

Energie slunce – ohřev vody, vytápění

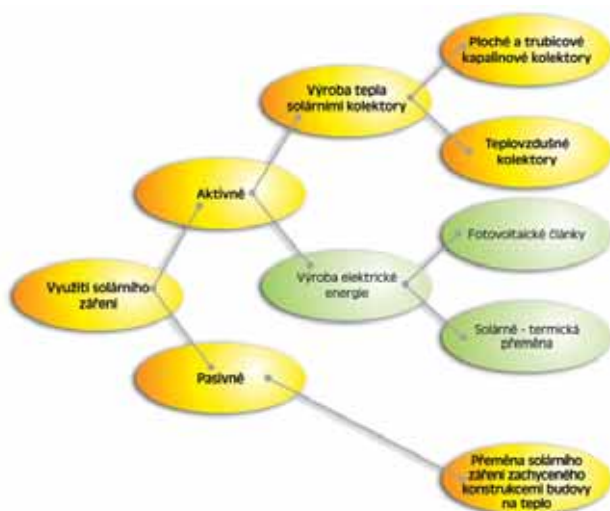
Potenciál solární energie je z perspektivy současných potřeb nevyčerpatelný. Na území ČR dopadá stokrát více energie, než je současná spotřeba primárních energetických zdrojů.

Při využívání sluneční energie narážíme na dva problémy: skladovatelnost a účinnost. Slunce lze výborně skladovat v biomase, ovšem zde je účinnost velmi nízká – v biomase zůstane asi jedno procento dopadnutí sluneční energie. Naopak vysoké účinnosti lze dosáhnout při výrobě tepla (termální kolektory) i elektřiny (fotovoltaika), ale zde je drahá akumulace zachycené energie.

Možnosti využití

Ze slunce lze nejnázat získat teplo – to ví každá kochka, rozvalující se na zápraží. Teplo pro vytápění budov lze nejnázat získat tak, že jižními okny vpustíme slunce do interiéru. Aby zase rychle neuteklo, potřebujeme dobře izolující okno a ještě mnohem lépe izolující stěny, strop a podlahu. Na tomto principu fungují tzv. pasivní domy, které jsou z větší části vytápěny právě sluncem. Tyto tzv. **pasivní zisky** se využívají i jinde v architektuře.

Pro teplo na ohřev vody (na mytí i do radiátorů) je nutno použít tzv. **aktivní systémy**. Primitivní, ale v létě dostatečně účinný je i sud s vodou natřený načer-



Způsob využití slunečního záření. © EkoWATT.

no, pro celoroční provoz nebo pro vyšší teploty je nutné složitější zařízení – solární termální systém.

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 teplého vzduchu z osluněných místností do ostatních částí domu). Výhodnější jsou tzv. těžké budovy, které umožňují krátkodobou akumulaci přebytků do vlastní konstrukce. Důležitá je i volba typu vytápěcího systému a jeho dobrá regulace, aby se dům nepřehříval.

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 východ nebo západ se zvyšuje riziko přehřívání interiéru v letních měsících.

Konkrétní budovu je lépe řešit se specializovaným odborníkem (energetický auditor) než pouze s architektem či stavečem, ideální je najít tým, který zahrnuje všechny profese. Energetický přínos závisí také na způsobu užívání budovy a na chování obyvatel domu – např. dodatečně zasklená lodžie přináší úsporu jen pokud není v zimě vytápěná.

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

kWh/m ² .rok	ztráty tepla za rok cca	přínos energie v otopném období		
		J	JZ, JV	Z, V
jednoduché zasklení	546	344	310	181
dvojsklo	273	304	274	160
dvojsklo s pokovením	141	268	241	141
trojsklo	94	280	252	147
trojsklo s pokovením	66	192	173	101
dvojsklo + Heat Mirror	103	160	144	84

Přibližné hodnoty tepelných ztrát a zisků různých typů zasklení. Zdroj: EkoWATT

Aktivní systémy

Aktivní systémy je téměř vždy možné dodatečně instalovat na stávající budovu. Využívají se zejména k celoroční přípravě teplé vody (TV), ohřevu bazéno-



Vakuové kolektory lze efektivně využít i na svislé fasádě. Foto: Lenka Bradnová, EkoWATT.

vé vody a k přitápění budov pomocí teplovodního či teplovzdušného vytápění.

Získanou 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. Pro krátkodobou akumulaci se využívá obvykle beztlaková vodní nádrž (tlakové nádoby jsou dražší).

Solární systémy mohou být i teplovzdušné. V tomto případě nehrozí zamrzání nebo vyvaření média a teplý vzduch z kolektorů lze přivádět přímo do místností. Systém pracuje s nižšími teplotami, čímž roste účinnost. Nevýhodou je potřeba větších potrubí a hluk ventilátorů, který se může šířit do místností. Akumulace je zde mnohem obtížnější než u kapalinových systémů.

Technické podmínky

V ČR dopadá na povrch za rok průměrně 1100 kWh/m² energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300–800 kWh/m² 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 cca 350 kWh/m² kolektorové plochy za rok. To platí pro systémy, které pouze ohřívají vodu. U systémů s přitápěním je využití nižší, cca 250 až 280 kWh/m² (plo-

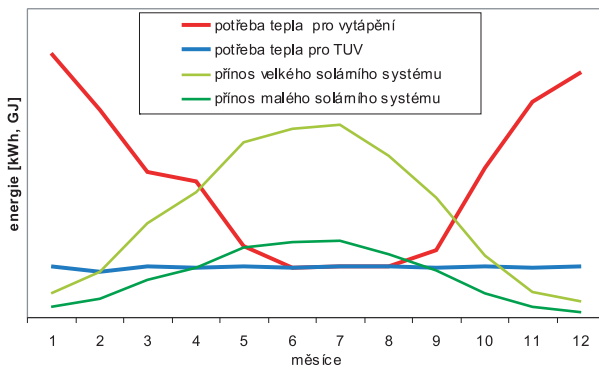


Průměrné roční sumy globálního záření v MJ/m². Zdroj: ČHMÚ

cha kolektorů je větší, aby v zimě dodávala více energie, v létě pak není pro přebytky využití). Účinnost kolektorů závisí zejména na rozdílu teplot absorberu (resp. teplotnosné kapaliny) a okolního vzduchu. Čím vyšší teplotu požadujeme (např. 55 °C pro přípravu TV), tím horší bude účinnost. U vakuových kolektorů, kde je absorber 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 ohřívát 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.

Potřeba tepla a solární energie během roku



Možnosti krytí potřeby tepla solárním systémem různé velikosti. Zdroj: EkoWATT

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 absorberu pod skleněnou desku vznikne sluneční kolektor, který využívá tzv. skleníkového efektu. Z hlediska teplotnosného média dělíme kolektory na **kapalinové** a **vzduchové** resp. **kombinované**.



Solární systém na historickém objektu poblíž památkové zóny v Telči. Foto: Karel Srdečný

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

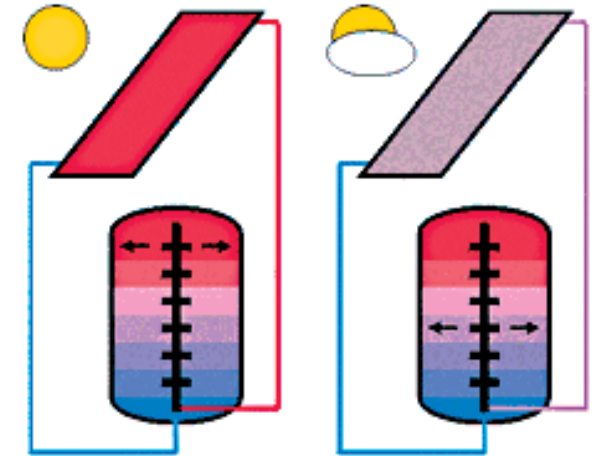
Kolektory dělíme podle tvaru na **ploché** a **trubicové** (mají absorber uložen ve vakuové trubici). Vakuum snižuje tepelné ztráty a zvyšuje účinnost při dosažení vyšších výstupních teplot, používá se také u plochých kolektorů (Heliostar H 400V). Výhodou vakuových kolektorů je jejich vyšší účinnost, hlavně za nízkých teplot. Nevýhodou je, že nemají „samorozmrazovací“ schopnost, takže navátý sníh musíme odstranit ručně. Kvalitní kolektory mají absorber opatřený **spektrálně selektivní vrstvou** (speciální černá barva nebo galvanické pokovení), mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difúzní záření. Většina současných kolektorů používá měděný plech s pokovením TiNOx. Rovněž zasklení je ze speciálního skla, které má nízkou pohltivost slunečního záření a má zvýšenou mechanickou pevnost.

U **konzentračních kolektorů** se sluneční záření koncentruje na malou absorpční plochu. Používají se **lineární Fresnelovy čočky** nebo zrcadlové plochy, obvykle **žlabová zrcadla**. Dosáhne se tak vyšších teplot a vyšší

účinnosti. Poloha Slunce, a tím i ohnisko, se během dne mění, proto je potřeba polohovací zařízení, které natáčí (nebo u lineárních kolektorů posunuje) kolektor nebo jeho absorber za Sluncem. Některé typy se žlabovými zrcadly fungují i bez natáčení, ale ne tak efektivně.

Solární zásobník slouží pro přípravu TV, doplňkově se ohřívá tepelnou energií z ústředního vytápění či elektrinou (při nedostatku sluneční energie). Objem zásobníku většinou odpovídá 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.

Pokud se solární energie využívá i pro přitápění, je potřeba větších ploch a tím i objemů (až několik m³). Pro snížení nákladů se používají beztlakové zásobníky zhotovené např. z plastu nebo betonu. TV se pak připravuje v „plovoucí“ nádrži ponořené v zásobníku nebo průtočně pomocí spirály uložené v zásobníku. Nevýhodou je, že je potřeba další výměník pro okruh vytápění, což zvyšuje potřebný teplotní spád a tím i ztráty. Důležité je využít stratifikaci – teplotní rozvrstvení, aby kolektor dodával teplo do odpovídající hladiny. Jinak je teplota na absorberu zbytečně vysoká, což zhoršuje účinnost. Do akumulacího nádrže lze připojit i další zdroj tepla, např. kotel na biomasu. Tento zdroj se připojuje v horní části, aby dolní část zásobníku zůstala dost chladná pro ohřev sluncem.



Princip stratifikace teplot v solárním zásobníku. Zdroj: EkoWATT

Solární výměník tepla v zásobníku je umístěn co nejnižší, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nevyšší 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). Vyrovnaní 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.

Ekonomika provozu

Slunce svítí zadarmo a dosud nezdaněně, energie ze solárního systému ale zcela zadarmo není. Pokud porovnáme množství tepla, které solární systém dodá za 20 let své životnosti s náklady na pořízení a dvacetiletý servis systému, vyjde nám reálná cena získaného tepla. Při měrných nákladech 20 až 25 tis. Kč na m² solárního systému a ročním zisku 350 kWh/m² vychází cena solárního tepla 3,80 až 4,50 Kč/kWh. Cena tepla např. ze zemního plynu je cca 1,60 Kč/kWh, z elektřiny (akumulační sazba) je to cca 2,00 Kč/kWh.

Požizovací náklady	120 000 Kč
Provozní náklady	2 000 Kč/rok
Dotace	55 000 Kč
Náklady celkem za 20 let bez dotace	160 000 Kč
Náklady celkem za 20 let s dotací	105 000 Kč
Plocha systému	6,0 m ²
Roční přínos	350 kWh/m ² .rok
Přínos za 20 let	42 000 kWh
Cena solární energie bez dotace	3,81 Kč/kWh
Cena solární energie s dotací	2,50 Kč/kWh

Cena tepla ze solárního systému. Zdroj: EkoWATT

V současnosti lze využít dotaci z programu Zelená úsporám (www.zelenausporam.cz). S dotací je ekonomika solárního systému lepší, přesto je návratnost zejména u rodinných domů problematická. U bytových domů je

efektivita provozu vyšší, zde jsou však organizační problémy (kdo systém bude provozovat, jak se bude teplo ze solárního systému účtovat nájemníkům apod.).

	systém pro ohřev vody	systém s přitápěním
Dotace pro rodinný domek		
Dotace na solární systém	55 000 Kč	80 000 Kč
Dotace na projekt a kontrolu	5 000 Kč	5 000 Kč
Dotace na výpočet		10 000 Kč
Dotace pro bytový dům		
Dotace na solární systém	25 000 Kč/byt	35 000 Kč/byt
Dotace na projekt a kontrolu	15 000 Kč	15 000 Kč
Dotace na výpočet		15 000 Kč

Dotace z programu Zelená úsporám v roce 2010. Zdroj: SFŽP

Poněkud paradoxně se solární systém nejvíce vyplácí tam, kde je spotřeba vody velká. Typicky jde o ubytovací zařízení, kde hosté vodou příliš nešetří. V rodinném domku, kde funguje energeticky úsporná domácnost, je návratnost solárního systému mnohem delší.

Zásady pro dimenzování

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

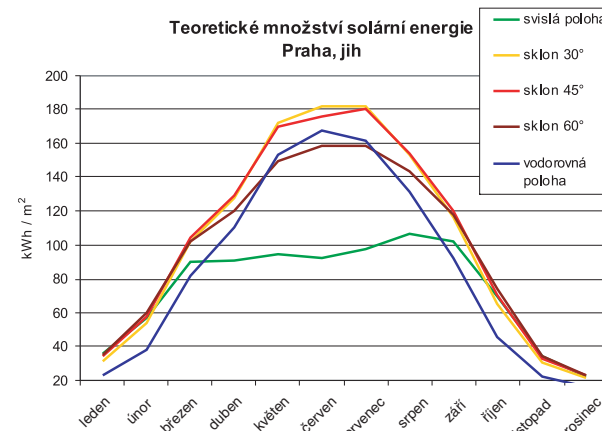
Pro dimenzování je důležité vědět, zda bude ohříván bazén, zda bude požadováno přitápění, způsob napojení na klasický zdroj energie, způsob regulace a další vstupní údaje:

- spotřeba teplé vody – je velmi individuální. Skutečná spotřeba úsporné domácnosti je zhruba poloviční, než počítaná dle normy. Je-li však teplá voda „zadarmo“ ze slunce, už se s ní obvykle tolik nešetří,
- umístění kolektorů – 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,
- 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 až 90 °

	spotřeba energie pro ohřev vody	denní spotřeba vody s teplotou 55 °C
Dle ČSN 060320	4,3 kWh/os.den	cca 80 l/os
Běžná spotřeba	2,2 až 2,9 kWh/os.den	40 až 55 l/os
Úsporná domácnost	1,6 kWh/os.den	cca 30 l/os

Spotřeba energie pro ohřev vody. Zdroj: EkoWATT

- množství stínících překážek – ideální je celodenní osvit sluncem, existují programy pro simulaci stínění stromy, komínem apod.
 - možnost umístění – únosnost střechy, pokud nestačuje 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.



Zdroj: EkoWATT

Vydal:

EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

Švábky 2 Žižkova 1 (budova PVT) Rumunská 655/9
180 00 Praha 8 370 01 České Budějovice 460 01 Liberec
tel.: 266 710 247 tel.: 389 608 211 tel.: 486 123 478

e-mail: info@ekowatt.cz
www.ekowatt.cz, www.energetika.cz

Foto na titulní straně: Příklad instalace solárního systému pro ohřev vody a FVE panelů na jednom objektu. Solární panely pro ohřev vody a vytápění na RD. Karel Srdečný, EkoWATT

Texty: EkoWATT – Karel Srdečný, Jiří Beranovský, František Macholda, Jan Truxa
Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o., © EkoWATT, 2010

Podrobnější informace lze získat také v celostátní síti Energetických informačních a konzultačních středisek EKIS, http://www.mpo-efekt.cz.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2010 – část A – Program EFEKT.





Energie slunce ohřev vody, vytápění



Centrum pro
obnovitelné
zdroje a úspory
energie

