Vision, Potential, Deployment Roadmap, Strategic Research Agenda*, www.esttp.org
115. *Solarbuzz Consultancy Reports*, <http://www.solarbuzz.com/Moduleprices.htm>
116. Spasojević, Ž. A., Popović Z. A., *Elektrotehnički i elektronski materijali*, Naučna knjiga, Beograd, 1979.
117. Stamenić, Lj., Inyham, G. W., *Solar photovoltaics revolution*, United Power Ltd., North Vancouver, 1995.
118. Stojanović, M., *Primenjena nauka*, 5 (1986) 7.
119. Strategija razvoja energetike Republike Srbije, do 2015. godine
120. *Studija energetskeg potencijala Srbije za korišćenje sunčevog zračenja i energije vetra*, NPPE, Evidencioni br. EE704-1052A, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, Beograd, 2004
121. Tao, L., Peixue, J., *Numerical and experimental investigation of convective drying in unsaturated porous media with bound water*, Int. J. Heat and Mass Transfer Vol.41, No.12, pp.1103-1111, 2005.
122. *Tehnička enciklopedija*, Zagreb, (1989) 642.
123. Terzenbach, U.: *Quality control algorithms on solar radiation data*, Internal paper of ESRA Project No. JOU2-CT94-0305, Task II Algorithms (1995).
124. Tešić, M., Filipović, D., *Obnovljivi izvori energije*, Izvršno veće AP Vojvodine, Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, Novi Sad, 2007.
125. Tirner, R. P., *Solar Cells and Photocells*, H. W. Sons and Bobs – Merril, Indianapolis, 1975.
126. Todorović, Z. B., *Solarni električni generator u primeni*, Privatno izdanje, Beograd, 1989.
127. Todorović, Z., *Fotonaponski solarni električni sistemi*, KIZ Centar, Beograd, 1989.
128. Tolmač, D., *Prilog teoriji i praksi sušenja*, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1997.
129. Urli, N., *Sunčeva energija* 5, 1–2 (1984) 1.
130. Urli, N., *Zbornik radova sa međunarodnog simpozijuma o alternativnim izvorima energije danas i za 21 stoljeće*, Brioni, (1987) 157.
131. Williams, J. R., *Solar Energy – Technology and Applications*, Ann Arbor Science, Michigan, 1974.
132. WMO: *Meteorological aspects of the utilization of solar radiation as an energy source*, Secretariat of the World Meteorological Organization, Techn. Note No. 172; WMO-No. 557, Geneva, 1981.
133. Würfel, P., *Physics of Solar Cells*, Willey-VCN, Weinheim, 2005.
134. Yano, M. et al., *Thin Solid Films*, 146 (1987) 75.

<http://ekoenergija.rs>

<http://mcsolar.hr/grijanje-prostora.php>

<http://mcsolar.hr/priprema-sanitarne-vode.php>

<http://mcsolar.hr/solar-proracun.swf>

<http://mcsolar.hr/suncevi-kolektori.php>

<http://server01.globaldizajn.hr/>

<http://www.ebooklibs.com/>

<http://www.eko.vojvodina.gov.rs/?q=node/12>

<http://www.energoportal.info/>

<http://www.etfos.hr/>

<http://www.geog.pmf.hr/>

<http://www.gradimo.hr/>

<http://www.tehno-dom.hr/>

STUDY ON THE ESTIMATION OF OVERALL SOLAR POTENTIAL - SOLAR ATLAS AND THE POSSIBILITY OF "PRODUCTION" AND USE OF SOLAR ENERGY ON THE TERRITORY OF AP VOJVODINA

- ABSTRACT -

The energy of solar radiation which comes to the Earth yearly is around 170 times bigger than the energy contained in the overall reserves of coal in the world. The capacity of solar radiation on Earth is, according to some estimations, around 14.000 times bigger than the overall energy consumed by human kind today. The power of solar radiation that falls onto the Earth is around 175.000 TW. What kind of a potential is that shows also the fact that entire world energy consumption has the power of closely 13 TW! The energy of solar radiation that reaches the Earth's surface, meaning potentially usable solar radiation, is around $1,9 \times 10^8$ TWh (190 million of TWh) yearly. This energy is around 170 times bigger than the energy of entire coal reserves in the world and compared to the needs of human kind for energy, that is $1,3 \times 10^5$ TWh (130 thousand TWh) yearly, we come to a derivational fact that the solar energy that reaches the Earth during only 6 hours is enough to satisfy all needs in the world on annual level. To get a better insight for these values, an average household in some of the most developed countries in the world spends yearly around 10.000 kWh of electricity, and it would take 100.000 years to spend 1 TWh. Around 37 % of global demand for energy is satisfied with production of electricity which in 2008 was around 17.000 TWh.

Concerning that the Sun's energy, from the technical-exploitation point - is energy resource of renewable feature (transformed solar energy which is conducted from the solar energy collectors (SEC), is permanently being in the process of renewal, in the conditions of radiating solar energy), we cannot speak of an energy resource as in other cases of non-renewable sources of energy. This resource depends on insolational conditions, size and characteristics of SEC (previously listed factors) and the time span of exposure to RSE of radiating solar energy.

Of radiation from the Sun radiating on the Earth, whose power density reaches the values from 970 to $1.030 \text{ [W/m}^2\text{]}$ - the useful radiation quantity on the unit of free orientated area, depends on its orientation (should be oriented towards south), on its angle (it is preferred to have Sun beams reaching the receiver at the angle closest to normal (direct), so the radiation - the density of the power can be bigger), on the construction and energetic characteristics of the solar energy receiver, part of the day, part of the year, time of insolation, atmospheric conditions and other. The power of solar radiation changes during day, month and year. Its value depends on geographical position, conditions of the atmosphere and other.

The number of sunny hours in Serbia goes in average from a bit less of 2.000 hours (in the North) to more than 2.300 (in the South). It is a larger value than in the most European countries, but the solar potential is not used. The potential of solar energy presents 16,7% of overall usable potential of Renewable Energy Sources (RES) in Serbia. The energy potential of solar radiation is for about 30% bigger in Serbia than in Central Europe. The average daily energy of global radiation for a flat surface during winter period goes from $1,0 \text{ kWh/m}^2$ in the North and $1,7 \text{ kWh/m}^2$ in the South, and during summer season between $5,4 \text{ kWh/m}^2$ in the North and $6,9 \text{ kWh/m}^2$ in the South. The most favorable areas in Serbia record a great number of sunny hours, and the yearly ratio of real irradiation and overall possible irradiation is close to 50%. Serbia has one of the best solar resources in Europe. Solar radiation in average is bigger for about 40% of the European average. The lowest measured values of solar radiation in Serbia

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

could be compared to the highest values in the countries leading in the use of solar radiation, such as Germany and Austria. For comparison, the average value of solar radiation for the German territory is around 1.000 kWh/m^2 , while for Serbia it is 1.400 kWh/m^2 .

The number of sunny hours in Vojvodina goes from a bit less than 2.000 hours (western part) up to 2.100 hours (eastern part). According to "Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5" the average annual value of global radiation for horizontal surface is between 1.294 kWh/m^2 on the north of Vojvodina and 1.350 kWh/m^2 on the south of Vojvodina, and 1.281 kWh/m^2 on the west and up to 1.294 kWh/m^2 on the east of Vojvodina. This shows that on the same source, the average yearly value of sun radiation over a horizontal area for the territory of AP Vojvodina is around 1.300 kWh/m^2 .

The average daily energy of global solar radiation on horizontal surface at the territory of Vojvodina goes from $1,0 - 1,4 \text{ kWh/m}^2$ during January, and from $6,0 - 6,3 \text{ kWh/m}^2$ during July. At the territory of Vojvodina, the annual average of daily solar radiation energy on the surface leaned towards south under the angle of 30° results with $4,0-4,6 \text{ kWh/m}^2$.

The average daily energy of global radiation on even surface during winter period goes from $1,0 \text{ kWh/m}^2$ on the north of Vojvodina to $1,45 \text{ kWh/m}^2$ on the south of Vojvodina (December - January) and up to $3,55$ (March), and during summer period between $5,70 \text{ kWh/m}^2$ on the north and 6.85 kWh/m^2 on the south (June - August). According to meteorological measuring made in the span of 30 years in ex Yugoslavia, the values of radiating energy on some horizontal surface are larger from estimation values (according to *Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5*) for about 9 to 12%.

In the conditions of irradiation in Vojvodina - depending on the season and atmospheric conditions - the intensity of global radiation in afternoon hours can vary from 200 do 1.000 W/m^2 . The relation of direct and diffuse radiation depends on geographical and microclimatic conditions. Diffuse radiation on the level of average for entire year makes 40-60% of global radiation, where during winter this participation is bigger.

Solar energy collector, is put under a certain angle and oriented to the south in the aim of getting maximum energy effects. Due to the relative position of the Sun to the place where the receiving surface is located and its changing positions in the course of a day, month and year, it is necessary to provide the immovable receivers with the right orientation and the maximum exposure of the receiving surface to the Sun, and by this to achieve better energy result. But if accommodating conditions do not permit ideal south orientation, it is not necessary to insist on them, it is possible to position the same into a slightly turned position (towards south), without a big energy loss. In that way, for example, for places in Vojvodina, the deviation of solar collector from ideal south orientation of 15 to 30° lessens the quantity of radiation energy for about 5 to 10 % (respectively).

For the territory of Vojvodina a suitable angle for some south oriented surface (of solar collector) for the maximum "catch" of solar radiation during the whole year, is an angle of around 40 to 45° , and for solar collectors that are mainly used during warmer periods of year (late spring, summer and early autumn), that is when better effects are expected in that period, the optimal angle is around 30° . For solar collectors where better energy effects are expected in a colder year period (late autumn, winter and early spring) the optimum angle of solar collectors is around 60° . So, for example, for a surface laid at the angle of 30° the annual value of radiated energy is bigger for about 13-14% - in comparison to horizontal surface.

From the energy sector point of view, solar radiation presents a resource that is available for use and the substitution of considerable quantities of conventional energy forms. Its limited use is caused by technological and economical problems. It is a huge energy source with which demand for the energy can

be covered for a very long time. Solar energy that reaches the Earth's surface during only 6 hours is enough to meet entire world needs on annual level.

Since the angle covered by the Sun's ray with its horizontal projection changes during day, month and year - the optimum angle of static receiving surface presents compromise solution according to which this angle suits medium angle for a certain period of exploitation during a year. In table 3.5 the dependence of the angle of receiving surface - the solar energy receiver (in relation to the horizontal surface) from the season for achieving maximum energy effect on the static receiving surface in that specific period is given. For the territory of AP Vojvodina, a suitable angle of some south oriented surface (solar collector) for the maximum "catch" of solar radiation during the whole year equals the angle of around 40 to 45°, and for solar collectors that are mainly used during warmer seasons (late spring, summer and early autumn), that is when better effects are expected in that period, the optimal angle is around 30°. For solar collectors where better energy effects are expected in a colder year period (late autumn, winter and early spring) the optimum angle of solar collectors is around 60°. So, for example, for a surface laid at the angle of 30° the annual value of radiated energy is bigger for about 13-14% - in comparison to horizontal surface. For a surface at the angle of 45° annual value of irradiated energy is bigger for about 12 to 13% - in comparison to horizontal surface.

The receiving surfaces that are located north of the Equator (on northern hemisphere), and that have a certain angle in relation to horizontal line, should be oriented towards south. Static surface, oriented so, can receive the most energy during day, because each different surface of the same size and under the same angle, whose projection of normal onto horizontal surface is not strictly oriented towards south - receives less energy during the day. If this variation is larger, the received energy is less. Orienting the surfaces (collectors) of solar installations in southern Europe, in order to be used whole year round, is most suitable when directed to south under the angles of closely 35 to 45°. This angle can be less if we want to use the system more during summer season or more if we want to use the same system during winter more. Naturally, the best orientation is the South, with maximum of varying of 45° to east or west.

Solar energy can have a significant place in energy sector of a country because it presents renewable and inexhaustible energy resource. Not the same attention to renewable energy resources is paid everywhere in the world. We can freely say that relatively small number of countries - the ones most developed - pays more attention to this issue. It is interesting that the energy technologies based on the use of solar radiation are being developed the most in technologically and economically powerful countries. There are several reasons, from which the most important are strategic, economical and ecological factors.

Solar energy is, ecologically seen, clean energy whose energy technologies in application do not pollute the environment. It presents a resource that each country has available, without being import-dependant. It is especially significant fact that the plants for solar energy use can be constructed immediately next to the consumers - without significant investments into infrastructure. With technical means solar energy simply is transformed directly into heat and, directly or indirectly, into electricity, which enables fast application in all energy processes. The use of solar energy in all segments of energy consumption is in significant increase in many countries of the world today.

Solar energy provides various possibilities for application. Contemporary solar systems provide the use of solar energy during whole year. These systems can satisfy up to 35% of all demand in North and Central Europe, more than 50% south of the Alps, and even up to 70% in the south of Europe. At the same time, the emission of poisonous gases into the atmosphere is considerably lowered, which makes a good argument for the use of solar energy. From practical solar energy use point of view, important is the quantity of energy that reaches some surface during a day. This quantity depends on the latitude, season, orientation of receiving surface and meteorological conditions. The first three factors are of geometrical character and there are calculation methods of their precise determining. However, meteorological

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

conditions are a variable factor and reliable data can be reached only by measuring during many years. For the use of solar energy data on middle daily sum according to months of a year, as well as data on average temperatures for the same periods are important. A great role in the use of solar energy have the shape, the size of the buildings, orientation, materials used and other. Also the environment is important, if there are shades from other buildings and other.

By passing a Directive on Measures of Encouragement for Energy Production by Using Renewable Sources of Energy, with the decision of the government of Republic of Serbia, pre-conditions to start more intensive use of transformed solar energy in households and economy of Serbia and Vojvodina province have been established. The aim of this study is to thoroughly check energy and exploitation possibilities of the solar energy use in all areas of energy consumption of Vojvodina, and to present relevant framework for decision-making on the application of these technologies to potential investors.

The use of RES and with them of solar energy, contributes to more efficient use of our own potentials in producing energy, decrease of "green-house effect" emissions, decrease of the import of fossil fuels, development of local industry and creating new jobs.

By analyzing the data on solar radiation, it has been confirmed that the change of integral radiation during time does not derogate more than $\pm 1,5\%$. Scatter, or the concentration of air molecules of water steam and particles of dust and smoke in the atmosphere affects decrease of solar radiation throughput on the Earth's surface. The absorption of radiation energy in the atmosphere is defined in the function of water steam content and optical air mass. Optical air mass is determined by the length of the radiation trajectory through the atmosphere, where vertical trajectory is taken for a unit of mass. By measuring and calculations, it has been determined that, due to the rays' reflection from the atmosphere and absorption in the atmosphere, with normal angle of radiation and small content of water steam, dust and smoke, the intensity of radiation is decreased. Due to that, solar radiation that reaches surface of the Earth (in our area), is from $970 \text{ [W/m}^2\text{]}$ - in summer and $1.030 \text{ [W/m}^2\text{]}$ - in winter. Most often in the calculations a middle value of power of $\text{[W/m}^2\text{]}$ is used. The change of distance between the Sun and the Earth during the course of a year influences the change in values of radiation that reaches the upper layers of the atmosphere. This change is included in the limits of variations of $\pm 3\%$. Evident and scientifically determined fact, according to which the strength of solar radiation on Earth (in our area) during winter is even more than $5,8\%$ from the strength of radiation in summer, can be seen in previously mentioned. This increase of radiation strength is based on the fact that the Sun, for northern hemisphere, is closer to the Earth during winter than in summer, for around 3% . The overall effects of radiation energy are still bigger in summer in certain areas - due to the longer trajectory of the Sun over the skies (longer days).

The Sun, as a source of energy, has very stable effect and intensity of radiation until it reaches the Earth's atmosphere. The decrease of this radiation in the Earth's atmosphere under the most favorable conditions goes within limits of $23,9$ to $28,3\%$. But, except for yearly, monthly and daily changes of the intensity of solar radiation on a certain surface of the Earth, the changes appear depending on meteorological conditions of the atmosphere, as well as the angle of arriving rays onto the Earth, or the surface they reach.

In geographical conditions of Vojvodina, the energy that reaches a horizontal surface of 1 m^2 creates values of minimum 1.350 to maximum - 1.500 kWh/yearly . This is equal to the quantity of heating energy, that is possible to get by burning approximately $160-180 \text{ m}^3$ of natural gas.

Having in mind that the Sun's energy, from the technical-exploitation point - is energy resource of renewable feature (transformed solar energy which is conducted from the receiver of solar energy (RSE), is permanently being in the process of renewal, in the conditions of radiating solar energy), we cannot

speak of an energy resource as in other cases of non-renewable sources of energy. This resource depends on insolation conditions, size and characteristics of SEC (previously listed factors) and the time span of exposure of RSE to radiating solar energy.

Of radiation from the Sun radiating on the Earth, whose power density reaches the values from 970 to 1.030 [W/m²] - the useful radiation quantity on the unit of free orientated area depends on its orientation (should be oriented towards south), on its angle (it is preferred to have sun beams reaching the receiver at the angle closest to normal (direct), so the radiation - the density of the power can be bigger), on the construction and energetic characteristics of the solar energy receiver, part of the day, part of the year, time of insolation, atmospheric conditions and other.

The energy of radiation that reaches some surface on the Earth depends mainly from the duration of sunshine. Insolation depends on the latitude and season. The difference in time from dawn till sunset gives the time of insolation duration to which horizontal and uncovered surface is exposed. This for Serbia equals to around 15 h - in summer and 9h-in winter. Real duration of insolation is significantly shorter due to the appearance of clouds and fog, and also depending on the conditions of atmospheric pollution at the monitored area. It differs for surfaces that are set horizontally, vertically, or at a certain angle relating to the surface of the Earth. Energy inflow of solar radiation is not proportional to insolation duration. Meaning that a part of the energy is lost by going through the atmosphere due to oxygen, ozone and CO₂ absorption. The loss is greater as the Sun is closer to the horizon. Next to that, radiation energy scatters in its passage through the atmosphere, and the biggest loss happens immediately after the sunset. So, the overall radiation that reaches the Earth's surface consists of immediate - direct and indirect - diffuse radiation, which is a part of scattered radiation energy. Because of all this the strength of radiation that reaches some surface, and which could be energy useful, considerably varies during the day, and its changes depend on the season and the position of the radiated surface.

Very often the energy of radiation is presented as the energy that reaches the surface of the Earth during the day, of course during the time of insolation. This energy depends on the conditions of cloudiness and features of the atmosphere, but it is also necessary to know the potential radiation energy. It is the maximum energy that reaches the surface through dry and wet atmosphere. It depends on the latitude and altitude and it goes less as altitude decreases and latitude increases. At the latitude of 43 degrees the potential energy equals around 2.500 kWh/m² yearly, and at the latitude of 46 degrees of around 2.400 kWh/m² yearly.

For a spectator from the Earth, two angles define the position of the Sun. Solar altitude angle is the angle between the Sun and horizon. During day it varies between 0 and 90⁰. The zenith angle and solar altitude angle added equal 90⁰. Solar azimuth is the angle in horizontal line between reference direction (north) and the Sun. This angle varies between -180 and +180⁰.

For calculating solar installations, the systems for receiving solar radiation, the significant influence has so called "solar window". Solar window is the surface of sky amidst the Sun's trajectory in summer and winter solstice for a certain location. The knowledge of a solar window for a specific city is important for the right positioning and directing of solar collector in order to get optimum energy characteristics, and to avoid shades from trees and other buildings.

The strength of solar radiation varies during day, month and year. Its value depends on geographical position, conditions of the atmosphere and other. All this points to a great variability of solar radiation strength. Still, these changes are slight (less than for example the change of the strength of the wind), and they can be foreseen with bigger or smaller exactness, because the rhythm of these phenomena is familiar (dawn and dusk). The intensity of available radiation we cannot predict utterly precisely. As a source of energy, solar radiation is more suitable than - for example the wind - concerning the predictability of the phenomenon, but it is less suitable because there is no radiation at night and it is less intense during winter when energy consumption is bigger. Plants can function only during daily cycles, which does not coincide completely with the rhythm of energy demand. Additional plants have to be built,

or to ensure the accumulation of energy, by which the providing of consumers would be secured even at night or in worse conditions of insolation.

The greatest participation in getting the energy via solar collectors have direct and diffuse radiation, whose intensity changes during the year, depending on the change of seasons. naturally the most of solar energy is achieved during summer months when the intensity is the strongest. The maximum of solar radiation happens in June, and minimum at the end of December and beginning of January. During the duration of a day generally, the biggest radiation reaches the Earth at noon when the position of the Sun in the skies is the highest and the trajectory of passing solar radiation through the atmosphere is the shortest.

Technologies for using the energy of solar radiation are based on two main principles which are:

- the use of heating effect of solar radiation, where the energy of solar radiation is transformed into heat at the absorber of solar energy collector (heating SEC). In these types of SEC an average degree of the transformational efficiency of radiated solar energy into useful redirected heat - is from 35 to 55% and

- on the use of photoelectric effects, where the Sun's light is directly transformed into electricity in photovoltaic receiver of solar radiation - photoelectric SEC. With these types of SEC, the irradiated energy is transformed into usefully conducted electricity with efficiency of 10 to 20% - depending on the type and construction, exploitation and insolation conditions.

Flat low-temperature receivers of solar radiation are technically the simplest receivers from the aspect of construction (production), and the working temperatures of up to do 100 [°C] (with so called "idleness" and up to maximum 180 [°C]) are achieved. Also the heat is redirected from SEC with air, water or some other liquid derived on the basis of "anti-freeze" (working medium) - and delivered to the consumer - directly or indirectly through exchanger of heat and heating units.

Solar energy systems that are based on the application of SEC of these characteristics, are used mainly for preparation of hot sanitary and technological water, in the processes of drying various agricultural and industrial products, for heating the space and other heating processes where working temperatures go up to 100 [°C]. In the conditions of Vojvodina solar collectors are the most suitable for heating water in all processes, facilities, especially in households. The average surface of a commercial collector type is around two square meters and about two collectors are necessary for water heating in a smaller household.

Special technology for the use of heating effect of solar radiation present so called "passive solar systems" by which the heating for facilities inside houses and other structures is provided, and where the receiver of solar energy is derived on the basis of integration of the heated object and the receiver of solar energy.

Systems that concentrate solar radiation are based on catching solar radiation from a bigger surface with suitable mirrors (parabolic, hyperbolic, parabolic-cylindrical, flat - heliostat systems and other) and reflecting - with significant degree of concentration (increase of the power density) on the right absorber where temperatures of 200 to thousand degrees Celsius are created. This is one of the reasons why the use of flat collectors for low-temperature applications are more suitable than concentrating ones, which can make use only from direct radiation.

With solar combined systems (with larger number of solar collectors) in certain measure the heating of facilities during autumn and spring months is provided. In this way, with optimum planned plant - installation, solar energy can provide 20 to 30 (40)% of overall energy need of the building, depending on how well it is insulated and what degree of heating we aim to. With specially designed buildings - houses, with application of combined heating the energy demands of the building of up to 50 to 90% can be covered.

This resource depends on insolational conditions, size and characteristics of SEC (previously mentioned factors) and the exposure time to SEC - from one square meter of SEC around 500 do 800 (kWh) of heating energy can be achieved yearly, which is closely equivalent to heating energy that is achieved from 50 to 80 liters of distillate oil.

In winter period, in our area, overall energy effect of solar radiation is less than in summer, but still efficient enough for use. So, for example, from commercial types of solar collectors, in heating season, it can be produced - per square meter and per day - energy of (depending on the month and location) 1,2 to 3,0 [kWh]. This means that RSE for 30 days in a month can give to a consumer of heating from 36 to 90 [kWh] per one square meter of the collector. RSE whose surface is ten times larger can provide from 360 to 900 [kWh] of energy monthly, and a collector of 30 [m²] - from 1.800 do 2.700 [kWh] monthly - which is from the aspect of the need for heating already a considerable quantity of heat.

In the heating season it is possible to achieve solar radiation of around 360 [kWh] of heating energy from one square meter of SEC, that is to say around 11.000 [kWh] from the surface of 30 [m²].

Since the temperature of warmth in solar collector (with recommended speeds of current) in winter period goes mostly from 40 to 60 - maximum 80 [°C], it is clear that with the systems of central hot-water heating in the period of lowest temperatures, they can not be used as necessary. But if external conditions are more favorable, that is, when external temperature is around 0 [°C] and more, the possibility for using the heat from SEC is larger. Then boiler installation functions mostly with the temperatures of 60/45 [°C].

This means that the best effects for heating family houses and apartments can be achieved in transitional periods. Even this contribution is very significant. If in the system of hot-water heating, under-floor heating with floor panel is applied, which functions with lower temperatures, the effects of warming will be even better. The best effects are achieved by applying air system of heating. Energy effects of solar systems with heating houses or apartments depend on more factors, among which the right and optimum planning has the top role. Thermal characteristics of under-floor heating directly influence the quantity of heating loss, and with this the needs for heating energy.

Vacuum pipe solar collectors, for its specific construction, basically present a special subgroup of solar collectors. They are consisted of several vacuum pipes with the absorber inside, where the system - collector is formed by connecting separate elements of vacuum pipes with its own absorber, arranged in a line - forming a unit collector of measures similar to a flat collector. Vacuum collector consists of 15 to 30 vacuum pipes that are connected to the exchanger of heat through which runs a fluid being in the heating process. The price of such collectors - vacuum pipe - is for around 50% higher than of the classic collectors. Because of this, they are recommended for facilities where there is a constant need for hot water, especially where bigger quantities of hot water are needed.

In residential buildings there are two types of solar heating energy systems: the ones used specifically for water heating and those which next to it provide general heating (combined systems). Solar/thermal energy systems for consumable water heating are designed in such a manner to have dominant role during the warmer part of a year for consumable water heating. During winter season hot water is provided with boilers that usually function on electricity or indirectly from conventional heating system in the building, and during sunny days it is supported by thermal energy system. This means that around 60% of yearly needed energy for heating consumable water can be achieved by solar thermal energy systems.

With solar combined systems (with larger number of solar collectors) in certain measure the heating of facilities during autumn and spring months is provided. In this way, with optimum planned plant - installation, solar energy can provide 20 to 30 (40)% of overall energy need of the building, depending on how well it is insulated and what degree of heating we aim to. With specially designed buildings - houses, with application of combined heating the energy demands of the building of up to 50 to 90% can be covered.

It is necessary to know that solar system is one of the options for preparing sanitary hot water and support for heating the space, and justification and the pay off exist, thanks to achieved savings, in comparison to classical sources of heat. Classical boiler or other source of heat in a family house or some other building we consider as necessary investment, due to which we do not consider its pay off, because it is not possible. Contrary to that, solar systems bring significant cost-cuts thanks to which, after starting investment, we use attained energy for free so to speak. The life span for quality systems is 25-30 years (except the boiler for drinking water and circulation pumps), and that is the reason why solar collectors are good investment for the future, and less dependent on the price rises of classical fuels. Still, it is not possible to generally establish the time for payback of the investment of solar system, because it depends on many factors, as for example the type and manufacturer of the collector and accessories, the way of preparation sanitary water and heating till present, the price of heating, natural gas or other fuels and similar. Without the support of a foreign country the time for pay off is rather long in order to build, simultaneously with solar systems, modern, more efficient practical systems. Thinking about investing into solar collectors is, because of that, most suitable with replacing or reconstructing the obsolete and inefficient, or rather expensive heating systems (e.g. electrical heating), as well as in the case of new building.

Heating solar systems are mostly used for heating sanitary water, heating technological water, water in pools and other. It is possible to use them also as a support to heating various facilities - houses, halls and other, but this application is more suitable for buildings that use low temperature systems of heating (under-floor, ceiling or wall) and that are well insulated, meaning that their temperature losses are on the level of low energy buildings. In climatic conditions of Vojvodina the application of solar technologies is combined with other sources of heating for providing enough quantity of heat in the conditions of less insolation or absence of insolation (in the evenings, mornings, at night, in winter etc.). The water for the needs of heating, heated by solar collectors can be also used in systems of central heating or central heating provision (CHP). Generally viewed, solar energy can cover 50 -70 % of yearly needs for the energy for heating water in households, in summers and transitional periods, so to say, entirely, while during winter it is enough for pre-heating of cold drinking water. Except in the field of apartment building and family houses building, public infrastructural institutional buildings (hospitals, sanatoriums, schools, hotels), present further potential sphere in application of solar heating plants. Good application of solar installation can be found with heating open and closed swimming pools, small buildings of power-maintenance services, public institutional buildings (customs, military installations and other), restaurants, agricultural companies and especially for the heating of consumable water in agricultural industry, food industry and other.

The production of photovoltaic mechanisms doubles every year with average growth of 48% since 2002, so that this line of industry shows the biggest development in the world, in comparison with the rest of energy technology lines. From the economic aspect the price of the electricity derived from solar energy is continuously falling as a result of technological enhancements and growth of mass production, while it is expected that the fossil fuels will become significantly expensive in the near future. At this time for Serbia - Vojvodina, it is more justified to encourage the use of energy from solar radiation for the production of heating and electricity for households, industry and some agricultural works because of smaller investments. Encouragement and building of larger solar power plants on the basis of photovoltaic systems is justified as well. This policy would, among the rest, be useful for the development of domestic

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

economy as well as the employment of people in the field of clean energies. But viewed long-term, the future of converting solar radiation is in PV technology and its integration with other branches of technology, which is in accordance with the attitudes, plans and current condition in the European Union and other economically leading countries of the world. Due to this, only mechanisms and systems based on photovoltaic conversion of solar energy and suitable program, plans and possibilities for use and development in Serbia and Vojvodina, are being discussed.

From economical perspective, on the basis of independent comparative tests, the most efficient are systems for heating sanitary hot water. This is confirmed also by comparative tests done for monitored and tested houses. In this comparison, mainly attained power was taken into consideration (yearly saved energy, the degree of usability, the quantity of hot water), also work and maintenance, ecological aspect and energy amortization, safety and simplicity of assembling. From comparative tests we can conclude that great investment costs are 2 to 3 times bigger with combined systems than with the systems anticipated just for the heating of sanitary water. With the support for heating the space, it has some economical cost-effectiveness but only with low-temperature heating systems (e.g. under-floor heating) and houses with small heat losses.

Four reasons why Serbia should enlarge the application of solar energy is:

- Over 55% of overall energy is used in households in Serbia in the form of electrical energy, from which a great part for heating the sanitary water.
- Cost-cutting for heating sanitary water of around 60 to 70 percent is achieved yearly, which leads to unloading the house budget.
- The employment in the process of research, production, assembling and maintenance of solar equipment is raised.
- By achieving considerate application of solar energy we get closer to suggestions of the European Union on the use of renewable energy resources where the Sun has a large role.

Researches and commercial application in the area of technologies for the use of solar energy in the processes of heating and producing electricity have as a result in the previous decades enough indicators and practical experiences - so it could be said that these technologies, mainly, have outgrown basic research and experimental phase, and have achieved significant degree of practical application and commercial maturity. Of course, this does not mean that further researches in the direction of conquering new, more efficient, more technologically advanced and more efficient solutions, suitable for wider and further application in practice in everyday life and work, are not needed - as well as the systems reliable enough and efficient enough in the sense of use in various processes of heating (water, space and other), pre-drying and drying (of agricultural and industrial products), production of electricity for everyday use and similar. It can be concluded that the world solar industry, even today, has available reliable technologies and long-standing experience of practical application. In this sense the systems for the use of solar energy for various lower temperature processes (to 100 °C) are acceptably reliable, efficient and commercially mature. That, above all, relates to the use of heating effect with lower-temperature conversion of solar radiation into heat - for the needs of sanitary water heating for the consumption (in all segments of use - from households, tourist facilities, establishment buildings to industry), technical water (in agro-industrial and industrial processes) and other.

The use of lower-temperature solar plants (solar collectors) in the processes of pre-drying or drying of agricultural products or in industry - of industrial products (processes that demand working temperatures of up to 100 °C) is practically applicable - whether directly - by pre-heating of the drying agents (air and other gases) - in air collectors, or indirectly - by solar collectors with liquid working medium. It must not be forgotten that low-temperature solar systems (collectors) provide preheating in high-temperature processes. Because in all processes - whether they are low or high-temperature - the

heating is done from some lower temperatures (temperature of the environment) to some, technologically needed temperatures.

When we consider medium-temperature solar systems (concentrating systems with a line center) with working temperatures over 100 °C - mostly with temperatures from 200 do 300 °C - their application in practice is also long-lasting. However, these systems are less present, although they are technically and technologically mature - they reached sustainable and reliable technical level. Smaller presence in practice is conditioned by lower demand (lower presence in practice), when their usual working temperatures are in question. As it is listed in the description of technological solutions, these systems are based on curved reflecting surfaces - mirrors (parabolic cylindrical or similar - so called "baths" which have the need (for bigger efficiency and effectiveness in work) turning (following the height and daily movements of the Sun in the skies) mainly on one axis. Also, important is the fact that these systems cannot technically "cover" diffused solar radiation that is often dominant in winter period, and it is also significant in other periods of year (with cloudy skies). Important is also the request for reflecting surfaces (mirrors) of these types of collectors to be clean - with high degree of rays reflecting on the central zone where the absorber RSE is positioned. This means, no matter the technological maturity of these receiving systems, and considerate practical experiences, and past experimental phase - these systems cannot be considered as dominant for broader application in practice, except in specific cases when - the absence of conventional infrastructure provides the application of these systems - for production of electricity or mechanical works.

Concentrating and heliostat systems have also been in use for a long period - as a support to production of electricity - and this almost - as an experimental phase. Relatively small number of completed plants in the world, with power of 5 so 50 MW - and that in the areas with high value of yearly insolation and high percent of part of direct radiation in global (smaller percentage of diffuse radiation during year) are one of the important pre-conditions for successful techno-economical exploitation of these systems. This system with a large number of flat mirrors - heliostats - computer directed - which (each) has to have a possibility of permanent turning of two axes, so they could follow the change of Sun's position during day (height and daily pace) - present more complex system. Having as well in mind that the keeping reflecting surfaces - mirrors clean and with unchangeable reflecting characteristics - additionally endangers the system parameters. World experiences and suggestions predict - recommend the building of heliostat solar power plants in the areas where they produce over 1.600 kWh per square meter - of yearly radiated solar energy. Vojvodina with its 1.200 to 1.400 kWhm² - does not, today, fall into the group of territories suitable for application of these types of solar power plants. However, these recommendations do not exclude the building of these systems on the territories with less insolation - but the period of paying off the system is in this case longer - which raises the specific price of produced electricity. These types of power plants fall into more complex types, with relatively small number of constructed plants in the world, with bigger starting investment (3 to 5 euros/W of installed power), more complex system of directing, maintenance and other. Having in mind exploitation characteristics as well, and impossibility of catching diffuse solar radiation that significantly participates in global radiation - and on territories such as Vojvodina - importantly affects smaller justification for building these types of power plants in Vojvodina.

Systems for photoelectrical (photo-power) conversion of solar radiation into electricity are far more suitable for broader use in practice. This also relates to smaller systems with accumulators of electrical power where electricity is stored (in other words the excess of produced electricity) during the day - when there is not enough solar radiation (night and day - in cases of extreme cloudiness). Solar systems where produced electricity is kept in accumulators, consists of solar cells, regulator for charging the accumulator and accumulator. With this system an inverter for converting direct current into alternating current is also added. The second type of the system is based on joining the photo-voltage

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

system - via converting the inverting system - directly to power network (without the accumulator of electricity). Solar systems for producing electricity that are joined to the city's network, consist of solar cells (modules), converters of direct into alternating power (inverters) and electricity meter.

This system, on the contrary to the power plants with concentrating mirrors, can use also diffuse radiation for producing electricity. (The quantity of produced electricity with diffuse radiation is of course less from the one produced during direct exposure to solar radiation. The advantage of these types of solar power plants is in the possibility of type building of systems with high and low power. These are simple systems (usually built without the possibility of changing the angle or turning.) And as static systems work efficiently and reliably enough. They are easy to manage and maintain. The price per Watt of installed power for these power plants goes from 2 to 3 Euros. Today in the world, commercial power plants of this type are common and work, where limits per exposure to the Sun and intensity of solar radiation mainly do not exist (for average conditions). Since photo voltage systems produce direct transformation of solar radiation into electricity - these systems do not have (static) movable mechanical subsystems that are important for function and maintenance.

The conditions of installation and other conditions for areas in Vojvodina are suitable for building and exploitation of these kinds of plants. These are systems that, through up till present researches and exploitation reached full maturity and needed reliability in work. Further researches connected with the enhancement of energy efficiency and lowering the initial costs for photovoltaic panels are continuing, where the application of the reached technical solutions does not present a problem.

Having previously mentioned in mind, and in the framework of this study - presented and explained - it can be concluded that for the needs of various energy consumers in Vojvodina, today application is, recommended, compatible and reliable enough and techno-economically (and ecologically) justified for:

1. Low temperature solar systems (with flat thermal collectors) in the processes of heating sanitary and technical water for consumption in households, institutions, tourism industry, health care, industry and everywhere where there the need for heating (or pre-heating) of various fluids exists.
2. Photo voltage conversion systems for producing electricity - from small power (mini-plants) to middle and larger power.

In the field of heating conversion of solar radiation there are several roads open for developing, research and innovation. The development in the are of thermal use of solar energy is not so connected with the expensive equipment, which is the case with photovoltaic conversion. Systems for concentrating solar radiation, hybrid systems (combination of heating and photo-voltage conversion), air collectors, integration of existing, or new components, into buildings, application in distillation and desalinization of water, pasteurization in food industry, drying in agriculture and storing heating energy - are just one part of the program which is possible to develop by available potentials in Vojvodina. The present policy, connected to the decision about granting significant monetary means for recovery and development of science in Serbia, points to the opportunity for a part (at least 1%) of these means to be spent for applicable solutions in the area of renewable energy resources, where special attention should be paid to solar energy.

To make the use of solar energy more intense in Vojvodina, there should be a favorable business climate for the development of domestic solar equipment industry, on the basis of our own research and development. In present conditions it is even possible to produce the equipment of suitable quality and of lower prices in comparison to imported one.

It is necessary to set as a goal to have all needs for heating water up to 80°C in residential buildings and industrial processes met by using solar energy. In this way the building industry would be encouraged to deal more seriously with this source of energy. It is also necessary to encourage

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

developmental and innovational activities in technology and solar equipment production, which will bring domestic industry to bigger efficiency and lower prices. In this we must also not forget continuous promoting, advertising of the use of solar energy, where a big role should be played by NGOs and media.

Vojvodina has available resources of solar energy on a level quite above the European average, with favorable season schedule. Its efficient and long-term use is necessary to be elaborated in the shortest period coming. To intensify the use of solar energy in Vojvodina, a favorable climate for the development of domestic industry should be created. In present conditions as well, equipment of suitable quality could be produced in small batches and of a suitable price, less than of that from the import.

The application of solar energy presents good way to lower the consumption of electricity everywhere where it is possible. No matter the starting investment into solar installation is relatively high (almost 500 euros for one kW of installed power), it pays off to invest because it will have safe and certain market. If in this price we calculate everything that simultaneously accessorize well planned and organized work, such as research, development, production, marketing, creating professional, scientific and production staff, conquering new technologies, export of the biggest part of production, raising the employment in basic and following fields of work - then the price is quite lower, and a positive energy and economy effect is reached. In the period from 1975 to 1990, in Serbia and Yugoslavia, the atmosphere of research, development and application of solar energy was created. In that period several producers of solar collectors and accessorizing gear existed. Numerous and big systems for heating sanitary water were built, and that mostly in hotels on Adriatic coast and tourist centers. Today in Vojvodina there are two producers of solar heat collectors and several importers of entire systems. Installation of the equipment for solar heating of sanitary water is based on the individual feeling of the investor to make in his/her home or company something that is natural and normal, to use what comes to the roof for free, and also that to be completely pure.

Entirely viewed, in Vojvodina, the application of solar energy for heating sanitary water or space is largely negligible. The same can be said for other areas of possible application. The reasons for existing condition in Vojvodina are: ignorance about the application of renewable sources of energy, small amount of information on the plans and conditions in Europe, about our future obligations in the circles of decision-makers, as well as in population being uninformed of the possibilities of applying solar energy, the price of the equipment, energy and financial effects. Also, the problem lies in very low material standard of Serbia's population, as well as in relatively low price of electricity, which automatically leads to the fact that electricity is not being rationally spent. The production of domestic equipment is expensive due to import dependence for materials and small, not formed yet, market.

Solar energy can have a significant place in energy industry of one country because it represents a renewable and inexhaustible energy resource. Not the same attention is paid to renewable resources in different parts of the world. It can be freely said that a very small number of countries deal with this issue - those developed ones. It is interesting that energy technologies, based on the use of solar energy, are being mostly developed in technologically and economically powerful countries. For this there are several reasons, of which, the most important ones are strategic, economic and ecological factors.

Solar energy is ecologically viewed clean energy whose energy technologies do not pollute the environment. It presents the resource that each country has available - without import dependence. Huge savings of conventional energy could be achieved if each household would have at least one unit of solar collector by which sanitary consumable water would be heated.

Seen in electro-energetic system of a state, it would represent quite load shedding. Especially interesting group of heating energy consumers are numerous industrial, tourist, sporting, medical, military and other facilities. It is known that these facilities spend considerable quantities of energy, derived by burning solid, liquid and gas fuels for heating. This can be easily achieved by using very simple systems for using solar energy.

Solar energy is very attractive and economically justified for use, even with the heating of households, industrial and other facilities.

Technologies for using the thermal energy of solar radiation are based the use of heating effect of solar radiation, where the energy of solar radiation is transformed into heat at the absorber of solar energy receiver (heating SEC). In these types of SEC an average degree of the transformational efficiency of radiated solar energy into useful redirected heat - is from 35 to 55% .

The receivers of solar energy that are based on transforming energy of solar radiation into heat, according to the construction type, are divided on:

- flat low-temperature SEC,
- medium-temperature (systems with lower degree of solar radiation concentration) and high-temperature SEC (systems with higher degree of concentrating solar radiation).

Not less important is the economical effect of the development of new industries of manufacturers and providers of technologies in the area of renewable energy sources. On the basis of European Federation study on the use of solar energy (ESTIF) the use of solar energy has incomparably more advantages in functioning in comparison to fossil and nuclear energy. On 1.000 GWh of delivered primary energy there are 90 new jobs in energy sector based on coals, 72 jobs in nuclear energy sector and even 3.960 jobs in solar energy sector. Creating projects, making, installing and maintaining solar systems, which differ from others, since the energy source is not centralized on one place, but provides opportunities for work in all the regions, is included in this number. So, if we think about limited storages of brown coal, renewable sources of energy are the only domestic, basic, energy sources for the future. By using renewable sources of energy Serbia can get tens of thousands new jobs for qualified personnel, and in the future it will not be afraid or become someone else's cheap labor in other parts of the world.

By using solar energy natural sources are being preserved on our planet. The overuse of fossil fuels such as raw oil, coal or natural gas brings serious problems concerning our environment firstly. Global warming and climate changes have become reality, and that is the reason to lean towards broader use of "clean" technologies, among which, unquestionably is the use of heating solar energy. By using solar energy noxious substances do not end up in the air, and there is no greenhouse effect, which cause gradual warming of the atmosphere like in the case of burning classical types of fuels.

Photovoltaic systems are various: They can be size smaller than a coin and larger than a football pitch and they can provide energy for any appliance, from a clock to entire settlements. With simple handling, these factors make them especially attractive for wide range of applications. Recent growth of PV cells production with low prices opened a large number of new markets with a large number of various applications. Applications such as lighting, telecommunications, cooling, water pumps, as well as providing electricity for entire settlements, especially in remote areas, showed as competitive and profitable in comparison to already-existing technologies.

In the area of heat conversion of solar radiation, several roads for development, research and innovation have been opened. The development in the area of thermal use of solar energy is not so connected with the expensive equipment as it is the case with photovoltaic conversion. Systems for concentrating solar radiation, hybrid systems (combination of heating and photo-voltage conversion), air collectors, integration of existing or new components into buildings, the application in distillation and desalination of water, pasteurization in food industry, drying in agriculture and storage of heating energy - are just one part of the program which is possible to develop in Serbia with available potentials. Present policy connected to the decision about granting significant monetary means for recovery and development of science in Serbia points to the opportunity for a part (at least 1%) of these means to be spent on

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

applicable solutions in the area of renewable energy resources, where special attention should be paid to solar energy.

From economical perspective, on the basis of independent comparative tests, the most efficient are systems for heating sanitary hot water. This is confirmed also by comparative tests done for monitored and tested houses. In this comparison, mainly attained power was taken into consideration (yearly saved energy, the degree of usability, the quantity of hot water), also work and maintenance, ecological aspect and energy amortization, safety and simplicity of assembling. From comparative tests we can conclude that great investment costs are 2 to 3 times bigger with combined systems than with the systems anticipated just for the heating of sanitary water. With the support for heating the space it has some economical pay off but only with low-temperature heating systems (e.g. under-floor heating) and houses with small heat loss.

Although in winter time energy effect of solar radiation is lower than in summer, it is still very significant for the use of solar heating in houses, as a support to some other energy on the system of central heating, where it can cover around 45% of free heating energy for houses and around 75% for heating of sanitary water. The best effect using solar energy for solar heating of family houses and other residential and business spaces can be achieved in transitional periods with energy efficient heating systems, under-floor and wall heating systems, with low-temperature heating systems. Still, due to variability of radiating power of solar radiation during the day, month and year, the installation of solar heating that would provide entire house heating during the whole winter season cannot be implemented, and that is the reason why solar systems for solar heating are combined with some of different sources of energy where some other form of energy is used: liquid fuel, gas, electricity, solid fuel and similar.

Solar systems bring significant savings thanks to which derived energy is, so to say, used for free, after the pay off of the starting investment. The life span for quality systems is 25-30 years (except for the boiler for drinking water and circulation pumps), and that is the reason why solar collectors are good investment for the future and less dependent on the price rises of classical fuels. Still, it is not possible to generally establish the time for pay back of the investment for solar system, because it depends on many factors, as for example the type and manufacturer of the collector and accessories, the way of preparation sanitary water and heating till present, the price of heating, natural gas or other fuels and similar. Without the support of a foreign country the time for pay off is rather long in order to build, simultaneously with solar systems, modern, more efficient practical systems. Thinking about investing into solar collectors is, because of that, most suitable with replacing or reconstructing the obsolete and inefficient, or rather expensive heating systems (e.g. electrical heating) as well as in the case of new construction.

The application of solar energy with thermal conversion is used in practice for:

- Heating of sanitary water in houses, apartments, hotels, hostels, students dormitories, retirement homes, kindergartens, restaurants, sporting facilities and everywhere where the need for sanitary water heating exists.
- Central or individual heating of sanitary water for settlements that are connected to the distribution of hot water from city heating plants in the periods when they do not work.
- Heating swimming pools in the houses and sporting/recreational centers.
- Heating water or other fluids in industrial processes.
- Heating greenhouses (glass or plastic) in agriculture.
- Pre-drying and drying of agricultural and industrial products.
- Distillation of water for industrial purposes.
- Heating facilities as additional means in the periods when there are not enough sunny days.
- Producing electricity on the basis of heat conversion of solar radiation (steam turbines).
- In processes of space cooling.

Over 55% of overall energy is used in households in Serbia in the form of electrical energy, from which a great part for heating the sanitary water. By using solar energy we can achieve the cost-cutting for warming sanitary water of around 60 to 70 percent yearly.

According to the results of research done by European association "INTERATOM", the price of heating water for a household with flat solar collectors - in areas where there are more than 1,600 sunny hours yearly (and that is entire Europe), even today it is 1:1 in comparison with other systems of water heating.

As an illustration, with a simple calculation of the time for paying off the investment, an example that suits one part and way of preparing sanitary hot water in a family house, can serve the purpose. Needed investments are 15 - 25 EUR/m² 900 do 1.500 EUR respectively, per household. Lower values relate to cheap solar collectors and simpler installations, and higher to more expensive systems with complex installations with heat-exchangers, system for emergency circulation of working fluid and automatic regulation of work.

The effects with heating consumable sanitary water in the period from April till October, from the aspect of coverage are 80% out of needed energy, and in the period from October till April, this coverage is 30%.

In the case of constructing basic solar system - installation designated for sanitary consumable water heating with two solar collectors and water tank (heat accumulator - boiler) with capacity of 200 liters of water, around 60% of electricity consumption for water heating can be saved up yearly. Energy gain in this case with average solar collector, unit surface of about 2 m² goes from 700 to 900 kWh/m² yearly (for two solar collectors 2.800 to 3.600 kWh yearly). The price of such a basic solar installation (with assembly) goes in the limits from 1.500 to 2.000 euros maximum. According to present prices of electricity, the value of invested means would pay back in 10 to 12 years. But it is less likely that the price of electricity will not rise in the following years, and due to that, the period of pay off will not be longer than five years. Some of the analyses related to the evaluation of the electricity price rise indicate the probability that the period for pay off will be even shorter - three to five years. Most certified systems has a life span of 25-30 years, so after the completion of the 10th year from the assembly, the solar system will, so to say, prepare hot water for free in the following 15 to 20 (25) years.

This means that the best effects for heating family houses and apartments can be achieved in transitional periods. Even this contribution is very significant. If in the system of hot-water heating, under-floor heating with floor panel is applied, which functions with lower temperatures, the effects of warming will be even better. The best effects are achieved by applying air system of heating. Energy effects of solar systems with heating houses or apartments depend on more factors, among which the right and optimum planning has the top role. Thermal characteristics of under-floor heating directly influence the quantity of heating loss, and with this the needs for heating energy.

Efficiency of transformation of the system for heating sanitary water, from collector to solar boiler, in classical collector types, goes from 35 to 55%.

Lower values relate to solar collectors of worse quality constructional and thermo-insulation features and lower values of absorption and especially of emitting heat from absorber's surface. For this group of collectors fit the collectors whose absorbers do not have selective characteristics, so their value of coefficient of radiation emission is close to value (above 0,9), of the coefficient of radiation absorption. The type and number of transparent saps.

Solar collectors have higher starting efficiency (in the conditions of equality of external temperature and the temperature of the absorber - fluid in the absorber) from working efficiency. Starting (zero) efficiency does not influence the quality estimation of efficiency of some type of solar collector. For this evaluation the feature of the efficiency curve, or curve (equation) of the dependency of collector's energy efficiency from the relation of difference of characteristic fluid/absorber temperatures and the environment - and solar radiation. The most important characteristic for the selection of solar collector from the point of its efficiency is the efficiency that relates for realistic functioning of solar collector.

During a year from 1 m² around 900 kWh of thermal energy can be received. Vacuum thermal collectors are feature by greater efficiency that especially shows in colder periods. This efficiency is based on much better thermal insulation of the absorber which is situated in glass pipe from which the air is pumped out. The overall efficiency of a system for heating sanitary water with vacuum collectors is on a year level for about 40% bigger in comparison to the system with flat panel collectors.

In practice the most often application have solar installations that as a working medium use some liquid or air. These two types of installations, basically function in similar manner, only the components of the system and working medium in them differ. With installations that use liquid working medium, the thermal carrier can be water, water mixed with some sort of anti-freeze or a liquid on the basis of anti-freeze (propylene glycol) that is created for application in solar installations. In this kind of installation the liquid that was heated in water solar energy receivers is most often suppressed through the pipe-line towards heat exchanger. Sanitary consumable or technical water is heated there, while the heat exchanger can be derived with a bigger capacity, so that the exchange and accumulation of heat in water mass is done simultaneously (combined boiler - heat exchanger). But, with the bigger installations, the heat exchanger and the storage of hot water are usually separate, so there is the need for emergency circulation of heated water from the heat exchanger into the heat storage - which is done by circulation pump - through pipe-line of so called secondary, consumable circle of installation.

For an average household these systems have usually two solar collectors (around 4 m²) with liquid working medium that circulates in primary - solar circle. The heat from solar collectors - via heated working liquid - is transmitted to sanitary consumable water - via (in presented variant) exchanging pipe bundle that is situated in the lower zone of thermal accumulation boiler with sanitary water. The working fluid is, in climate territories with low (below 0°C) temperatures during winter (as is the case of Vojvodina), created on the basis of anti-freeze - propylene glycol or other nonfreezing and nontoxic fluids, in order freezing not to happen. For the case given in this example so called "solar boiler" - the thermal accumulator usually has the capacity of about 200 to 300 liters. Water circulation is provided by circulation pump of primary circle that starts on the signal of differential thermostat - as a basic system of automatics in the installation. differential thermostat is joined to electrical conductors with thermo sensors, from which one is positioned in solar collector and another in boiler. Differential thermostat is set in a way that when the temperature of a fluid in solar collector is higher for about 5 °C from the temperature of water in the boiler - the circulation pump to start functioning. Then the heating of water is done in the boiler. As soon as the temperature difference is less than the set temperature differential -the pump is switched off in order not to get contra-effects, meaning water in boiler not to cool and solar collector not to heat, meaning not to have heat loss, heat to emit into the environment. In given example of the installation we can see that the possibility of water heating in boiler and via house heating tank is foreseen. Heating is done by water circulation from the water tank towards some other heat-exchanger (positioned in the upper part of the boiler).

Having in mind that for the needs of house heating more thermal energy is needed (larger thermal strength), this system has larger number of solar collectors. When in winter conditions the insolation is lower, and temperatures in solar installation lower (40 to 50 °C - and more), the suitable heating system is so called "panel" - under-floor and/or wall. While the temperature of solar fluid on adequate enough temperature level, the heating is done without the functioning of boiler with some conventional heating on some fuel or electricity. The automatics of the system provides easy of the installation and starting the functioning of the boiler in the situations when the temperature of solar liquid is lower than needed.

In practice they have broad application and simpler solar installations for water heating from the boiler-room in the house (conventional boiler), but only additional heating with electricity is envisaged. With these installations the pipe heat exchanger is constructed also in the lower part of the boiler, so the available heat from solar radiation would be used for heating the whole capacity of the boiler, and electrical heater is positioned in the lower part so the smaller quantity of water in the boiler would be heated. This conception demands setting the thermostat of electric heater at lower temperatures (around

40 °C) in order not to come to water overheating at the entire capacity of the boiler. As a consequence this would lead to smaller energy gain from solar radiation because the water would be previously (and faster) heated with electricity (at the point when possibility for solar energy heating would exist).

Compact solar boilers presents broadly applicable system for solar energy water heating. Those are compact mechanisms that consist of one, or more often two solar collectors and thermo isolated tank - boiler where the water that is being heated exists. Boilers are constructed with or without electric additional heaters. The capacities of boilers usually go from 200 to 300 liters. The equipment is positioned and affixed onto a special carrying construction and interconnected by thermo isolated pipe installation that provides thermo-siphon, natural water flow through the installation. In practice versions where the water flow is natural are applied - by centrifugal pump. A difference from the previous type these solar boilers have to be joined to the source of electricity. Some solutions of compact solar boilers are constructed with the additional water tank, with which providing the water even in the situations when water supply from water pipes is not functioning is certain. The advantage of such systems is in their compactness, and the user gets the system that should only be connected to a cold and hot water supply. The disadvantage is that they are not envisaged for functioning in winter conditions, in conditions of low temperatures, because they are prone to water freezing and boiler or pipe cracking. In order this would not happen the system must be emptied during winter.

Usually they are used in southern areas where the temperature never goes below zero degrees or other conditions (including the conditions in Vojvodina) - during summer or in transitional periods (spring and autumn).

The use of solar energy for heating water in the pools is rather other application in the world. The installation is simply joined to the existing systems for heating water in the pools, and two main concepts are applied. According to one concept solar installation is used separately from the existing conventional installation for pool water heating and the second conception is based on connecting solar installation and conventional installation into one - sequence system. In first case those are usually simpler installations for smaller and open home swimming pools, and they usually use (and cheaper) solar collectors which are not glass-plated (and cheaper) - absorbers which are most often made out of ultraviolet stable plastic masses. In the second case, returned - colder swimming pool water is first preheated by using solar energy (via heat exchangers), and after that it is heated till the needed temperature (if this is the aim) in conventional heating system. In this case classical, glass-plated, flat solar collectors, by which better heating, even in colder weather conditions and that with - mostly larger closed swimming pools- is provided, can be used. Then the scheme of the installation is similar to the scheme of the previously presented systems for water heating in combination with conventional heat source.

The production of photovoltaic mechanisms doubles every year with average growth of 48% since 2002, so that this line of industry shows the biggest development in the world, in comparison with the rest of energy technology lines. From the economic aspect the price of the electricity derived from solar energy is continuously falling as a result of technological enhancements and growth of mass production, while it is expected that the fossil fuels will become significantly expensive in the near future. At this time for Serbia - Vojvodina, it is more justified to encourage the use of energy from solar radiation for the production of heating and electricity for households, industry and some agricultural works because of smaller investments. Encouragement and building of larger solar power plants on the basis of photovoltaic systems is justified as well. This policy would, among the rest, be useful for the development of domestic economy as well as the employment of people in the field of clean energies. But viewed long-term, the future of converting solar radiation is in PV technology and its integration with other branches of technology, which is in accordance with the attitudes, plans and current condition in the European Union and other economically leading countries of the world. Due to this, only mechanisms and systems based on photovoltaic conversion of solar energy and suitable program, plans and possibilities for use and development in Serbia and Vojvodina, are being discussed in further presentation.

According to the competent annual report "Solar Heat Worldwide", edition for 2011, on the state of solar heating with the market survey and the contribution of thermal solar energy in the world - estimated

overall production and installed capacities at the end of 2010 - in the area of thermal conversion are 196 GW (with about 280.000.000 m² of solar collectors) - of installed power plants with annual produced thermal energy of 162 TWh. In this report a large number of countries in the world are included, from which almost all countries in Europe (except for few - including Serbia). To given data the capacities in the field of photo - electric plants with overall capacity of 38 GW installed and annually produced electricity of around 39,6 TWh should be added. Significantly smaller existing capacities relate to heliostat solar plants that are estimated power of 1,0 GW with produced electricity of around 2,4 TWh. From all operational systems (2009.) of capacity 172.368,6 MW, on vacuum pipe collectors goes 96.539,1 MW, on glass-plated flat collectors - 54.915,5 MW, not glass-plated - swimming pool and other collectors - 19.703,9 MW and the least on air collectors - 1.210,2 MW.

From the economical point of view, the price of electricity derived from solar energy continuously is falling as a result of technological advancement and mass production growth, while it is expected for fossil fuels to become significantly more expensive in near future. At this point for Serbia - Vojvodina it is more justified to encourage the use of solar radiation energy for producing thermal and electrical energy in the domain of households, industry and some areas of agriculture because of smaller investments. This policy would, among the rest, be useful for the development of domestic economy as well employing the population in the field of clean energies. Lon-term viewed, the future of transforming solar radiation is in PV technology and its integration with other branches of technology, which is in accordance to the attitudes, plans, and also the present condition in the European Union and other economically leading countries of the world.

From economical perspective, on the basis of independent comparative tests, the most efficient are systems for heating sanitary hot water. This is confirmed also by comparative tests done for monitored and tested houses. In this comparison, mainly attained power was taken into consideration (yearly saved energy, the degree of usability, the quantity of hot water), also work and maintenance, ecological aspect and energy amortization, safety and simplicity of assembling. From comparative tests we can conclude that great investment costs are 2 to 3 times bigger with combined systems than with the systems anticipated just for the heating of sanitary water. With the support for heating the space it has some economical pay off but only with low-temperature heating systems (e.g. under-floor heating) and houses with small heat loss.

Although in winter time energy effect of solar radiation is lower than in summer, it is still very significant for the use of solar heating in houses, as a support to some other energy on the system of central heating, where it can cover around 45% of free heating energy for houses and around 75% for heating of sanitary water. The best effect using solar energy for solar heating of family houses and other residential and business spaces can be achieved in transitional periods with energy efficient heating systems, under-floor and wall heating systems, with low-temperature heating systems. Still, due to variability of radiating power of solar radiation during the day, month and year, the installation of solar heating that would provide entire house heating during the whole winter season cannot be implemented, and that is the reason why solar systems for solar heating are combined with some of different sources of energy where some other form of energy is used: liquid fuel, gas, electricity, solid fuel and similar.

Solar systems bring significant savings thanks to which derived energy is, so to say, used for free, after the pay off of the starting investment. The life span for quality systems is 25-30 years. Still, it is not possible to generally establish the time for pay back of the investment for solar system, because it depends on many factors, as for example the type and manufacturer of the collector and accessories, the way of preparation sanitary water and heating till present, the price of heating, natural gas or other fuels and similar.

Without the support of a foreign country the time for pay off is rather long in order to build, simultaneously with solar systems, modern, more efficient practical systems. Thinking about investing into solar collectors is, because of that, most suitable with replacing or reconstructing the obsolete and inefficient, or rather expensive heating systems (e.g. electrical heating) as well as in the case of new construction.

STUDIJA

O PROCENI UKUPNOG SOLARNOG POTENCIJALA - SOLARNI ATLAS I MOGUĆNOSTI "PROIZVODNJE" I KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

Serbia has the potential of producing energy annually - 700 to 900 and more (depending on the system efficiency, working mode and other) kWh/m² of solar thermal collector, which is more than in the countries that have the reputation in solar energy use. 3,3 kWh of energy could be produced in Serbia daily, and it would be used in most efficient manner in tourism, health care sectors as well as households, mainly for water heating.

Huge savings could be accomplished if every household would have at least one unit of solar collector by which sanitary consumable water would be heated. Seen in the framework of the country's electro-energy system, this would present quite a load shedding for the system.

Especially interesting group of consumers are numerous industrial, tourism, sporting, medical, military and other facilities. It is known that these facilities spend considerable amounts of electricity derived from burning solid, liquid and gas fuels for heating sanitary or technological water. This could be easily accomplished by using very simple systems for solar energy use.

Solar energy is very attractive and economically justified for use when heating of households, industrial and other facilities is in question.

Solar systems provide a considerable energy savings. In this way, for example, solar house saves 40% of the energy for heating, 80% of energy for heating consumable water. It uses significant potentials that are provided by solar roof-covers and facades, for providing additional energy. Solar systems provide:

- better energy efficiency,
- considerable energy savings,
- long-term function,
- energy result,
- through derived energy- pay off of the investment,
- favorable relation of price and performance,
- simple installation.

The application of solar energy provides bigger energy savings and lower costs.

Energy crisis and acute atmospheric and environment pollution have influenced broader possibilities of use, thermal and photoelectric effect of solar energy. In this direction the technologies have been developed, practical solutions and application of these systems designed. In winter period the overall effect of solar radiation is less than in summer, but still significant for use in the systems of heating houses - as a support to heating. In this way it is possible to cover up to 45% of thermal energy for heating houses, 70% - for heating sanitary water and up to 100% for additional heating of water in swimming pools.

Still, due to variability of radiating power of solar radiation during the day, month and year, the installation of solar heating that would provide entire house heating during the whole winter season cannot be implemented, and that is the reason why solar systems for solar heating are combined with some of different sources of energy where some other form of energy is used: liquid fuel, gas, electricity, solid fuel and similar.

It should be implemented that big consumers of energy - especially those who spend more energy per product (have bigger specific energy consumption) - have the obligation of gradual, segmental, partial introduction to the use of alternative sources of energy (solar energy included) - for their own needs. From development funds of electro industry, solar installations in the objects that have better accommodation and exploitation possibilities (refers to private sector, but also public - especially those on the budget) should be financed. This would have benefits for energy system and as an element of broader use of this energy source popularization. Ecological effects are also significant. Law on Energy should be corrected in accordance with previously mentioned.