

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

REPUBLIKA SRBIJA
AUTONOMNA POKRAJINA VOJVODINA
POKRAJINSKI SEKRETARIJAT ZA ENERGETIKU I MINERALNE SIROVINE

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

- KRAĆA VERZIJA -

NOVI SAD, 2011.

P O D A C I O S T U D I J I

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"

Prevod na engleski jezik: Ana Vukobratović, prof.

Vreme izrade Studije:

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

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

- KRAĆA VERZIJA -

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 zračenje 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.

Ekološki gledano to je 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

STUDIJA

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

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.

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. Korišćenje obnovljivih izvora energije (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 otvaranju novih radnih mesta.

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 umanjenje 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 - umanjen 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 $160-180 \text{ m}^3$ zemnog gasa.

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 $1.030 \text{ [W/m}^2\text{]}$ - 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 Zemlje zavisi u prvom redu od trajanja osunčavanja (trajanja sijanja Sunca). Insolacija zavisi od geografske širine i od godišnjeg doba.

STUDIJA

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

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 prolazanjem 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 iskorišćavati, 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/m² godišnje, a na geografskoj širini od 46 stepena oko 2.400 kWh/m² 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.

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/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

STUDIJA

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

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 $3,55 \text{ kWh/m}^2$ (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 %.

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/m^2 . 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.

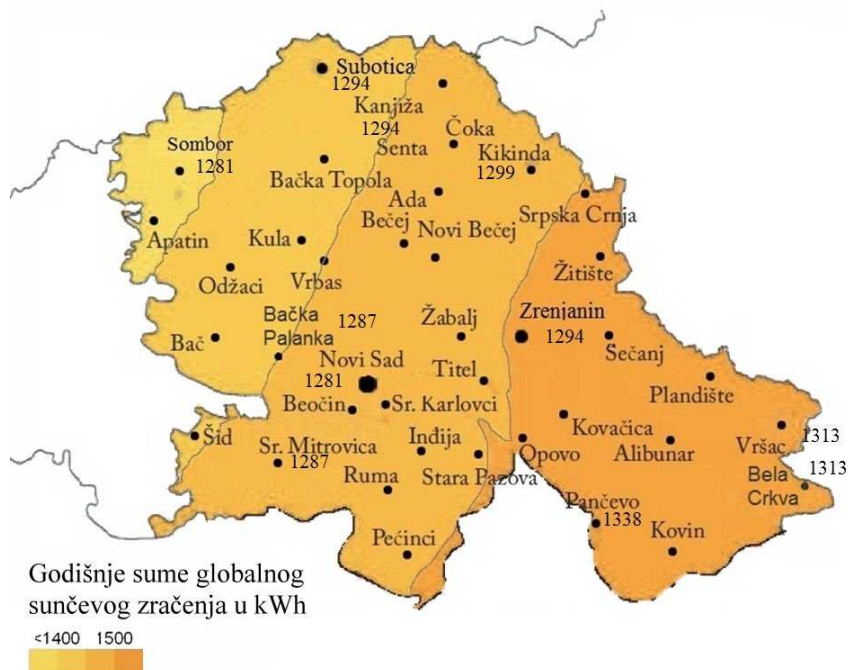
Prosečna dnevna energija globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu površinu na teritoriji Vojvodine se kreće od $1,0 - 1,4 \text{ kWh/m}^2$ tokom januara, a od $6,0 - 6,3 \text{ kWh/m}^2$ - tokom jula. Na teritoriji Vojvodine, godišnji prosek dnevne energije globalnog sunčevog zračenja na površinu nagnutu prema jugu pod uglom od 30° iznosi od $4,0-4,6 \text{ kWh/m}^2$.



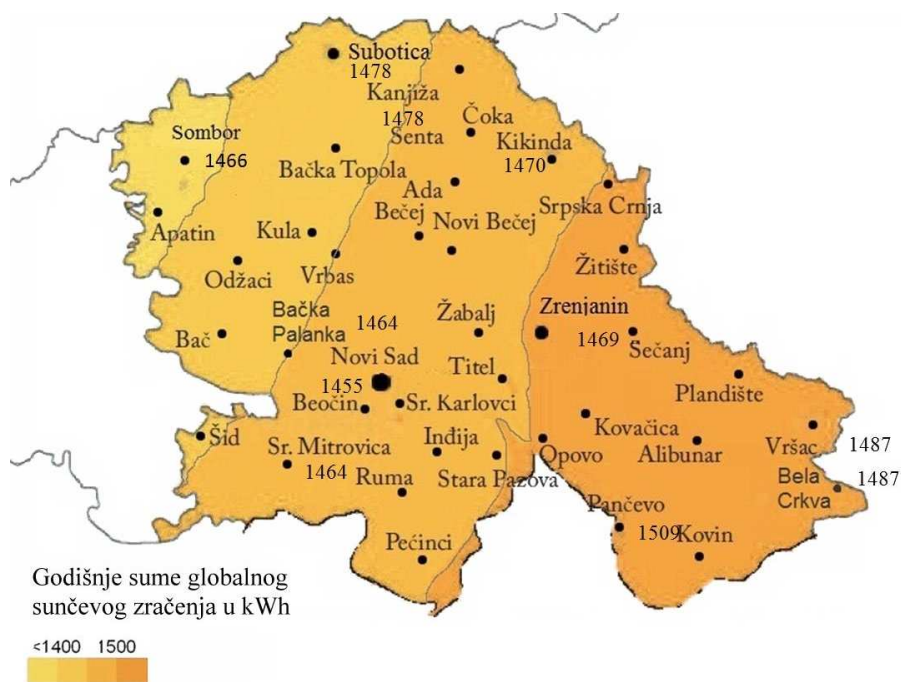
Solarna karta AP Vojvodine sa godišnjim zonama osunčanosti u kWh/m^2

STUDIJA

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



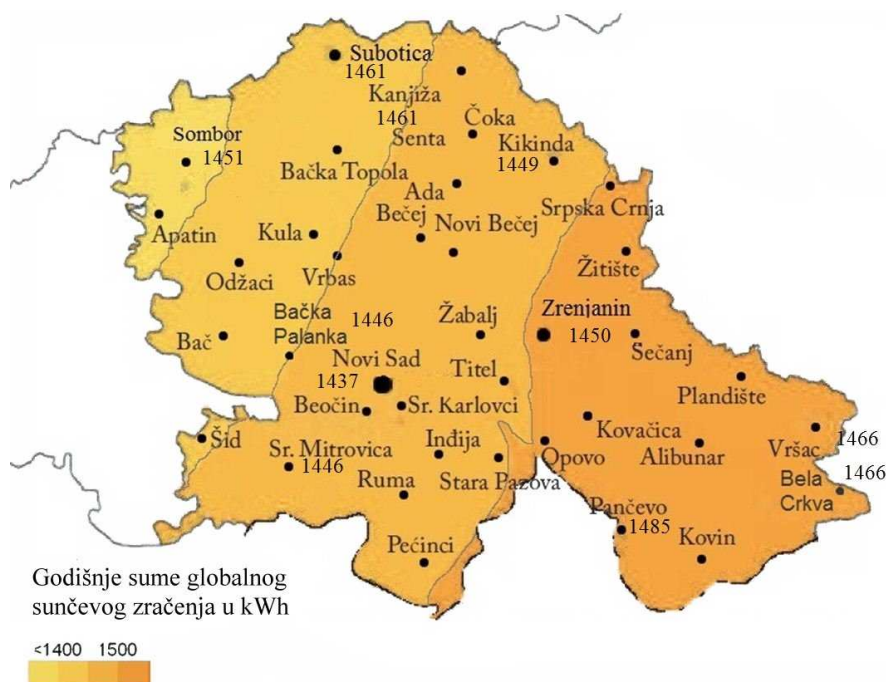
Godišnji prosek dnevne energije globalnog zračenja (u kWh/m²) na horizontalnu površinu (0°) za Vojvodinu



Godišnji prosek 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 - KRAĆA VERZIJA



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

Prijemnik sunčevog zračenja 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 energetske 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 energetske 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).

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. 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

STUDIJA

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

od 45° godišnja vrednost dozračene energije je veća za oko 12 do 13% - u odnosu na horizontalnu površinu.

Prijemne površine 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. Orijentisanje površina (kolektora) solarnih instalacija da bi ih koristili preko čitave godine, najpovoljnije je kada je usmerena prema jugu i pod uglom od oko 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.

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. 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/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 sunčevog zračenja na horizontalnu površinu na teritoriji Vojvodine se kreće od 1,0 – 1,4 kWh/m^2 tokom januara, a od 6,0 - 6,3 kWh/m^2 – 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/m^2 .

Prosečna dnevna energija globalnog zračenja za ravnu površinu u toku zimskog perioda kreće se između 1,0 kWh/m^2 na severu Vojvodine i 1,45 kWh/m^2 na jugu Vojvodine (Decembar - Januar) i do 3,55 (Mart) , a u toku letnjeg perioda između 5,70 kWh/m^2 na severu i 6.85 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 (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 %.

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)

STUDIJA

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

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.

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

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 ($^{\circ}$)			
	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			

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 prijemnika 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

STUDIJA

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

- na korišćenje fotoelektričnog efekta, pri čemu se sunčeva svetlost direktno transformiše u električnu energiju u fotonaponskom prijemniku 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.

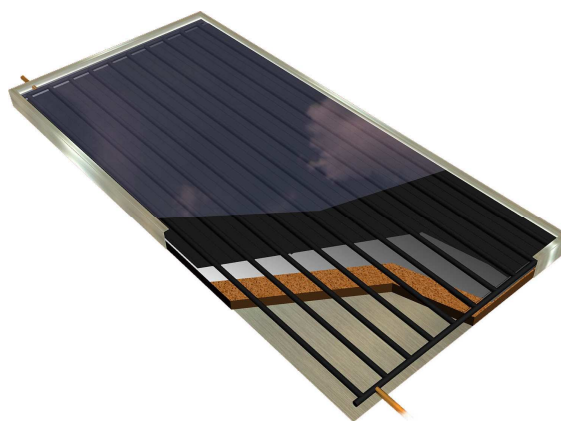
Ravni niskotemperaturni prijemnici sunčeve energije su tehnički najjednostavniji prijemnici sa aspekta izrade (proizvodnje), a u njima se ostvaruju radne temperature do 100 [°C] (pri tzv. "praznom hodu" - i do maksimalno 180 [°C]). Pri tome se toplota odvodi od PSE vazduhom, vodom ili nekom drugom tečnošću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

Solarni energetski 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.



Vakuumski cevni kolektor



Klasičan termički solarni kolektor

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.



Pasivno solarno grejanje

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.

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].

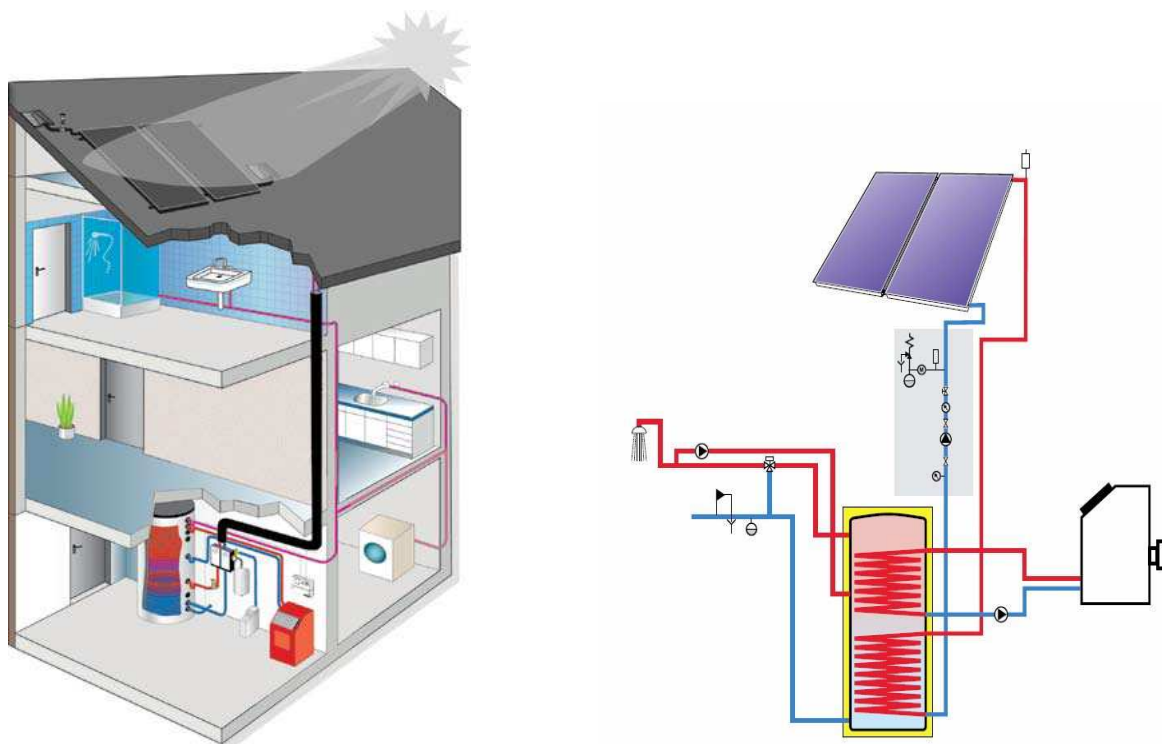
Pošto se temperatura toplonoše u solarnom kolektoru (pri preporučenim brzinama strujanja) u zimskom periodu kreće najčešće od 40 do 60 [°C], jasno je da se kod sistema centralnog toplovodnog grejanja u periodu najnižih temperatura ne mogu u dovoljnoj meri koristiti. Međutim, čim su spoljni uslovi

STUDIJA

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

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



Kućna solarna instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode

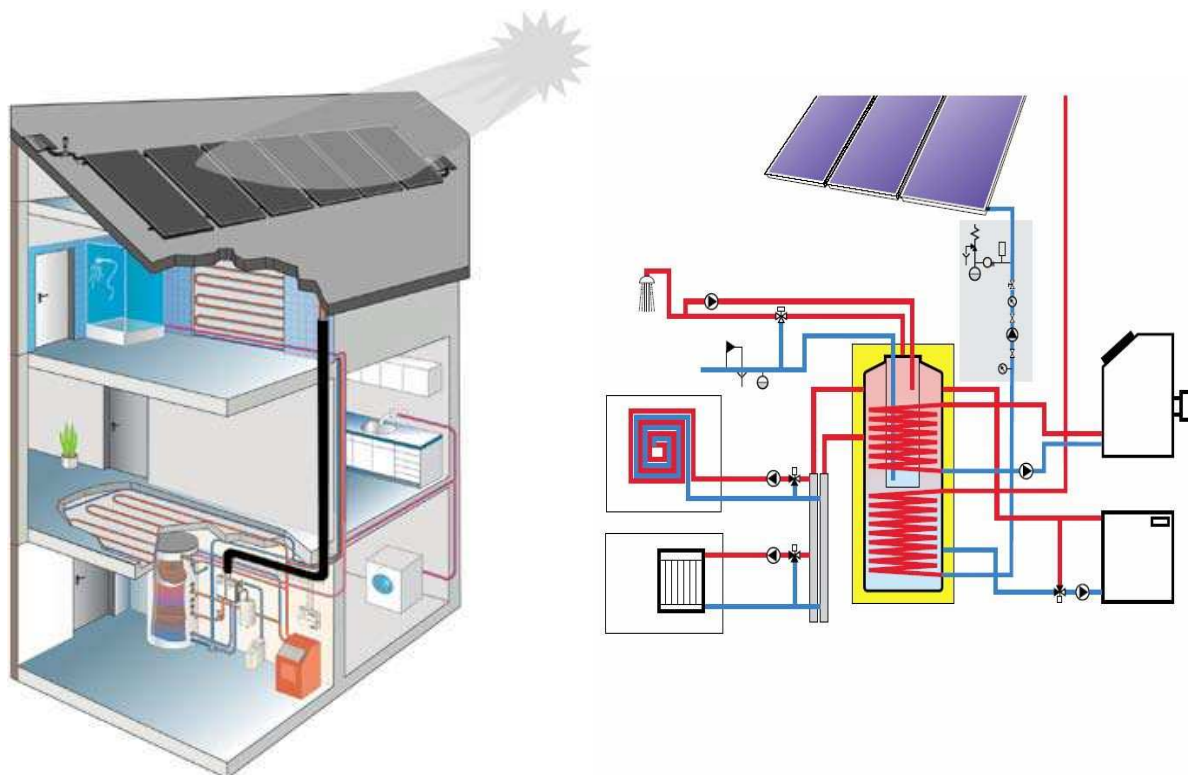
Ravni niskotemperaturni prijemnici sunčeve energije su tehnički najjednostavniji prijemnici sa aspekta izrade (proizvodnje), a u njima se ostvaruju radne temperature do 100 [°C] (pri tzv. "praznom hodu" - i do maksimalno 180 [°C]). Pri tome se toplota odvodi od PSE vazduhom, vodom ili nekom drugom tečnošću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

Solarni energetski 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

STUDIJA

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

komercijalnog tipa kolektora je oko dva kvadratna metra i oko dva kolektora su dovoljna za zagrevanje vode u jednom manjem domaćinstvu.



Kućna solarna instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode i dogrevanje objekta

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 energetskih sistema: oni koji se koriste isključivo za zagrevanje vode i oni koji uz to obezbeđuju i grejanje (takozvani kombi sistemi). Solarno/toplotni energetski 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 energetski sistem. To znači da se godišnje oko 60% potrebne energije za grejanje potrošne vode može dobiti solarnim toplotnim energetskim sistemima.

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

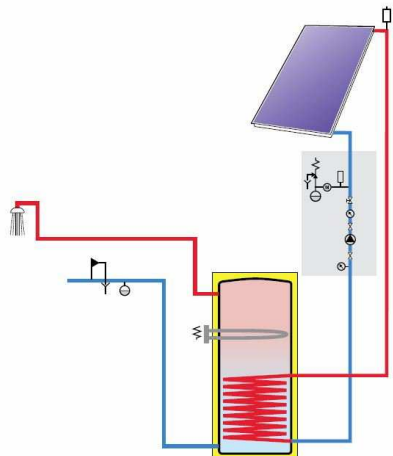
STUDIJA

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

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.



Jednostavna solarna instalacija za grejanje sanitarne potrošne vode



Kompaktan solarni bojler za grejanje potrošne vode

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

STUDIJA

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

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.

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^oC) temperaturama tokom zime (kao što je slučaj i u Vojvodini), izrađena na bazi "antifrizi" - 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 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 ^oC 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).

Složenije tipske kućne instalacije omogućuju, 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 ^oC - 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 konvencionalnim grejanjem na neko godivo ili električnu energiju. Automatika sistema omogućuje nesmetan rad instalacije i uključivanje rada kotla u situacijama kada je temperatura solarne tečnosti niža od potrebne.

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

Kompaktni solarni bojleri 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

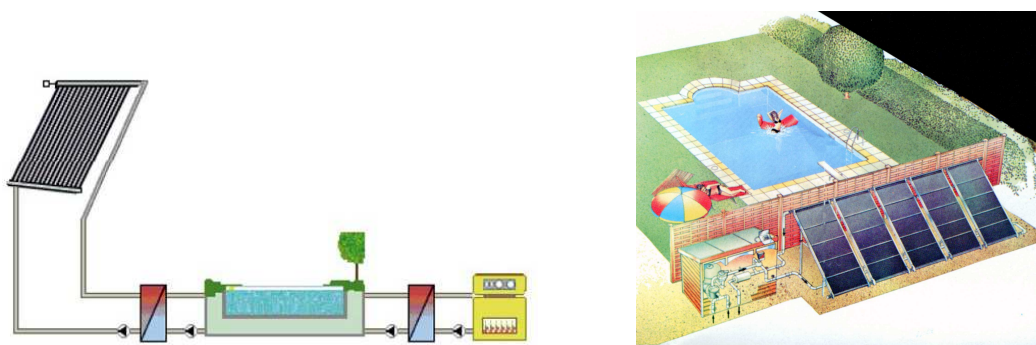
STUDIJA

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

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 tempoeratura, 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).

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, 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.



Solarna instalacija za grejanje bazenske vode

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

STUDIJA

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

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.

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. Sa ekonomskog aspekta, cena struje dobijene iz sunčeve energije kontinuirano pada, kao rezultat tehnoloških unapredjenja 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. 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 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.

Sa ekonomskog gledišta, na osnovu nezavisnih uporednih testova, najefektniji su sistemi za grejanje sanitarne tople 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 kakve takve ekonomske isplativosti ali samo kod niskotemperaturnih grejnih sistema (napr. podno 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 energiji na centralnom sistemu grejanja, gde se može pokriti oko 45% besplatne toplotne energije za grejanje kuća i oko 75% 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 energetske efikasnim grejnim sistemima tj. podno-zidnim sistemima grejanja, tj. niskotemperaturnim sistemima grejanja. Ipak, zbog promenljivosti delovanja snage sunčevog zračenja tokom dana, meseca i godine, ne može se 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 godina. Nije ipak moguće generalno ustanoviti vreme isplativosti investicije solarnog sistema zato što zavisi od mnogih faktora kao 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

STUDIJA

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

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.

Primena sunčeve energije termalnom konverzijom u praksi se 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.

Preko 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 % .

Srbija ima potencijal da godišnje iz sunčeve energije proizvede – 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.

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. solarna kuća štedi 40% energije na grejanje, 80% energije za zagrevanje potrošne vode. Ona koristi značajne potencijale koje pružaju krovni solarni pokrivači i fasade, 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.

Primena solarne energije obezbeđuje veće uštede energije i niže troškove.

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

STUDIJA

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

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 40% toplotne energije za grejanje kuća, 70% - za grejanje sanitarne vode i do 100% - za dogrevanje bazenske vode.

Solarni sistemi se ne mogu u dovoljnoj meri koristiti kod sistema centralnog toplovodnog 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 efikasnih kuća (visoke karakteristike termo izolacije) i energetski efikasnim grejnim sistemima (podno-zidnim sistemima), tj. niskotemperaturnim sistemima grejanja.

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...

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 80% od potrebne energije, a u periodu od oktobra do aprila ova pokrivenost je oko 30%.

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.

Potrebno je znati da je solarni sistem jedna od mogućnosti za pripremu sanitarne tople vode i podrška grejanju prostorija pri čemu postoji značajna opravdanost i isplativost investicije, pre svega zahvaljujući postignutim uštedama u poređenju sa klasičnim izvorima toplote. Klasični kotao ili drugi izvor toplote u porodičnoj kući ili nekom drugom objektu smatra se za nužnu investiciju zbog čega korisnik uglavnom ni ne razmišlja o njegovoj isplativosti, jer ona u suštini nije ni moguća. Nasuprot tome solarni sistemi donose značajne uštede zahvaljujući kojim se, po isplativosti investicije dobija energija - takoreći besplatno. Rok trajanja kvalitetnih sistema je 25 do 30 godina (izuzev bojlera za pijaću vodu i

STUDIJA

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

circulacione pumpe), zato su solarni kolektori dobra investicija za budućnost i manje zavisna na porast cena klasičnih goriva. Nije ipak moguće generalno ustanoviti vreme isplativosti investicije solarnog sistema zato što zavisi od mnogih faktora kao napr. od tipa i proizvođača kolektora i prateće opreme, postojećeg načina pripreme sanitarne tople vode i grejanja, cene 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 i 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.

Četiri razloga zbog kojih treba koristiti sunčevu energiju su:

- Preko 55 odsto ukupne energije troši se u domaćinstvima u obliku električne energije, od čega dobar deo za zagrevanje sanitarne vode;
- Postiže se smanjivanje troškova za zagrevanje sanitarne vode za oko 60 do 70 odsto 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 značajnog udela.

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.

Kada su u pitanju srednje temperaturni solarni sistemi (koncentrišući sistemi sa linijskom žižom) sa radnim temperaturama iznad 100 °C – najčešće sa temperaturama od 200 do 300 °C – njihova primena u praksi je takođe dugotrajna. 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 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)

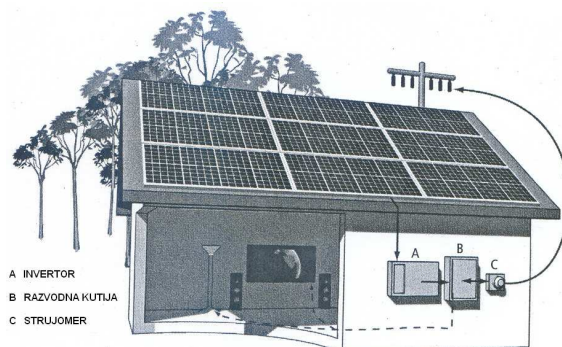
STUDIJA

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

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 so 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 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 elektran u Vojvodini.

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.



Kombinovani fotonaponski sistem

STUDIJA

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

Ovi sistemi, za razliku od elektrana sa koncentrišućim ogledalima mogu koristiti i difuzno zračenje za proizvodnju električne energije (količina proizvedene električne energije pri difuznom zračenju je, naravno, manja od one – proizvedene pri direktnom sunčevom zračenju). Prendnost 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 instalisane snage ovakvih elektrana se kreće od 2 do 3 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.

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.

U oblasti toplotne konverzije sunčevog zračenja je otvoreno nekoliko puteva za razvoj, istraživanje i inovacije. Razvoj u oblasti termalnog korišćenja sunčeve energije nije toliko povezan sa skupocenom opremom kakav je slučaj kod fotonaponske konverzije. Sistemi za koncentraciju sunčevog zračenja, hibridni sistemi (kombinacija toplotne i fotonaponske konverzije), vazdušni kolektori, integracija postojećih ili novih komponenti u zgrade, primena u destilaciji i desalinizaciji vode, pasterizacija u prehrambenoj industriji, sušenje u poljoprivredi i skladištenje toplotne energije - su samo jedan deo programa koji je moguće raspoloživim potencijalima razvijati u Srbiji. Aktuelna politika vezana za odluku o izdvojanju značajnih novčanih sredstava za oporavak i razvoj nauke u Srbiji ukazuje na priliku da se jedan deo (bar 1%) tih sredstava utroši za primenjena istraživanja u oblasti obnovljivih izvora energije, pri čemu posebno treba obratiti pažnju na sunčevu energiju.

Da bi se intenziviralo korišćenje solarne energije u Srbiji potrebno je stvoriti povoljnu poslovnu klimu za razvoj domaće industrije solarne opreme na bazi 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 zadovoljavaju upotrebom sunčevom energijom. 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.

STUDIJA

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

Toplotni solarni sistemi se najčešće koriste za grejanje sanitarne potrošne vode, grejanje tehnološke vode, vode u bazenima i dr. Moguće ih je koristiti i kao podrška pri zagrevanju prostorija objekata različitih namena - kuća, hala i dr., ali ovakva primena je 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 izvorom 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 (CST). Generalno gledano, sunčeva energija može pokriti 50-70% 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). 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.

Vojvodina raspolaže resursima energije sunčevog zračenja znatno iznad evropskog proseka uz povoljan sezonski raspored. Njeno efikasno i dugoročno korišćenje neophodno je osmisлити u najskorijem vremenskom periodu. Da bi se intenziviralo korišćenje sunčeve energije u Vojvodini, treba stvoriti povoljnu poslovnu klimu za razvoj domaće industrije. U sadašnjim uslovima je moguće da se, čak i u malim serijama, dobije oprema odgovarajućeg kvaliteta i nižih cena od uvozne opreme.

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 (približno 500 evra za jedan kilovat instalisane snage), 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 energetski i ekonomski efekat. 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 dva proizvođača solarnih toplotnih kolektora i nekoliko uvoznika kompletnih sistema. 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 njegov krov, a pri tome je potpuno čisto.

Ukupno gledano, u Vojvodini je energetski potpuno zanemarljiva primena solarne energije za zagrevanje sanitarne vode ili prostora. Isti je slučaj i u ostalim oblastima moguće primene. Razlozi za postojeće stanje u Srbiji su: neznanje o primeni obnovljivih izvora energije, o stanju i planovima u Evropi, o našim budućim obavezama u krugovima donosioca odluka, kao i neobaveštenost 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. Proizvodnja domaće opreme je skupa zbog uvozne zavisnosti pri nabavci materijala i malog neformiranog tržišta.

Sunčeva energija može imati značajno mesto u energetici jedne zemlje jer predstavlja obnovljiv i neiscrpan energetski 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 razvijenih. 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,

STUDIJA

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

ekonomski i ekološki faktori. 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 grejave sanitarne ili tehnološke vode troše značajne količine električne energije dobijene sagorevawem 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. 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 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 toplovođenog 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 toplovođenog 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.

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, eksploatacionih uslova i dr. S obzirom da je sunčeva energija sa tehničko-eksploatacionog gledišta - energetske 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 energetske 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. 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 toplotnoj energiji koja se dobija iz 50 do 120 litara lož - ulja.

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 prijemnika sunčeve energije (toplotni PSE). Kod ovih tipova PSE se ostvaruje prosečni stepen efikasnosti transformacije dozačene sunčeve energije u korisno odvedenu toplotu - od 35 do 55% ,
- na korišćenju fotoelektričnog efekta, kada se sunčeva svetlost direktno pretvara u električnu energiju, pri čemu je efikasnost transformacije do 20 %.

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

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

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].

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. 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).

Nezanemarujući 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, ugalj 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

STUDIJA

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

vrsta goriva neispuštaju u atmosferu nikakve štetne materije niti gasove staklene bašte koje uzrokuju postepeno zagrevanje atmosfere.

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.

U oblasti toplotne konverzije sunčevog zračenja je otvoreno nekoliko puteva za razvoj, istraživanje i inovacije. Razvoj u oblasti termalnog korišćenja sunčeve energije nije toliko povezan sa skupocenom opremom kakav je slučaj kod fotonaponske konverzije. Sistemi za koncentraciju sunčevog zračenja, hibridni sistemi (kombinacija toplotne i fotonaponske konverzije), vazdušni kolektori, integracija postojećih ili novih komponenti u zgrade, primena u destilaciji i desalinizaciji vode, pasterizacija u prehrambenoj industriji, sušenje u poljoprivredi i skladištenje toplotne energije - su samo jedan deo programa koji je moguće raspoloživim potencijalima razvijati u Srbiji. Aktuelna politika vezana za odluku o izdvojanju značajnih novčanih sredstava za oporavak i razvoj nauke u Srbiji ukazuje na priliku da se jedan deo (bar 1%) tih sredstava utroši za primenjena istraživanja u oblasti obnovljivih izvora energije, pri čemu posebno treba obratiti pažnju na sunčevu energiju.

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 energiji na centralnom sistemu grejanja, gde se može pokriti oko 45% besplatne toplotne energije za grejanje kuća i oko 75% 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 energetske efikasnim grejnim sistemima tj. podno-zidnim sistemima grejanja, tj. niskotemperaturnim sistemima grejanja. Ipak, zbog promenljivosti delovanja snage sunčevog zračenja tokom dana, meseca i godine, ne može se 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 godina. Nije ipak moguće generalno ustanoviti vreme isplativosti investicije solarnog sistema zato što zavisi od mnogih faktora kao 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.

Primena sunčeve energije termalnom konverzijom u praksi se 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.

STUDIJA

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

- 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.

Preko 55 % od ukupne energije koja se troši u domaćinstvima u Srbiji 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 % .

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 60% godišnje potrošnje električne energije za grejanje vode. Energetska dobit u tom 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 uložениh 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.

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: 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.