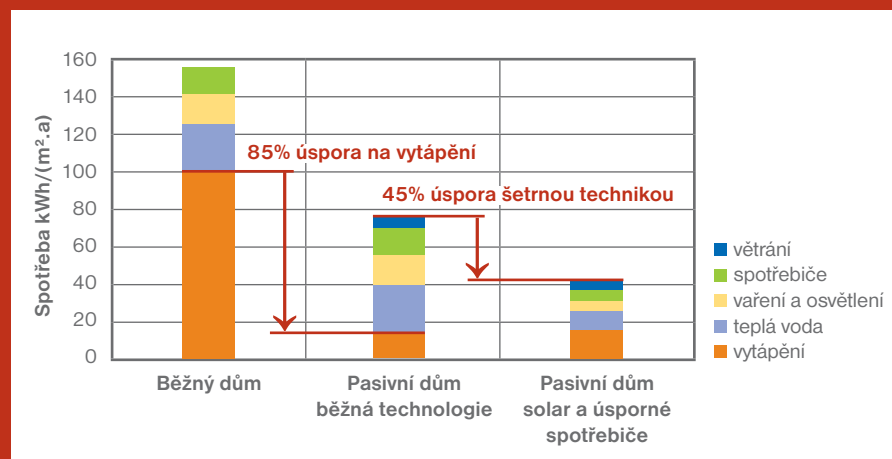


Když už šetřit, tak pořádně!

Domácnosti jsou se spotřebou primární energie přes 40 % po průmyslu druhým největším spotřebitelem energie v ČR. U běžných domů zabírá většinu spotřeby energie i provozních nákladů vytápění, průměrně kolem 70 % a zbytek tvoří příprava teplé vody, spotřebiče a osvětlení. Pasivní domy mají rozvrstvení spotřeby obráceně. Jsou-li použity běžné spotřebiče a zdroj ohřevu teplé vody, náklady na vytápění tvoří 20 % a většinu tvoří ostatní náklady 80 %, jak ilustruje graf č.1. Jak je vidět, vzniká zde značný prostor na úspory energií. Výstavba v pasivním standardu je ideální pro využívání obnovitelných zdrojů energie. Při nízké celkové spotřebě energie se již vyplatí využívat alternativní zdroje jako solární energie, biomasu, nízkovýkonová tepelná čerpadla a jiné, kterými je možné pokrýt celou potřebu tepelné energie, nebo alespoň většinu.

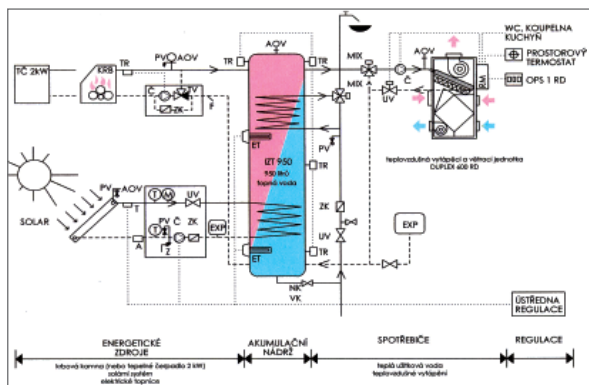
Správnou volbou zdroje lze šetřit nejen přírodu, ale taky naše peníze, třeba použitím solárních kolektorů lze ročně ušetřit až 70 % provozních nákladů na ohřev teplé vody. Cena u neobnovitelných zdrojů je v současné době značně deformovaná a úplně neodráží spotřebu energie spotřebovanou při její výrobě, dopravě, spojené výstavbě (elektrárny, teplárny, těžba energetických surovin) a zásahu do životního prostředí. U pasivního domu je proto zavedeno jedno z hlavních kritérií maximální roční potřeby primární energie 120 kWh/m² na vytápění, ohřev teplé vody, provozní energii (ventilátory, čerpadla), osvětlení a domácí spotřebiče. Do primární energie je započtena efektivita výroby, spotřeba neobnovitelných zdrojů při výrobě energie a ztráta při distribuci. Tato hodnota komplexněji vypovídá o celkové energetické náročnosti objektu a také o provozních nákladech, které jsou většinou ve vzájemné rovnováze. Největší vliv na hodnocení má volba zdroje energie. U elektřiny je faktor energetické proměny nevýhodný, jelikož je známo, že elektrárny pracují s nízkou účinností kolem 30 %. Na 1 kWh elektrické energie je při výrobě spotřebováno 3 kWh z neobnovitelných zdrojů, tedy se počítá s faktorem energetické proměny rovný číslu 3. Ani u obnovitelných zdrojů energie není tento koeficient nulový, vždy je tu jistý podíl energie neobnovitelného původu (pohon čerpadel, ventilátorů, doprava, řízení atd.). S tím úzce souvisí i zátěž životního prostředí způsobená produkcí skleníkových plynů, zejména CO₂, a v dnešní době hodně diskutované téma globálního oteplování. Zjednodušeně – čím vyšší je koeficient podílu primární energie zdroje, tím vyšší jsou i emise CO₂ a dalších škodlivin do ovzduší a většinou i provozní cena.



Graf č. 1 – Porovnání spotřeby energie domů s různými standardy a technickou výstavbou. Solárními kolektory a úspornými spotřebiči se dá ušetřit až 45 % nákladů proti běžné technologii. Další úspory poskytuje fotovoltaika, zdroje na biomasu nebo kvalitní regulace. Samozřejmostí je větrací jednotka s rekuperací tepla.

Jaký zdroj tepla použít?

Velice častou otázkou je, jaký zdroj tepla je nejlepší či nejlevnější, a jak velký zdroj tepla použít. Celková potřeba energie na vytápění ve srovnání s obvyklými domy je u pasivních domů snížena natolik, že vlastně na volbě základního zdroje tepla záleží o dost méně, než u běžné výstavby. Složitá řešení v pasivním domě nemají šanci, jejich vysoká pořizovací hodnota znamená dlouhou návratnost investice. Na trhu je množství zdrojů tepla i otopných soustav s různou pořizovací cenou, výkonem a provozními náklady. Nejvýhodnější volbu pak určují místní podmínky a přání investora.



Obr. 1 Příklad zapojení krbových kamen příp. TČ a solárních kolektorů do systému teplovzdušného vytápění a nuceného větrání s rekuperací. Všechny zdroje společně ukládají teplo do integrovaného zásobníku tepla, odkud je odebráno v požadované teplotě do místa spotřeby.

U elektrického vytápění je možné dosáhnout nejnižších pořizovacích nákladů a vysokého komfortu, avšak za cenu vysokých provozních nákladů s nejistým dalším vývojem cen. U přímotopů je problematický a nákladný i případný přechod na teplovodní systém topení bude-li v budoucnu k dispozici levnější zdroj tepla. I elektrina se dá využívat efektivněji, například použitím miniaturního tepelného čerpadla s nižšími provozními náklady se zvýhodněným tarifem na ostatní spotřebu elektriny. Zůstávají také další výhody jako malé prostorové nároky technologie, jednoduchá regulovatelnost, bez nutnosti komínu a skladovacích prostor na palivo. Vysoký komfort, automatizace provozu a malé prostorové nároky poskytuje i „klasický“ zdroj, jakým je plyn. Provozní náklady jsou však navyšovány dvojnásobnou paušálou za plyn i elektrinu, která je v domácnosti nezbytná. Provozně levnější alternativou z obnovitelných zdrojů a také automatickým provozem může být kotel na pelety či štěpky. Je však nutné díky větším výkonům spojit kotel s kumulací nádrží o velikosti minimálně 50 l na 1 kW výkonu zdroje, což spolu s komínem navyšuje počáteční investici. Kotel na kusové dřevo zase poskytuje ještě levnější a méně průmyslově závislý zdroj tepla výměnou za větší pracnost při přípravě paliva či obsluze. U biomasy je obecně potřeba počítat s většími prostorovými nároky na uskladnění paliva. Často dochází také ke kombinaci zdrojů, zejména levnějšího zdroje tepla, který není stále dostupný s provozně dražším, jenž tvoří určitou zálohu a pokrývá hluchá místa. Takovým doplňkovým zdrojem mohou být solární kolektory, které se nečastěji navrhuje na pokrytí 60–70 % potřeby tepla pro přípravu teplé vody. Pro vytvoření atmosféry i jako doplňkový zdroj jsou také žádány zdroje umožňující pohled na hořící oheň. Pro ty, kteří mají chuť je častěji využívat, jsou k dispozici malé krbové kamínky na pelety nebo dřevo, které lze také propojit se zásobníkem tepla. Pro občasné uživatele jsou vhodnější spíše malé kamna na baličích,

kteří jsou levnější a nepotřebují komín. Velké otevřené krby určitě nejsou vhodné pro pasivní domy nejen z důvodu jejich předimenzovaného tepelného výkonu. Prostor, kde je krb umístěn, se velmi rychle přehřívá a zdroj se dá jen omezeně regulovat (velká tepelná setrvačnost). Stejně velkým problémem je i vřadotěsnost, kterou u otevřeného ohniště nelze zabezpečit.

Volit by se obecně měly zdroje o vysoké účinnosti vhodné i pro ohřev teplé vody, s dobrou regulovatelností výkonu a jednoduchou obsluhou. Pokud se používá teplovodní otopná soustava, jedná se zpravidla o nízkoteplotní systém s max. teplotou do 50 °C, který je hospodárnější a pracuje s vyšší efektivitou při menších tepelných ztrátách.

Dimenzování výkonu zdroje

Nejdůležitější je správné dimenzování velikosti zdroje a otopného systému pro daný objekt a jeho navrhované využití. Podmínky se v mnoha případech liší - je rozdíl kolik je uživatelů a kolik času tráví v objektu, jedná-li se o rodinné domy, bytové domy, řadovou zástavbu, nebo administrativní či civilní budovy (školy, nemocnice). Celkovou spotřebu energie mohou do značné míry ovlivnit i samotní uživatelé. Spotřeba dvou identických domů se stejným počtem obyvatelů se může značně lišit v závislosti na přítomnosti, spotřebě teplé vody (zda-li se uživatel často koupou nebo jen sprchují), využívání spotřebičů, rozdílných požadavků na pokojovou teplotu a míry využívání osvětlení. Kupříkladu podle statistik u řadové pasivní zástavby v Německu se spotřeba tepla na vytápění u identických bytových jednotek nacházela v rozmezí od 10 do 30 kWh/m²a, průměr však byl blízko vypočtené hodnoty.

Navýšení pokojové teploty samozřejmě ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění. Výpočtové určení potřeby tepla na vytápění se počítá pro vnitřní návrhovou teplotu 20 °C a každý stupeň navíc způsobí navýšení přibližně o 10 %. Proto je potřeba počítat s vnitřní teplotou 22 °C, aby nedošlo k poddimenzování zdroje či otopného systému.

Pasivní dům má natolik nízké tepelné ztráty, že zdrojem tepla může být v podstatě cokoliv. Jak potvrdily výpočty i praktické zkušenosti, jsou i během nejchladnějšího období tepelné ztráty v rozmezí 10 až 15 W/m². Pro vytápění místnosti o ploše 15 m² pak stačí výkon zdroje přibližně 200 W, tedy výkon odpovídající dvěma stowatovým žárovkám. V každém případě se zdroje tepla na vytápění dimenzují na tepelné ztráty objektu a často i společný ohřev teplé vody, tedy u menších objektů do 150 m² obytné plochy se jedná o výkony 2 až 5 kW. K určení výkonu se používá podrobný výpočet tepelných ztrát a výpočet celkové potřeby energie dle navrhovaného užívání a počtu osob.

Pozornost by se měla věnovat nejen velikosti zdroje ale hlavně regulovatelnosti. Zejména u pasivních domů mohou být i zdroje o nejmenším výkonu se špatnou regulovatelností příliš velké na to, aby pracovaly po celý rok v optimálním režimu. V opačném případě může snadno dojít k přehřívání interiéru, především u sálavých zdrojů tepla.

Ohřev teplé vody

Bez teplé vody nelze žít ani v pasivním domě, a v současné době lze správným výběrem techniky ušetřit hodně energie. Nejčastěji kvůli efektivnějšímu využití zdroje tepla dochází ke spojení přípravy teplé vody a vytápění do jednoho systému. Uživatelské chování má i tady značný vliv na spotřebu energie.

Následující porovnání ukazuje spotřebu energie potřebnou na ohřev teplé vody při teplotě 55 °C :

- **šetrný uživatel** (jenom sprchování) 20 až 30 l na osobu a den → spotřeba asi 1 až 2 kWh
- **průměrný uživatel** (koupání 1x týdně) 30 až 50 l na osobu a den → spotřeba asi 2 až 3 kWh
- **nešetrný uživatel** (koupání 2x týdně) 50 až 100 l na osobu a den → spotřeba asi 3 až 6 kWh

Průměrně lze operovat s hodnotou 500 až 700 kWh/osoba ročně, která je ověřena zpětnou vazbou na hotové realizace.

Energetické zdroje

Následující porovnání energetických zdrojů vyjadřuje přepočet nákladů na vytápění a ohřev teplé vody podle druhu paliva (tab.1). Při výpočtu jsou použity tyto hodnoty:

- **vytápění** – je počítáno se 100 m² obytné plochy a tepelnými ztrátami 15 kWh/m²a, ročně teda 1,5 MWh
- **ohřev teplé vody** – pro průměrnou čtyřčlennou rodinu, 30 l teplé vody o teplotě 55°C na osobu a den, 120 l spolu; denní spotřeba energie 8,2 kWh následně roční spotřeba 2,6 MWh

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody v ukázkovém výpočtu je tedy 4,1 MWh.

Z porovnání vyplývá doporučení, že zejména u pasivních domů, kde je potřeba energie o hodně snížena, je vhodné (je-li to možné) použít zdroje v následovním pořadí:

- **obnovitelné zdroje energie** – biomasa (pelety), brikety u větších objektů, štěpka, sláma, bioplyn (případně kogenerace), využití solární energie, fototermicky nebo fotovoltaicky inovativní technologie, např. miniaturní tepelná čerpadla
- **efektivní využití zdrojů neobnovitelných** – plynový kondenzační kotel, kombinace obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie jako solární ohřev teplé vody a plynový kotel nebo elektrická akumulací nádrž

Nelze říct, který z uvedených zdrojů je nejlevnější (protože v komplexním hodnocení vystupuje víc faktorů nejen cena paliva) a je otázkou změna ceny zdrojů v čase. Většina z nich má ovšem rostoucí trend asi 6–8 % ročně. Z tohoto pohledu je výhodnější použití obnovitelných zdrojů energie, které nepodléhají takovým cenovým výkyvům jako fosilní paliva.

| Druh paliva (výhřevnost) | Cena paliva (Kč) /jedn. | Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) | Cena tepla (Kč/kWh) | Spotřeba paliva/rok | Náklady (Kč/rok) |
|--------------------------------------|-------------------------|---|---------------------|---------------------|------------------|
| Obnovitelné zdroje | | | | | |
| Dřevo (14,6 MJ/kg) | 3,00/kg | Kotel na zplyňování dřeva (80%) | 0,92 | 1 267/kg | 3 801 |
| Dřevěné brikety (17,5 MJ/kg) | 4,80/kg | Kotel na zplyňování dřeva (80%) | 1,23 | 1 057/kg | 5 074 |
| Dřevěné pelety (18,5 MJ/kg) | 4,70/kg | Kotel na dřevěné pelety (85%) | 1,08 | 941/kg | 4 424 |
| Štěpka (12,5 MJ/kg) | 2,00/kg | Kotel na štěpku (80%) | 0,72 | 1 480/kg | 2 960 |
| Rostlinné pelety (16,5 MJ/kg) | 3,65/kg | Kotel na rostlinné pelety (90%) | 0,91 | 1 028/kg | 3 751 |
| Neobnovitelné zdroje | | | | | |
| Hnědé uhlí (18 MJ/kg) | 2,90/ kg | automatický kotel na uhlí (80%) | 0,72 | 1 028/kg | 2 981 |
| Zemní plyn (37,8 MJ/m ³) | 1,15/kWh | Kondenzační kotel (102%) | 2,15 | 426/m ³ | 8 844 |
| Elektrina akumulace | 1,65/kWh | S akumulací nádrží (93%) | 2,93* | 4 421/kWh | 10 559 |
| Elektrina přímotop | 2,19/kWh | Přímotopné panely (98%) | 3,38* | 4 195/kWh | 13 884 |
| Tepelné čerpadlo | 2,20/kWh | Průměrný roční topný faktor 3,0 | 1,67* | 1 370/kWh | 6 872 |
| Centrální zásobování teplem | 400,00/GJ | Účinnost (98%) | 1,47 | 15/GJ | 6 041 |

*) do ceny je započtena i cena jističe

Tab. 1 Porovnání nákladů na vytápění a ohřev teplé vody podle druhu paliva. Zdroj: internetový portál TZB-info. Ceny paliv jsou uvedeny k 1. 1. 2010.

| Zdroj | Výhody | Nevýhody | Doporučení |
|------------------|--|--|---|
| Dřevo * | cena, lokální, nezávislé na elektrině, pořizovací náklady, obnovitelný zdroj energie | regulace, automatizace, skladovací prostory, dodávka, možnost jiného využití, nutnost komínu | volit zdroje o menších výkonech, spojit s teplovodním ohřevem a akumulací |
| Pelety * | cena, regulace, využívání odpadních surovin | skladovací prostory, pořizovací náklady, dodávka, dostupnost | vhodné pro jednotlivou výstavbu |
| Štěpky * | cena, využívání odpadních surovin | výhřevnost (kvůli vlhkosti), skladovací prostory | vhodné pro větší objekty, možnost kogenerace |
| Elektrina | dodávka, regulace, pořizovací náklady, možnost fotovoltaiky, dostupnost | cena, účinnost při výrobě, dopad na ŽP | vhodné pro menší pasivní domy s co nejjednodušší koncepcí |
| Zemní plyn | dodávka, regulace, cena, malé emise | dostupnost (plynová přípojka), revize, vysoké výkony kotlů na trhu | používat kondenzační kotle, možnost kogenerace |
| Tepelné čerpadlo | automatická obsluha, nízké provozní náklady | pořizovací náklady | pro pasivní objekty používat nízkovýkonová tepelná čerpadla |
| Uhlí | cena | účinnost, skladovací prostory, regulovatelnost, emise, dopad na ŽP | volit automatické kotle s účinností 80 % použitelné i pro spalování biomasy |

*) obnovitelné zdroje energie,

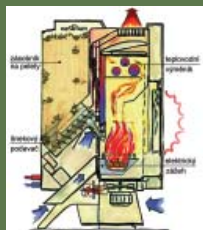
Tab. 2 Shrnutí výhod a nevýhod zdrojů nejvýznamnějších zdrojů:

Vhodné kombinace zdrojů

Používat pouze jeden zdroj energie není vždy ekonomicky výhodné. Vhodné kombinace zdrojů sice znamenají vyšší pořizovací náklady, ale následné provozní náklady mohou být v některých případech výrazně nižší. U některých zdrojů levné energie, je kombinace s jinými zdroji přímo nevyhnutelná. Třeba při využívání solárního systému na ohřev teplé vody musíme mít zálohu v době, kdy slunce nesvítí. Zpravidla kombinujeme zdroj s nízkými provozními náklady, který ale nelze využívat stále (sluneční energie), s dražším zdrojem, který je k dispozici stále. Vhodná kombinace nám také často umožní optimálně využít dobré vlastnosti každého systému a eliminovat jeho nevýhody.

K vybraným zdrojům energie

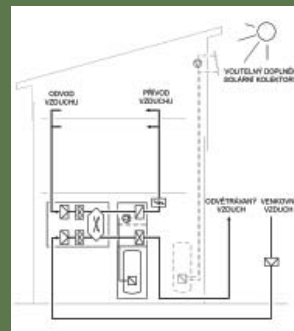
Pod pojmem **biomasa** se rozumí kusové dřevo, dřevní odpad jako je kůra, štěpka, piliny, sláma a také suché části rostlin pěstovaných k účelu spalování (topol, osika, vrba, šfovík, topinambur, konopí, apod.). Spaluje se nejčastěji ve formě lisovaných briket či pelet, štěpek, případně v jiné vhodné podobě. Základní výhodou biomasy je, že jde o obnovitelný zdroj energie s minimálními negativními účinky na životní prostředí (při správném způsobu spalování). Co se týče produkce oxidu uhličitého, má biomasa nulový koeficient, po započtení navázaného CO₂ během života rostliny a uvolněného při jejím spalování. Spojení obnovitelných zdrojů lokální produkce s vysoce energeticky úsporným pasivním domem je obzvlášť vhodné ekonomické i ekologické řešení.



Obr. 2 Teplovodní kotle a kamna na pelety. Jejich výhodou je jednoduchá obsluha, vysoký komfort, nízké provozní náklady a malá zátěž životního prostředí. Volně stojící kamna s výhledem na oheň mohou sloužit jako příjemný doplněk.

U jednotlivé pasivní zástavby se nejčastěji používají pelety, jejichž hlavní předností, kromě ceny, je i možnost automatického provozu vytápění. Mají dobře regulovatelný výkon dosahují vysokou účinnost 84 až 90% s nízkou spotřebou paliva asi 1 kg pelet na 5 kW výkonu. Prodlužují se tím intervaly dávkování (např. jednou týdně), a spolu s časovačem a termostatem je možné nastavit dobu a čas topení dle potřeby. Obecně je potřeba zdroje na biomasu kvůli efektivnímu chodu a delší životnosti spojit s akumulací nádrží. Spotřeba tepla může být díky tepelným ztrátám ze zásobníku o něco vyšší než u elektrických zdrojů.

Biomasou lze topit i u větších objektů, jako bytové domy, školy a jiné, kde je možné spojit výrobu tepla i s výrobou elektřiny tzv. kogenerační jednotky. Pro tyto účely přichází v úvahu brikety či pelety lisované z dřevního odpadu, štěpky, ale i jiné jako slaměné balíky. Česká republika má značný potenciál v produkci biomasy pro energetické účely a vzhledem k nízké ceně (ovlivněno i lokální produkcí) se očekává její masivnější využití.



Obr. 3 Kompaktní jednotka velice efektivně využívá spojení větrací jednotky a miniaturního tepelného čerpadla, které využívá odpadní vzduch z rekuperačního výměníku. Vyrobené teplo lze využít jak pro vytápění, tak pro ohřev teplé vody. Vhodným doplňkem jsou solární kolektory nebo fotovoltaika.

Tepelná čerpadla pro pasivní domy lze doporučit v malých topných výkonech, které stačí na pokrytí veškeré potřeby energie na topení a ohřev teplé vody. Topný faktor tepelných čerpadel se pohybuje v rozmezí 2 až 4, s ročním průměrem kolem 3,5. U jednotlivé pasivní zástavby tedy přichází v úvahu tepelné čerpadla typu země – voda (zemní kolektor), nebo vzduch – voda. Tepelná čerpadla využívající zemského tepla z vrtů jsou nákladnější a vhodnější spíše do větších pasivních objektů, kde je možnost i pasivního chlazení v létě. Tepelná čerpadla ve spojení s větrací jednotkou v tzv. kompaktních jednotkách využívají zbytkové teplo odpadního vzduchu a vyrobené teplo ukládají do malého bojleru. Jejich výkon je však omezený a u větších tepelných ztrát se využívá tepla v zemním kolektoru tedy typ země – voda. Nespornou výhodou kompaktních jednotek je vysoká účinnost daná i vyváženou regulací jednotlivých prvků. Takové jednotky u běžných pasivních domů cca 140 m² spotřebují ročně kolem 2 500 kWh na vytápění a ohřev teplé vody. Výhodou je i rychlá instalace vyžadující pouze napojení spotřebičů na jednotku.

Solární kolektory jsou nejznámějším a nejrozšířenějším využitím sluneční energie. Poněkud vyšší cenu solárních kolektorů vyvažují na druhé straně minimální provozní náklady. Vhodně doplňují systémy pro ohřev teplé vody, kde se navrhuje pro pokrytí 60 až 70 % potřeby teplé vody. Systémy pro vytápění jsou nákladnější a využívají se méně. Právě v zimě, kdy je potřeba tepla největší, je totiž slunečných dnů nejméně. Předimenzování plochy solárního systému z důvodu využití pro vytápění nebývá vyváženo očekávaným efektem – zvyšují se investice a prodlužuje návratnost. Navíc přibývá problém, kam s přebytečným teplem v létě. Velikost solárních zisků závisí na více faktorech. Nejzákladnější z nich jsou otočení a sklon kolektorů a v ideálním případě by měly mít přímo jižní orientaci se sklonem 40° až 45°.



Obr. 4 Vakuové trubkové kolektory se vyznačují velkými výkony i při různém sklonu a natočení. Zejména v přechodném období zabezpečují oproti plochým kolektorům větší zisky.

Solárních kolektorů je více druhů lišících se navzájem tvarem a uložením absorberu, použitou absorpční vrstvou a tím pádem i účinností. Na trhu jsou ploché kolektory, ploché vakuové kolektory a vakuové trubcové kolektory. Účinnější a samozřejmě i cenově dražší jsou vakuové ploché a vakuové trubcové kolektory. Roční zisky ze solárních kolektorů v ideálním případě mohou činit 500 až 800 kWh/m² kolektorové plochy. Tyto solární zisky nejsou závislé jenom od účinnosti kolektorů či způsobu oběhu média, ale taky od volby a návrhu kvalitního zásobníku tepla. Z praxe je známo, že i při použití sebelepšího kolektoru s nesprávně navrženým zásobníkem tepla budou tepelné zisky nízké. Zejména teplotní rozvrstvení (stratifikace) objemu zásobníku má významný vliv na účinnost kolektorů a na schopnost pokrýt nepravidelným solárním ziskem potřebu tepla. Snahou je zajistit v horní části zásobníku dostatečnou teplotu využitelnou pro odběr tepla bez nutnosti dodatkového ohřevu a v dolní části v místě výměníku solární soustavy udržet nízkou teplotu kvůli vysoké účinnosti kolektoru.

Solární energii lze proměňovat nejen na teplo, ale pomocí fotovoltaických článků i přímo na elektrickou energii. Při ideální instalaci (jižní natočení, žádné stínění) lze z energie slunce získat ročně 800 až 1 100 kWh elektrické energie na 10m² instalovaných článků. U pasivního domu (o velikosti asi 100 m²) při celkové roční potřebě energie na domovní techniku (vytápění + ohřev teplé vody) kolem 5 MWh, u kompaktních jednotek asi 3 MWh, může značnou část potřeby elektřiny pokrýt fotovoltaika. Instalace větších ploch může pak proměnit pasivní dům na dům nulový nebo dokonce plusový, který přebytky elektrické energie dodává do sítě. Nejedná se o domy soběstačné, jelikož jsou připojeny do sítě, ale v celoroční bilanci vykazují nulovou spotřebu energie. Ostrovní systémy tedy odpojené ze sítě se zatím využívají málo, protože vyžadují nákladné baterie na uložení elektřiny a spotřebiče či osvětlení přizpůsobené na nižší napětí. Na druhé straně zase ve spojení s dalšími zdroji jako např. větrné elektrárny poskytují úplnou energetickou soběstačnost.



Obr. 5 Nulový dům anebo dům s nulovou potřebou energie. V podstatě se jedná o pasivní dům s větší plochou fotovoltaických článků, jenž v celoroční bilanci vyrovnávají potřebu energie. V případě přebytků odevzdávaných do sítě se pak jedná o dům plusový.

Chlazení

Pro výrobu chladu jsou převážně používány chladicí zařízení s elektrickými kompresory s velkou spotřebou elektřiny, což se projevuje výraznými špičkami v letním období. Chladicí systémy poháněné teplem z obnovitelných zdrojů nebo odpadních surovin jsou slibnou alternativou pro energetické úspory a snížení emisí skleníkových plynů.

Nejefektivnější chlazení, které se používá často u administrativních budov je tzv. pasivní chlazení zemským chladem. Jedná se o vrty hluboké nejčastěji 100 m v kterých se ochlazuje (v zimě ohřívá) voda proudící potrubím v betonových stropcích. Výhodou je velice nízká spotřeba energie, jelikož vše obstarává pouze oběhové čerpadlo. Tento systém tzv. aktivace betonového jádra poskytuje vysokou teplotní stabilitu objektu. Důležité je akumulaci hmotu co nejefektivněji využít, tedy vyhnout se jejímu oddělení od vnitřního prostoru předstěrami nebo podhledy.

Solární chlazení využívá letních přebytků tepla solárních systémů a tím zvyšuje jejich efektivitu a současně zkracuje návratnost investic. Jedná se v podstatě o kombinovanou solární soustavu pro „výrobu“ tepla a chladu. Chlad se vyrábí nejčastěji dvěma způsoby – absorpční chlazení v uzavřeném cyklu nebo desikační (sorpční) chlazení v otevřeném cyklu. Systémy solárního chlazení jsou kvůli cenové náročnosti zatím prakticky použitelné jen u větších objektů. Výhodou tohoto řešení je, že právě v letním období, kdy je největší potřeba chlazení, jsou také využitelné tepelné zisky z kolektorů největší.



Obr. 6 Administrativní budova v Německu, je ukázkou, že v pasivních standardech lze stavět i velké objekty. Přepřpracovaný systém topení a chlazení zde využívá geotermální energii z vrtů. Teplonosná látka proudí betonovými stropy, které slouží jako akumulátory tepla nebo chladu, s jejich postupným a rovnoměrným výdajem.

Kogenerace – efektivní výroba

U větších pasivních objektů, jako školy, nemocnice, bytové domy a jiné lze kombinovanou výrobou elektřiny a tepla výrazně zvýšit účinnost zdrojů oproti běžným elektrárnám, kde účinnost činí přibližně 30 %. Teplo při výrobě elektřiny je efektivně využíváno pro vytápění a ohřev teplé vody a účinnost kogeneračních jednotek se v současnosti pohybuje kolem 85 %. Elektrická a tepelná energie se využívají lokálně, což eliminuje ztráty při transportu. Palivem pro kogeneraci může být zemní plyn, bioplyn, ale i biomasa.



Obr. 7 Zásobník tepla není jen nutnost otopného systému. Kvalitní integrovaný zásobník tepla nám může zabezpečit bezproblémový chod systému, zejména je-li zapojen i solární ohřev. Štíhlá konstrukce zásobníků tepla napomáhá přirozenému teplotnímu rozvrstvení. Další úspory nabízí stratifikační zásobníky s možností více vstupů a výstupů různých teplot.

Jiná šetrná opatření

Zásobníky tepla – srdce otopných systémů

Problém nepravidelných vstupů a odběrů tepla pro vytápění a přípravu teplé vody s úspěchem řeší zásobníky tepla. Současně u některých zdrojů (např. kotle na biomasu) umožňují akumulární nádrže chod na plný výkon s největší účinností a minimálními emisemi. Zásadní pro dlouhodobé udržení teploty je správná konstrukce nádrže, aby nedocházelo ke smíchávání teplé vrchní vrstvy a spodní studené. Stratifikační zásobníky tepla poskytují možnost vstupů z více zdrojů s rozličnými teplotami i odběrů v různých teplotních vrstvách. To je důležité zejména při zapojení solárních kolektorů na ohřev teplé vody, které vyžadují pro správné fungování oběhu nižší vstupní teplotu při možnosti odběru z vrstev s nejvyšší teplotou. Zásobník by měl být kvůli minimalizaci tepelných ztrát opatřen kvalitní izolací o tloušťce min. 100 mm. Rozdíl teplot je totiž vysoký a kromě vyšší spotřeby tepla může docházet k nepříjemnému přehřívání místnosti, kde je zásobník umístěn.

Rozvody tepla a zásobování vodou

Neizolované nebo nedostatečně izolované přívody a rozvody tepla jsou zdrojem značných tepelných ztrát. Kromě navýšení nákladů a snížení komfortu provozu při čerpání teplé vody to může vést i ke zhoršení hygienické kvality vody při poklesu teploty na hodnoty vhodné k množení bakterií. Doporučuje se izolovat i rozvody studené vody, aby nedocházelo ke stejným hygienickým závadám a také ke kondenzaci na vnějších pláštích potrubí. Důležité je i umístění zdroje tepla s ohledem na co nejkratší délky vedení.

Názory na potřebu instalace cirkulačního vedení se různí. Zvýšenou míru komfortu v podobě okamžitého náběhu teplé vody z výtokových baterií, na druhé straně znevýhodňuje potřeba dalšího vedení a malého oběhového čerpadla, vyšší tepelné ztráty (v topném období vnitřní zisky) a další spotřeba elektřiny asi 15 W na pohon cirkulačního čerpadla. U rodinných domů s krátkými rozvody (typicky do 10 m) je toto řešení prakticky zbytečné.

Rekuperace tepla z odpadní vody

Je až překvapující, kolik tepla odchází spolu s odtékající vodou při umývání nebo sprchování. Odpadní voda odchází v podstatě jenom o několik stupňů chladnější, než voda vycházející z baterie. Problém řeší rekuperace tepla z odpadní vody. V současnosti jsou na trhu výměníky s účinností asi 40% pro využití v domácnostech, v průmyslu i vyšší. Většinou se jedná o deskové výměníky tepla, kde znečištěná odpadní voda předává své teplo přiváděné vodě, která se ukládá do zásobníků. Účinnost je závislá na průtoku a pro velmi znečištěnou odpadní vodu se volí konstrukce s menší účinností a větším průtokem, aby se zabránilo zachytávání nečistot. Nejčastější využití těchto výměníků je v průmyslových provozech, kde se pracuje s velkým množstvím ohřáté vody (prádelny, lihovary, textilní barevny a jiné). V domácnosti lze malý výměník umístit přímo pod odtok vany nebo sprchového koutu. Předehřátá voda může být napojena přímo na termostatickou baterii anebo do zásobníku tepla.

Vydalo:

Centrum pasivního domu
Údolní 33, 602 00 Brno

Autor textů: Juraj Hazucha

Fotografie: Centrum pasivního domu, Aleš Brotánek, woldtke, AMK – Solac Systems AG,

© 2010 Centrum pasivního domu

www.pasivnidomy.cz

Šetrné spotřebiče

Nejen u pasivních domů se vyplatí využívání spotřebičů s nejlepšími energetickými parametry (třídy A, A+, ...). Kuchyňské spotřebiče a bílá technika tvoří asi 40 až 60% spotřeby elektrické energie v domácnostech. Nejúspornější spotřebiče jsou schopny ušetřit až 30 % energie, nejen novými konstrukčními prvky, ale i kvalitní regulací. Velkou úsporu může tvořit i připojení přívodu teplé vody do spotřebičů jako pračka a myčka, které by si jinak museli vodu draze ohřívat.

Místo klasických žárovek, které spíše topí než svítí (95 % energie proměňují v teplo), je vhodnější instalovat šetrné osvětlovací tělesa ve formě úsporných zářivek nebo LED diod. Deset zářivek o příkonu 20 W (ekvivalent 100 W žárovky) nám při provozu 3 h denně dokáže uspořit ročně až nezanedbatelných 600 kWh.

Velkým tichým „žroutem“ jsou i pohotovostní, nebo klidové režimy elektrospotřebičů tzv. Stand-by režimy. Ty mohou činit od 1 W až po 20 W podle typu a stáří spotřebiče. V běžné domácnosti to může znamenat nepřetržitou spotřebu až 60 W, respektive náklad několik stovek korun až tisíc korun ročně (podle sazby za elektrickou energii). Když kupujete nový elektrospotřebič (pračka, myčka, TV, PC a jiné), zajímejte se o jejich případnou pohotovostní spotřebu energie a hledejte ty s nejnižší spotřebou.

Závěr

Doporučení (shrnutí) využívání úsporných zdrojů energie a technologií v pasivním domě:

- použití větrání s rekuperací tepla
- vytápění (teplovzdušné nebo klasické) spojené dohromady s ohřevem teplé vody - například akumulární zásobník tepla umožňující průtočný ohřev teplé vody s možností připojení více zdrojů nejlépe z obnovitelných zdrojů (solární kolektory, křbová teplovodní vložka, kotel na biomasu, ...)
- zdroj tepelná čerpadlo jen nízkovýkonové např. ve spojení s větracími jednotkami, eventuelně pro větší objekty geotermální
- použití solárních kolektorů pro ohřev teplé vody, pro čtyřčlennou rodinu s průměrnou spotřebou teplé vody je dostatečující plocha asi 5–8 m²
- krátké kvalitně izolované rozvody tepla
- využívání šetrných spotřebičů třídy A, A+
- šetrné chování uživatelů domu

Doporučená a použitá literatura

- [1] FEIST, W.: Efficiente Warmwasserbereitung beim Passivhaus – Fachinformation PHI-1998/10, Passivhaus Institut, Darmstadt, 1998
- [2] FEIST, W.: Passivhaus - Versorgungstechnik, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband Nr.20, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2000
- [3] FEIST, W.: Neue Passivhaus – Gebäudetechnik mit Wärmepumpen, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband Nr.26, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2004
- [4] TYWONIAK, J.: Nízkoenergetické domy. Grada, 2005
- [5] kolektiv autorů, Průvodce energetickými úsporami a obnovitelnými zdroji energie, ČEA, 2006
- [6] hestia.energetika.cz, [7] www.tzb-info.cz, [8] www.ekowatt.cz