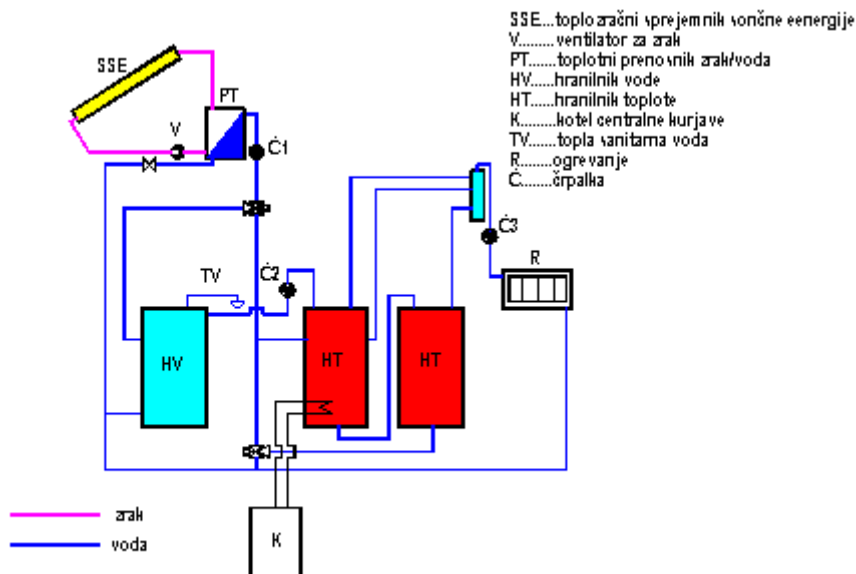
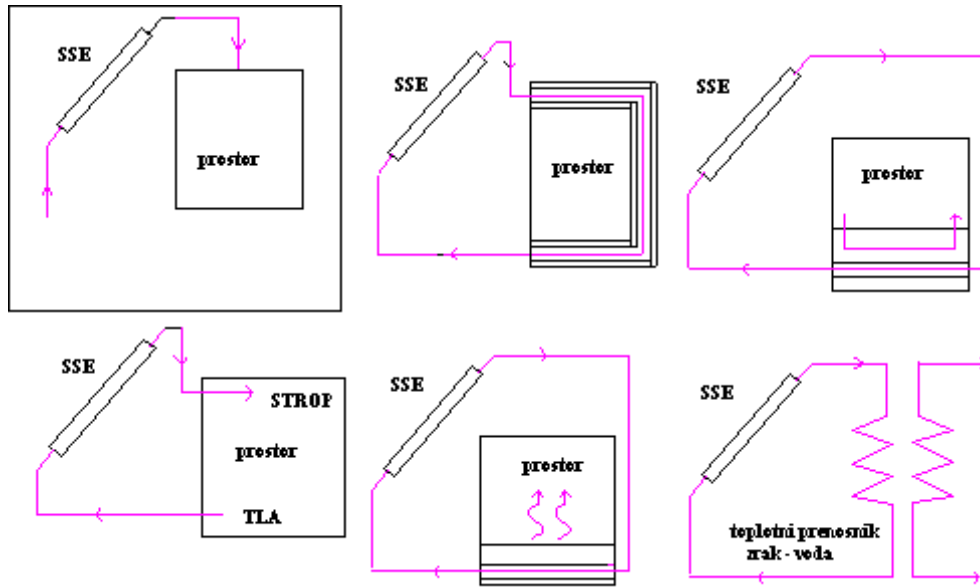
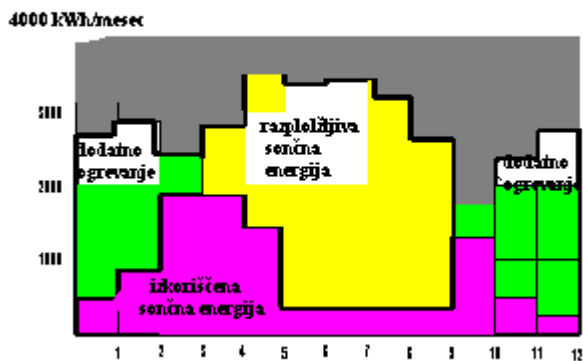
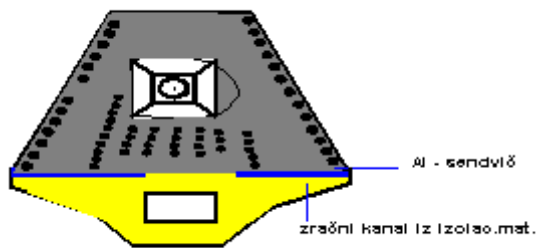


Toplozračni sprejemniki sončne energije

Potrebe po toploti so največje takrat, ko je preskrba s sončno energijo najnižja. V hladnejših predelih je ta primanjkljaj tako velik, da je imelo ogrevanje z klasičnimi vodnimi solarnimi sistemi le manjši pomen.





V želji, da bi čim bolj izkoristili kratka obdobja sončnega sevanja, je bilo potrebno izdelati učinkovitejše sisteme, s čim krajšimi zagonskimi časi. Takšni sistemi bi morali biti sposobni zajeti energijo večjega temperaturnega obsega in delovati tudi takrat, kadar je sončno sevanje slabo. Čeprav je sposobnost zraka za akumuliranje in prenos toplote slaba, so načrtovalci novih sistemov izbrali zrak kot prenosni medij toplote. Pri tem pa je potrebno poudariti, da so bile zaradi slabe sposobnosti zraka za akumuliranje in prenosa toplote za izvedbo zračnega solarnega ogrevanja potrebne nove rešitve, ki so sistem naredile dovolj učinkovit. Sprejemniki sončne energije so zato izdelani tako, da imajo dvojni pretok zraka. Sestavni deli sistema so majhni, padec tlaka na zračni strani je minimalen. Takšne izvedbe omogočajo, da postane zrak dovolj učinkovit medij za prenos toplote. Da bi čim bolje vgraditi toplotni prenosnik zrak/voda s kratkim reakcijskim časom in visokim temperaturnim izkoristkom. Prav tako potrebujemo še ustrezno avtomatiko, ki toplotno energijo na vstopu v hranilnik toplote tako usmerja, da ne prihaja do nepotrebnih izgub v celotnem sistemu. Kako je potekal razvoj toplo zračnih sončnih sprejemnikov od prvih začetkov do danes, bomo spoznali v nadaljevanju tega sestavka.

Razvoj toplozračnih sprejemnikov sončne energije

Toplozračni sprejemniki sončne energije se v toplejših predelih sveta že dolgo koristijo za ogrevanje bivalnih prostorov, sanitarne vode in razsoljevanje morske vode. Princip običajnega solarnega ogrevanja je enostaven. Sprejemnik sončne energije je potrebno postaviti pod primernim kotom, sončni žarki pa skozi steklo žarčijo na črno površino in jo segrejejo. Toploto nato odvajamo s pretokom medija skozi cevi, ki se dotikajo črne plošče sončnega sprejemnika. Prvo patentirano solarno toplozračno ogrevanje je bilo instalirano že leta 1890 v ZDA. Naprava je bila narejena iz jeklene pločevine in vstavljena v lesen okvir. Pokrita je bila z steklom in vgrajena na južno stran zgradbe. Zrak se je na površini črne jeklene pločevine segrel, zaradi česar je nastala konvekcija toplega zraka. Hladni zrak je vstopal v zabož skozi odprtino na spodnji strani plošče in nato segret vstopal v odprtino na zgornji strani plošče.

V naslednjih letih so se zračni solarni sistemi razvijali izključno v Ameriki. Razvoj te tehnologije je bil dalj časa zanemarljiv. Med leti 1973 in 1985 pa je postal razvoj le teh ponovno zanimiv. Podprla so ga tudi podjetja, ki se ukvarjajo z izdelavo opreme za ogrevanje. Raziskave so bile predvsem namenjene solarnim zračnim sistemom za hlajenje oziroma razvoju solarnih absorpcijskih hladilnih naprav.

V 80. letih je bilo opazno ponovno oživljanje solarnih sistemov v Evropi, kjer so s temi sistemi predvsem opremljali šole. Ker so bili doseženi precej dobri rezultati, je interes za prenos in shranjevanje solarne toplote naraščal. Tako so se ti sistemi pričeli vgrajevati tudi v stanovanjske objekte, predvsem vikende (od Španije do Švedske). Sistemi so se razprostirali po strehah, integrirali so se v fasade, vse do izvedbe okenskih sprejemnikov sončne energije oziroma kolektorjev. Kot absorber je bil uporabljen z zrakom napolnjen vmesni prostor med dvema stekloma.

V 90. letih pride ugodno obdobje za prodajo industrijsko izdelanih komponent za toplozračne sprejemnike sončne energije, ki so se v velikem številu vgrajevali v športne dvorane, pisarniške zgradbe in tudi privatne hiše. Največji uspeh so dosegli z nezastekljenimi sprejemniki sončne energije, skozi katere se v prostor vpahuje zrak s pomočjo ventilatorja. Ti sistemi so bili cenovno ugodni, čeprav je cena fosilnih goriv upadala.

Leta 1992 je bilo na mednarodnem posvetovanju (IEA – SHC) dogovorjeno, da se v naslednjih šestih letih podrobneje razišče solarne zračne sisteme. Tako so pričeli z načrtovanjem in izvedbo zračnih solarnih sistemov na 30 obstoječih zgradbah. Pojavilo se je šest osnovnih tipov, pri katerih se je razlikoval način prenosa toplote od sprejemnika sončne energije do hranilnika toplote. V sprejemnikih z odprtim krogotokom gre topel zrak direktno v bivalni prostor. Pri zaprtem krogotoku pa kroži zrak v ceveh skozi zaprti cevni sistem.

Osnovni sistemi solarnega ogrevanja

Solarno ogrevanje z ventilatorjem

Zunanji zrak vodimo skozi zastekljeni ali nezastekljeni sprejemnik sončne energije direktno v prostor (slika 1) ter ga istočasno prezračujemo in ogrevamo.

[Slika 1: Skica solarnega sistema z ventilatorjem](#)

S solarnim ogrevanjem z ventilatorjem dosežemo visoko stopnjo izkoristka delovanja samega sprejemnika, ker se lahko v sprejemnik hitro dovede ohlajeni zrak. V poletnih mesecih lahko toploto iz prostora odvajamo in prostor hladimo.

Sprejemnik - prostor - sprejemnik

V strokovni literaturi je sistem poznan pod imenom Bara Constantini (ime izumitelja). Princip delovanja je prikazan na sliki 2.

[Slika 2: Skica sistema sprejemnik - prostor - sprejemnik](#)

Zrak vodimo iz prostora do sprejemnika sončne energije, kjer se ogreje. Topel zrak pride skozi strop nazaj, ki služi kot hranilnik energije. Gibanje zraka se ustvarja samo z naravno konvekcijo. Nato segreti strop z sevanjem oddaja toploto nazaj v prostor. V poletnih mesecih je možno sprejemnike sončne energije prezračevati navzven na zgornji strani, pri čemer odvajamo zrak iz prostora. Z ohlajenim zrakom, ki ga dovajamo skozi zemeljski toplotni prenosnik ali skozi odprto okno na severni steni, nadomestimo odvedeni segreti zrak iz prostora.

Kroženje segretega zraka skozi vmesni del na oblogi fasade

Sistem je prikazan na sliki 3. Toplotne izgube skozi ovoj zgradbe se s takšno izvedbo precej zmanjšajo, ker segreti zrak kroži skozi vmesni prostor na oblogi fasade.

[Slika 3: Skica sistema, kjer vmesni zrak kroži skozi vmesni del fasade](#)

Ker pride zrak v sprejemnik sončne energije pride precej ohlajen, dosežemo zelo visoki izkoristek delovanja. Poleti lahko zrak, segret s sprejemniki, uporabimo za segrevanje sanitarne vode, pri čemer moramo vgraditi toplotni prenosnik zrak/voda. Sistem je primeren za večdružinske hiše, pri nezadostno vgrajeni toplotni izolaciji.

Zaprta krožni sistem od sprejemnika in hranilnika toplote

Sistem je prikazan na sliki 4. Zrak, segret s sprejemniki, vodimo skozi cevno instalacijo v masivno zgrajena tla ali stene.

[Slika 4: Skica zaprtega krožnega sistema](#)

Tla in stene kasneje več ur oddajajo sprejeto toploto nazaj v prostor. Prednost tega sistema je, da lahko z velikimi ogrevalnimi površinami poskrbimo za prijetno počutje v bivalnih prostorih. Dober učinek delovanja dosežemo s pomočjo ventilatorja, s katerim vpihujemo zrak v prostor. Uporaba tega sistema je najprimernejša za nizkotemperaturni način ogrevanja.

Odprta krožni sistem, pretok zraka do prostora v zgradbi

Sistem ki je prikazan na sliki št 5 je dejansko zelo podoben sistemu 4.

[Slika 5: Skica odprtega krožnega sistema](#)

Skozi ločen cevni sistem v hranilniku toplote je možna kontrola toplotne oddaje. Hranilnik toplote mora biti primerno toplotno izoliran, da ga napolnimo z višjim temperaturnim nivojem. Objektov s takšnim sistemom je malo, zaradi visoke cene vgradnje.

V sprejemniku segreti zrak odda toploto v toplotnem prenosniku zrak/voda

Sistem je prikazan na sliki 6. Pri tem sistemu se zrak v sprejemniku sončne energije ogreje in odda toploto v toplotnem prenosniku zrak/voda.

[Slika 6: Skica sistema s toplotnim prenosnikom](#)

Ker je toplotni prenosnik vgrajen v vmesnem prostoru na fasadi, ga moramo primerno zaščititi proti zmrzovanju. V primeru, da imamo zaščito pred zmrzovanjem (predvsem ponoči) izvedeno tako, da dovajamo toploto preko klasičnega radiatorskega ali talnega ogrevanja, se lahko zaščitni tekočini pred zmrzovanjem odpovemo.

Možnosti uporabe

Eno družinske in več družinske hiše

Enodružinske hiše so zelo primerno za vgradnjo solarnega prezračevanja in ogrevanja, ker imajo dokaj veliko razmerje med površino prostorov in njihovo prostornino. Pri načrtovanju prezračevanja zgradbe je, pomembna cena, ki je pri solarnem sistemu prvenstveno odvisna od cevne instalacije in potrebnem obsegu regulacije sistema. Pomembno je, da pri načrtovanju predvidimo toplotni hranilnik, da lahko podnevi uporabimo pasivno sončno energijo skozi okna.

Tudi večdružinske hiše so primerno za vgradnjo opisanih solarnih sistemov, ker v notranjosti zgradbe pridobljena toplota prehaja iz prostora v prostor. Potrebe po toplotnem ugodju so zato primerljive s tistimi v enodružinskih hišah. V večdružinskih hišah v večini primerov stanovalci niso lastniki stanovanj, zato morajo biti naprave izvedene tako, da ne prihaja do pogostega servisiranja in da je vzdrževanje sistema čim bolj enostavno. Zvočna izolacija mora pri solarnih zračnih ogrevanjih biti izvedena praktično brezšumno, zato moramo temu posvetiti veliko pozornost. Za predsobe in skupne uporabne prostore so primerni nezastekljeni sprejemniki sončne energije. Segreti zrak, ki ga dobimo iz zastekljenih balkonov, lahko uporabimo tudi za ogrevanje manjših kopalnic in kuhinj.

Šole, vrtci in športne dvorane

Pri teh objektih se da optimalno koristiti uporabo solarne energije. Moderne šole in vrtci imajo pogosto zastekljene velike vhodne površine ali avle. Te površine lahko uporabimo kot zračni sprejemnik toplotne energije, če na zgornji površini poskrbimo za odsesavanje toplega zraka iz prostora. Tudi okna

lahko uporabimo kot sončne sprejemnike, predvsem v učilnicah, kjer so okna na južni strani. Topel zrak, dovajamo nato v prostore na severni strani. Nezastekljeni odprti sistemi lahko sveži zrak segrejejo in ga direktno dovajajo v učilnice. S takšnim načinom lahko segrejejo od 30 do 60 % dodatnega zraka in prihranimo znatno količino toplotne energije. Kombinacija zračnega ogrevalnega sistema s talnim ogrevanje ima prednost v otroških vrtcih, kjer se otroci ponavadi igrajo na tleh. Športne dvorane imajo velike površine, predvsem stropne in malo oken. Športne dvorane se ogrevajo do 15° C, ker zaradi športnih aktivnosti prihaja do velike oddaje toplote. Temperatura 15° C v prostoru, je za delovanje toplozračnih sprejemnikov zelo primerna, skoraj idealna. Enako pomembno kot ogrevanje je tudi prezračevanje, da se izognemo prekomerni vlažnosti v prostoru in neprijetnim vonjavam. S sprejemniki segrejejo toliko zraka, kot ga potrebujemo za dovod svežega zraka. Temperatura zraka naj bo takšna, da lahko preko toplotnega prenosnika zrak/voda segrejejo tudi sanitarno vodo za tuširanje.

Industrijski objekti

Industrijski objekti so najprimernejši za solarno ogrevanje, ker imajo zgradbe ponavadi samo eno nadstropje, veliko tlorisno površino in slabo izolirano streho. Zaradi teh razlogov so ogrevalne potrebe zelo velike. Kot primer navedimo, da v neki tovarni v Kanadi ogrevajo s pomočjo toplozračnih sprejemnikov halo tlorisne površine 10.000 m².

Izvedba in uporaba zračnih sprejemnikov sončne energije.

Poglejmo, kako so izdelani sodobni ploščni zračni sprejemniki sončne energije, ki so se najbolj uveljavili na Švedskem in Norveškem. Zračni sprejemniki kot medij uporabljajo zrak, kar pomeni, da imajo v primerjavi z vodnimi sprejemniki (kolektorji) izredno malo toplotno maso. Zaradi tega jih lahko izkoriščamo tudi v zelo kratkih sončnih obsevanjih, kjer se površina vodnega sprejemnika ne bi pričela niti segrevati. Zrak se po segretju spelje do toplotnega prenosnika. Glede na medsebojno smer toka obeh medijev (zrak, voda) je primernejši navzkrižni tok oziroma protismerni prenosnik. Kratki temperaturni preskoki se prenašajo na vodni sistem. Od prenosnika se segreti voda, ki ima temperaturo od 25 do 80° C vodi do hranilnika toplote (slika 7).

[Slika 7: Sistem SSE za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode](#)

Na takšen način zgrajen sistem lahko zajema toploto na vseh temperaturnih nivojih in jo tako shranjuje za kasnejšo uporabo. Sodobni ploščni sprejemniki so izdelani iz dveh tankih aluminijastih plošč (Al – sendvič), z luknjicami na površini in zbirnim zračnim kanalom, narejenim iz izolacijskega materiala. Skozi zgornjo ploščo, se skozi luknjice vsesava vroč zrak. Glavni tok zraka vstopa skozi večje odprtine na robovih plošče, ki nato teče proti najbolj vročemu srednjemu delu absorberja. Skozi režo med obema ploščama sprejemnika, se nato zbrani vroči zrak pomika v osrednji del zračnega sprejemnika (princip dvojnega toka zraka). Sprejemnik ima zelo malo termalno maso, kar je pogoj za hitre reakcije. Vsaka enota meri 60 x 60 cm in ima maso samo 300 gramov. Spodnji, sprejemni del kolektorja je nosilni in je v celoti izdelan iz izolacijskega materiala. V centralnem delu pa se nahaja kanal za odvod toplega zraka (slika 8).

[Slika 8: Kolektor izdelan iz Alu sendviča z luknjicami in zbirnim kanalom iz izolacijskega materiala](#)

Običajni sprejemniki sončne energije so prekriti s steklom. Segreti zrak se od plošče sprejemnika dviga navzgor in se ob steklu ohlaja. Zaradi tega nastaja največ toplotnih sevalnih izgub. V primeru izvedbe (slika 8) je ta problem rešen s sesanjem zraka v sprejemnik oziroma kolektor. Sevalne izgube so tisti del energije, ki se izgubi zaradi infrardečega sevanja, ki ga oddaja črna plošča sprejemnika skozi prekrivno steklo nazaj v okolico. Zračni sprejemniki takšne izgube zmanjšajo na minimum, ker je zgornja plošča sprejemnika prevlečena s posebno, neparjeno snovjo. S takšnim postopkom se toplotne sevalne izgube zmanjšajo za 10 do 15 odstotkov. Zračni sprejemnik oziroma kolektor potrebuje za zagon le nekaj minut (največ 5 minut), medtem ko vodni kolektor potrebuje najmanj 20 minut sončnega sevanja.

Konvekcijske izgube so v primeru izvedbe ploščnega zračnega sprejemnika minimalne, saj se segreti zrak dokaj hitro vsesa v dobro izoliran centralni del kolektorja in razvodni sistem.

Izgube prestopa toplote lahko nastanejo lahko tudi zaradi nepravilno izbrane vrste stekla. Velik odstotek železa v steklu toplotne izgube znatno poveča. Sprejemniki so zaradi svoje velikosti (60 x 60 cm) zelo prilagodljivi in jih lahko namestimo kjerkoli na strehe z različnimi nakloni in tudi na ravne strehe. Za dobro izolirane hiše potrebujemo za pripravo tople sanitarne vode, za štiri člansko družino, približno dva kolektorska modula po 5, 5 m². V zimskem času pa lahko s kolektorji predgrejamo

ogrevno vodo. Za ogrevanje prostorov pa bi potrebovali znatno večjo površino sprejemnikov sončne energije, razen za nizko energijske hiše (energijsko število največ 50 kWh/m²/leto) kjer lahko z dvanajstimi do 15 sprejemniki oziroma kolektorji pokrijemo do 85 odstotkov letnih potreb po toploti. Na sliki 9 je prikazan diagram za 30 m² sprejemnikov sončne energije, ki so postavljeni pod kotom 45°.

[Slika 9: Diagram razpoložljive energije za 30m² sprejemnikov sončnega sevanja](#)

Prednosti in slabosti zračnih sprejemnikov sončne energije

Toplo zračni sprejemniki imajo določene prednosti v primerjavi pred vodnimi sprejemniki . Prav tako imajo tudi določene slabosti. Poglejmo najprej prednosti.

Prednosti

- primerni so za starejše zgradbe, kjer moramo izvesti sanacijo fasade in tako istočasno rešimo tudi problem prezračevanja,
- primerni so za nizko energijske zgradbe z kontroliranim prezračevanjem,
- primerni za sušenje kulturno – zgodovinskih objektov, cerkva, gradov, ki traja daljše obdobje (odstranjevanje vlage in izsuševanje zidov),
- primerni so za zgradbe, ki so izpostavljene cestnemu hrupu (vgrajene dvojne fasade služijo kot zvočni zid),
- primerni so za pisarniške zgradbe, industrijske zgradbe in skladišča, ker jih lahko vgradimo v fasado,
- primerni so poleg ogrevanja in prezračevanja tudi za odstranjevanje vlage iz prostorov,
- primerni so za počitniške hišice, za naravno cirkulacijo zraka ali cirkulacijo zraka z ventilatorjem,
- primerni so za ogrevanje prostorov, prezračevanje in pripravo tople sanitarne vode,
- primerni za ogrevanje vode v bazenu, talno ogrevanje rastlinjakov in cvetličnjakov,
- zračni sprejemnik za delovanje ne potrebuje vode, zato odpade zaščita pred zmrzovanjem (razen pri sistemu zrak /voda za segrevanje sanitarne vode),
- reakcijski čas je pri zračnih sprejemnikih minimalen in pričnejo delovati takoj, ko na njih posije sonce.

Slabosti

- zračni sprejemniki so lahko problematični zaradi zvočne obremenitve okolice (zaradi zaščite pred zvokom, moramo izbrati primerno hitrost zraka, ki ne sme vstopati v sprejemnik, iz sprednje stran),
- prah in vlago v odprtih sistemih moramo regulirati z vgradnjo ustreznih filtrov in odvajalnikov kondenzata,
- zaradi velikih pretokov segretega zraka, potrebujemo relativno velike preseke kanalov.

Zaključek

Pred zračnimi sprejemniki sončne energije je dejansko velika prihodnost, saj omogočajo številne kreativne in individualne rešitve pri različnih sistemih za ogrevanje in prezračevanje.

Na svetovnem trgu se pojavljajo novi tipi nezastekljenega sprejemnika (Kanada) in posebna izvedba ploščnega sprejemnika (Švedska, Norveška) v modularnih izvedbah. Tudi na domačem trgu se pojavljajo proizvajalci zračnih sprejemnikov, v kombinaciji s toplotno črpalko.

V tujini nizko energijske hiše niso več posebnost, zato lahko pričakujemo v prihodnosti gradnjo takih hiš tudi pri nas in zato tudi primernejše pogoje za vgradnjo toplo zračnih sprejemnikov sončne energije za potrebe ogrevanja. Za pripravo tople sanitarne vode, ogrevanje bazenov, hlajenje prostorov, predvsem na vikendih, potrebujemo sprejemnike z manjšo površino. Finančna vrednost investicije ni velika in se relativno hitro povrne.