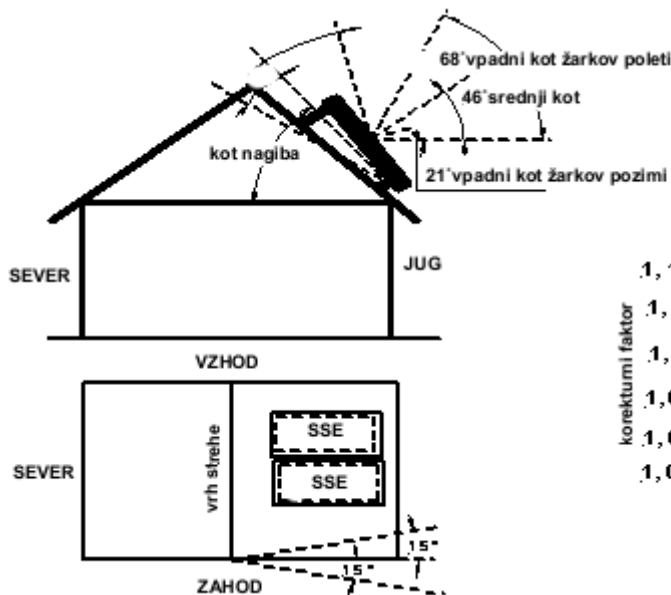
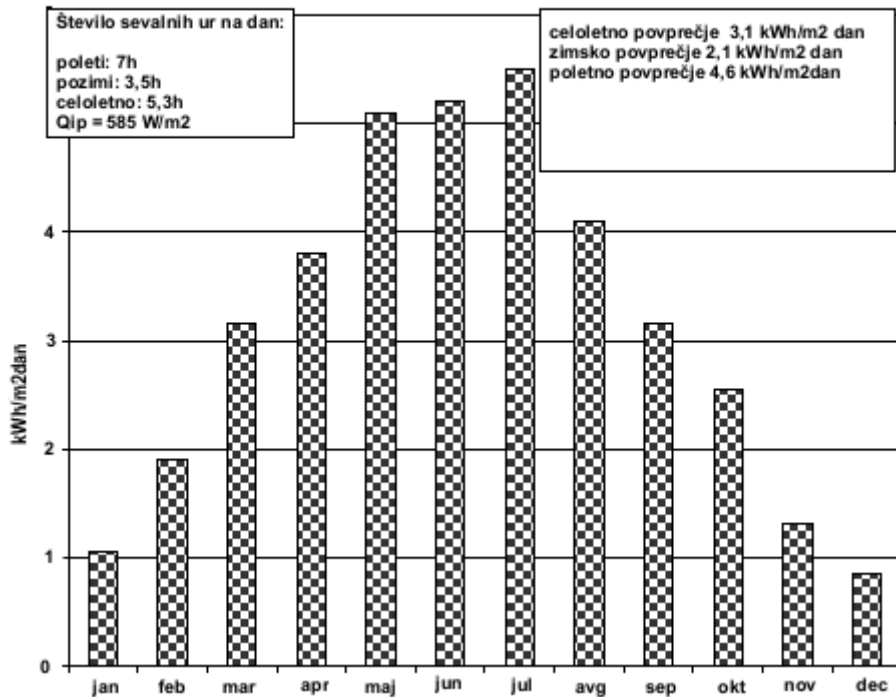
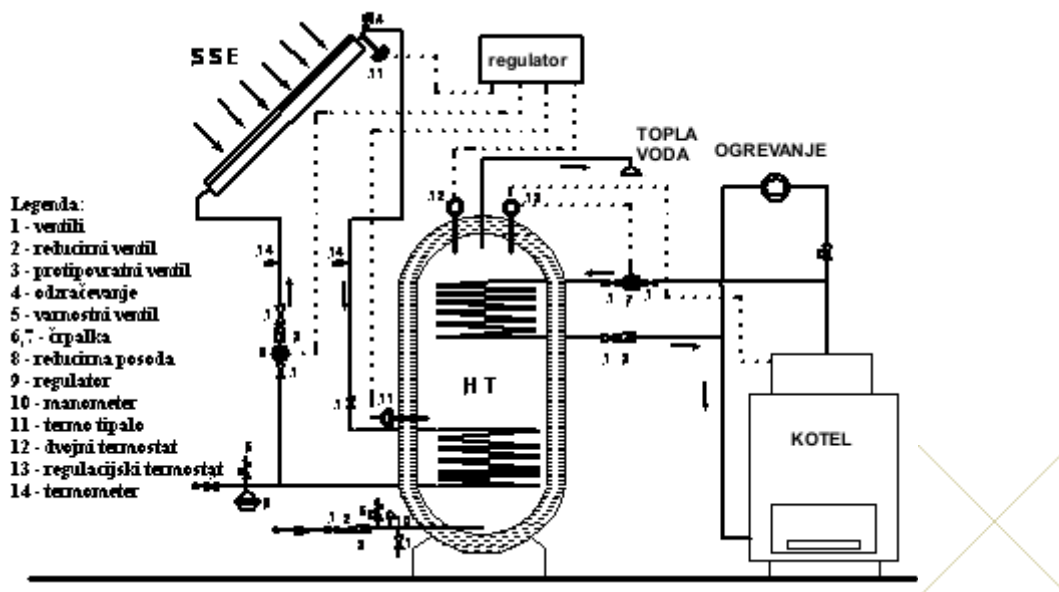


Solarni sistemi za pripravo tople vode

Manjšo rabo energije lahko dosežemo z učinkovito rabo in izkoriščanjem obnovljivih virov. Sončna energija je namreč energija, ki je na razpolago brezplačno in obenem tudi ne onesnažuje okolja.





Sonce lahko v stavbah izkoriščamo na več načinov, najpogostejša je pasivna raba sončne energije, kjer sonce neposredno greje prostore skozi prozorne ali prosojne površine, kot so okna, stekleniki, fasade s prosojni izolacijo in podobno.

Za pripravo vode, pa je v široki najbolj uveljavljeno neposredno ali aktivno izkoriščanje sončne energije, pri katerem sistem sestavljajo sprejemniki sončne energije (SSE), hranilnik toplote (HT) in vsi vmesni deli ter medij za prenos toplote iz sprejemnikov v hranilnik. Članek je namenjen vsem, ki razmišljajo ali imajo namen vgraditi solarni sistem za pripravo tople vode s pomočjo SSE, kajti ta način je pri nas že dolgo uveljavljen. Po površini SSE na prebivalca smo med vodilnimi evropskimi in svetovnimi državami in sicer je v RS v uporabi 100.000 m² SSE ali 0,05 m² na prebivalca (Švica 0,02 m², Avstrija približno 0,09 m², ki ju poleg nekaterih sredozemskih držav štejemo med tovrstno najbolj opremljene države na svetu).

Prihranek energije, ki ga dosežemo z vgradnjo solarne naprave za ogrevanje vode za štiri člansko družino, je v povprečju med 2000 do 3000 kWh letno, kar je enakovredno približno 200 do 300 litrov kurilnega olja.

Osnovni pojmi

Sončno sevanje, pod katerega razumemo izhajajoči energijski tok, ki pade na zunanji rob zemeljske atmosfere znaša 1367 W/m² (tako imenovana sončna konstanta). Sončno sevanje delimo v direktno oziroma neposredno in difuzno, kar skupaj predstavlja globalno sončno sevanje. Direktno sevanje prihaja v obliki žarkov direktno iz sonca, difuzno pa iz celotnega nebesnega svoda. Pri prehodu sončnih žarkov skozi atmosfero se del teh v plasteh ozona, ogljikovega dioksida, vodne pare, prahu absorbira in odbije nazaj vesolje, tako da doseže na površino zemlje maksimalno približno 1000 W/m². Molekule teh plinov in prašni delci sevajo v vseh smereh energijski tok, ki ga imenujemo difuzno sončno sevanje, ter se večja z naraščajočo oblačnostjo. Z naraščajočo oblačnostjo se večja delež difuznega sončnega sevanja v celotnem sevanju in doseže pri popolni oblačnosti lahko 100 %. Sprejemniki sončne energije (SSE) namreč poleg direktnega sevanja in odbitega sevanja od tal, sprejmejo tudi večji del difuznega sevanja, kar je zelo pomembno, ker niso vsi dnevi vedri. Pri odločanju za vgradnjo SSE za pripravo tople vode, moramo poznati količino sončne energije, ki jo

imamo na razpolago v našem kraju. Na našem širšem področju RS sije sonce od 1600 do 2650 ur na leto, ter vpadne na 1 m² površine med 1000 in 1400 kWh letno sončne energije. Večina te energije je na razpolago v času od aprila in oktobra, ko ogrevanje prostorov ni potrebno, le približno 200 do 250 kWh pa je na voljo v zimskem času. To pomeni, da ogrevanje prostorov z aktivnimi sistemi v naših vremenskih razmerah ni ekonomsko upravičeno, priprava tople vode v poletnem času pa je lahko učinkovita.

[Slika 1: Dnevne vrednosti vpadlega sončnega sevanja](#)

Sonce in stavba

Prvi pogoj za izkoriščanje sončne energije z aktivnimi sistemi je primerna lega stavbe. Stavba ne sme biti v senci drugih stavb, gozda, hribov in podobno. Sprejemnike sončne energije ponavadi namestimo na streho, zato je najbolje, da je streha obrnjena proti jugu, dopustne pa so smeri od JV in JZ. V primerih, da streha ni postavljena v primerni smeri, lahko SSE vgradimo na druga mesta, ki niso preveč oddaljena od hranilnika toplote (HT), le - ta pa ne sme biti preveč oddaljen od porabnikov.

Za sprejem sončne energije je pomemben tudi nagib SSE od horizontale, kar je razvidno na sliki št.2.

[Slika 2: Način namestitve SSE](#)

Optimalni nagib SSE je odvisen od zemljepisnega položaja kraja in časa, ki pa se preko celega leta spreminja v odvisnosti od višine sonca ter znaša od 20 do 70 stopinj horizontale. V mnogih primerih pa je nagib SSE pogojen že s samim naklonom strehe na kateri so SSE nameščeni.

Kot je bilo že omenjeno, naj bodo SSE po možnosti obrnjeni proti jugu, oziroma 15 ali minus 15 stopinj od te smeri, kar praktično še ne zmanjšuje učinkovitosti samega sprejemnika. Pri odklonu od optimalne smeri je potrebno upoštevati korekturni faktor podan v diagramu na sliki št 2.

Sestavni deli solarnega sistema

Pri vgradnji solarnih sistemov za pripravo tople vode, ki jih ponavadi kupujemo in nameščamo kar sami, prihaja do številnih napak in okvar, zato naj ne bo odveč, da pri tem upoštevamo določena pravila. Najbolj ekonomično je, da je sistem dimenzioniran tako, da izkoriščamo sončno energijo od začetka pomladi (marec) do konca jeseni (oktober), v času novembra do februarja pa je sončne energije premalo za učinkovito izkoriščanje. Dnevne količine vpadle sončne energije se gibajo od nekaj desetink kWh/m² pozimi v oblačnem vremenu, do več kot 5 kWh/m² v sončnem poletnem dnevu. Sprejemniki sončne energije (SSE), ki jim po domače pravimo "sončni kolektorji", zbirajo sončno energijo in z njo grejejo vodo v ceveh, ki ima dodano sredstvo proti zmrzovanju pri temperaturah do minus 25°C. Ogreto vodo poganja črpalka in jo vodi do prenosnikov toplote, kjer svojo toploto odda vodo v hranilniku toplote (HT), ki jo nato uporabljamo za umivanje, pranje in podobno. Regulacija z diferencialnim termostatom vklopi črpalko, ko je temperatura vode v SSE višja kot v hranilniku in jo zopet izklopi, ko je temperaturna razlika premajhna. Ostali elementi predvsem skrbijo za varno delovanje sistema. Ključni elementi so torej sprejemniki, hranilnik in regulacija z diferencialnim temperaturnim regulatorjem.

Podrobno pa je solarni sistem za pripravo tople vode z energijo sonca sestavljen iz naslednjih elementov:

- sprejemniki sončne energije (SSE),
- hranilnik toplote (HT),
- toplotni prenosnik,
- črpalka,
- raztezna posoda,
- regulacijski sistem,
- povezovalne cevi, polnjene s sredstvom proti zmrzovanju,
- varnostni ventil, ostala armatura,
- termometer, manometer.

Shema povezave sprejemnikov sončne energije SSE in hranilnika toplote HT je prikazana na sliki št.3.

[Slika 3: Povezava SSE in HT za pripravo tople sanitarne vode](#)

Delovanje sistema na sliki št.3 je sledeče:

Temperaturno tipalo 11 na izstopu iz SSE in temperaturno tipalo v HT merita temperaturno razliko in jo primerjata s temperaturno razliko nastavljeno na diferenčnem regulatorju 9. V primeru, da je izmerjena temperaturna razlika večja kot je nastavljena na regulatorju 9, se vključi obtočna črpalka 6 in toplota prehaja iz primarnega obtoka v HT. Ko pa je izmerjena temperaturna razlika manjša od nastavljene, regulator 9 izklopi črpalko 6 in prekine cirkulacijo fluida za prenos toplote v primarnem krogu. Dvojni termostat 12 (omejevalnik temperature in varovalni termostat), ki je nameščen v zgornjem delu HT preprečuje prekomerno ogrevanje sanitarne vode v HT in pri prekoračitvi nastavljene vrednosti izklopi obtočno črpalko 6. Varovalni termostat je lahko nastavljen na nižjo vrednost, npr. na 60 stopinj Celzija, pri sistemih z zelo trdo vodo.

V času, ko je globalno sončno sevanje premajhno za izkoriščanje, pripravljamo toplo vodo z vročo vodo iz kotla. V zgornjem delu HT je nameščen cevni toplotni prenosnik (izmenjevalec) za ogrevanje sanitarne vode. Enojni regulacijski termostat 13 vklaplja obtočno črpalko 7 pri temperaturi 50 stopinj Celzija.

Sprejemniki sončne energije (SSE)

Osnovna naloga SSE je pretvorba sončne energije v toplotno, ki jo preda nosilcu toplote (najpogosteje je to voda, lahko je tudi zrak pri zračnih kolektorjih). Učinkovitost nam pove, kolikšen delež vpadle sončne energije lahko SSE prenese na nosilec toplote.

Poznamo več vrst sprejemnikov sončne energije. Ravni SSE so sestavljeni iz absorberja in ohišja s toplotno izolacijo na spodnji strani ter stekleno šipo na zgornji strani (visoko propustno steklo debeline 4 mm ali prizmično kaljeno steklo z majhno vsebnostjo železa, odporno na udarce in ne preveč občutljivo na udarce). Izolacija mora biti primerne debeline in odporna na ultravijolične vplive (primerna je trda steklena volna debeline 40 mm, obojestransko zaščiten z luminijasto folijo). Absorber naj bo izdelan iz bakrenih ali nerjavečih cevi s ploščatimi lamelami, nanj naj bo nanosena visoko selektivna barva odporna do temperature 250°C, lahko pa je nanosen tudi visoko selektivni nanos - neparjen titanov oksid, ki je mehansko in kemično odporen, kar naj bi zagotavljalo življenjsko dobo absorberja do 20 let. Sprejemniki sončne energije s selektivno absorpcijsko površino imajo namreč do 25% boljši izkoristek, vendar so tudi 20 % dražji.

Jekleni, aluminijasti ali plastični absorberji niso primerni, kajti kmalu bomo imeli težave. Tudi kamene volne raje uporabljamo za toplotno izolacijo.

Druga vrsta so vakuumski SSE, pri katerih je tlak znotraj manjši SSE bistveno manjši od zračnega. Največkrat se uporabljajo cevni vakuumski SSE, kjer je v ceveh posebna tekočina (metanol ali voda), ki se v pari med segrevanjem absorberja in dviga do vrha SSE in nato v kondenzatorju odda toploto nosilcu toplote. Kondenzirana tekočina spolzi po cevi navzdol, kjer se postopek ponovi. Učinkovitost vakuumskih SSE je večja kot pri ravnih, žal pa je zaradi bolj zahtevne izdelave tudi cena višja.

Sprejemniki so različnih dimenzij, najpogosteje so dolgi 2m in široki 0,75 m do 1 m. Vgradimo jih v eno, dve ali več vrst v streho (namesto kritine) lahko pa naredimo posebne okvirje približno 10 cm nad streho (zaradi snega). Lahko pa jih vgradimo tudi prosto na streho kot nadstrešek nad teraso in vhodom, na vrtno uto, lopo oziroma povsod tam, kjer imamo primeren prostor, ki pa ne sme biti preveč oddaljen od hranilnika toplote.

Hranilnik toplote (HT)

Za štiri člansko družino najpogosteje uporabljamo primerno toplotno izoliran 300 litrski hranilnik toplote, ki ob normalni rabi tople vode zadostuje za dva dni. Izdelani so iz kvalitetnega jekla, dvoslojno emajlirani in vgrajeno zaščitno Mg anodo, ki zagotavlja dolgo življenjsko dobo. Izolacija je iz trdega poliuretana brez freonov in prijazna za okolje. Vgrajena ima dva gladkoceвна toplotna prenosnika (izmenjevalnika), ki zagotavljata hitro ogrevanje. Možna je tudi izvedba z električnim grelnikom moči 2 do 6 kW, ki ga lahko koristimo v primeru okvare na solarnem ali kotlovnem sistemu, ki povezujeta oba prenosnika. Možno je tudi vgraditi regulacijo, ki omogoča samodejno delovanje in prikaz temperature vode. Za tako velik hranilnik toplote, potrebujemo SSE površine 6 do 9 m². V sončnem vremenu zadostuje 6 m², v delno oblačnih dneh ter spomladi in jeseni pa je večja površina priporočljiva.

Za posamična gospodinjstva se vgrajujejo hranilniki vode z volumnom oda 100 do 500 litrov, ki so postavljeni kot samostojne enote v stoječi izvedbi. Hranilniki toplote so lahko tudi v ležeči izvedbi, ponavadi volumna do 200 litrov, ki so zelo primerni v kombinaciji s kotlom, saj lahko kotel postavimo na hranilnik in prihranimo na prostoru.

Cevno omrežje in dodatna oprema

Sprejemnike sončne energije povežemo s hranilnikom toplote z bakrenimi cevmi premera 15 mm ali črnimi (jeklenimi) cevmi, ki jih moramo dodatno toplotno izolirati. Pocinkane cevi niso primerne zaradi galvanске korozije med cinkom in bakrom.

Uporabljena tesnila morajo biti tlačno in temperaturno obstojna. Če smo pocinkane cevi že vgradili, moramo na stiku med njimi in bakrenimi ali črnimi cevmi vgraditi okoli 50 cm dolgo armirano gumijasto cev. Na tržišču so tudi plastične cevi (PPR), za katere pa vam mora proizvajalec jamčiti, da so primerne za ta namen. Vsa napeljava mora biti speljana pod blagim kotom, da lahko vsa tekočina izteče iz sistema in da se ne pojavijo zaprti zračni mehurji, ki lahko preprečijo kroženje vode.

Priporočena vrednost pretoka skozi SSE znaša 50 do 100 kg/h, hitrost fluida za prenos toplote pa naj ne bo večja kot 1m/s. Obtočno črpalko moramo izbrati glede na zahtevani masni pretok in pretočne upore v primarnem sistemu.

Pri odprtih sistemih mora biti odprta raztezna posoda na najvišjem mestu, oziroma minimalno 200 mm nad najvišjo točko sistema. Vsaka odprta raztezna posoda mora imeti odušno in prelivno cev.

Raztezni vodi morajo imeti premer najmanj 20 mm, brez vgrajenih zapornih organov, ne smejo imeti zožitve, izvedeni morajo biti tako, da je zagotovljeno kroženje fluida in onemogočeno nabiranje in zadrževanje zraka.

Zaprti sistemi so opremljeni s tlačno raztezno posodo in varnostnim ventilom, vezne cevi so premera minimalno 15 mm. Varnostni vod ne sme imeti vgrajenih zapornih organov. Tlačna posoda je določena glede na maksimalno delovno temperaturo in če so dodani dodatki proti zmrzovanju (mešanica voda - glikol) moramo, da preprečimo uparjanje v sistemu pri maksimalni temperaturi 135 stopinj Celzija, vzpostaviti v posodi večji tlak od 3 bar nadtlaka oziroma 3,5 bara če znaša npr. statična višina pet metrov. Če znaša npr. prostornina fluida za prenos toplote v sistemu 30 litrov, zadošča tlačna posoda s prostornino 3,3 litra. Za točen izračun posode in varnostnega ventila, ki je nastavljen za 10 % nad maksimalnim delovnim tlakom je najbolje, da se posvetujemo z ustreznim strokovnjakom oziroma projektantom strojnih inštalacij.

V nekaterih primerih je mogoče SSE vgraditi pod nivojem hranilnika toplote. V tem primeru je kroženje tekočine v sistemu naravno ali termosifonsko, zato ne potrebujemo obtočne črpalke in diferencialnega termostata.

V primeru, da vgradimo kombinirano zaprto ekspanzijsko posodo takšne izvedbe, da se tekočina, ki kroži med SSE in prenosnikom, lahko pozimi umakne v posodo, ni potrebno več dodajati sredstev proti zmrzovanju.

Zaključek

Kurilno obdobje traja kar 6 mesecev in v tem času velikokrat posije sonce. V naših krajih znaša sončno sevanje od oktobra do 15. aprila kar 40 % letnega sončnega sevanja, zato je velika škoda, da te energije ne bi izkoriščali, saj cene kurilnega olja in plina neprestano rastejo in bodo naraščale tudi v prihodnje.

Predvsem pri zahtevnejših sistemih opozarjamo na to da mora sistem dimenzionirati usposobljen strokovnjak, prav tako izvedbo montaže. Solarni sistemi niso poceni, če pa so izdelani iz kakovostnih materialov lahko trajajo toliko časa, kot stoji hiša. Naložba v SSE se povrne v 3 do 5 leti, naložba v ves sistem pa v 8 do 10 letih, odvisno pač od tega, koliko zbrane energije tudi porabimo.

Pred nekaj leti se je v Sloveniji pričel izvajati projekt samogradnje sprejemnikov v okviru organiziranih skupin. Projekt je privzet po avstrijskem modelu, kjer so na tak način izdelali preko 300.000 m² SSE. Do sedaj so občani RS v okviru skupin naredili skoraj 500 m² SSE, projekt pa se nadaljuje. Prav tako s na voljo krediti v okviru Ekološko razvojnega sklada RS za financiranje izdelave naprave za pripravo tople vode s sončno energijo.

Za zelo dobro toplotno izolirane hiše s specifično porabo toplote pod 80 kWh/m² na leto, je možno ogrevati celotno zgradbo ali posamezne prostore s sončno energijo, vendar je investicija zelo draga in trenutno ni ekonomsko upravičena, saj potrebujemo površino SSE med 30 in 100 m² in hranilnikom toplote med 100 in 2000 litri.

Kot pa je bilo že omenjeno, je pa priprava tople sanitarne vode s sončno energijo smiselna, ker je prihranek energije, ki ga dosežemo z vgradnjo solarne naprave za štiri člansko družino, v povprečju med 2000 do 3000 kWh letno, kar je enakovredno približno 200 do 300 litrov kurilnega olja.