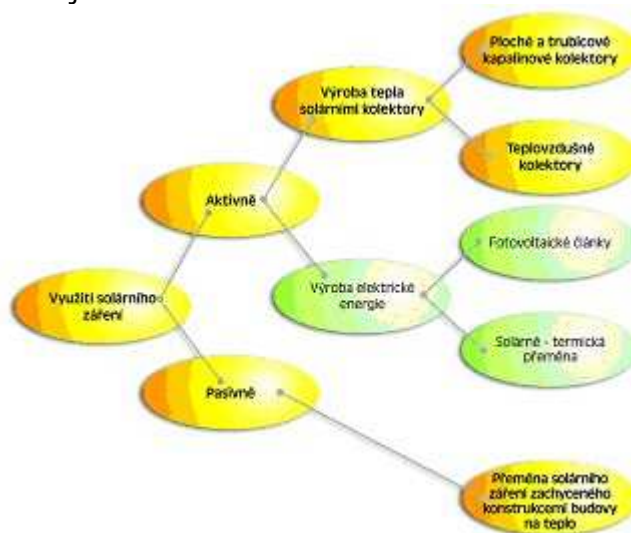


## ENERGIE SLUNCE - SLUNEČNÍ TEPLA, OHŘEV VODY A VZDUCHU

Téměř veškerá energie, kterou na Zemi máme, pochází ze Slunce. Na území ČR dopadne za rok stotisíckrát více energie, než je veškerá spotřeba paliv. Sluneční záření lze přímo využívat k výrobě tepla, chladu a elektřiny, nepřímo jako energii vodních toků, větru, mořských vln, tepelnou energii prostředí. Nejvýznamnější je využití sluneční energie "uskladněné" v rostlinách a jiné živé hmotě - biomase.

### MOŽNOSTI VYUŽITÍ

Přeměna světelného záření na teplo (fototermální přeměna) může být pasivní (pomocí pasivních solárních prvků budov - prosklené fasády, zimní zahrady) nebo aktivní (pomocí přídavných technických zařízení - sluneční sběrače - kolektory). Podrobné rozdělení možností ukazuje následující obrázek:



### PASIVNÍ SYSTÉMY

Výhodou pasivních systémů je to, že k provozu nepotřebují žádné další zařízení. Využívá se sluneční záření, které dopadne do interiéru okny nebo jiným prosklením. Systém je třeba navrhnout tak, aby byly zisky co nejlépe využity (např. cirkulací vzduchu z osluněných místností do ostatních částí domu). Výhodnější jsou tzv. těžké budovy, které umožňují krátkodobou akumulaci přebytků. Zásadní je i typ a regulace vytápěcího systému.

Pasivní systém musí s budovou tvořit harmonický celek. Toho je jednodušší dosáhnout u novostaveb. Starší stavby lze vhodně rekonstruovat (vybudovat skleněné přístavky, prosklené verandy apod.).

Velmi důležité je vyřešení rizika tepelné zátěže během léta (řádné odvětrání, akumulace do stavebních konstrukcí,...). V případě orientace prosklených ploch na jih nebo západ se zvyšuje riziko přehřívání interiéru v letních měsících.

Konkrétní budovu je lépe řešit se specializovaným odborníkem (energetický auditor) než s architektem či stavečem. Energetický přínos zásadně závisí i na způsobu užívání budovy - např. dodatečně zasklená lodžie přináší úsporu jen pokud není v zimě vytápěná. Roční energetický přínos závisí tedy i na chování obyvatel domu.

Při volbě zasklení je potřeba zvážit jeho technické vlastnosti, zejména schopnost propouštět sluneční tepelné záření a světlo (to není totéž) a izolační schopnost.

## AKTIVNÍ SYSTÉMY

Aktivní systémy je téměř vždy možné dodatečně instalovat na stávající budovu. Využívají se zejména k celoroční přípravě teplé užitkové vody (TUV), ohřevu bazénové vody a k přitápění budov pomocí teplovodního či teplovzdušného vytápění.

Sluneční energii je možné i dlouhodobě akumulovat v zásobnících (vodních, šterkových aj.). Čím je delší doba akumulace, tím je systém dražší a méně ekonomický. Proto se nejčastěji používá krátkodobá akumulace (několikadenní) spolu s pružnými otopnými systémy, které sníží výkon okamžitě, jsou-li v místnosti solární zisky prosklením.

## PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

Sluneční záření dopadající na zemský povrch se skládá z přímého a z rozptýleného záření. Přímé je záření od slunečního disku, které tvoří svazek prakticky rovnoběžných paprsků. Rozptýlené (difuzní) sluneční záření vzniká rozptylem přímých slunečních paprsků na molekulách vzduchu, vodních kápkách a ledových krystálcích a na různých aerosolových částicích. Rozptýlené záření se jeví jako světlo oblohy; kdyby nebylo, jevila by se obloha i během dne černá s ostře zářícím slunečním kotoučem.

Průměrný počet hodin solárního svitu (bez oblačnosti) se v ČR pohybuje kolem 1 460 h/rok (od 1400 do 1700 hodin za rok). Mapa ukazuje globální sluneční záření dopadající na vodorovnou plochu o velikosti 1 m<sup>2</sup> za rok a dává tak představu o množství využitelné sluneční energie. V oblastech se silně znečištěnou atmosférou, je nutné počítat s poklesem globálního záření o 5 - 10%, někdy až 15 - 20%. Pro oblasti s nadmořskou výškou od 700 do 2 000 m.n.m. lze počítat naopak s 5% nárůstem globálního záření.



obrázek 1: Průměrné roční sumy globálního záření v MJm<sup>-2</sup>.  
Mapa převzata z publikace "Atlas podnebí" Českého hydrometeorologického ústavu.

## TECHNICKÉ PODMÍNKY

V ČR dopadá na povrch za rok průměrně 1100 kWh/m<sup>2</sup> energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300 - 800 kWh m<sup>-2</sup> za rok. Zisk se však v jednotlivých měsících značně liší; pro letní přebytky často není využití. Pro reálné odhady hrubé výroby energie v průměrných solárních zařízeních lze v podmínkách ČR uvažovat průměrnou roční výrobu 380 - 420 kWh/m<sup>2</sup> kolektorové plochy za rok. Tuto hodnotu lze považovat podle dostupných naměřených údajů jako obvyklou.

Účinnost kolektorů závisí zejména na rozdílu teplot absorbéru (resp. teploty nosné kapaliny) a okolního vzduchu. Čím vyšší teplotu požadujeme (např. 55°C pro přípravu TUV), tím horší bude účinnost. U vakuových kolektorů, kde je absorbér účinně izolován vakuem, se účinnost mění jen málo, takže uspokojivě pracují i v mrazivých dnech. Naopak

u jednoduchých plochých kolektorů účinnost klesá s rozdílem teplot velmi prudce, takže je téměř nemožné ohřívat v nich vodu v zimě na více než 80°C.

Obecně platí, že v ČR je během zimy solární energie tak málo, že i s vysoce účinnými kolektory potřebujeme poměrně velké plochy pro pokrytí potřeb. Naopak během léta bývá solární energie značný přebytek, takže i málo účinné kolektory získají energie dost. To je třeba zohlednit při hodnocení ekonomické efektivity systémů.

Solární výměník tepla v zásobníku je umístěn co nejnižší, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejdříve je elektrické topné těleso. Plochy výměníků musí být navrženy s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku.

Potrubí by mělo být co nejkratší s kvalitní tepelnou izolací, navržené na odpovídající požadovaný průtok, teplotu a tlak teplotnosné kapaliny v solárním okruhu. Nejčastěji se používá měď, nedoporučují se plasty. Oběhové čerpadlo zajišťuje cirkulaci teplotnosné kapaliny. Armatury zabezpečují správnou funkci z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti včetně kontroly a regulace (manometr, teploměr, zpětný ventil). Vyrovnání tlaku vlivem značného kolísání teploty zajišťuje expanzní nádoba, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotnosné kapaliny. Jako ochrana proti extrémnímu zvýšení tlaku při výpadku elektřiny se instaluje pojistný ventil. Automatická regulace zabezpečuje řízení a optimální výkon systému, chrání ho před poškozením a umožňuje potřebnou regulaci tepla mezi spotřebiči.

Pro celoroční provoz je jako teplotnosnou kapalinu nutné použít nemrznoucí směs, která má mít podobné fyzikální vlastnosti jako voda (kromě bodu tuhnutí). Tomu vyhovují kapaliny na bázi roztoku vody a propylenglykolů s inhibitory koroze například Solaren (Kolekton apod).

## **ZÁKLADNÍ ČÁSTI SOLÁRNÍHO SYSTÉMU**

Základním stavebním prvkem slunečního kolektoru (solární tepelný jímač) je absorbér, což je např. plochá deska s neodrazivým povrchem a trubicemi pro odvod teplotnosného média. Uložením absorbéru pod skleněnou desku vznikne sluneční kolektor, který využívá "skleníkového efektu". Z hlediska teplotnosného média dělíme kolektory na kapalinové a vzduchové resp. kombinované.

Sluneční absorbéry přeměňují zachycené sluneční záření na tepelnou energii (dlouhovlnné záření). Ta je pomocí teplotnosného média (kapalina, vzduch) odváděna do místa okamžité spotřeby nebo akumulována v zásobníku.

Kolektory dělíme podle tvaru na ploché a trubicové (mají absorbér zataven ve vakuové trubici). Vakuum snižuje tepelné ztráty a zvyšuje účinnost při dosažení vyšších výstupních teplot, používá se také u plochých kolektorů (Heliostar H 400V).

Kvalitní kolektory mají absorbér opatřený spektrálně selektivní vrstvou (speciální černá barva nebo galvanické pokovení), mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difúzní záření. Rovněž zasklení je ze speciálního skla, které má nízkou pohltivost slunečního záření a má zvýšenou mechanickou pevnost.

U koncentračních kolektorů čelní (lineární Fresnelovy čočky) nebo odrazová plocha (duté zrcadlo) koncentruje záření na menší absorpční plochu. Dosáhne se tak vyšších teplot a vyšší účinnosti. Obvykle je nutné polohovací zařízení, které natáčí kolektor nebo jeho absorbér za Sluncem.

Solární zásobník slouží pro přípravu TUV, doplňkově se ohřívá tepelnou energií z ústředního vytápění a elektřinou (při nedostatku sluneční energie). Objem zásobníku musí odpovídat ploše kolektorů, aby i v létě akumuloval zachycenou energii a nedošlo k poškození systému. Z hygienických důvodů je žádoucí alespoň jednou týdně ohřát obsah zásobníku na 72 °C, neboť při provozu za nízkých teplot a malém odběru vody se mohou rozmnožit nežádoucí mikroorganismy.

Solární výměník tepla v zásobníku je umístěn co nejnižší, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejdříve je elektrické topné těleso. Plochy výměníků musí být navrženy s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku.

Potrubí by mělo být co nejkratší s kvalitní tepelnou izolací, navržené na odpovídající požadovaný průtok, teplotu a tlak teplotnosné kapaliny v solárním okruhu. Nejčastěji se používá měď, nedoporučují se plasty. Oběhové čerpadlo zajišťuje cirkulaci teplotnosné kapaliny. Armatury zabezpečují správnou funkci z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti včetně kontroly a regulace (manometr, teploměr, zpětný ventil). Vyrovnání tlaku vlivem značného kolísání teploty zajišťuje expanzní nádoba, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotnosné kapaliny. Jako ochrana proti extrémnímu zvýšení tlaku při výpadku elektřiny se instaluje pojistný ventil. Automatická regulace zabezpečuje řízení a optimální výkon systému, chrání ho před poškozením a umožňuje potřebnou regulaci tepla mezi spotřebiči. Pro celoroční provoz je jako teplotnosnou kapalinu nutné použít nemrznoucí směs, která má mít podobné fyzikální vlastnosti jako voda (kromě bodu tuhnutí). Tomu vyhovují kapaliny na bázi roztoku vody a propylenglykolů s inhibitory koroze například Solaren (Kolekton apod).

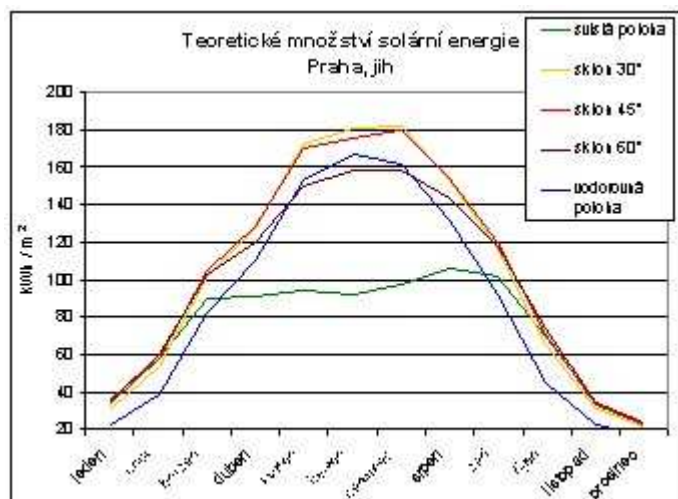
## VÝBĚR VHODNÝCH LOKALIT A ZÁSADY PRO DIMENZOVÁNÍ

Sluneční systém pracuje nejlépe, pokud je navržen pro skutečné místní podmínky (dimenzování, umístění kolektorů a způsob využití).

Pro dimenzování je důležité znát spotřebu TUV, zda bude ohříván bazén, zda bude požadováno přitápění, způsob napojení na klasický zdroj energie, způsob regulace a další vstupní údaje:

- počet hodin slunečního svitu a intenzita slunečního záření, která se mění podle znečištění atmosféry (město, venkov, hory),
- chod ročních venkovních teplot, větru či jiných nepříznivých meteorologických jevů, zejména námrazy, ty určují tepelné ztráty kolektorů,
- orientace, ideální je na jih (případně s mírným odklonem max. 45°), jihozápadní směr je výhodnější, neboť maximum výkonu nastává obvykle kolem 14. hodiny, kdy jsou v důsledku nejvyšší denní teploty nejnižší tepelné ztráty, automatické natáčení kolektorů za Sluncem je neekonomické,
- sklon slunečních kolektorů, pro celoroční provoz může být 30 až 60° vzhledem k vodorovné rovině, při preferenci výhradně letního provozu 30°, u zimního provozu je výhodnější sklon 60 - 90°
- množství stínících překážek, ideální je celodenní osvit Sluncem, krátkodobé zastínění je přípustné spíše v dopoledních hodinách,
- délka potrubních rozvodů, má být co nejkratší s kvalitní izolací (minimalizace tepelné ztráty) a dostatečná izolace akumulací nádrže,
- možnost umístění - únosnost střechy, pokud nedostačuje, nebo není správně orientovaná, lze využít i štítovou stěnu, střechu garáže, přístavku, pergoly,
- rozložení spotřeby tepla, v ideálním případě kopíruje roční průběh slunečního záření, např. pro instalace jsou vhodnější bytové a rodinné domy, naproti tomu školy se jeví jako problematické, protože v době nejvyššího slunečního svitu bývají většinou nevyužívané (malý odběr teplé vody).
- 

Z výše uvedených parametrů je možné stanovit: množství vyrobené energie z celého systému za rok. Pro podrobnější výpočty existují již počítačové programy, např. firemní programy výrobců slunečních kolektorů.



## PŘEHLED ZAŘÍZENÍ

Podle způsobu oběhu teplotné kapaliny:

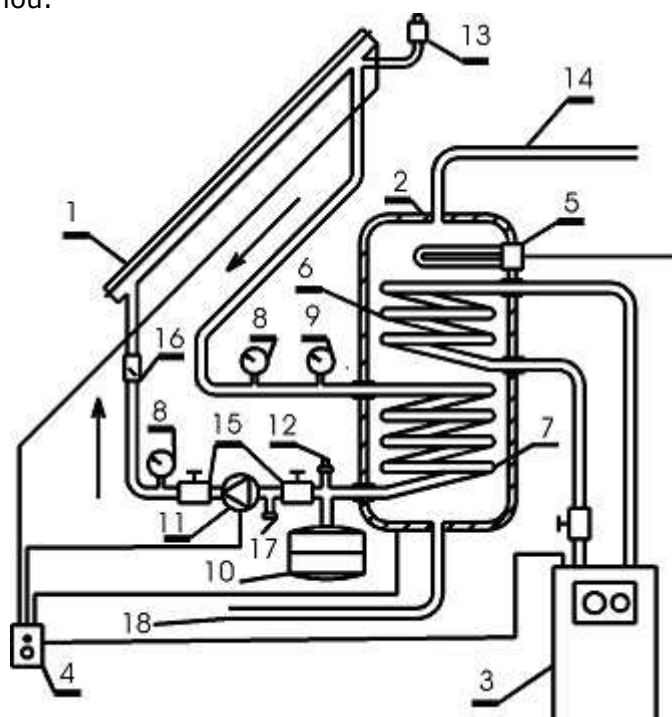
- a) Solární systémy se samotížným oběhem využívají k oběhu teplotné kapaliny gravitace mezi kolektorem a zásobníkem. Kapalina v systému proudí díky rozdílu hustoty mezi ochlazenou a ohřátou teplotnou kapalinou. Solární zásobník je nutné umístit výše než kolektory. Nevýhodou je horší regulace průtoku teplotné kapaliny kolektorem (nižší účinnost zařízení). Většina moderních kolektorů je navržena na nucený oběh a pro svůj velký hydraulický odpor není k tomuto zapojení vhodná. Výhodou jsou nižší pořizovací náklady, maximální jednoduchost, nezávislost na vnějším zdroji energie, vyšší spolehlivost, nehrozí výpadek čerpadla. Systém samotížného oběhu se využívá u velmi jednoduchých malých solárních systémů určených převážně pro sezónní ohřev.
- b) Solární systémy s nuceným oběhem využívají k oběhu teplotné kapaliny oběhové čerpadlo. Výhodou je přesná regulace průtoku teplotné kapaliny kolektorem, která umožňuje vyšší účinnost přenosu tepla. Zmenšení průtoku vlivem hydraulických ztrát se nechá částečně kompenzovat změnou otáček čerpadla, snížení průtoku lze docílit škrcením. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady, větší složitost, nižší spolehlivost (výpadek čerpadla) a závislost na vnějším zdroji energie.

Podle počtu okruhů:

- a) Jednookruhové systémy přímo ohřívají vodu bez výměníku tepla. Výhodou je vysoká účinnost přenosu tepla, nižší pořizovací náklady, jednoduchost. Nevýhodou je možnost použití pouze pro sezónní provoz (bazény), nebezpečí tvorby bakterií a řas, při nízkých teplotách hrozí zamrznutí vody. Propojení okruhu spotřeby a výroby tepla komplikuje návrh zejména složitějších systémů. Vlivem používání neupravené vodovodní vody dochází k zanášení a korozi (oxidaci) kolektoru i systému. Používají se výhradně v nejjednodušších zařízeních pro sezónní ohřev vody.

- b) Dvouokruhové systémy pracují s výměníkem tepla a dvěma nezávislými okruhy. První okruh rozvádí ohřátou teplotnosnou kapalinu od kolektorů do výměníku tepla. Druhý přebírá teplo z výměníku a vede jej do místa spotřeby (solární zásobník). Primární okruh bývá napuštěn nemrznoucí směsí. Výhodou je celoroční provoz. Tlakové oddělení okruhů umožňuje velkou variabilitu zapojení s různými průtoky médií. Nevýhodou je horší účinnost v důsledku ztrát ve výměníku tepla, vyšší pořizovací náklady a složitost.

Pro letní ohřev vody (bazén, sprcha) stačí použít jednookruhový systém s jednoduchým absorberem (plastová deska s dutinami pro ohřívání vody). Pro celoroční provoz se používá nejčastěji dvouokruhový systém s kolektory, výměníkem a nemrznoucí teplotnosnou kapalinou.



Dvouokruhový solární systém s nuceným oběhem.

Popis jeho součástí: 1-solární kolektor, 2-solární zásobník (trivalentní), 3-kotel ústředního vytápění, 4-elektronická regulace solárního systému, 5 elektrické topné těleso, 6-výměník tepla okruhu ústředního vytápění, 7-výměník tepla solárního okruhu, 8-teploměry, 9-manometr, 10-expanzní nádrž, 11-oběhové čerpadlo, 12-pojišťovací ventil, 13-odvzdušňovací ventil, 14-výstup teplé vody, 15-uzavírací ventily, 16-zpětná klapka, 17-plnicí kohout, 18-vstup studené vody z vodovodního řadu. Pozice č. 8, 9, 10, 11, 12, 16 spolu s průtokoměrem jsou na solární instalační jednotce.



Solární systém na domě ze 16 století



Ploché kolektory mají "samorozmrazovací" schopnost



Kolektor z vakuových trubic



Kombinace střešních oken a solárních kolektorů



Kolektor integrovaný do střechy a uložený nad střešní krytinou



Solární systém jako standardní součást řadové výstavby





Solární systém na současném rodinném domě



Solární systém na vilce z minulého století

## POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] Beranovský, J., Truxa, J.: Alternativní energie pro váš dům, ERA, Brno, 2004.
- [2] Cihelka, J.: Solární tepelná technika. T. Malina, Praha, 1994.
- [3] Haller, A., Humm O., Voss, K.: Solární energie - Využití při obnově budov, Grada, Praha, 2001
- [4] Hájek, L.: Sluneční kolektory. Poradenská knihovnice ČEA. ČEA, Praha, 1997.
- [5] Ladener, H., Späte, F.: Solární zařízení, Grada, Praha, 2003
- [6] Karmanolis, S.: Sluneční energie. MAC, Praha, 1996.
- [7] Kol. autorů: Energie - kde ji vzít? EkoWATT, Praha, 1993. ISBN 87-87669-74-1. Dotisk EkoWATT, Praha, 1995.

---

Infolist byl zpracován díky podpoře České energetické agentury a Evropské unie.  
Vyšel také v tištěné podobě.

Autoři textů: Jiří Beranovský, František Macholda, Karel Srdečný, Jan Truxa