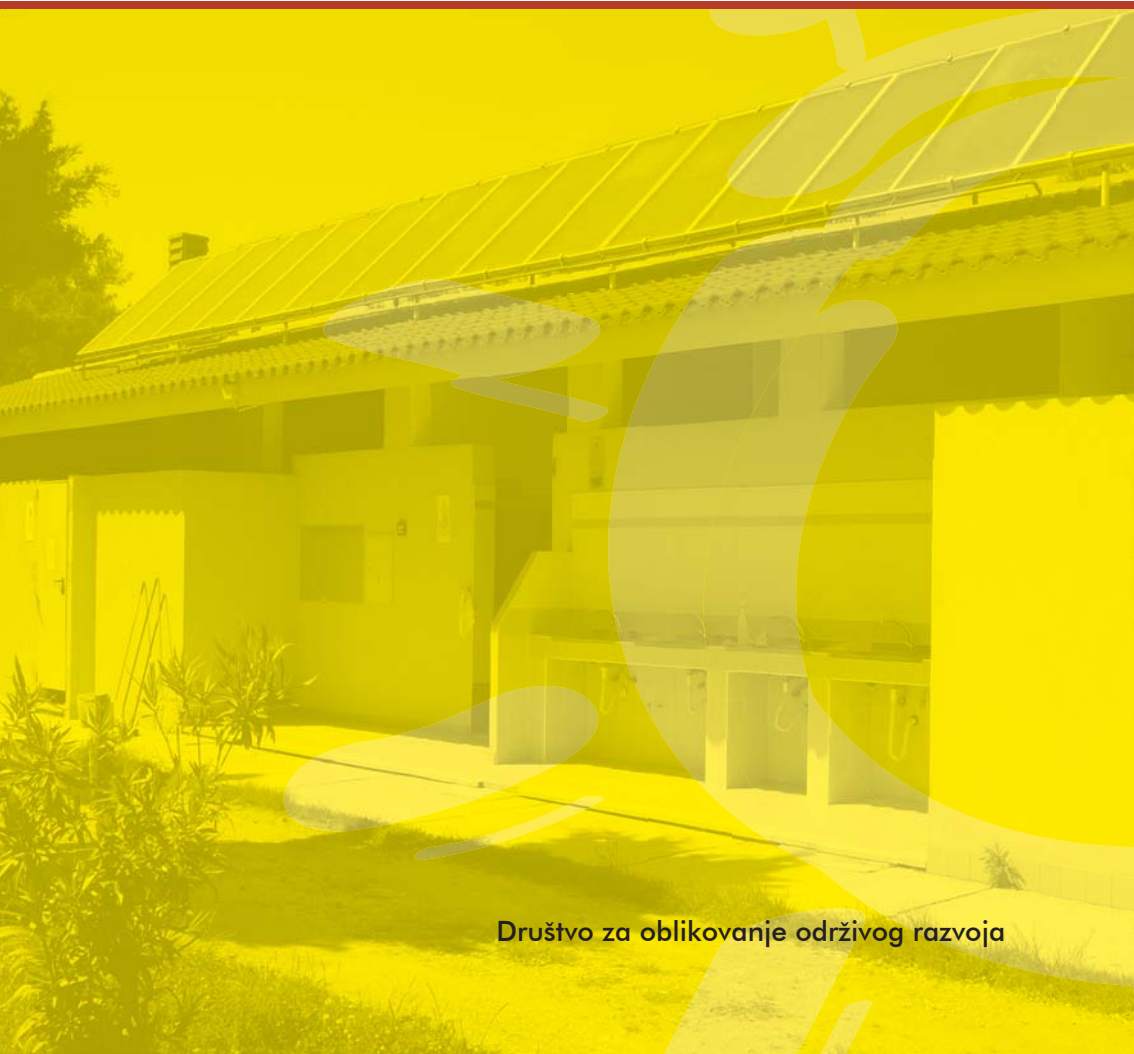


Robert Pašičko, Daniel Rodik

SUNČEVI TOPLINSKI SUSTAVI ZA KAMPOVE



Društvo za oblikovanje održivog razvoja

Robert Pašičko, Daniel Rodik

SUNČEVI TOPLINSKI SUSTAVI ZA KAMPOVE

Društvo za oblikovanje održivog razvoja, 2010.

Izdavač



Društvo za oblikovanje održivog razvoja

Web: www.door.hr

Email: info@door.hr

Tel: 01/6129 562

Fax: 01/6129 890

Za izdavača

dr.sc. Maja Božičević Vrhovčak

Autori

Robert Pašičko, Daniel Rodik

Dizajn i prijelom

Effectiva studio

Tisak

Grafokor, Zagreb

Naklada

200 primjeraka

ISBN 978-953-55344-4-0

CIP zapis dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 746879.

Ovaj priručnik izrađen je u sklopu međunarodnog projekta SolCamp financiranog iz programa Inteligentna energija za Europu, uz financijsku potporu Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva. Tisak drugog izdanja omogućio je Grad Dubrovnik.

DOOR je korisnik institucionalne potpore Nacionalne zaklade za razvoj civilnoga društva u 2010. godini.

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	5
1.1	Kako se može koristiti sunčeva energija?	5
1.2	Sunčevo zračenje u Hrvatskoj.....	7
1.3	Korištenje sunčeve energije u kampovima	8
2.	SUNČEVI TOPLINSKI SUSTAVI ZA KAMPOVE	9
2.1	Komponente sustava	9
2.2	Različiti tipovi sustava za korištenje sunčeve toplinske energije	11
2.3	Smještaj kolektora i spremnika tople vode	13
3.	PLANIRANJE I DIMENZIONIRANJE SUNČVOG TOPLINSKOG SUSTAVA	15
3.1	Solarni udio i učinkovitost sustava	15
3.2	Orijentacija plohe kolektora i zasjenjenost	16
3.3	Potražnja za toplom vodom i veličina sustava	17
3.4	Primjer proračuna sunčevog toplinskog sustava	18
4.	INSTALIRANJE SUNČEVIH TOPLINSKIH SUSTAVA.....	19
4.1	Postavljanje sunčevih kolektora	19
4.2	Postavljanje toplovodnih cijevi	21
4.3	Postavljanje spremnika	22
5.	PUŠTANJE U POGON I ODRŽAVANJE SUSTAVA.....	23
5.1	Pražnjenje toplinskog sustava	23
5.2	Provjera propuštanja u sustavu	24
5.3	Punjenje solarnom tekućinom.....	24
5.4	Podešavanje pumpe i regulatora	25
5.5	Redovno održavanje sustava	25
6.	SUFINANCIRANJE I KREDITIRANJE	29
7.	VRIJEME POVRATA INVESTICIJE, UŠTEDA ENERGIJE I EMISIJE CO ₂	31
	DODATCI	33
	DODATAK A	35
	DODATAK B.....	36
	DODATAK C	38

1. UVOD

Ovaj priručnik namijenjen je vlasnicima kampova i projektantima sunčevih toplinskih sustava, a sadrži informacije potrebne za upoznavanje sa sunčevom toplinskom energijom i njenom primjenom u kampovima. Nakon pregleda specifičnosti uporabe sunčeve toplinske energije slijedi opis komponenti cijelog sustava te detaljnije obrađene razlike između pojedinih vrsti sustava. Poglavlja o dimenzioniranju, projektiranju, postavljanju i održavanju toplinskih sustava više će zanimati projektante. Posebno je obrađen dio koji govori o mogućnostima sufinanciranja i kreditiranja projekta od strane nadležnih institucija ili banaka te o poreznim i drugim olakšicama u Hrvatskoj. Priručnik završava s prikazom primjera iz prakse koji sadrži proračun cijene investicije i vrijeme povrata ulaganja za kamp u Hrvatskoj.

1.1 Kako se može koristiti sunčeva energija?

Bez Sunca ne bi bilo života na Zemlji. Izravno ili neizravno, sva energija koju ljudi koriste dolazi od Sunca koje zrači 15.000 puta više energije nego što možemo iskoristiti. Sunčevo zračenje daje energiju biljkama, koja se pretvara u hranu za ljude i životinje. Biljke, životinje i minerali koji su se raspali prije nekoliko milijuna godina danas su nam dostupni u obliku fosilnih goriva – nafte, zemnog plina i ugljena.

Sunce nam daje energiju u dva oblika: svjetlost i toplina. Ljudi već stoljećima koriste sunčevu energiju za zagrijavanje i osvjetljavanje svojih domova. Koristeći sunčevu energiju svoje domove možemo učiniti udobnijim za život, a istovremeno treba uzeti u obzir i mnoge prednosti koje nam sunčeva energija daje: smanjuje našu ovisnost o fosilnim gorivima, ne zagađuje okoliš, ne pridonosi učinku staklenika, dok proizvodnja i održavanje sunčevih sustava omogućavaju nova radna mjesta. Na kraju tu je i financijska korist jer je nakon početnog ulaganja u opremu, svaki kilovat-sat proizveden iz energije sunca u potpunosti besplatan.

Dvije vrste najpopularnijih sustava za korištenje sunčeve energije su sunčevi toplinski sustavi i fotonaponski sustavi.

Sunčevi toplinski kolektori upijaju sunčevo zračenje i mogu se koristiti za grijanje prostora i za grijanje vode. Kolektori se najčešće postavljaju na krov kuće ili zgrade, četvrtastog su oblika, a sastoje se od ovih dijelova:

- prozirna stranica (staklo ili slična prozirna otporna površina) koja propušta sunčevu energiju unutra, ali je ne propušta van,
- tamno obojena površina (apsorber) koji se nalazi unutar kućišta kolektora, a služi za upijanje topline i prenošenje na medij (voda, glikol ili zrak),
- izolacijski materijal koji sprečava gubitke topline,
- ventili i cijevi koji prenose medij - ugrijani zrak ili tekućinu iz kolektora u spremnik.

U pasivnoj solarnoj arhitekturi čak i cijela prostorija (soba, ili staklenik) služi kao sunčev kolektor.

Drugi oblik korištenja sunca su **fotonaponski (FN)** sustavi koji pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju. Najjednostavnije FN ćelije mogu se vidjeti na ručnim satovima ili džepnim kalkulatorima. Ćelije se povezuju u module i panele te proizvode istosmjernu struju koja je identična onoj koja se dobiva iz običnih baterija ili akumulatora. No, kako većina današnjih uređaja koristi izmjeničnu struju, potrebno je postaviti pretvarače koji istosmjernu struju pretvaraju u izmjeničnu. Struja dobivena pomoću fotonaponskih sustava može se koristiti za rasvjetu, rad kućanskih aparata, pogon električnih vozila ili se jednostavno može uskladištiti u akumulator (što se pretežno koristi u sustavima koji nisu spojeni na elektroenergetski sustav).

Fotonaponski sustavi koji nisu spojeni na mrežu ne mogu osigurati dovoljno električne energije koju troši prosječno kućanstvo danas. Stoga je potrebno smanjiti opterećenje tj. izbjegavati upotrebu velikih potrošača struje ili istodobno korištenje električnih potrošača. Najpogodniji za napajanje FN sustavom su mali potrošači poput štednih žarulja, prijenosnih računala, malih TV-a, i ostalih manjih kućanskih aparata.

Korištenje sunčeve energije je grana industrije u velikom porastu – u posljednjih pet godina prodaja fotonaponskih sustava raste za 40-50% godišnje, dok uporaba sunčevih toplinskih sustava u Europi raste za oko 35% posto godišnje. Oko polovice ukupne neposredno utrošene energije u Europi danas se koristi za grijanje i hlađenje prostora od kojeg bi se veći dio mogao zadovoljiti upotrebom sunčeve energije. Prema nekim predviđanjima, do 2030. godine, većina novih zgrada i kuća grijat će se pomoću sunčeve energije.

1.2 Sunčevo zračenje u Hrvatskoj

Zemljopisni položaj Hrvatske i blaga klima osiguravaju optimalne uvjete za korištenje sunčeve energije, a to se posebno odnosi na obalno područje i otoke, gdje se nalaze gotovo svi kampovi u Hrvatskoj.

Podatci sa slike u Dodatku A odnose se na ukupnu dozračenu energiju uz optimalne uvjete, a stvarna vrijednost ovisi o konkretnoj lokaciji, godišnjem dobu, dobu dana i vremenskim uvjetima. Ukupna dozračena energija sastoji se od izravnog zračenja, koje dolazi iz smjera Sunca, te difuznog zračenja koje predstavlja zračenje raspršeno u atmosferi, a dolazi na površinu Zemlje iz svih smjerova.

Udio izravnog u ukupnom zračenju kreće se od 0% kad je nebo prekriveno gustim oblacima, do gotovo 95% po vedrom danu. Najveća dozračena energija dopijeva na plohu osunčanja kada sunčeve zrake upadaju pod pravim kutom. To znači da je ljeti idealan nagib plohe osunčanja u odnosu na ravninu Zemlje što manji (gotovo paralelno sa ravinom Zemlje), dok je zimi, kada je prividna sunčeva putanja niža u odnosu na horizont, taj kut veći i određuje se prema zemljopisnoj širini. Idealan kut postavljanja plohe osunčanja ovisi o dobu korištenja sunčeve energije, pa za kampove u Hrvatskoj to iznosi od 15°-30° u odnosu na ravninu Zemlje. Tim nagibom povećava se dozračena sunčeva energija u mjesecima prije i poslije ljeta za oko 50% uz minimalne gubitke u ljetnim mjesecima.

Lokacija	Godišnji prosjek dnevne dozračene energije (kWh/m ² d)
Hrvatska, južni Jadran	5,0-5,2
Hrvatska, sjeverni Jadran	4,2-4,6
Hrvatska, kontinentalni dio	3,4-4,2
Srednja Europa	3,2-3,2
Sjeverna Europa	2,8-3,0
Južna Europa	4,4-5,6

Tablica 1. Usporedba dozračene sunčeve energije na optimalno nagnutu plohu u raznim dijelovima Hrvatske i Europe

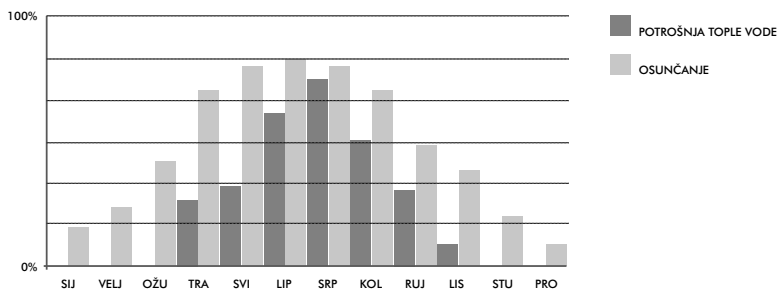
Tablica 1. pokazuje kako je dozračena energija u Hrvatskoj i do 70% veća nego u srednjoj i sjevernoj Europi, dok jug Dalmacije ne zaostaje za Španjolskom i Grčkom. Južni Jadran ima godišnje preko 2.500 sunčanih sati, dok primjerice Hvar ili Vis imaju godišnje i više od 2.700 sunčanih sati.

1.3 Korištenje sunčeve energije u kampovima

Turistički kampovi idealni su objekti za uporabu energije sunca za pripremu potrošne sanitarne tople vode. Razlog je jednostavan - potrebe za toplom vodom i dostupnost energije sunca se poklapaju (Slika 1). Prema klimatskim podacima, između svibnja i listopada ostvari se 75% godišnjeg osunčanja. Uz to, vlasnici i gosti kampova sve su više zainteresirani za očuvanje okoliša. Korištenje sunčevih toplinskih sustava ima višestruke kvalitete: energija sunca je besplatna, ne uzrokuje emisije štetnih plinova i jako se dobro može iskoristiti u promidžbene svrhe.

U Hrvatskoj ima oko 500 autokampova s ukupnim kapacitetom od 200.000 gostiju, od čega je 130 većih kampova koji imaju više od 200 mjesta za šatore, bungalove i kamp-prikolice. O važnosti kampova za hrvatski turizam govori podatak o velikom broju gostiju u kampovima - turisti u kampovima čine 22% ukupnog broja turista s ostvarenih 29% noćenja. Međutim, glavne zamjerke stranih gostiju u vezi hrvatskih kampova su niska kvaliteta i slabo održavanje. Sve je veća potražnja za srednjom i višom kategorijom kampova, u kojima je razina turističke usluge usklađena s brigom o okolišu.

Toplinski sunčevi sustavi danas su u kampovima češće iznimka, nego pravilo – čak i u mediteranskim zemljama s velikim brojem sunčanih dana i visokom osunčanošću poput Hrvatske. Ovaj priručnik nastao je sklopu međunarodnog projekta SolCamp, kojem je cilj bio poticanje uporabe energetski održivih toplinskih sustava, prvenstveno uporabe energije sunca u turističkim kampovima, širenjem informacija o uporabi energije sunca i pozitivnim primjerima iz prakse.



Slika 1. Prikaz preklapanja osunčanja i potrošnje tople vode u kampovima po mjesecima

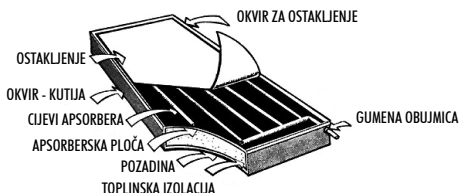
2. SUNČEVI TOPLINSKI SUSTAVI ZA KAMPOVE

2.1 Komponente sustava

Kolektori

Najjednostavniji tip sunčevog kolektora su **kolektori bez ostakljenja**. Kao što ime kaže, takvi kolektori nemaju ostakljenje niti izoliranu kolektorsku kutiju, tako da se sastoje samo od apsorbera. Najčešći primjeri su "uradi-sam" spremnici tople vode koji su okrenuti prema suncu i obojani u crno. Najveći nedostaci takvih sustava su veliki gubitci akumulirane toplinske energije (npr. preko noći ili po oblačnom vremenu) i mogućnost zamrzavanja sustava zimi.

Slika 2.
Presjek plosnatog ravnog kolektora



Gotovo svi **plosnati ravni kolektori s ostakljenjem** (Slika 2) na tržištu sastoje se od metalnog apsorbera u pravokutnom kućištu. Kolektor je toplinski izoliran sa stražnje strane i bočno, a prednja stranica je prozirna. Zadaća apsorbera je da prikupi najviše moguće sunčeve topline. Zbog toga je potrebno da apsorber ima što veću sposobnost upijanja topline i što manje toplinske gubitke. To se postiže selektivnim premazom koji propušta svjetlost određene valne duljine.

Vakuumske kolektori koriste sličan princip kao i termos boce. U svrhu smanjenja toplinskih gubitaka u kolektoru, apsorberi se nalaze u staklenim cilindrima u kojima je vakuum, na tlaku manjem od 10^{-2} bara. Apsorber koji se instalira u vakuumske cijevi je plosnata traka ili premaz koji se nanosi na unutrašnju stranu staklene vakuumske cijevi. Kako je potrebna površina koju zauzimaju vakuumske kolektori za 1/3 manja od ravnih kolektora, pogodni su za krovove koji nemaju dovoljno mjesta za instalaciju ravnih kolektora.

Spremnici

Energiju koju prikupimo od sunca moramo uskladištiti kako bismo imali tople vode onda kada nema sunca, npr. po noći ili kada je oblačno. Sunčevo zračenje najčešće nije dovoljno da pokrije sve potrebe za toplom vodom, pa spremnik za potrošnu toplu vodu obično ima ugrađena dva izmjenjivača topline kojima se dovodi potrebna toplina s dva izvora grijanja: sunčevi kolektori i dodatni izvor npr. kotao na plin, lož ulje ili električni grijač (Slika 3).



Slika 3. Shema spremnika topline s izmjenjivačima

Treba razlikovati spremnike s potrošnom toplom vodom od spremnika u kojima se nalazi voda koju izravno zagrijavaju sunčevi kolektori (međuspremnici). Veličina spremnika ovisi o dnevnim potrebama potrošne tople vode. Toplinska izolacija spremnika utječe na gubitke akumulirane topline.

Ostali dijelovi sustava

Ostali dijelovi nužni za nesmetan rad sunčevog toplinskog sustava su:

- izolirane toplovodne cijevi, koje povezuju kolektore sa spremnicima,
- solarna tekućina (najčešće mješavina neškodljivog glikola i vode)
 - medij kojim se toplina prenosi iz kolektora do spremnika,
- pumpa, pomoću koje se postiže cirkulacija tekućine u sustavu,
- izmjenjivači topline, koji prenose dobivenu toplinu sa solarne tekućine na potrošnu toplu vodu u spremnicima,
- ventili i sigurnosna oprema,
- osjetnici i diferencijalna elektronika (regulator).

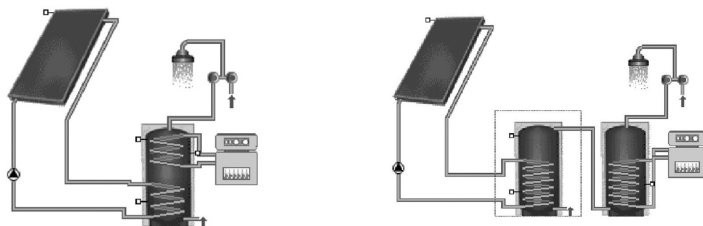
2.2 Različiti tipovi sustava za korištenje sunčeve toplinske energije

Termosifonski sustavi (Slika 4) su najjednostavniji za primjenu jer ne zahtijevaju pumpe. Cirkulacija medija između kolektora i spremnika je prirodna: topla voda se kao rjeđa diže gore, pa nije potrebna prisilna cirkulacija pumpom. Posebno su pogodni za primjenu kod manjih kampova gdje ne postoji velika potražnja za toplom vodom, a spajanjem nekoliko termosifonskih sustava mogu se dobiti i veći sustavi.

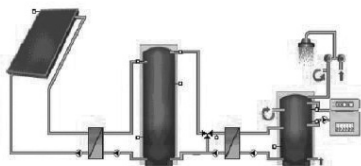
Slika 4. Termosifonski sustav



Sustav s jednim spremnikom tople vode uobičajen je u malim kampovima (kapacitet kampa do 50 ljudi). Kod većih kampova, potrebno je povećati i volumen spremnika, a to je moguće dodavanjem još jednog serijski spojenog spremnika (Slika 5).



Slika 5. Sustavi s jednim i dva spremnika tople vode



Slika 6. Sustav s međuspremnikom

U velikim kampovima koji zahtijevaju spremnik od nekoliko tisuća litara vode, koristi se **sustav s međuspremnikom** (Slika 6). Međuspremnik služi da se toplina proizvedena sunčevim kolektorima akumulira, ali ne kao potrošna topla voda (PTV) nego kao tzv. „mrtva voda“ koja preko izmjenjivača topline zagrijava vodu u manjem spremniku. Manji spremnik PTV na taj način osigurava svježiju toplu vodu koja se ne miješa s vodom u međuspremniku. Time se izbjegava moguća pojava legionarske bolesti. Potrošnu toplu vodu se može također dodatno zagrijati i to visokoučinkovitim vanjskim grijačem.

Legionarska bolest je vrsta gripe s groznicom, drhtavicom i suhim kašljem koju uzrokuje bakterija *legionella*. *Legionella* se prenosi putem aerosola, udisanjem sitnih čestica raspršene vode koje sadrže bakteriju. Najčešći izvori *legionelle* su rashladni tornjevi, sustavi tople vode u kućanstvima, fontane i slični sustavi. Inkubacija može trajati do dva tjedna, a uznapredovala bolest može prouzrokovati želučane i probleme živčanog sustava što vodi do proljeva i mučnine. Premda bolest ne predstavlja veliku opasnost za zdrave osobe, postoji mogućnost pojave opasnih simptoma kod osoba slabijeg imuniteta ili kod starijih ljudi.

Kontrola pojave uzročnika bolesti može se ostvariti pomoću dezinficiranja vode na višim temperaturama.

- 70 do 80°C - raspon dezinficiranja,
- Pri 66°C - *legionella* umire unutar 2 minute,
- Pri 60°C - *legionella* umire unutar 32 minute,
- Pri 55°C - *legionella* umire unutar 5 do 6 sati,
- 50 do 55°C - *legionella* može preživjeti, ali se ne može razmnožavati,
- 20 do 50°C - raspon rasta *legionelle*,
- 35 do 46°C - idealni raspon rasta,
- Ispod 20°C - *legionella* može preživjeti, ali nije aktivna.

Dodatna prednost ovakvog sustava je što se dogrijavanje, koje je potrebno provoditi zbog toplinske dezinfekcije (na temperaturu iznad 60°C), sada može izvoditi na spremniku PTV-a koji je manji od međuspremnik, što smanjuje dodatne troškove grijanja vode.

2.3 Smještaj kolektora i spremnika tople vode

U kampovima se potrošna topla voda uglavnom proizvodi na jednom mjestu, gdje se voda u glavnom spremniku zagrijava pomoću električne energije, loživog ulja ili plina. Uklapanje sunčevog toplinskog sustava u postojeći sustav za grijanje potrošne tople vode u većini slučajeva zahtijeva spoj cijevima s postojećim spremnikom tople vode. Zato je prvo potrebno provjeriti je li postojeći spremnik primjeren za jednostavno uklapanje sunčevog toplinskog sustava.

Na samom početku planiranja potrebno je dobro razmotriti stanje na mjestu instaliranja. U slučaju da se instalacija vrši na krovu potrebno je uzeti u obzir ova pitanja:

- je li površina krova dovoljna za planiranu površinu kolektora?
- je li površina krova zasjenjena drvećem ili dijelovima zgrade u bilo kojem dobu dana ili godine?
- može li se hodati po krovu, ima li lomljivih crijeva i slično?
- koliku težinu krov ili krovna konstrukcija može podnijeti?

Nadalje, važno je razmotriti mogućnosti instalacije novog spremnika u prostoru koji je za to namijenjen uzevši u obzir sljedeće:

- visina prostora za smještaj spremnika,
- dimenzije prostora,
- visina i širina ulaznih vrata,
- način transporta spremnika do mjesta instalacije.

3. PLANIRANJE I DIMENZIONIRANJE SUNČEVOG TOPLINSKOG SUSTAVA

3.1 Solarni udio i učinkovitost sustava

Cilj kod dizajniranja toplinskog sunčevog sustava u kampovima je da se pomoću sunčeve energije pokrije najmanje 60% potrebe za toplom vodom za vrijeme cijele sezone rada kampa. Rezultat toga je da se dodatni sustav za grijanje (npr. kotao na loživo ulje) manje koristi. Time se smanjuju dodatne emisije u okoliš, ali i štedi novac.

Energija dobivena od sunca opisuje se sljedećim parametrima:

- solarni udio (*solar fraction* - SF) predstavlja odnos toplinske energije dobivene od sunca naspram ukupne potrebne toplinske energije za grijanje tople vode:

$$SF = Q_s / (Q_s + Q_{aux}) \times 100 \text{ (%), gdje je}$$

Q_s = toplinska energija dobivena od sunca (kWh/god),

Q_{aux} = dodatna toplinska energija (kWh/god),

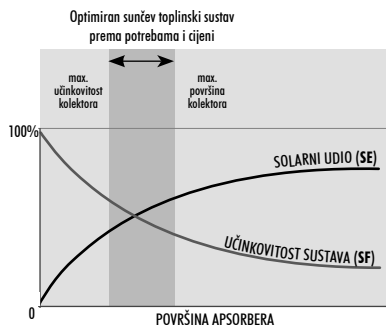
- učinkovitost sustava (*system efficiency* - SE) predstavlja omjer toplinske energije dobivene od sunca i ukupnog sunčevog ozračenja na kolektorskoj površini:

$$SE = Q_s / (E_G A) \times 100 \text{ (%), gdje je,}$$

E_G = ukupna godišnja ozračenost jedinične plohe (kWh/m²god),

A = kolektorska površina (m²).

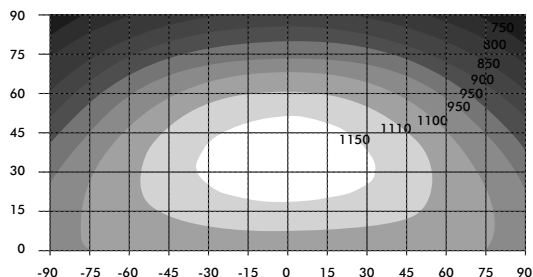
Solarni udio i učinkovitost sustava međusobno su povezani. Ako je solarni udio povećan većim brojem kolektora, učinkovitost sustava se smanjuje, i svaki naredni kilovat-sat koji se proizvede sve je skuplji. Ovisnost ovih dviju veličina o površini apsorbera može se vidjeti na slici 7.



Slika 7. Solarni udio i učinkovitost sustava

3.2 Orijentacija plohe kolektora i zasjenjenost

Nagib i orijentacija krova utječu na količinu ozračenosti na plohu. Slika 8 pokazuje vrijednosti ozračenja mjerene u središnjoj Europi i to izračunate prosječne ukupne vrijednosti sunčevog zračenja za različiti nagib i orijentaciju plohe. Linije jednakog ozračenja pokazuju vrijednosti u kWh/m² godišnje. Vodoravna os pokazuje orijentaciju sjever-jug, a okomita os nagib površine.



Slika 8. Ukupna godišnja ozračenost za različiti nagib i orijentaciju plohe

Prema godišnjem prosjeku, optimalna ozračenost je u području južne orijentacije (0°) i nagiba površine od 30°. Graf također prikazuje da je prihvatljivo odstupanje od optimalne orijentacije vrlo široko, a da pri tome nema značajnijih gubitaka ozračenja. Ugrubo, na području središnje Europe (zemljopisne širine oko 50° sjeverno) svi kolektori postavljeni pod kutom nagiba između 30° i 60° u kombinaciji s orijentacijom između jugoistoka i jugozapada dobit će gotovo optimalno ozračenje.

Zasjenjenost kolektorske površine prilično smanjuje učinkovitost sunčevog toplinskog sustava tako da se taj problem ne smije zanemariti. Postoji nekoliko metoda koje nam omogućuju mjerenje razine zasjenjenosti. Osim grafičke i fotografske metode najčešće se koristi pomoć raznih kompjutorskih programa (npr. T*SOL, Getsolar, Sundi). Utjecaj zasjenjenosti je moguće izračunati nakon određivanja nagiba kolektora i položaja objekata u blizini (na primjer stablo, zgrada). U slučaju T*SOL-a, zasjenjenost se može izračunati tako da se situacija usporedi s unaprijed određenim postavkama zasjenjenosti u samom programu.

3.3 Potražnja za toplom vodom i veličina sustava

Točna količina potrebne tople vode u kampu je ključna varijabla pri planiranju sustava. Ako je nije moguće izračunati iz dostupnih podataka (npr. na temelju računa za potrošenu električnu energiju ili loživo ulje), potrebno ih je čim točnije procijeniti. Ako ne postoje točni podatci o potrebi za potrošnom toplom vodom u kampu, pretpostavlja se da prosječna dnevna količina tople vode po osobi iznosi od 15 - 30 litara temperature 60°C.

Kada se odredi potreba za toplom vodom treba razraditi sve mogućnosti uštede potrošne tople vode (racionalnim korištenjem vode može se uštedjeti i do 50% vode). Niža temperatura potrošne tople vode znači da trebamo manji sustav grijanja, a samim time i manja ulaganja. Budući da je nemoguće posve precizno predvidjeti potrošnju tople vode u kampovima, najviše zbog individualnih razlika zbog različitog broja gostiju ili različite sanitarne opreme, dizajniranje sustava se uvijek radi na temelju najveće predviđene dnevne potrošnje.

Prema iskustvu sljedeća procjena potrebne površine kolektora i volumena spremnika prikladna je za većinu kampova, bez da se u sunčanim mjesecima stvaraju viškovi tople vode koji se ne mogu iskoristiti:

- 0,1 – 0,2 m²** -površina ravnog kolektora po osobi (korisniku kampa),
- 100 – 150 l** -volumen spremnika tople vode po m² površine kolektora.

Točniji izračun dobiva se pomoću računalnih programa.

3.4 Primjer proračuna sunčevog toplinskog sustava

Na tržištu postoji čitav niz programskih alata za dimenzioniranje sunčevih toplinskih sustava: na temelju podataka o broju gostiju, razdoblju kad je kamp otvoren, potrošnji tople vode i raspoloživoj površini za postavljanje sunčevih kolektora, takvi programi izračunavaju površinu kolektora i volumen spremnika, u ovisnosti o specifičnim potrebama i samoj lokaciji kampa.

U sklopu projekta SolCamp razvijen je programski alat T*SOLcamp, prilagođen hrvatskim klimatskim specifičnostima, kao i profilima potrošnje tople vode.

T*SOLcamp koristi računalne algoritme za proračun traženih rezultata te omogućuje precizno dimenzioniranje površine kolektora i spremnika tople vode. Na početku je nužno odrediti željeni solarni udio (ili frakciju - SF), odnosno koliki će se udio energije za zagrijavanje vode dobivati od sunčeve toplinske energije, te odabrati vrstu sustava za grijanje vode (termosifonski, s jednim spremnikom, ili s dva spremnika). Meteorološki podatci osunčanja određenih lokacija prikupljeni su i dostupni za odabir, a moguće je odabrati jednu od osam lokacija u Hrvatskoj: Dubrovnik, Hvar, Pula, Rijeka, Šibenik, Split, Zagreb i Parg. Na kraju proračuna, T*SOLcamp izrađuje izvještaj u kojem predočuje sastavne dijelove sustava kao i konačan rezultat simulacije.

Primjer proračuna za kamp u Hrvatskoj prikazan je u Dodatku B.

4. INSTALIRANJE SUNČEVIH TOPLINSKIH SUSTAVA

4.1 Postavljanje sunčevih kolektora

Konačna odluka o mjestu postavljanja kolektora, lokaciji spremnika i mjestu postavljanja cijevi treba biti dogovorena s vlasnikom kampa.

Kolektori se mogu postaviti:

- na kosi krov pod dodatnim nagibom,
- na kosi krov paralelno s kosinom krova,
- na ravan krov ili neku drugu ravnu površinu.

Prednost postavljanja kolektora na krov je brza i jednostavna montaža, a samim time i jeftinija investicija. Osim toga površina krova ostaje zatvorena. Nedostaci postavljanja kolektora na krov su dodatno opterećenje krovšta, moguće vizualno nagrđivanje i osjetljivost cjevovoda koji su djelomično postavljeni iznad krova (utjecaj vremena, oštećenje od ptica).

Prednosti postavljanja kolektora u krov su manje dodatno opterećenje krovšta, bolje uklapanje u cjelinu krova, a cijevi su manje osjetljive na vremenske utjecaje jer su postavljene ispod krova.

Nedostaci uklapanja kolektora u krov su sljedeći:

- zahtjevnija ugradnja,
- narušava se površina krova što otvara više mogućnosti za potencijalna oštećenja krovšta,
- zbog uklanjanja crjepova postoji dodatni radovi i troškovi,
- zbog pokrivnih okvira mora postojati veća udaljenost od rubnih crjepova, dimnjaka i prozora.

Kolektori se na ravnoj površini postavljaju pod kutom od 30 do 45° u odnosu na vodoravnu površinu. To se postiže aluminijskim ili čeličnim (galvaniziranim, nehrđajućim) nosačima koji određuju željeni nagib. Zbog površine koja je izložena vjetru, kolektori moraju biti osigurani od mogućeg pada, podizanja ili klizanja.

To se postiže:

- utezima (betonski prag, šljunčano korito, mreža ispunjena šljunkom): približno 100 - 250 kg po kvadratnom metru kolektorske površine za pločaste kolektore i oko 70 – 180 kg po kvadratnom metru površine vakuumskih kolektora (do najviše 8 metara iznad tla - iznad toga potrebni su teži utezi radi jačih vjetrova),
- povezivanjem tankim užetom ili lancima, uz pretpostavku da postoji kvalitetno mjesto za povezivanje.

Pri postavljanju na ravni krov, potrebno je postaviti postolja za nosače na koje se kolektori pričvršćuju.

Za svaki od ovih načina učvršćivanja, potrebno je provjeriti dozvoljeno noseće opterećenje krovišta. Primjere postavljanja sunčevih kolektora prikazuje Slika 9.



Slika 9 . Različiti primjeri postavljanja sunčevih kolektora i sustava

4.2 Postavljanje toplovodnih cijevi

Uobičajeni materijali i tehnike spajanja cijevi i spojnice (fitinga) mogu se koristiti sve dok udovoljavaju sljedećim zahtjevima:

- otpornost na temperature iznad 100°C,
- otpornost na medij (mješavina vode i glikola),
- otpornost na vremenske uvjete na otvorenom.

Najčešće se koriste bakrene cijevi koje se spajaju mekanim ili tvrdim lemljenjem s različitim vrstama lemova i premaza. Moguće je koristiti i čelične cijevi, no zbog skupoće njihove obrade (zavarivanje, savijanje, rezanje) koriste se samo za veće sustave.

Pored lemljenja ostale tehnike spajanja su:

- kliještima pritisnuti spoj - ova tehnika se također koristi prilikom spajanja cijevi od nehrđajućeg čelika, pri čemu se spoj ne može otpustiti nakon spajanja,
- spoj s prstenom - ovaj spoj je moguće otpustiti, prilično je pouzdan, a istovremeno i otporan na visoku temperaturu i glikol.

Pri postavljanju cijevi potrebno je:

- izabrati najkraću moguću putanju,
- u vanjskom dijelu cjevovoda postaviti što kraću cijev (radi manjeg gubitka topline i skupoće toplinske izolacije),
- ostaviti dovoljno prostora za toplinsku izolaciju,
- ostaviti mogućnost odzračivanja,
- omogućiti potpuno pražnjenje sustava, kad je potrebno,
- ako se postavljaju dugačke ravne cijevi (otprilike 15 m), postaviti dodatne spojnice,
- voditi računa o zvučnoj izolaciji.

Većina ovih uvjeta postavljena je zato što toplinu dobivenu u kolektorima treba dopremiti do spremnika uz što manje gubitke.

Prilikom postavljanja toplinske izolacije, treba voditi računa o sljedećem:

- dovoljna debljina izolacije (od 20 do 30mm, razmjerno povećanju presjeka cijevi povećava se i debljina izolacije),
- potpuna pokrivenost izolacijom (izolirati pričvršćivače, spojeve na spremnicima),
- ispravan izbor materijala (otpornost na toplinu, UV zračenje i vremenske uvjete).

4.3 Postavljanje spremnika

Prilikom postavljanja spremnika treba uzeti u obzir težinu koju podna konstrukcija može podnijeti. Ako se spremnici postavljaju na pod etaže ili na krov potrebno je postaviti podupirače ili raspodijeliti težinu. Dimenzija najmanjih vrata na putu do mjesta postavljanja spremnika ograničava njegovu veličinu. Ako se toplinska izolacija spremnika može naknadno postaviti, to može biti velika prednost jer se smanjuje promjer spremnika, a samim time i omogućuje lakši prijenos do mjesta postavljanja. Emajlirani spremnici su osjetljivi na udarce. Visina spremnika se određuje visinom slobodnog prostora na mjestu postavljanja. Također, prilikom utvrđivanja mjesta postavljanja treba uračunati i visinu nosača ili pričvršćivača koju treba pridodati konačnoj visini.

Važno je osigurati toplinsku izolaciju korištenjem kvalitetnog materijala dobrih izolacijskih svojstava ($u=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$), i to:

- podnožja (baze) spremnika,
- pričvršćivača i spojeva,
- gornjeg pokrova spremnika.

5. PUŠTANJE U POGON I ODRŽAVANJE SUSTAVA

Važni koraci pri održavanju sunčevog toplinskog sustava su:

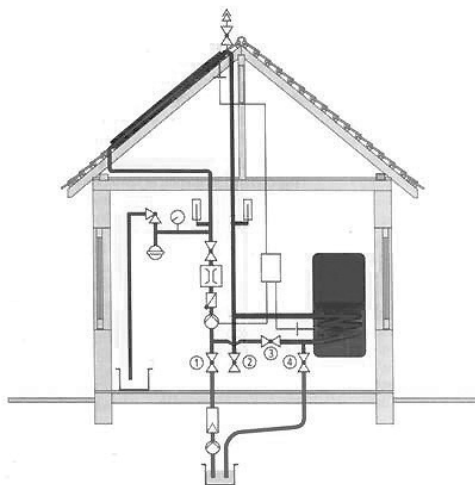
- pražnjenje toplinskog sustava,
- provjera propuštanja,
- ispunjenje tekućinom,
- podešavanje pumpe i regulatora.

Prije puštanja sustava u redovni rad potrebno je provesti provjeru funkcionalnosti – sustav se treba testirati pod visokim tlakom (1,5 puta veći od uobičajenog tlaka). Isto tako potrebno je izvršiti **provjeru zagrijavanja**, tako da se sustav ostavi u funkciji nekoliko sati za vrijeme sunčana dana bez potrošnje vode. Potrebno je ispitati maksimalnu temperaturu akumulacije.

5.1 Pražnjenje toplinskog sustava

Prilikom pražnjenja čiste se naslage nečistoća u toplinskom sustavu. Najbolje je da se pražnjenje ne provodi kada je jako sunce ili jaka hladnoća (postoji opasnost od isparavanja ili zamrzavanja). Proces pražnjenja počinje kroz ventile 1 i 2 (Slika 10). Hladna voda je preko cijevi spojena s ventilom 1, dok je druga cijev preko ventila 2 spojena s ispustom. Svi ventili u sustavu bi trebali biti otvoreni. Na kraju, da bi ispraznili i izmjenjivače topline, ventil 2 se zatvara, nakon što se na njega pričvršćuje cijev otvara se ventil 4, a ventil 3 zatvara.

Slika 10. Primjer sustava s ventilima za pražnjenje i punjenje



5.2 Provjera propuštanja u sustavu

Provjera se vrši nakon pražnjenja toplinskog sustava. Ventil 4 na slici 10 se zatvara, te se kroz ventil 1 sustav puni hladnom vodom. Tada se podiže pritisak sustava do razine tlaka sigurnosnog ventila – 6 bara. Ventil 1 se potom zatvara, a pumpe se pokreću ručno, te se zrak iz sustava ispuhuje kroz ispušne ventile ili kroz pumpu. Ako pritisak znatno padne zbog curenja tekućine, potrebno je dodati još tekućine u sustav. Sustav je sada spreman na testiranje (vizualno i ručno). Test propuštanja nije moguće provesti pomoću ispitivača pritiska jer zbog sunčevog zračenja pritisak tokom dana varira. Na kraju testiranja moguće je provjeriti i funkcioniranje sigurnosnog ventila tako da se pritisak još poveća. Otvaranjem ventila 1 i 2 u potpunosti treba isprazniti toplinski sustav. Kada se izmjeri količina vode koja je izašla, moguće je odrediti količinu solarne tekućine tj. mješavine vode i glikola u odgovarajućem omjeru ovisno o najnižim predviđenim temperaturama (npr. 50:50 za min. vanjske temp. -38°C).

5.3 Punjenje solarnom tekućinom

Nakon što se miješanjem koncentrata antifrizu (propilenglikol) s vodom dobije solarna tekućina, tada se kroz ventil 1 tekućina pumpa u toplinski sustav. Budući da će solarna tekućina lakše iscuriti (u usporedbi s vodom), potrebno je ponovo provjeriti da li sustav propušta. Procedura za punjenje sustava solarnom tekućinom je sljedeća (provjerite upute za instalaciju jer su mogući različiti uvjeti za različite proizvode):

- Kada se solarna tekućina pumpa u sustav (cijevi, kolektori i spremnik), tekućina će istisnuti većinu zraka. Kako bi se zrak u potpunosti istisnuo, potrebno je oba kraja cijevi za punjenje uroniti u tekućinu. Nakon što mjehurići zraka prestanu izlaziti, treba zatvoriti ventil 4.
- Tlak u sustavu mora biti jednak nazivnom tlaku.

5.4 Podešavanje pumpe i regulatora

Volumni protok u manjim sustavima je najčešće oko 40 l/h, dok je u sustavima s višeslojnim spremnicima oko 15 l/h. Pumpa bi trebala održavati pritisak tako da protok bude u nazivnim vrijednostima. Kod potpunog ozračenja, razlike temperature između polaza i povrata su oko 10-15°C za visokoprotodne režime rada i 30-50°C kod niskoprotodnih režima rada. Stvarni volumni protok se može provjeravati uz pomoć mjerača protoka.

Na regulatoru treba postaviti uključivanje prekidača pumpe pri temperaturnoj razlici od 5 do 10°C te isključivanje prekidača pumpe pri temperaturnoj razlici od oko 2°C. Na taj će se način proizvedena toplina prenijeti u spremnik s optimalnom temperaturnom razlikom i pumpa se neće nepotrebno pokretati.

5.5 Redovno održavanje sustava

Dobro postavljeni toplinski sustavi zahtijevaju vrlo malo održavanja. Ipak, vlasnik sustava bi trebao zahtijevati garanciju od najmanje 6 godina, a nakon tog perioda treba imati ugovor o održavanju. Redovna provjera i održavanje bi se trebali provoditi u intervalima od barem dvije godine (po mogućnosti za sunčana dana). Nakon provedenog pregleda korisnik i ispitivač trebaju zajedno ocijeniti dobivene rezultate.

Izveštaj s rezultatima pregleda treba sadržati sljedeće detalje:

- vizualni pregled,
- pregled parametra sustava,
- provjera zaštitnih sustava protiv zamrzavanja i korozije.

Vizualni pregled

Smisao vizualnog pregleda je uočiti moguće nepravilnosti na kolektorima ili toplinskom sustavu.

Kod kolektora to mogu biti pretjerano uprljana i napuknuta stakla, labava konstrukcija i spojevi te puknuće cijevi u apsorberu. Kod toplovodnih cijevi i spremnika potrebno je obratiti pažnju na stanje toplinske izolacije, naslage i prljavštinu te ostale vidljive nepravilnosti.

Preporuke za periodičko održavanje:

- stakla na kolektorima se smiju čistiti samo vodom i to kada nema sunca (u rane jutarnje sate ili kada je oblačno), u suprotnom bi moglo doći do pucanja stakla,
- prilikom provjere ili popravka električnih dijelova sustava obavezno isključiti sustav iz napajanja električnom energijom.

Pregled parametara sustava

Provjera se obavlja tako da se prati promjena tlakova, temperatura i rad regulatora. Prilikom rada, pritisak sustava varira ovisno o temperaturi. Razlike u temperaturi, u sustavima povišenog protoka i u slučaju maksimalnog zračenja, između polaza i povrata ne bi trebale biti više od 20°C niti manje od 5°C.

Regulator s odgovarajućim funkcijama se mora također ispitati. Ako je regulator instaliran s programom koji prati sve podatke, oni se mogu snimati i analizirati. Ovi su neki od važnijih podataka koji se prate:

- broj radnih sati pumpe sunčevog sustava,
- količina proizvedene energije.

Pravilan i temeljit pregled parametara sustava uključuje obradu podataka prikupljenih sljedećom opremom:

- *solarimetar* i *piranometar* za mjerenje intenziteta sunčevog zračenja,
- osjetnici temperature,
- mjerači protoka,
- mjerači energije,
- sustav prikupljanja podataka.

Nakon što se izvrši pregled i prikupe svi relevantni podatci, potrebno je napraviti izvještaj o funkcionalnosti cijelog sustava. Takav izvještaj može sadržavati prijedloge ispravaka raznih nepravilnosti, i ako je to potrebno zahtijevati hitne intervencije u rješavanju tih nepravilnosti.

Provjera mjera zaštite protiv korozije i smrzavanja

Zaštita od smrzavanja se provjerava instrumentom koji mjeri gustoću solarne tekućine. Pomoću njega se uzima određena količina tekućine, i tim je uzorkom moguće odrediti temperaturu smrzavanja tekućine.

Provjera zaštite od korozije provodi se utvrđivanjem pH vrijednosti tekućine u toplinskom sustavu (u tu svrhu se koristi lakmus papir pomoću kojeg se određuje pH vrijednost). Ako je pH vrijednost ispod propisane vrijednosti ili ispod 7, tada je potrebno zamijeniti mješavinu vode i glikola. Za provjeru korozije spremnika koristi se testiranje magnezijeve anode mjerenjem jakosti struje kroz anodu pomoću amper-metra. Ako je struja jača od 0,5 mA znači da nije potrebno mijenjati anodu.

Planiranje održavanja

Planiranje održavanja znači korištenje metode preventivnog održavanja sa svrhom očuvanja prihvatljive funkcionalnosti i stanja sustava te zaštite i izdržljivosti instalacije.

Kod **korektivnog održavanja** rade se popravci ili zamjena dijelova koji smanjuju funkcionalnost sunčevog sustava. Najčešći problemi i načini na koje se oni rješavaju navedeni su u sljedećoj tablici.

Problem	Razlog ili uzrok	Popravak
Voda je hladna ili mlaka iako je sunčan dan	Toplinska energija ne prelazi iz kolektora u spremnik	Provjeriti propuštanje spojeva Provjeriti razinu solarne tekućine Očistiti sustav Ukloniti moguće blokade ili prepreke (naslage soli ili kamenca, mulj, i sl.)
Slab pritisak u solarnom krugu	Nedostatak tekućine	Dodati solarnu tekućinu
	Curenje tekućine	Zaustaviti curenje i provjeriti stanje ventila
Nedostatak tople vode u krugu potrošne tople vode	Zatvoren dotok u krugu potrošne tople vode	Ispitati funkcioniranje ventila Zaustaviti curenje u sustavu za potrošnu vodu Zaustaviti curenje na slavinama
Potrošnja prevelike količine dopunske energije	Prevelika potrošnja tople vode	Pratiti potrošnju tople vode
	Loše dimenzioniran sustav u odnosu na količinu potrošnje	Povećati broj kolektora
Pumpa za cirkulaciju tekućine ne prestaje raditi	Uključeno ručno upravljanje pumpe	Uključiti automatsko upravljanje pumpe
	Kvar temperaturnog osjetnika	Zamijeniti temperaturni osjetnik
	Kvar diferencijalne elektronike	Testirati
Pumpa za cirkulaciju tekućine radi i noću	Uključeno ručno upravljanje pumpe	Uključiti automatsko upravljanje pumpe
	Obrnuta cirkulacija	Postaviti nepovratni ventil
Pumpa za cirkulaciju tekućine radi, ali nema cirkulacije vode	Zatvoreni ventili	Otvoriti ventile
	Zrak u sustavu	Ispustiti zrak iz sustava i napuniti ga
	Zapečen nepovratni ventil	Provjeriti nepovratni ventil
	Loša instalacija nepovratnog ventila	Provjeriti smjer nepovratnog ventila
	Loša instalacija ili loše dimenzioniranje cjevovoda	Provjeriti način kalibracije cijevi
	Veliki pad tlaka	Instalirati jaču pumpu
Pumpa za cirkulaciju tekućine ne radi	Isključena pumpa	Uključiti automatsko upravljanje pumpe
	Osigurač je pregorio	Zamijeniti osigurač
	Kvar na diferencijalnim termostatima	Zamijeniti diferencijalni termostat
	Kvar senzora	Zamijeniti senzore
	Oštećenje pumpe	Zamijeniti pumpu
Diferencijalna elektronika ne funkcionira dobro	Pogrešna postavka temperaturnog osjetnika	Ispraviti postavku
	Pogrešna kalibracija diferencijalne elektronike	Kalibrirati
Pumpa za cirkulaciju tekućine radi, ali nema zadovoljavajućeg tlaka ili protoka vode	Pogrešna brzina rada pumpe	Izabrati odgovarajuću brzinu
	Sustav je zaprljan, ima nečistoće	Očistiti sustav
Pumpa za cirkulaciju tekućine radi, protok je slab ili ga nema, a tlak je povišen	Blokada ili prepreka u sustavu	Ukloniti prepreke
	Neispravan nepovratni ventil	Provjeriti je li nepovratni ventil dobro postavljen i nije li zapečen

6. SUFINANCIRANJE I KREDITIRANJE

U razvijenim zemljama prepoznate su brojne prednosti obnovljivih izvora energije - sigurnost opskrbe energijom, smanjenje ovisnosti o uvoznim energentima, zaštita okoliša i otvaranje novih radnih mjesta. Zbog toga se i njihov razvoj i uporaba potiču na različite načine – poreznim olakšicama, povoljnijim kreditiranjem, sufinanciranjem ili višim otkupnim cijenama za preuzimanje proizvedene energije.

U Republici Hrvatskoj za sad se potiče uporaba obnovljivih izvora energije za dobivanje električne energije, dok zakonski okvir njihove primjene za dobivanje toplinske energije još nije sustavno razrađen. Pojedine županije potiču ugradnju sunčevih toplinskih sustava u privatnim kućanstvima, sufinanciranjem početnog ulaganja. Ukupni troškovi opreme i ugradnje sunčevog sustava u kućanstvo sufinanciraju se do određenog iznosa, najčešće do 40% ukupnog iznosa ulaganja, odnosno do maksimalnog iznosa od 12.000 kn po kućanstvu. Za sad su građane na taj način poduprle Zagrebačka, Karlovačka, Primorsko-goranska, Krapinsko-zagorska i Sisačko-moslavačka županija, a očekuje se da će u budućnosti u svim županijama postojati takva mogućnost sufinanciranja.

Potporu pravnim osobama za uporabu obnovljivih izvora energije daje Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, koji za ulaganja u obnovljive izvore energije nudi sljedeće mehanizme:

- subvencija kamata - kamatu koju traži banka koja je odobrila kredit umanjuje za 2%,
- zajam - 0% kamate, poček 2 godine, rok otplate 5 godina,
- bespovratna sredstva (namijenjeno isključivo lokalnoj upravi).

Po projektu se odobrava najviše 1.400.000,00 kn, a Fond u ukupnim troškovima sudjeluje s najviše 40%. Da bi se došlo do sredstava, potrebna je opsežna dokumentacija - idejno rješenje, tehničko rješenje, poslovni plan i sve što je uobičajeno kod odobravanja kredita.

Hrvatska banka za obnovu i razvoj ima Program kreditiranja projekata obnovljivih izvora energije. Najmanji iznos koji se odobrava u sklopu Programa je 100.000,00 kn, početak je 2 godine, a rok otplate 10 godina. Kamata iznosi 6% godišnje, a za ulaganja u brdska područja ili područja od posebne državne skrbi moguće je ostvariti kamatu od 4% godišnje.

Relativno visoka prosječna insolacija na području Hrvatske opravdava ulaganja u sunčev toplinski sustav i omogućava uštedu dodatnog energenta (loživog ulja, plina ili električne energije). Za područje Republike Hrvatske procjenjuje se da je vrijeme povrata ulaganja u sunčev toplinski sustav, čak bez ikakvog oblika potpore, od 5 do 10 godina, ovisno o lokaciji i cijeni energenta koji se nadomješta.

Kampovi, u kojima se najveća potreba za toplinskom energijom javlja upravo u vrijeme kad sunčevog zračenja ima najviše, predstavljaju idealne korisnike sunčevih toplinskih sustava. Ugradnjom sunčevog toplinskog sustava u kamp ne ostvaruju se samo financijske uštede, već se smanjuju neželjeni utjecaji na okoliš što se izvrsno može koristiti u promidžbene svrhe i time privući dodatne goste, koji paze na očuvanje okoliša i radije biraju takva odredišta.

7. VRIJEME POVRATA INVESTICIJE, UŠTEDA ENERGIJE I EMISIJE CO₂

Analiza je napravljena za kamp smješten na južnom dijelu Jadrana, u Orebiću.

Ulazni podatci su:

- potrošnja tople vode: 20 l (50°C) po osobi dnevno (tuš, umivaonik i sudoper),
- kapacitet kampa: 200 osoba,
- potrebna količina tople vode pri maksimalnoj popunjenosti: oko 4.000 l/dan,
- dodatno grijanje potrošne tople vode: kotao na lož ulje,
- prosječni solarni udio: 60%.

Prema zadanom solarnom udjelu i ostalim ulaznim veličinama, određena je potrebna površina kolektora od 40 m². Izračunate su sljedeće veličine:

- cijena sunčevog toplinskog sustava: oko 106.000,00 kn,
- godišnje uštede veće od 16.000 kn/god (trenutna cijena loživog ulja 5,19 kn/l),
- jednostavan period otplate investicije: oko 7 godina,
- ekološki doprinos kroz uštedu emisija CO₂: više od 8,5 t/god.

Dodatak B prikazuje detaljne podatke o sustavu, a Dodatak C primjer troškovnika.

DODATCI

DODATAK A

Godišnja dozračena sunčeva energija na području Hrvatske

DODATAK B

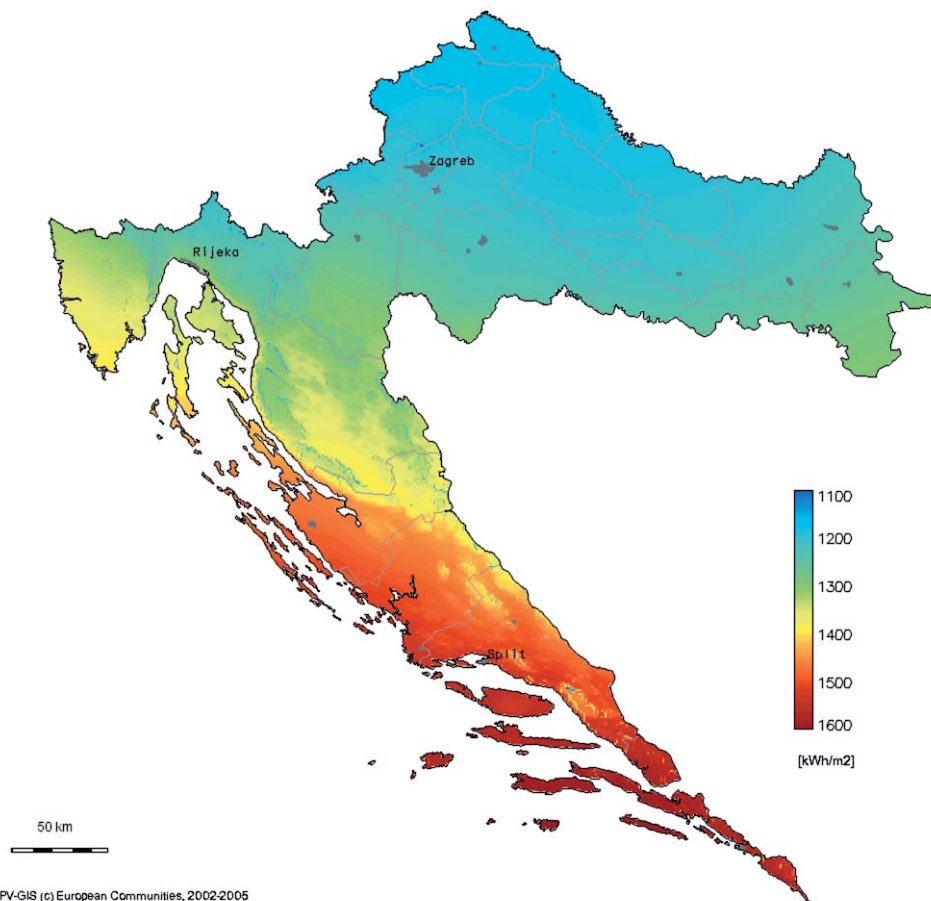
Sunčev toplinski sustav u kampu u Orebiću

DODATAK C

Primjer cjenovne ponude s ukupnim iznosom

DODATAK A

Godišnja dozračena sunčeva energija na području Hrvatske



PV-GIS (c) European Communities, 2002-2005
<http://re.jrc.ecc.eu.int/pvgis/pv/>

Dodatak B

Sunčev toplinski sustav u kampu u Orebiću

Lokacija: Orebić, Pelješac

Početak sezone: 01.05. Kraj sezone: 30.09.

Ozračenje kolektorske površine:	37,81 MWh	945,29 kWh/m ²
Energija proizvedena kolektorima:	19,52 MWh	488,04 kWh/m ²
Energija proizvedena solarnim sustavom:	18,53 MWh	463,36 kWh/m ²
Ukupna energija potrebna za grijanje PTV:	29,19 MWh	
Doprinos sunčevog sustava PTVu:	17,19 MWh	
Energija iz pomoćnog grijanja:	12 MWh	

Ušteda loživog ulja: 3200 l

Ukupna godišnja ušteda emisija CO₂: 8.567 kg

Solarni udio: 60 %

Efikasnost sustava: 47 %

Podatci o projektu

Lokacija:	Orebić
Klimatska datoteka:	Dubrovnik
Ukupna godišnja globalna ozračenost:	1 452,41 kWh
Zasjenjenost sustava:	Čisti horizont
Geografska širina:	42,65°
Geografska dužina:	18,08°

Osnovni podatci

Potrošna topla voda

Dnevna potrošnja:	4000 l
Željena temperatura PTV:	55°C
Temperatura hladne vode:	15°C

Dijelovi sustava

Kolektorski krug

Tip:	Pločasti kolektor
Ukupna površina:	44 m ²
Aktivna solarna površina:	40 m ²
Instalacija (strmi nagib):	25°
Azimut:	0°

Spremnik topline

Tip:	Solarni spremnik topline sa dodatnim izmjenjivačem za pomoćno grijanje
Obujam:	2 x 2000 l

Pomoćno grijanje

Tip:	Kotao na loživo ulje
------	----------------------



	zaporni ventil
	redukcijski ventil
	sigurnosni ventil
	odsađni ventil
	neopravni ventil
	termostatski mjenjački ventil
	elektronički mjenjački ventil
	ventil za punjenje posudje
	jasirni mehanizam
	diferencijalna automatika
	temperaturni osjetnik
	cirkulacijska pumpa
	sobni termostat
	termomonometar
	filter + omeđivač
	ekspanziona posuda
	Termometar

	Dozračenost na površinu kolektora [kWh]	Energija iz kolektorskog kruga [kWh]	Korisna energija [kWh]	Solarni udio [%]	Ušteda emisija CO ₂ [Kg]
		[kWh]	[kWh]		[Kg]
Sij	0	0	0	0	0
Velj	0	0	0	0	0
Ožu	0	0	0	0	0
Trav	0	0	0	0	0
Svib	6 540	2 583	3 513	66	1 154
Lip	7 420	3 475	5 160	63	1 605
Srp	8 790	4 605	7 237	61	2 139
Kol	8 644	4 600	7 167	61	2 139
Ruj	6 418	3 270	6 117	51	1 530
Lis	0	0	0	0	0
Štu	0	0	0	0	0
Pro	0	0	0	0	0
Godina	37 812	18 534	29 194	59,8	8 567

Izračuni su napravljeni pomoću simulacijskog programa T*SOL camp¹ za sunčeve toplinske sustave u kampovima.

37

DODATAK C

Primjer cjenovne ponude s ukupnim iznosom

Red. br..	Stavka	Količina	Jedinica	Jedinična cijena (kn)	Ukupna cijena (kn)
1.	Kolektor	20	kom.	2.250,00	45.000,00
2.	Montažni set, nosači za 5 kolektora, kosi krov + spojni pribor	4	kom.	3.100,00	12.400,00
3.	Akumulacijski bojler 2000 l s izolacijom	2	kom.	19.250,00	38.500,00
4.	Solarni set (pumpa, ekspanziona, regulator protoka i dr.ventili)	1	kom.	3.200,00	3.200,00
5.	Miješajući ventil	1	kom.	760,00	760,00
6.	Diferencijalna automatika	1	kom.	1.900,00	1.900,00
7.	Polipropilen glikol, tekućina za solarni krug . koncentrat	40	l	36,00	1.440,00
8.	Cijev CU Ø28 mm s izolacijom	40	m	70,00	2.800,00
Ukupna cijena bez PDV-a					106.000,00

U ukupnu cijenu je uključena dostava kompletnog materijala na mjesto ugradnje, montaža, puštanje u rad i kontrola sustava.

DIO NAŠEG PROIZVODNOG PROGRAMA:

KOTLOVI NA KRUTO GORIVO, PELETE, ULJE, PLIN, STRUJU
(6 - 2.500 kW)

AKUMULACIJSKI SPREMNICI ZA SUSTAVE GRIJANJA
(500 - 2.000 LIT.)

SPREMNICI SANITARNE VODE OD INOX ČELIKA
(80 - 800 LIT.)

SOLARNI SUSTAVI ZA SANITARNU VODU I GRIJANJE
(PLOČASTI I CIJEVNI VAKUUMSKI KOLEKTORI)

**KORISTIMO
OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE**



KOTLOVI NA DRVENE PELETE
(14-500 kW)

SOLARNI INOX SPREMNICI
(200-800 LIT.)

SOLARNI TOPLOVODNI KOLEKTORI
(PLOČASTI I CIJEVNI VAKUUMSKI)



HRVATSKI PROIZVOĐAČ
OPREME ZA CENTRALNO GRIJANJE
I PRIPREMU SANITARNE VODE



RIBARIĆ d.o.o.

Solarni sistemi i toplinske pumpe
Grijanje • Voda • Klima
Vršimo izradu ponuda, proračuna,
montaže i servisiranja

Generalni zastupnik sistema za solarno
grijanje **SONNENKRAFT**
za područje Republike Hrvatske!

ORLJAKOVO 36E — 47282 KAMANJE
Tel/fax: 047/601-095
E-mail: solar@ribaric.net
www.ribaric.net



Karlovac

www.MojaEnergija.hr



Sunčeva toplinska energija, kao obnovljiv izvor energije premalo se koristi na našoj obali koja obiluje sunčanim danima kroz cijelu godinu. Višestruke prednosti korištenja sunčeve toplinske energije vrlo brzo mogu iskoristiti svi hrvatski auto-kampovi koji su izuzetno veliki potrošači tople vode, a za čije se zagrijavanje uglavnom troši električna energija ili fosilna goriva. Ovaj priručnik će svakom vlasniku i voditelju auto-kampa pomoći u jednostavnom i brzom izračunu isplativosti ulaganja u korištenje sunčeve toplinske energije.

www.door.hr

