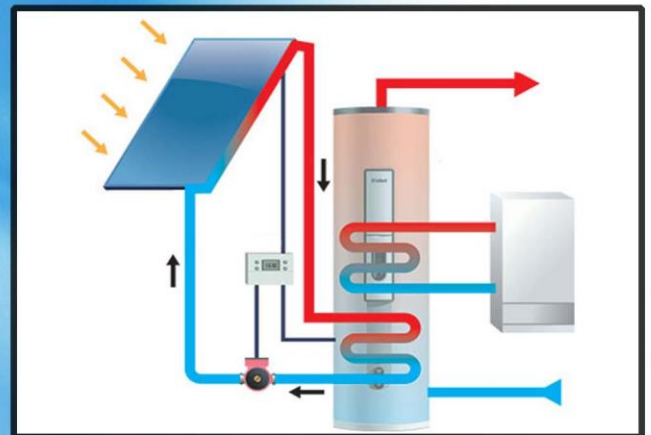
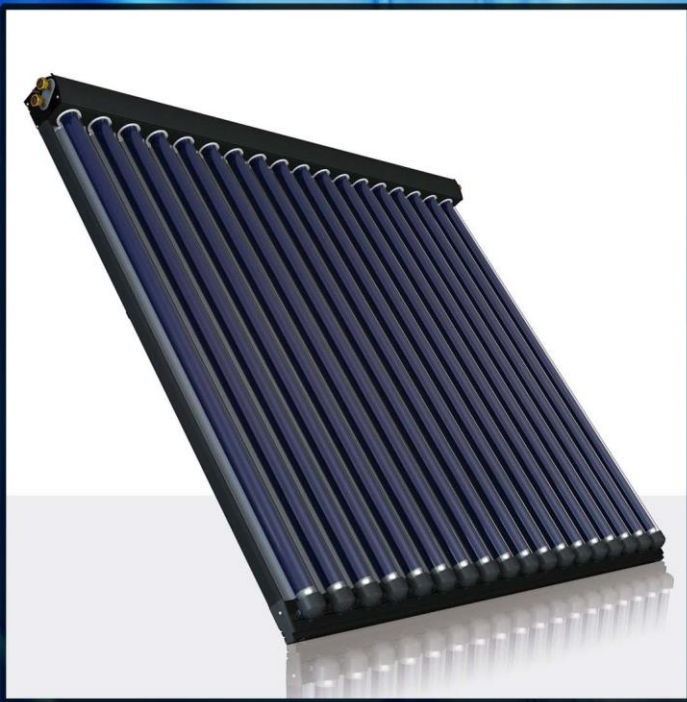
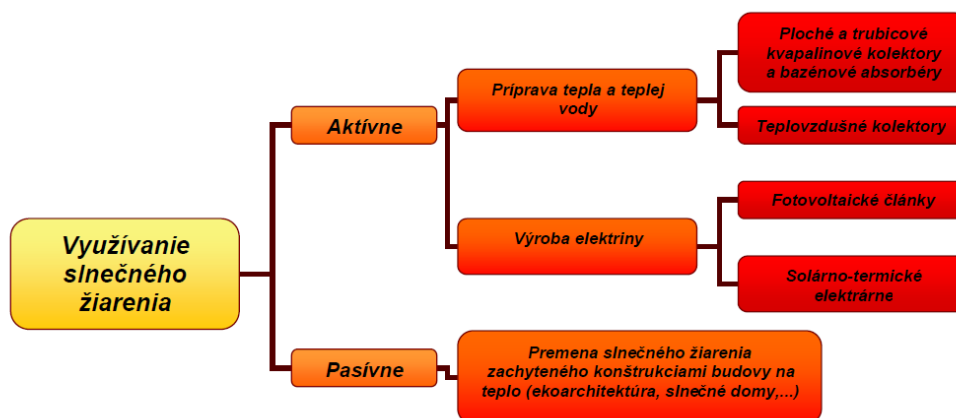


2 Solárne kolektorové systémy



Slnčné žiarenie z pohľadu technológií môžeme využívať aktívne, prostredníctvom solárnych systémov, ktoré slúžia na premenu energie slnečného žiarenia na teplo alebo elektrickú energiu, alebo pasívne prostredníctvom solárnej architektúry, ktorej vhodnou aplikáciou v dotknutom priestore resp. budove vieme zabezpečiť určitú energetickú úsporu. Rozdelenie solárnych systémov z pohľadu aktívneho a pasívneho využívania slnečnej energie je znázornené na obr. 6.

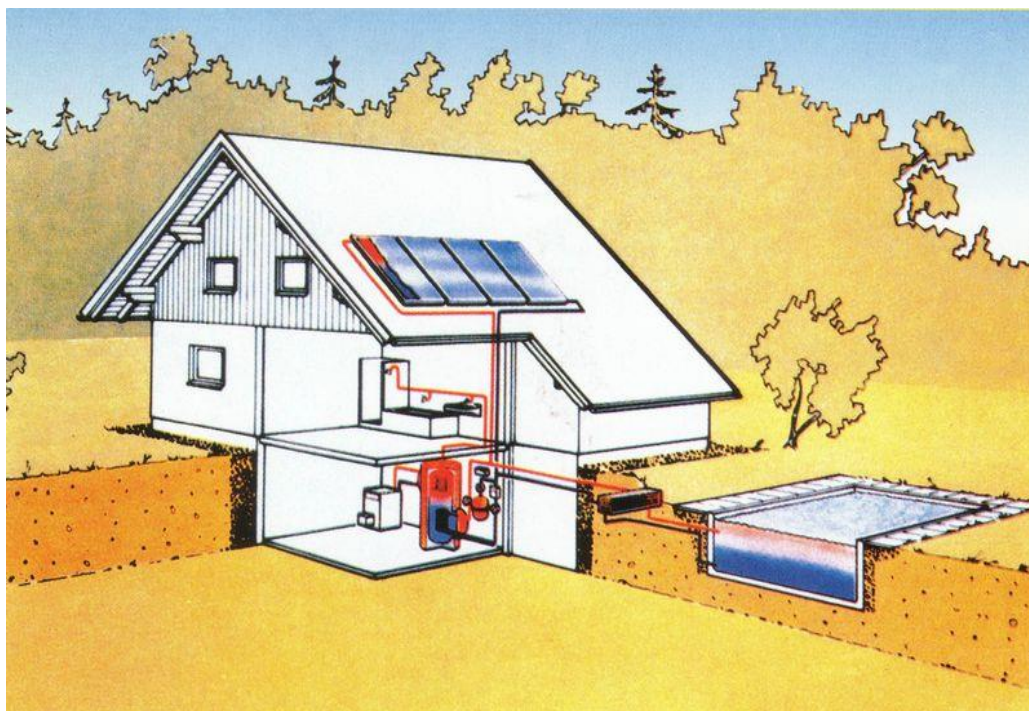


Obrázok 6 Využívanie slnečného žiarenia, Zdroj: (<http://www.solareni.sk/>)

Je potrebné poznamenať, že ďalšie delenia by sa mohli týkať napr. výkonov inštalovaných zariadení, napr. zariadenia určené pre komerčnú výrobu elektrickej energie resp. tepla, alebo zariadenia určené pre pokrytie individuálnych energetických potrieb. Z pohľadu fyzikálnych princípov môžeme solárne zariadenia rozdeliť na priame a nepriame a to podľa toho, či zariadenie zabezpečuje napr. priamu premenu slnečného žiarenia na elektrickú energiu napr. fotovoltaika alebo nepriamu premenu energie slnečného žiarenia na elektrickú energiu napr. v solárnych termálnych elektrárnach. Delenie, ktoré by zohľadňovalo všetky aspekty by bolo zbytočne zložité a preto sa v ďalšom texte budeme venovať jednotlivým položkám v delení znázornenom na obr. 6.

2.1 Základná charakteristika slnečného kolektora

Solárny systém aktívne využíva slnečnú energiu a transformuje ju na tepelnú energiu. Kolektor, spojovacie potrubie a spotrebič tvoria základ solárneho zariadenia. Pod spotrebičom rozumieme zásobník (bojler) na teplú vodu, bazén, vykurovací systém alebo iný spôsob využitia tepelnej energie. Kompletný solárny ohrev obsahuje ešte zásobník, elektronickú reguláciu, vyrovnávaciu expanznú nádobu, obehové čerpadlo, zásobník (bojler) s výmenníkom tepla, regulačnú jednotku a celý rad ďalších armatúr, ktoré sú potrebné na bezchybnú funkciu slnečných kolektorov.



Obrázok 7 Solárny systém na ohrev TÚV v rodinnom dome

Slniečny kolektor

Základným zariadením slnečných systémov na premenu slnečnej energie na teplo je slnečný kolektor. Je to prijímacia plocha schopná dopadajúce globálne (priame a difúzne) slnečné žiarenie absorbovať a premeniť ho na tepelnú energiu.

Slniečné žiarenie prechádza krytom kolektora s určitými stratami a dopadá na absorpčnú platňu (medenú, hliníkovú a pod.), ktorá sa nazýva absorbér. Tento je zvyčajne pokrytý čiernym alebo selektívnym materiálom aby sa zvýšila pohltivosť žiarenia. Absorbér sa ohrieva a odovzdáva teplo prostredníctvom teplonosnej látky (voda, vzduch, solanka) do rozvodnej potrubnej siete. Rôzne tvarovaný absorbér je v styku s rúrkami, ktoré musia mať vysokú tepelnú vodivosť (aby bol zabezpečený prenos tepla do teplonosnej látky).

Aby nedochádzalo k stratám tepla do okolia, je absorbér s rúrkami umiestnený v dobre tepelne izolovanom ráme, ktorý je prekrytý jednoduchým prípadne dvojitém alebo trojitým zasklením. Skleneným krytom prechádza svetelné žiarenie, ktoré zvyšuje teplotu teplonosnej látky. Tepelné straty kolektora možno znížiť vytvorením vákua vnútri kolektora a špeciálnou chemickou úpravou povrchu absorbéra (reflexné povlaky).

Slniečné kolektory sa umiestňujú na strešnú konštrukciu budov ako ich súčasť, alebo mimo budov ako samostatné technické zariadenie, takáto inštalácia si však vyžaduje použitie špeciálnej nosnej konštrukcie.

2.2 Typológia slnečných kolektorov

Slnečné kolektory možno rozdeliť podľa viacerých kritérií napríklad podľa

- a) stupňa koncentrácie na :
 - ploché
 - koncentračné
- b) teplonosných médií na :
 - kvapalinové
 - vzduchové
- c) spôsobu upevnenia na :
 - stabilné (pevné)
 - pohyblivé
- d) umiestnenia vzhľadom k budove na :
 - samostatné technické zariadenie (mimo budovy)
 - zariadenia vytvárajúce súčasť budovy.

Druhy kolektorov

Na trhu existuje viacero typov kolektorov. Možno ich rozdeliť do niekoľkých kategórií:

1. Podľa teplotného režimu, na ktorý sú konštruované :

- Nízkotepelné kolektory zohrievajú vodu na menej ako 50 °C a používajú sa najmä na ohrev vody v bazénoch.
- Strednotepelné kolektory dosahujú teploty približne (60 až 80) °C a najčastejšie sa používajú na prípravu teplej vody v budovách. Sem patria aj u nás najrozšírenejšie ploché presklené kolektory.
- Vysokotepelné kolektory predstavujú hlavne parabolické zrkadlá alebo iné konštrukcie, ktoré zohrievajú na viac ako 100 °C. Tieto solárne zariadenia sa používajú najmä na výrobu elektrickej energie.

Charakteristika slnečných kolektorov podľa normy ISO 9488

- **Kvapalinový tepelný kolektor:** slnečný kolektor, v ktorom je používaná kvapalina ako teplonosná látka.
- **Vzduchový kolektor:** slnečný kolektor, v ktorom je používaný vzduch ako teplonosná látka.
- **Plochý kolektor:** nesústreďujúci slnečný kolektor, jeho pohltivý povrch je v zásade rovinný.
- **Nezakrytý kolektor:** slnečný kolektor bez krytu absorbéra
- **Sústred'ujúci kolektor:** slnečný kolektor, v ktorom sú použité reflektory (zrkadlá) alebo refraktory (šošovky) a ďalšie optické prvky k usmerneniu a sústreďeniu

slniečného žiarenia, prechádzajúce apertúrou (otvor, ktorým nesústredené slnečné žiarenie vstupuje do kolektora) kolektora na absorbér.

- **Kolektor s lineárnym ohniskom:** kolektor sústred'ujúci slnečné žiarenie iba v jednej rovine lineárneho (priamkového) ohniska.
- **Kolektor s parabolickým valcom:** kolektor s lineárnym ohniskom, sústred'ujúci slnečné žiarenie odrazom od valcového reflektora (zrkadla), ktorý má parabolický prierez.
- **Kolektor s bodovým ohniskom:** sústred'ujúci kolektor, ktorý sústred'uje slnečné žiarenie v podstate do jedného bodu.
- **Kolektor s paraboloidným reflektorom:** kolektor s bodovým ohniskom, jeho reflektor má tvar povrchu dutého rotačného paraboloidu.
- **Nezobrazujúci kolektor:** sústred'ujúci kolektor, ktorý sústred'uje slnečné žiarenie na relatívne malý absorbér, umiestnený ešte pred ohniskom, tak že nevytvára na absorbéru obraz Slnka alebo jeho priameho žiarenia.
- **Zložený parabolický sústred'ujúci kolektor, CPC kolektor:** nezobrazujúci kolektor, jeho odrazné plochy majú tvar úseku parabolických valcov pre sústredenie slnečného žiarenia. Úseky parabolických valcov odrážajú všetko žiarenie dopadajúce na apertúru v širokom rozsahu uhla dopadu. Rozdiel uhlov potom určuje prijímací uhol sústredného kolektora. Termín CPC je používaný pre mnoho nezobrazujúcich sústred'ujúcich kolektorov i keď sa tvar ich reflektorov odlišuje od paraboly.
- **Fasetový kolektor:** sústred'ujúci kolektor v ňom je využitý väčší počet rovinných odrazových prvkov k sústredeniu slnečného žiarenia na malú plochu alebo pozdĺž pohlcujúceho pásu.
- **Fresnelov kolektor:** kolektor, v ňom sa k sústredeniu slnečného žiarenia na absorbér používajú Fresnelove šošovky.
- **Natáčaný kolektor:** slnečný kolektor na pohyblivej konštrukcii, umožňujúci sledovať zdanlivý pohyb Slnka po oblohe počas dňa natáčaním okolo jednej alebo dvoch osí. Druh natáčania sa bližšie popisuje počtom osí (jednoosové, dvojosové).
- **Vákuovaný vákuový kolektor:** kolektor, v ňom je priestor medzi absorbérom a krytom vákuovaný. Výkon tohto kolektora výrazne závisí od tlaku vo vákuovom priestore.
- **Vákuový trubicový kolektor:** Vákuový kolektor s priehľadnými trubicami (väčšinou sklenenými) s dovnútra vloženým absorbérom. Vnútorý priestor je vákuovaný. Absorbér môže mať tvar vnútornej trubice alebo iný tvar s prostriedkom na odvádzanie energie.

- **Žalúziiový kolektor:** teplovzdušný slnečný kolektor, v ňom sú vložené pohyblivé lamely (žalúzie), pohlcujúce alebo odrážajúce žiarivú energiu.

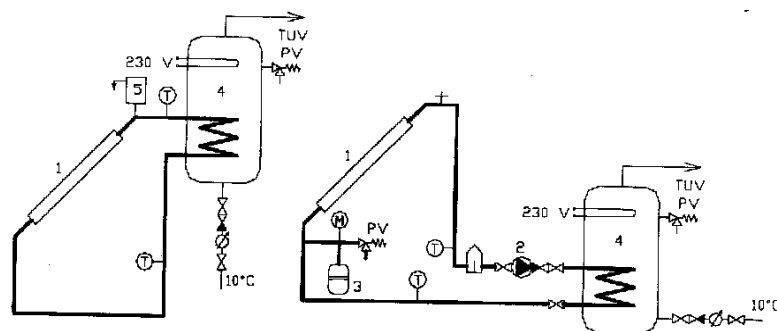
Kvapalinové tepelné kolektory slnečného žiarenia patria medzi najrozšírenejšie

2.3 Solárne kolektorové systémy

Aktívne systémy na báze kvapalinových kolektorov sa najčastejšie využívajú na prípravu TÚV, ohrev bazénovej vody, príležitostne pre prikurovanie do vykurovacieho systému v spojení s krátkodobou alebo dlhodobou akumuláciou tepla. Všetky tieto systémy majú všeobecne podobný návrh primárneho okruhu.

Solárne kolektorové systémy pre ohrev TÚV

Primárny okruh solárneho systému obsahuje prvky, známe z oblasti vykurovania, návrh niektorých sa však od kúrenárskej praxe líši. Hlavnými prvkami primárneho okruhu sú (vid obr. 8)



Obrázok 8 Schéma zapojenia solárneho systému na ohrev TÚV s gravitačným obehom a núteným obehom, Zdroj: (Brož – Šourek, 2003)

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 - slnečný kolektor | 2 - obehové čerpadlo |
| 3 - poistný ventil | 4 - expanzná nádoba |
| 5 - automatický odlučovač plynov | 6 - spätná klapka |
| 7 - uzatváracie armatúry | 8 - akumulčná nádoba |
| 9 - diferenciálny regulátor | - potrubie s tepelnou izoláciou. |

Niektoré prvky sú dimenzované rovnako ako u vykurovacích zostáv, niektoré vyžadujú pri návrhu vziať do úvahy niektoré špecifiká solárnych systémov. Bližší postup pri dimenzovaní vybraných parametrov solárnych kolektorových systémov určených na ohrev TÚV je uvedený v kapitole 3.

V prvom rade je nutné stanoviť si, či bude solárny systém na ohrev úžitkovej vody využívaný sezónne (letné mesiace) alebo celoročne. Pri dimenzovaní plochy kolektorov sa vychádza z hodnôt dopadajúcej slnečnej energie pre charakteristický mesiac prevádzkovaný solárneho

systému. Pre sezónne prevádzkovanie je to spravidla jún, pre celoročné je to apríl, resp. september.

Solárny kolektorový systém pre ohrev vody v bazénoch

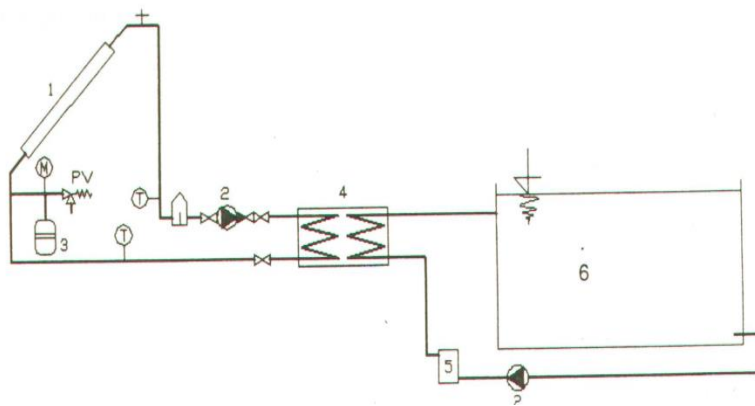
Pri ohrievaní vody v bazénoch je potrebné dodávať teplo pre :

- ohrievanie privádzanej čistej vody
- nahrádzanie tepelných strát prestupom tepla stenami bazéna (pod úrovňou vodnej hladiny)
- nahrádzanie tepelných strát prestupom z vodnej hladiny a odparom.

Teplo potrebné pre ohrev privádzanej čistej vody by malo byť získané z odvádzanej teplej vody (využitie odpadového tepla). Inak potrebné množstvo tepla pre ohrev sa pri známej dennej spotrebe čistej vody stanoví podobne ako pri príprave TÚV.

Tepelná strata prestupom stenami bazénu je väčšinou veľmi malá a oproti tepelnej strate prestupom z vodnej hladiny ju možno zanedbať (pri nadzemných bazénoch je nutné túto zložku tepelných strát zobrať do úvahy).

Tepelné straty prestupom z vodnej hladiny možno zmenšiť zakrývaním hladiny cez prevádzkové prestávky plastovými fóliami s plavákmi. Tým sa zmenší prestup tepla vyparovaním takmer na nulu, čiastočne sa zníži i prestup tepla sálaním a konvekciou.



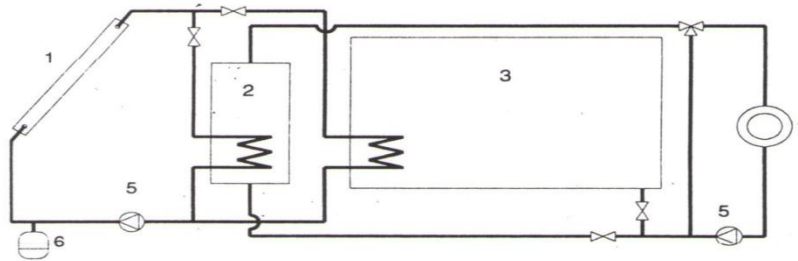
Obrázok 9 Schéma zapojenia solárneho systému pre ohrev vody v bazénoch. Zdroj: (Brož – Šourek, 2003)

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| 1 – solárny kolektor | 2 – obehové čerpadlo |
| 3 – tlaková expanzná nádoba | 4 – výmenník tepla |
| 5 – filter | 6 – bazén |

Solárny kolektorový systém pre vykurovanie s dlhodobou akumuláciou

Nerovnomernosť dopadajúceho slnečného žiarenia v priebehu roka spôsobuje, že v zimnom období, keď sú požiadavky na dodávku tepelnej energie najvyššie, je energia zachytená

kolektormi slnečného žiarenia naopak najmenšia. Preto solárna sústava, ktorá by mala nahradiť potrebu tepla pre vykurovanie z podstatnej časti, vyžaduje dlhodobú akumuláciu tepla z kolektorov slnečného žiarenia. Pre dlhodobú akumuláciu tepla je potom potrebný veľkoobjemový akumulátor tepla. V dnešnej dobe sa akumulátory používajú prevažne vodnou náplňou z dôvodu nízkej ceny.



Obrázok 10 Schéma zapojenia solárneho systému pre vykurovanie s dlhodobou akumuláciou tepla

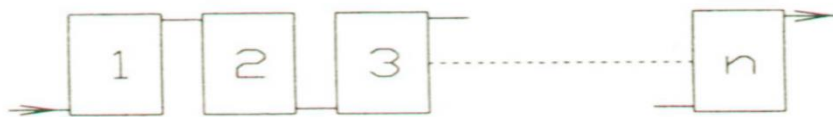
Zdroj: (Brož – Šourek, 2003)

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1–solárny kolektor | 2–prevádzkový zásobník tepla |
| 3 –dlhodobý (sezónny) zásobník tepla | 4–spotrebič tepla |
| 5–obehové čerpadlo | 6–tlaková expanzná nádoba |

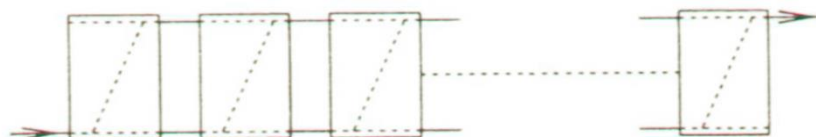
2.4 Spájanie slnečných kolektorov

Na dosiahnutie potrebného tepelného výkonu, sa spájajú jednotlivé slnečné kolektory do väčších celkov tzv. kolektorových poli. Zoradenie kolektorov v kolektorových poliach môže byť:

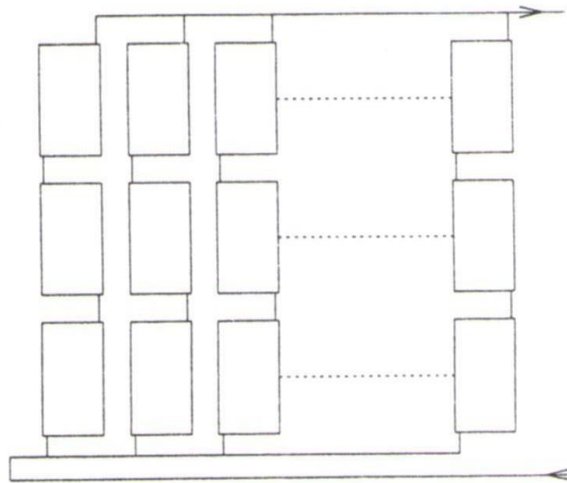
- a) sériové spojenie slnečných kolektorov - pri požiadavke vyššej výstupnej teploty – low flow systém



- b) paralelné spojenie slnečných kolektorov - pri požiadavke dosiahnuť nižšiu výstupnú teplotu - high flow systém



- c) sérioparalelné spojenie slnečných kolektorov - možno využiť oba režimy prevádzky



Obrázok 11 a), b), c) Spájanie slnečných kolektorov do sústav

Zdroj: (Brož – Šourek, 2003)

2.5 Prvky solárneho kolektorového systému

Slnečné kolektory sú len jednou časťou solárnych systémov. Solárny systém (napr. na ohrev vody) sa skladá z nasledujúcich komponentov: kolektory, armatúry, zásobník (bojler) s výmenníkom tepla, čerpadlo, regulačná jednotka, vyrovnávací expanzná nádobu.

- a) **Obehové čerpadlo** je dimenzované podľa rovnakých postupov ako u vykurovacích sústav. Je však potrebné vziať do úvahy niektoré rozdielne okolnosti – inú viskozitu iných teplotných látok ako voda, ktorá sa teplotou mení. U rozsiahlejších solárnych systémov s väčšími kolektorovými poliami potom môže v zimnom období dochádzať k problémom pri rozbehu v dobe, keď celý objem teplotnej látky je ochladzovaný na nízku teplotu a viskozita je veľmi vysoká.
- b) **Expanzná nádobu** pri výpadku obehového čerpadla v období s dlhým slnečným svitom vzrastie v kolektore teplota až na 180 °C (tzv. pokojová teplota, líši sa podľa typu kolektora a je uvedená výrobcom). Dochádza navyše k odpareniu objemu kvapaliny v kolektoroch. Expanzná nádobu musí byť preto dimenzovaná na teplotný rozdiel daný minimálnou teplotou v zimnom období (až – 20 °C) a maximálnou teplotou v letnom období (až 180 °C) a na odparenie objemu teplotnej látky z kolektorov.
- c) **Prietokový odlučovač plynov** - najčastejšie typu spirovent. Umiestnenie spiroventu je dané jeho funkciou. Rozpustnosť plynov vo vode klesá s rastúcou teplotou a s klesajúcim tlakom. Spirovent preto pre dobrú funkciu odplyňovania musí byť inštalovaný v mieste s najvyššou teplotou (tesne za kolektormi) a s najnižším tlakom (nasávanie obehového čerpadla). Neodporúča sa inštalovať spirovent za kolektormi na streche. Pri výpadku obehového čerpadla sa zabráni prehriatiu kolektorov tak, že dôjde k úniku teplotnej kvapaliny vo forme pary na strechu.

- d) **Spätná klapka** – zabraňuje spätnej cirkulácii v primárnom okruhu v období kedy nebeží obehové čerpadlo (napr. v noci by teplonosná kvapalina odoberala teplo zásobníka, prirodzeným vztlakom by stúpala do kolektorov, kde by bola ochladzovaná).
- e) **Ručný odvzdušňovací ventil** – používa sa pre prvé odvzdušnenie systému po naplnení teplonosnou kvapalinou. Pri bezporuchovom chode solárnej sústavy by nemalo dochádzať k jej zavzdušneniu.
- f) **Akumulačná nádoba** – vzhľadom k tomu, že prísun energie slnečného žiarenia nie je plynulý, je nepravidelný ako v priebehu dňa, tak v priebehu roka sú akumulčné zásobníky súčasťou solárneho systému. Vyrábajú sa v špeciálnom prevedení pre solárne systémy. Zabudovaný trubkový výmenník má pre lepšiu funkciu tohto systému zväčšenú plochu určenú k priamej tepelnej výmene. Pre optimálnu prevádzku solárnej sústavy sú výhodnejšie systémy s predradenou akumulčnou nádobou.
- g) **Diferenciálny regulátor** – po prekročení nastaveného teplotného rozdielu (obyčajne 7°C) medzi teplotou v kolektoroch a teplotou v zásobníku zapne obehové čerpadlo. Pri poklese teplotného rozdielu na určitú nastavenú hodnotu je obehové čerpadlo vypnuté.
- h) **Výmenník** – líši sa podľa účelu použitia solárneho systému (špirála v zásobníku TUV, doskový, trubkový)
- ch) **Potrubie a izolácia** – potrubie primárneho (solárneho) okruhu od kolektorov k zásobníku tepla (výmenníka) je nutné dimenzovať na teplotu okolo 150°C (v kolektoroch so selektívnou vrstvou je pokojová teplota pri prevádzke naprázdno až 250°C) a tomu zodpovedajúce tlaky. Odporúča sa preto previesť celý potrubný systém s tvrdého medeného potrubia. Dôležitou súčasťou je teplotná izolácia potrubia, pretože teplotné straty z potrubia do okolia by podstatne znižovali celkovú účinnosť solárnej sústavy. Odporúča sa pre toto potrubie používať tepelnú izoláciu na báze minerálnych látok, nie na báze plastov. Pre rozvody vo vonkajších priestoroch je nutné použiť izoláciu odolnú voči vlhkosti a potrubie odolné proti UV žiareniu.

2.6 Aspekty dimenzovania aktívnych solárnych kolektorových systémov

V aktívnych solárnych systémoch sa energia žiarenia zachytáva absorpčnou plochou slnečných kolektorov pre tieto účely zvlášť zostrojených. Vo forme tepla sa zachytená energia odovzdáva teplonosnej tekutine (voda, vzduch), ktorá sprostredkováva dopravu tepla k spotrebiču (príprava TUV, ohrev bazénu).

Dimenzovaním aktívnych systémov sa rozumie predovšetkým určenie veľkosti absorpčnej plochy kolektorov potrebnej k zachyteniu požadovaného množstva energie. Výpočet ďalších prvkov systému (napr. potrubnej siete, výmenníka tepla) je v podstate rovnaký ako u klasických vykurovacích systémov.

Pri dimenzovaní a voľbe vhodnej solárnej sústavy pre daný objekt je nutné poznať a splniť niektoré základné požiadavky.

Základné požiadavky pre správne fungovanie solárnej sústavy je správna orientácia kolektorového poľa vzhľadom k svetovým stranám. Ideálna je južná orientácia s možným odklonom maximálne $\pm 30^\circ$. Dôležitý je sklon kolektorov a to v závislosti na období, v ktorom bude systém v prevádzke.

- a) celoročná prevádzka – optimálny sklon $40^\circ - 45^\circ$
- b) sezónna letná prevádzka - optimálny sklon $25^\circ - 35^\circ$
- c) zimná sezónna prevádzka - optimálny sklon $60^\circ - 90^\circ$

Vo väčšine inštalácií sa kolektorové pole inštaluje na strechu objektu. Podľa tvaru strechy môžu nastať dva prípady:

Tabuľka 5 Výhody a nevýhody inštalácie slnečných kolektorov na šikmú a plochú strechu

strecha	výhody	nevýhody
šikmá	<p>Kolektory sa ukladajú s rovnakým sklonom ako má strecha</p> <p>Kolektory si navzájom netienia</p> <p>Nižšie náklady na nosnú konštrukciu</p> <p>Možnosť integrácie kolektorov priamo do strešného plášťa</p>	<p>Orientácia kolektorového poľa je závislá na orientácii budovy</p>
plochá	<p>Možnosť ľubovoľnej orientácie vzhľadom ku svetovým stranám</p>	<p>Nosná konštrukcia je nákladnejšia</p> <p>U väčšiny kolektorových polí je treba špeciálna roznášacia konštrukcia</p>

2.7 Prevádzkové režimy solárnych kolektorových systémov

Slnečné sústavy pre celoročnú prevádzku možno rozdeliť podľa mnohých kritérií. Jedným z nich je spôsob prevádzky solárneho systému z hľadiska teplonosnej látky.

Štandardný systém (high flow) – systém s vysokým prietokom

Kolektory: štandardný slnečný kolektor (plochý selektívny, vákuový, trubicový)

- Prietok: cca (50 - 100) l.h⁻¹. m⁻² kolektorovej plochy
- Použitie: celoročná príprava TÚV, prikurovanie objektu a ohrev bazénov
- Výhody: typizované sústavy pre rodinne domy, voľne dostupné na trhu
- Nevýhody: nutná nemrznúca náplň kolektorov zdravotne nezávadná, pomalý ohrev zásobníka na požadovanú teplotu

Low-flow systém – systém s nízkym prietokom

- Kolektory: štandardný slnečný kolektor (plochý, vákuový alebo trubicový)
- Prietok: cca 20 l. h⁻¹. m⁻² kolektorovej plochy
- Použitie: celoročná príprava TÚV, prikurovanie domov a ohrev bazénovej vody
- Výhody : voľne dostupné na tuzemskom trhu, vyššia výstupná teplota z kolektorov umožňujúce okamžité využitie
- Nevýhody : nutná nemrznúca náplň kolektorov, nižšia účinnosť kolektorov vzhľadom k vyššej priemernej pracovnej teplote (možno čiastočne eliminovať použitím vákuových kolektorov)

Drain – back systém s - opakovaným vyprázdňovaním kolektorov

- Kolektory : špeciálne kolektory
- Prietok : môžu byť prevádzkované ako high – flow i ako low-flow systém
- Použitie: beztlakový systém, použitie pre celoročnú prípravu TÚV a ohrev bazénovej vody
- Funkcie: solárny systém je voči okolitému prostrediu uzatvorené. Ak poklesne teplota v kolektore pod úroveň teploty v spodnej časti zásobníka, regulátor odstavi obehové čerpadlo. Voda z kolektorov a hornej časti potrubia primárneho (solárneho) okruhu samospádom stečie do rezervy zásobníka. V okamihu keď teplota v kolektore je vyššia než teplota v spodnej časti zásobníka, regulátor obehové čerpadlo zapne. To naštartuje pri svojich maximálnych otáčkach tlakom vody a je vypudený z kolektorov do priekoru v rezerve zásobníka. Po niekoľkých minútach regulátor prepne chod čerpadla na nižšie otáčky (čerpadlo prekonáva už len hydraulické straty).

Požiadavky na systém: rezerva zásobníka musí byť pod úrovňou najnižšej časti slnečných kolektorov, pripojovacie potrubie medzi rezervou, prípadne zásobníkom TÚV a kolektormi musí mať dostatočný spád pre odtok, minimálny priemer potrubia na solárny okruh musí byť d = 15 mm pre zaistenie plynulého odvodu vzduchu. Obehové čerpadlo musí mať dostatočnú výtlačnú výšku podľa dispozície solárneho systému.

- Výhody: nie je nutná nemrznúca náplň do kolektorov. Voda ako pracovná látka v okruhu má o 15% vyššiu mernú tepelnú kapacitu. Systém zaručuje automatickú ochranu pred zamrznutím a prehriatím, odpadá zabezpečovacie zariadenie. Vzhľadom k tomu, že sa jedná o beztlakový systém, je možné použiť lacné plastové zásobníky.
- Nevýhody: vyššia spotreba elektrickej energie na cirkuláciu v systéme (v porovnaní s high – flow). Pri cyklickom plnení a vypúšťaní trubiiek hrozí nebezpečenstvo korózie pri použití nevhodných materiálov a čerpadlo s vyššou výtlačnou výškou.