

ÚSPORNÉ ZDROJE ENERGIE

Radíme a vzděláváme

Centrum pasivního domu je neziskovým sdružením právnických i fyzických osob, které vzniklo za účelem podpory a propagace standardu pasivního domu a za účelem zajištění kvality pasivních domů.

Členy sdružení jsou jako podporující členové architekti, projektanti, stavební firmy, výrobci stavebních materiálů a prvků, a všichni ostatní odborníci se zájmem o pasivní domy. Podporující členové se podílí na realizaci aktivit sdružení, zejména svými odbornými znalostmi a zkušenostmi, aktivně spolupracuje s ostatními členy.

Domácnosti jsou se spotřebou primární energie přes 40 % největším spotřebitelem energie v ČR. Většinu, průměrně kolem 70 % spotřeby energie, tvoří vytápění, zbytek připadá na přípravu teplé vody, spotřebiče a osvětlení. Pasivní domy mají rozvrstvení potřeb obrácené, vytápění zde tvoří sotva třetinu. Je zřejmé, že při nízké potřebě energie je vhodné využívat alternativní a obnovitelné zdroje energie ze slunce, biomasy nebo země, kogeneraci a další, které mohou plně pokrýt provozní potřeby na lokální úrovni. Vždyť od roku 2020 by se dle implementované Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov (tzv. EPBD II) měly stavět pouze téměř nulové domy, kde pasivní domy tvoří základ.

Jedním z hlavních kritérií kromě potřeby tepla na vytápění je u pasivních domů, ale i dle hodnocení Energetické náročnosti budov (ENB), potřeba primární energie. Ta vyjadřuje, jaké množství neobnovitelných zdrojů je spotřebováno, a komplexněji vypovídá nejen o celkové energetické náročnosti objektu, ale také o provozních nákladech. Cena energií je v současné době značně deformovaná. Neodráží skutečnou cenu neobnovitelných zdrojů energie a zásahy do životního prostředí, které se těžce vyčísľují, i když na krajině a ovzduší se znatelně projevují.

Maximální roční potřeba primární energie pasivního domu je 120 kWh/(m²a) a je do ní započten podíl vytápění, ohřevu teplé vody, provozní energie (ventilátory, čerpadla), osvětlení a domácích spotřebičů. Potřebu primární energie můžeme nejvýrazněji ovlivnit volbou zdroje. U elektřiny je faktor energetické proměny nevýhodný, neboť je známo, že elektrárny pracují s nízkou účinností kolem 30 %. Na 1 kWh elektrické energie jsou při výrobě spotřebovány 3 kWh z neobnovitelných zdrojů, tedy se počítá s faktorem energetické proměny rovným číslu 3.



Obr. 1 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.

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 CO_2 . Zjednodušeně – čím vyšší je koeficient podílu primární energie zdroje, tím vyšší jsou i emise CO_2 a dalších škodlivin do ovzduší a většinou i provozní cena.

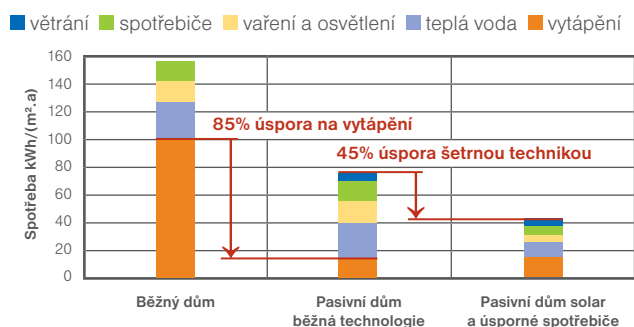
DIMENZOVÁNÍ VÝKONU ZDROJE

Nejdůležitější je správné dimenzování velikosti zdroje a otopného systému pro daný objekt a jeho navrhované využití. Podmínky se v mnoha případech liší, jde-li o rodinné domy, bytové domy, řadovou zástavbu nebo administrativní či budovy občanské vybavenosti (školy, nemocnice). Výrazný vliv mají vnitřní zdroje tepla a obsazenost. Celkovou spotřebu energie mohou do značné míry ovlivnit i samotní uživatelé. Spotřeba dvou identických domů se stejným počtem obyvatel se může značně lišit v závislosti na přítomnosti obyvatel v domě, spotřebě teplé vody (zdali se uživatelé často koupou nebo jen sprchují), využívání spotřebičů, rozdílných požadavcích na pokojovou teplotu a míře využívání osvětlení. Například podle statistik u řadové pasivní zástavby v Německu se spotřeba tepla na vytápění u identických bytových jednotek pohybovala 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 3 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.



Obr. 2 Porovnání spotřeby energie domů s různými standardy a technickou výbavou. 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 rekuperační tepla.

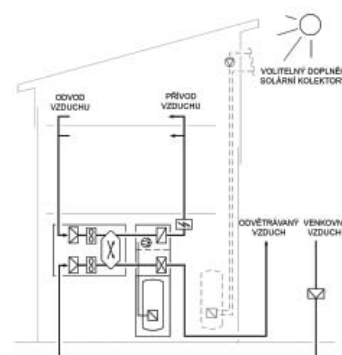
JAKÝ ZDROJ TEPLA POUŽÍT?

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 význam, 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.

Elektrina

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 a topných folií je problematický a nákladný i případný přechod na teplovodní systém topení, bude-li v budoucnu k dispozici levnější zdroj tepla. Použitím přímého elektrického vytápění nelze splnit kritérium na potřebu primární a dodané energie. Je přece nesmysl plýtvat elektřinou vyrobenou z cenných neobnovitelných zdrojů, když to jde mnohem efektivněji.

Jde to například použitím miniaturního a efektivního tepelného čerpadla s nižšími provozními náklady se zvýhodněným tarifikem na ostatní spotřebu elektřiny. Zůstávají také další výhody – malé prostorové nároky technologie, jednoduchá regulovatelnost, bez nutnosti komínu a skladovacích prostor na palivo.



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.

Pro pasivní domy lze doporučit tepelná čerpadla o malých topných výkonech, která 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 samostatné pasivní zástavby přichází v úvahu tepelná čerpadla typu země – voda (zemní kolektor), nebo vzduch – voda. Tepelná čerpadla využívající zemního tepla z vrtů jsou nákladnější a vhodnější spíše do větších pasivních objektů, kde je požadavek i pasivního chlazení v létě. Tepelná čerpadla ve spojení s větrací jednotkou v tzv. kompaktních jednotkách využívají zbytkového tepla odpadního vzduchu a vyrobené teplo ukládají do malého bojleru. Jejich výkon je však omezený. U větších tepelných ztrát se využívá tepla v zemním kolektoru, tedy typu země – voda. Nespornou výhodou kompaktních jednotek je vysoká účinnost, daná i vyváženou regulací jednotlivých prvků. Takové jednotky u běžných pasivních domů o užitné ploše cca 140 m² spotřebují ročně kolem 2500 kWh na vytápění a ohřev teplé vody. Výhodou je i rychlá instalace vyžadující pouze napojení spotřebičů na jednotku.

Biomasa

Pod pojmem biomasa rozumíme kusové dřevo, dřevní odpad jako je kůra, štěpka, piliny, sláma a energetické rostliny, 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 CO_2 během života rostliny a uvolněního při jejím spalování. Spojení obnovitelných zdrojů lokální produkce s vysoce energeticky úsporným pasivním domem je obzvláště vhodné ekologické řešení. U biomasy je však potřeba počítat s většími prostorovými nároky na uskladnění paliva oproti jiným zdrojům, potřebu komína i akumulace, což navyšuje investiční náklady. Připlácíme si však za určitou energetickou nezávislost na vnějších dodávkách energie.

Pro dotvoření atmosféry i jako doplňkový zdroj jsou často žádány zdroje umožňující pohled na hořící oheň. Pro ty, kteří mají chuť je častěji využívat, jsou k dispozici malá krbová kamínka na pelety nebo dřevo. Vhodnější než menší sálavá jsou větší s teplovodním výměníkem, propojená se zásobníkem tepla. I malá kamna jsou většinou předimenzovaná na tepelné ztráty pasivního domu a může docházet k přetápění místnosti.

Při použití pelet je hlavní předností kromě ceny i možnost automatického provozu vytápění. Mají dobře regulovatelný výkon a dosahují vysoké účinnosti 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 lze nastavit dobu a čas topení dle potřeby.

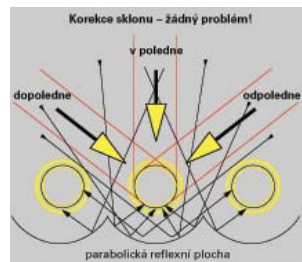
Kotel nebo kamna na kusové dřevo poskytují ještě levnější a méně průmyslově závislý zdroj tepla výměnou za větší pracnost při přípravě paliva či obsluhu.

Zdroje na biomasu je vhodné kvůli efektivnímu chodu a delší životnosti spojit s akumulačními nádržemi o velikosti minimálně 50 l na 1 kW výkonu zdroje, což spolu s komínem navyšuje počáteční investici. 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, jde zpravidla o nízkoteplotní systém s max. teplotou do 50 °C, který je hospodárnější a pracuje s vyšší efektivitou při menších tepelných ztrátách.

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

Solární energie

Solární kolektory jsou nejznámějším a nejrozšířenějším využitím sluneční energie. Poněkud vyšší cenu solárních kolektorů vyvažují na druhé straně minimální provozní náklady. Vhodné doplňují systémy pro ohřev teplé vody, kde se navrhují 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 vyváжено 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, v ideálním případě by měly mít přímo jižní orientaci se sklonem 40° až 45°.



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

Solárních kolektorů je více druhů. Liší se navzájem tvarem a uložením absorbéru, použitou absorbční vrstvou, a tím pádem i účinností. Na trhu jsou ploché kolektory, ploché vakuové kolektory a vakuové trubkové kolektory. Účinnější a samozřejmě i cenově dražší jsou vakuové ploché a vakuové trubkové kolektory. Roční zisky ze solárních kolektorů v ideálním případě mohou činit 500 až 800 kWh/m² kolektorové plochy. Tyto solární zisky nejsou závislé jen na účinnosti kolektorů či způsobu oběhu média, ale taky na volbě a navržení 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 1100 kWh elektrické energie na 10 m² 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 přebytek 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, tj. odpojené ze sítě, se zatím využívají málo, protože vyžadují nákladné baterie na uložení elektřiny a spotřebiče či osvětlení přizpůsobené nižšímu napětí. Na druhé straně zase ve spojení s dalšími zdroji (např. větrnými elektrárnami) poskytují úplnou energetickou soběstačnost.



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

Kogenerace – efektivní výroba

U větších pasivních objektů (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.

AKUMULACE ENERGIE

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 akumulční nádrže chod na plný výkon s největší účinností a minimálními emisemi.

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 nepřijemnému přehřívání místnosti, kde je zásobník umístěn.

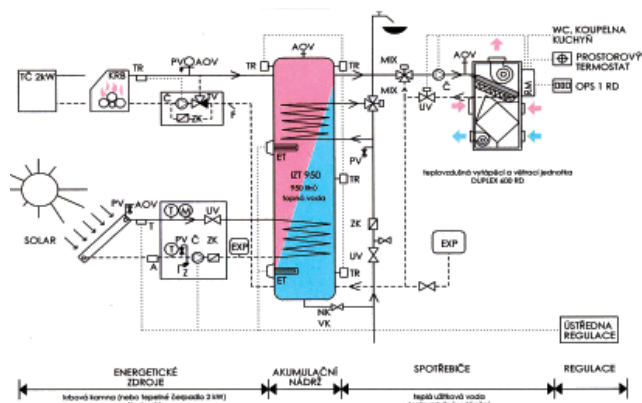


Obr. 6 Zásadní pro dlouhodobé udržení teploty je správná konstrukce nádrže, aby nedocházelo ke smíchávání teplé vrchní vrstvy a spodní studené. Stratifikační zásobníky tepla poskytují možnost vstupů z více zdrojů s rozličnými teplotami i odběrů v různých teplotních vrstvách. To je důležité zejména u připojení solárních kolektorů k ohřevu teplé vody, protože kolektory vyžadují pro správné fungování oběhu nižší vstupní teplotu při možnosti odběru z vrstev s nejvyšší teplotou.

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. Vhodným doplňkovým zdrojem k biomase jsou například solární kolektory, které pokrývají 100 % potřeby teplé vody mimo topnou sezónu, kdy už kamna nebo kotle nejsou v provozu.

Také při využívání solárního systému k ohřevu 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 jejich nevýhody.



Obr. 7 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 odebíráno v požadované teplotě do místa spotřeby.

AKUMULACE ENERGIE

Následující porovnání energetických zdrojů vyjadřuje přepočtené náklady 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 tedy 1,5 MWh
- **ohřev teplé vody** – pro průměrnou čtyřčlennou rodinu, 30 l teplé vody o teplotě 55°C na osobu a den, 120 l dohromady; 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 následujícím 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 akumulční nádrž

Nelze říci, který z uvedených zdrojů je neekonomičtější, protože v komplexním hodnocení vystupuje více faktorů, nejen cena paliva, a je neznámá i změna ceny zdrojů v čase. U většiny z nich má cena 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)	Roční spotřeba paliva	Náklady (Kč/rok)
Obnovitelné zdroje					
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3,00 Kč/kg	kotel na zplyňování dřeva (75 %)	0,99	1352 kg	4 055
Dřevěné brikety (17,5 MJ/kg)	4,80 Kč/kg	kotel na zplyňování dřeva (75 %)	1,36	1161 kg	5 572
Dřevěné pelety (18,5 MJ/kg)	5,20 Kč/kg	automatický kotel na pelety (90 %)	1,3	1024 kg	5 326
Štěpka (12,5 MJ/kg)	2,50 Kč/kg	kotel na štěpku (80 %)	0,9	1480 kg	3 700
Rostlinné pelety (16,5 MJ/kg)	3,65 Kč/kg	kotel na rostlinné pelety (90 %)	0,91	1028 kg	3 751
Neobnovitelné zdroje					
Hnědé uhlí (18 MJ/kg)	3,55 Kč/kg	automatický kotel na uhlí (80 %)	0,89	1028 kg	3 649
Zemní plyn (37,8 MJ/m³)	1,639 Kč/kWh	kondenzační kotel (102 %)	2,23	426 m ³	9 161
Elektřina akumulace	2,08 Kč/kWh	s akumulační nádrží (93 %)	3,45*	4421 kWh	14 189
Elektřina přímotop	2,60 Kč/kWh	přímotopné panely (98 %)	3,89*	4195 kWh	15 975
Tepelné čerpadlo	2,60 Kč/kWh	průměrný roční topný faktor 3,0	1,89*	1370 kWh	7 750
Centrální zásobování teplem	400,00 Kč/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. Ceny paliv jsou uvedeny k 1. 1. 2012. Zdroj: internetový portál TZB-info.

Zdroj	Výhody	Nevýhody	Doporučení
Dřevo *	cena, lokální, nezávislé na elektřině, 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
Štěpka *	cena, využívání odpadních surovin	výhřevnost (kvůli vlhkosti), skladovací prostory	vhodné pro větší objekty, možnost kogenerace
Elektřina	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 nejvýznamnějších zdrojů:

CHLAZENÍ

K chlazení jsou převážně používána 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. Jde o vrty hluboké nejčastěji 100 m, v kterých se ochlazuje (v zimě ohřívá) voda proudící potrubím v betonových stropích. 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 akumulační hmotu co nejefektivněji využít, tedy vyhnout se jejímu oddělení od vnitřního prostoru předstěnami nebo podhledy.

Solární chlazení využívá letních přebytků tepla solárních systémů a tím zvyšuje jejich efektivitu a současně zkracuje návratnost investic. Jde v podstatě o kombinovanou solární soustavu pro „výrobu“ tepla a chladu. Chlad se vyrábí nejčastěji dvěma způsoby – absorpční chlazení v uzavřeném cyklu nebo



Obr. 8 Administrativní budova v Německu je ukázkou, že v pasivních standardech lze stavět i velké objekty. Přepřacovaný systém topení a chlazení zde využívá geotermální energii z vrtů. Teplonosná látka proudí betonovými stropy, které slouží jako akumulátory tepla nebo chladu s postupným a rovnoměrným výdajem.

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.

JINÁ ŠETRNÁ OPATŘENÍ

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 ke kondenzaci na vnějším plášti 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 jde o deskové výměníky tepla, kde znečištěná odpadní voda předává své teplo přiváděné vodě, která se ukládá do zásobníků. Účinnost je závislá na průtoku. Pro velmi znečištěné odpadní vody 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 (prádely, 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.

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 musely vodu drazě ohřívat.

Místo klasických žárovek, které spíše topí než svítí (95 % energie proměňují v teplo), je vhodnější instalovat šetrná osvětlovací tělesa ve formě úsporných zářivek nebo LED. Deset zářivek o příkonu 20 W (ekvivalent 100 W žárovky) nám při provozu 3 h denně dokáže ušpóřit 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 několika stovek korun až tisíce 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 s ohřevem teplé vody – například akumulární zásobník tepla umožňující průtokový ohřev teplé vody s možností připojení více zdrojů nejlépe z obnovitelných zdrojů (solární kolektory, krbová teplovodní vložka, kotel na biomasu, ...)
- tepelné čerpadlo jen nízkovýkonové – např. ve spojení s větracími jednotkami, případně pro větší objekty geotermální
- použití solárních kolektorů pro ohřev teplé vody; pro čtyřčlennou rodinu s průměrnou spotřebou teplé vody je dostačující plocha asi 5–8 m²
- krátké kvalitně izolované rozvody tepla
- využívání šetrných spotřebičů třídy A, A+
- šetrné chování uživatelů domu

Doporučená a použitá literatura a normy

- 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



poradna@pasivnidomy.cz | +420 773 071 444 | www.pasivnidomy.cz

finanční podpora

Vydalo: Centrum pasivního domu
Údolní 33, 602 00 Brno
Autor textů: Juraj Hazucha
Fotografie: Centrum pasivního domu,
Aleš Brotánek, ATREA, wotdke,
AMK – Solac Systems AG,
© 2013 Centrum pasivního domu



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu podpory úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2012 – Program EFEKT.