



# Energie slunce

sluneční teplo,  
ohřev vody a vzduchu



Centrum pro  
obnovitelné  
zdroje a úspory  
energie

EKIS ČEA



## Energie slunce – sluneční teplo

Veškerá spotřeba primárních zdrojů energie v ČR odpovídá sluneční energii, která za rok dopadne na pouhých 350 km<sup>2</sup> (asi 4 % rozlohy ČR). To je asi desetina plochy, na které dnes pěstujeme řepku, nebo která byla v šedesátých letech osázena brambory. Sluneční energie je tedy více než dost.

Při využívání sluneční energie narazíme na dva problémy: skladovatelnost a účinnost. Sluneční energii lze výborně skladovat v biomase, účinnost je zde ovšem velmi nízká – jedno procento i méně. 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 nejnázne získat teplo – to ví každá kočka, rozvalující se na zápraží. Teplo pro vytápění budov nejnázne získáme tak, že vpustíme jižními okny 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 načerno. 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. cirkulaci 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. Ale i starší stavby je často možné 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 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 ložnice přináší úsporu jen pokud není v zimě vytápěná z bytu.

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 <sup>2</sup> .rok	ztráty tepla za rok cca	přínos energie v otopném období		
		J	JZ, JV	Z, V
jednoduché zasklení	546	344	310	181
dvójasklo	273	304	274	160
dvójasklo s pokovením	141	268	241	141
trojasklo	94	280	252	147
trojasklo s pokovením	66	192	173	101
dvójasklo + 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 bazénové vody a k přitápění budov pomocí teplovodního či teplovzdušného vytápění.

Získanou energii je možné i **dlouhodobě akumulovat** v zásobnících (vodních, štěrkových aj.). Čím je delší doba akumulace, tím je systém dražší a méně ekonomický.

Proto se nejčastěji používá **krátkodobá akumulace** (několikadenní) spolu s pružnými topnými systémy, které snižují 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 místnosti. Systém pracuje s nižšími teplotami, čímž roste účinnost. Nevýhodou je potřeba silnějších potrubí a hluk ventilátorů, který se může šířit do místnosti. Akumulace je zde mnohem obtížnější než u kapalinových systémů.

### 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 kapkách, ledových krystalcích a 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. 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 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.



Průměrné roční sumy globálního záření v MJ/m<sup>2</sup>. Zdroj: ČHMÚ

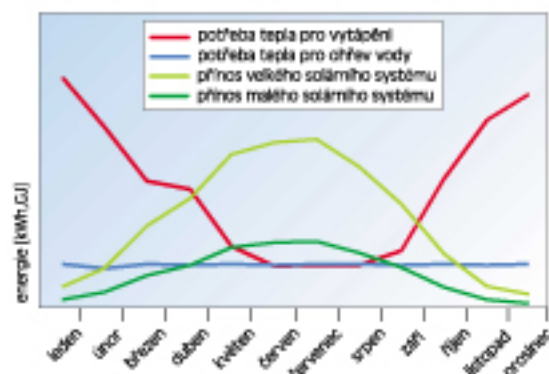
### Technické podmínky

V ČR dopadá na zemský 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; v zimě často nepokryvá potřebu, pro letní přebytky často není využito. Pro reálné odhady hrubé výroby energie v průměrných solárních zařízeních lze v podmínkách ČR uvažovat průměrně

měnou 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 absorberu (resp. teploty 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 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.



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

## Základní části solárního systému

Základním stavebním prvkem **slunečního kolektoru** (solární tepelný jmač) je **absorbér**, což je např. plochá deska s neodrazivým povrchem a trubicemi pro odvod teplotonosného média. Uložením absorberu pod skleněnou desku vznikne sluneční kolektor, který využívá tzv. skleníkového efektu. Z hlediska teplotonosného média dělíme kolektory na **kapalinové** a **vzduchové**, resp. **kombinované**. **Sluneční absorber** přeměňuje zachycené sluneční záření na tepelnou energii (dlouhovlnné záření). Ta je pomocí teplotonosného média (kapalina, vzduch) odváděna do místa okamžité spotřeby nebo do akumulačního 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 tep-



Solární systém na domě ze 16. století. Foto: EkoWATT

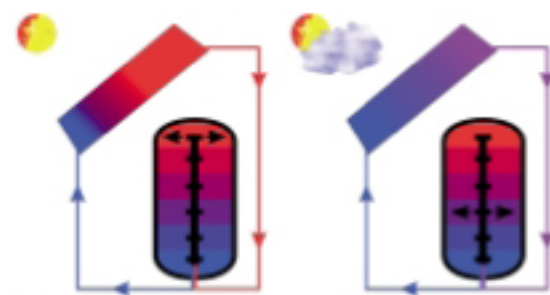
lot. Nevýhodou je, že nemají „samorozmrazovací“ schopnost, takže navátý sníh musíme odstranit ručně. Kvalitní kolektory mají absorber opatřený **spektrálně selektivní vrstvou** (speciální černá barva nebo galvanické pokovení), mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difúzní sluneční záření. Většina současných kolektorů používá měděný plech s pokovením TiNO<sub>x</sub>. Rovněž zasklení je ze speciálního skla, které má nízkou pohltivost slunečního záření a zvýšenou mechanickou pevnost.

U **koncentračních 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. Při nedostatku sluneční energie se dohlívá tepelnou energií z ústředního vytápění či elektřinou. 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 vytápění, je potřeba větších ploch kolektorů a tím i objemů (až několik m<sup>3</sup>). 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 akumulační 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 tepla v solárním zásobníku. © EkoWATT

**Solární výměník tepla** v zásobníku je umístěn co nejnižší, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýše 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 teplotonosné kapaliny v solárním okruhu. Nejčastěji se používá měď, nedoporučují se plasty.

**Oběhové čerpadlo** zajišťuje cirkulaci teplotonosné 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 nádrž**, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotonosné kapaliny. Jako ochrana proti extrémnímu zvýšení tlaku při výpadku elektřiny se insta-



Kolektor z vakuových trubic. Foto: EkoWATT

luje 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 **teplonosnou kapalinu** nutné použít nemrzoucí směs, která má mít, kromě bodu tuhnutí, podobné fyzikální vlastnosti jako voda. Tomu vyhovují kapaliny na bázi roztoku vody a propylen glykolů s inhibitory koroze, například Solaren, Kolekton apod.

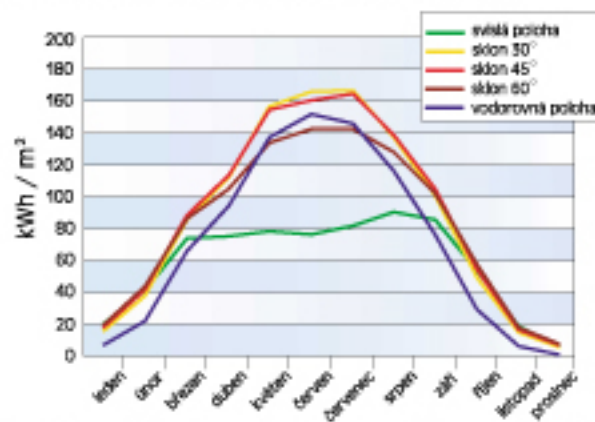
## Výběr vhodných lokalit a zásady pro dimenzování

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

Pro dimenzování je důležité znát spotřebu TV, 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.  $\pm 45^\circ$ ), 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  $30^\circ$  až  $60^\circ$  vzhledem k vodorovné rovině, při preferenci výhradně letního provozu  $30^\circ$ , u zimního provozu je výhodnější sklon  $60^\circ$ – $90^\circ$ ,
- 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 akumulční 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.



Sluneční energie dopadající na různé skloněnou plochu. Zdroj: EkoWATT

Následující tabulka slouží pro orientační dimenzování solárního systému na ohřev TV se standardními plochými solárními kolektory s konverzní selektivní vrstvou (např. Heliostar, Ekostart Therma apod.).

Počet osob	1	2	3	4	6	8	10
Spotřeba TV (l/den)	82	164	246	328	492	656	820
Zásobník TV (l)	80	160	240	300	500	700	800
Plocha kolektorů (m <sup>2</sup> )	1,6	3,2	4,8	6	10	14	16

Orientační dimenzování solárního systému. Zdroj: EkoWATT

Pro letní ohřev vody (bazén, sprcha) stačí použít jednokruhový systém s jednoduchým absorberem (plastová deska s dutinami pro ohřívanou vodu). Pro celoroční provoz se používá nejčastěji dvoukruhový systém s kolektory, výměníkem a nemrzoucí teplonosnou kapalinou.



Kolektor integrovaný do střechy a uložený nad krytinou. Foto: EkoWATT



Poloha domu někdy neumožní optimální orientaci solárního systému. Foto: EkoWATT

## Použitá a doporučená literatura

- Murtinger, K., Truxa, J.: Solární energie pro váš dům. ERA, Brno, 2005.
- Srdečný, K.: Energeticky soběstačný dům. ERA, Brno, 2006, dotisk 2007.
- Beranovský, J., Truxa, J.: Alternativní energie pro váš dům. ERA, Brno, 2004.
- Gihelka, J.: Solární tepelná technika. T. Malina, Praha, 1994.
- Haller, A., Humm O., Voss, K.: Solární energie – Využití při obnově budov. Grada, Praha, 2001.
- Ladener, H., Spätle, F.: Solární zařízení. Grada, Praha, 2003.
- Karmanolis, S.: Sluneční energie. MAC, Praha, 1996.
- Mittermair, F.: Zařízení se slunečními kolektory. HEL, Ostrava, 1995.
- Macholda, F., Srdečný, K.: Úspory energie v domě. Grada, Praha, 2004.

Vydal:

**EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie**

Svábky 2  
180 00 Praha 8  
tel.: +420 266 710 247  
fax: +420 266 710 248  
e-mail: info@ekowatt.cz  
www.ekowatt.cz, www.energetika.cz

Žitkova 1 (budova PVT)  
370 01 České Budějovice  
tel.: +420 389 608 211  
fax: +420 389 608 213

Foto na titulní straně: instalace solárních kolektorů na střeších budov; Foto: EkoWATT

Texty: EkoWATT – Jiří Beranovský, Monika Kašparová, František Macholda, Karel Srdečný, Jan Truxa  
Grafický návrh: Irena a Saša Mandić  
Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o., © EkoWATT, 2007

Podrobnější informace lze získat také v celostátní síti Energetických informačních a konzultačních středisek České energetické agentury (EKIS ČEA). Seznam středisek je uveřejněn na: [www.i-ekis.cz](http://www.i-ekis.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 2007 – část A – PROGRAM EFEKT.

Publikace vyšla díky laskavé podpoře České energetické agentury.

