

## Co je to pasivní dům?

Termín pasivní dům se používá pro mezinárodně uznávaný standard budovy s velmi nízkou spotřebou energie. Oproti stávajícím budovám, které jsou spíše tepelnými zářiči, spotřebují desetkrát méně energie, při současném zajištění vysokého komfortu v zimě i létě. V porovnání s novostavbami splňujícími současně platné normy činí tato úspora až 85 %. Jak toho dosahují? Lidé si často myslí, že pasivní dům je příliš složitý, založen na různých nákladných a technicky náročných zařízeních. Naopak koncepce pasivního domu je vsutku jednoduchá. Jde o to nepustit skoro žádné teplo ven a přitom využít co nejefektivněji tepelné zisky, které jsou k dispozici. Tím dochází k výraznému snížení výkonu zdroje, objemu technologií i celkové závislosti objektu na dodávkách energie. Jednoduše řečeno, malé tepelné ztráty pasivního domu lze pokrýt prakticky čímkoliv. Také otopný systém se může radikálně změnit. „Klasický“ otopný systém lze zmenšit na minimum nebo jej lze zcela vypustit a vytápět ohřátým vzduchem.

Radikální snížení potřeby tepla na vytápění u pasivních domů by nebylo možné bez mimořádně kvalitního zateplení s přerušením tepelných mostů. V době vzrůstajících nároků na kvalitu bydlení precizně izolované konstrukce současně přináší výtečnou tepelnou pohodu prostředí na rozdíl od běžných staveb s chladnějšími vnitřními povrchy. Okna s rámy a zasklením vhodným pro pasivní domy se také značnou částí podílí na vytápění domácnosti, proto je nutné okna správně navrhnout. Řízené větrání se zpětným ziskem tepla tzv. rekuperací, se neustále stará o čerstvý vzduch v obytných místnostech a odvětrává odpadní vzduch v místech znečištění jako kuchyně, koupelna či WC. To vše bez toho, aby vznikal průvan a zbytečné tepelné ztráty větráním. Má-li správně fungovat větrací jednotka a hlavně rekuperace tepla, nesmí se větrat „neřízeně“ - netěsnostmi v konstrukcích. Následkem jsou nejen větší tepelné ztráty, ale v místě netěsnosti může dojít k poškození konstrukce. Těsnost obálky budovy jako jedna z hlavních podmínek pasivního domu se kontroluje v průběhu výstavby tlakovou zkouškou tzv. Blower Door testem a je také určitou zárukou kvality provedení stavby.



Obr. 1 Větší prosklení, tvar krychle, rovná střecha – to je nejčastější vzhled pasivních domů. Není to ovšem pravidlem. Pasivní domy lze stavět i na nepoznání od běžných domů, nebo také jako architektonicky zajímavé stavby. Většinou se však jedná o tvarově kompaktní stavby s jednoduchým řešením detailů. Autor návrhu: Aleš Brotánek

Název pasivní dům vychází z principu využívání pasivních tepelných zisků v budově. Jsou to vnější zisky ze slunečního záření procházejícího okny a zisky vnitřní z tepla vyzařovaného lidmi a spotřebiči. Díky velmi kvalitní izolaci a dalším prvkům tyto zisky „neutíkají ven“ a po většinu roku postačují k zajištění příjemné teploty v místnostech. Vše dohromady zvyšuje kvalitu bydlení a hodnotu nemovitosti.

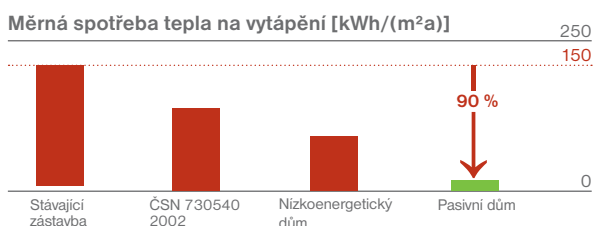
Z porovnání potřeby energie na vytápění (obr. 2) jsou patrné rozdíly mezi různými standardy, v kterých jsou budovy u nás stavěny. Nezbytným vývojovým stupněm k pasivnímu domu byli domy nízkoenergetické. Hraniční hodnota měrné spotřeby tepla na vytápění pro dosažení tohoto standardu je 50 kWh/(m<sup>2</sup>a). U nízkoenergetických domů je stále ještě nutný klasický vytápěcí systém, který ve spolupráci s větracím zařízením zajišťuje optimální vnitřní prostředí. Nutností obou systémů současně se však navyšuje cena domu.

#### Pasivní domy musí splňovat několik požadavků:

- **měrná potřeba tepla na vytápění** objektu je maximálně 15 kWh/(m<sup>2</sup>a),
- **neprůzdušnost obálky budovy n<sub>50</sub>** ověřena tlakovou zkouškou nesmí překročit hodnotu 0,6 l/hod, tedy při přetlaku a podtlaku 50 Pa se nesmí za hodinu vyměnit netěsnostmi v obálce víc než 60 % vnitřního objemu vzduchu
- **celkové množství primární energie** spojené s provozem budovy včetně domácích spotřebičů je nižší (než) 120 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Primární energie vyjadřuje množství energie spotřebované při výrobě určitého zdroje i se ztrátami při distribuci a tudíž nám dává komplexnější pohled na spotřebu dle zvoleného zdroje. Použijeme-li jako zdroj například elektřinu musíme při výpočtu primární energie vynásobit výsledek třemi díky neefektivní výrobě. V konečném důsledku to vyjadřuje i vyšší provozních nákladů ve vztahu na použitý zdroj energie.

Pro optimalizaci návrhu a hodnocení energetické bilance pasivních domů se celoevropsky nečastěji používá návrhový nástroj PHPP (Passive House Planning Package), který pracuje s dostatečnou přesností potřebnou pro pasivní domy. Jedná se o jednoduchý návrhový nástroj, který umožňuje architektům a projektantům spolehlivě vypočítat energetickou bilanci a optimalizovat své návrhy.



Obr. 2 Pasivní dům se chlubí desetkrát nižší spotřebou energie na vytápění oproti stávající zástavbě. Kromě šetření našich nákladů poskytuje taky nebývalý komfort.

#### Pasivní dům má mnoho výhod...

- vyšší komfort bydlení
- extrémně nízké náklady na vytápění
- stálý přívod čerstvého vzduchu – bez průvanu
- žádné teplotní rozdíly v místnosti
- příjemné teploty v zimě i v létě
- kvalitní ochrana konstrukcí
- vyšší cena na trhu nemovitostí

## Postup při navrhování pasivního domu

Základní kámen pasivního domu tkví v promyšleném návrhu. V této fázi lze provést nejvíce úspor za nejmenší náklady. Již na počátku návrhu se totiž rozhoduje o tom, jaká bude budoucí spotřeba daného domu. Při projektování je proto nezbytná optimalizace všech prvků, jako je tvar a velikost budovy, orientace vzhledem ke světovým stranám, vnitřní dispozice, konstrukční řešení, velikosti a umístění oken a návrh větrání a vytápění. Nedodržení základních zásad návrhu, jako kompaktní tvar či orientace prosklení, může lehce zmařit snahu o dosažení pasivního standardu. V některých případech lze kompenzovat malé porušení těchto zásad navýšením kvality ostatních prvků, to se však většinou projeví na ceně stavby. I pasivní domy jsou navrhovány pro bydlení a je tudíž nesmysl vše podřítit pouze energetické náročnosti. Jde však o to vytěžit co nejvíce z daného pozemku a zadání investora s ohledem na perfektní funkčnost domu a současně snížení potřeby energie až na úroveň pasivního domu. Navrhování objektů v pasivním standardu by mělo být samozřejmostí, stejně tak, jako se do auta navrhují bezpečnostní prvky.

Navrhnout a postavit pasivní dům není příliš složité, je však potřeba vědět jak na to, což vyžaduje mnoho znalostí a kvalitně odvedenou práci. Zkušený architekt a projektant zde hraje klíčovou roli. Nejen kvalita ale i finanční náročnost stavby závisí od promyšleného návrhu. Optimalizace jednotlivých prvků je proto zásadní a bez ní není možné cíle dosáhnout. Do detailu dořešená projektová dokumentace zjednoduší ocenění zakázky a realizaci na stavbě. Vyloučí se tím zbytečné prostoje na stavbě a nevhodné kompromisy vycházející z nedostatečných podkladů.

Kvalita realizace ve velké míře závisí od kvality projektu. Řemeslník či mistr podle nedostatečného projektu (projektu pro stavební povolení) pasivní dům nepostaví a proto je nezbytné mít minimálně dokumentaci ve fázi pro provedení stavby, která obsahuje všechny potřebné detaily nutné pro její bezproblémovou realizaci. Dalším nezbytným nástrojem kontroly kvality při realizaci je důsledný dozor projektanta a technický dozor stavebníka.

## Koncepce a dispoziční řešení

Již prvotní úvahy o tvaru budovy a dispozici definují budoucí energetickou náročnost budov a ovlivňují v konečném důsledku i cenu pasivního domu. Následující všeobecně známé zásady u pasivních domů nabývají na důležitosti:

- kompaktní tvar budovy – nejzásadnější z parametrů, snaha o dosažení co nejnižšího poměru ochlazovaných konstrukcí k objemu budovy A/V; ideální tvar je koule, ovšem z hlediska využití v praxi pak krychle nebo dispozičně vhodnější kvádr
- omezení volně stojících domů, upřednostňování řadové a blokové výstavby (lze spolu využívat i některé technické zařízení či zdroje tepla)
- pokud možno jižní orientace budovy nezastíněná okolní zástavbou – zvýšení solárních zisků
- omezení složitých tvarů v konstrukci budovy, které i při realizaci mohou vytvářet komplikované detaily, tepelné mosty a celkově prodražují stavbu.
- vnitřní dispozice s ohledem na světové strany, délky rozvodů větrání, topení a teplé vody

## Izolace konstrukcí

Celá obálka domu musí být dobře izolovaná, z pohledu současné běžné výstavby až extrémně. Přesná tloušťka izolace se určuje výpočtem, běžně se však pohybuje kolem 30 cm izolace u stěn, v konstrukci střechy může být až 40 cm tlustá. Stejně dobře je nutné izolovat i podlahu k zemině nebo suterénu. Aby izolace účinně fungovala musí být provedena bez přerušení, spár a zbytečných prostupů, které by vytvářeli takzvané tepelné mosty neboli hůř izolovaná místa se zvýšeným tepelným tokem a zbytečným únikem tepla. Na tloušťce izolace se nevyplatí šetřit, protože izolace samotná je levná a na ceně stavby se navýšení tloušťky projeví minimálně. Je to dáno tím, že všechny ostatní položky jako omítka, barva, lepidla, stavba lešení a práce s tím spojena zůstávají stejné. Při stavbě pasivního domu lze použít všechny běžně dostupné typy konstrukčních systémů, některé z nich však umožňují splnění specifických nároků na pasivní domy snadněji a efektivněji. Obvodové konstrukce musí zabezpečit dostatečný odpor prostupu tepla (doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce).

Typ konstrukce	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla konstrukcí [W/m <sup>2</sup> .K]	Hodnota U konstrukcí pro pasivní domy [W/m <sup>2</sup> .K]
Obvodová stěna	0,38 těžká 0,30 lehká	0,10–0,15
Střecha	0,24	0,08–0,12
Podlaha na terénu	0,45	0,08–0,12
Okna	1,7	0,8

Typů obvodových konstrukcí vhodných pro pasivní domy je více: masivní konstrukce zděná nebo betonová, dřevostavby lze rozdělit například na prefabrikované a montované. Výhodou masivních konstrukcí je větší schopnost akumulace tepla, u dřevostavby to je zase menší tloušťka stěn a také rychlejší průběh výstavby s menší pracností. Obecná zásada platí však pro všechny konstrukční systémy: tloušťka nosné konstrukce by měla být co nejmenší pro dosažení požadovaných izolačních vlastností. U zděných staveb je proto výhodnější používat co nejtenčí nosnou stěnu a k ní přidat dostatečnou tloušťku izolace. Tato základní volba materiálu stěn značně ovlivní ekonomii stavby. Každý ušetřený metr čtvereční podlahové plochy díky užší konstrukci stěny je výraznou úsporou nákladů. Z výše uvedených důvodů není ekonomicky výhodné pro pasivní domy používat zdivo z keramických či pórobetonových tvárníc o tloušťce větší než 30 cm. I když je i tímto způsobem možné postavit pasivní dům, po zateplení je výsledná tloušťka stěny zbytečně velká a samotný systém je cenově neefektivní. Stěny z pevných materiálů jako vápenopískové bloky nebo beton umožňují dosáhnout subtilní nosné konstrukce o tloušťce pod 20 cm a po přidání vnějšího zateplení nepřesáhne celková tloušťka stěny 50 cm.



Obr. 3 Tepelná ochrana je u pasivních domů zásadní. Obálka domu vybavena silnou vrstvou izolace bez tepelných mostů, kvalitními okny s trojskly zabezpečí nízké tepelné ztráty.

Jako tepelnou izolaci je možné bez větších problémů použít všechny běžně dostupné izolační materiály, jako polystyren, minerální vlna, izolace na bázi PUR pěny, či jejich přírodní alternativy jako fukanou celulózu, dřevovláknité desky, lněné a konopné izolace, slámu nebo ovčí vlnu. V současné době je dostupná i vakuová izolace s podstatně nižšími hodnotami tepelné vodivosti, která se používá díky vyšší ceně spíše na specifické části stavby.

## Výplně otvorů

Okna u pasivních domů musí splňovat kromě funkčních a estetických požadavků také energetické. Jelikož jsou okna běžně pětikrát tepelně slabší než-li obvodové konstrukce, budou vždy tvořit u pasivního domu nejslabší prvek. Na druhé straně jsou zdrojem solárních zisků a proto při optimalizovaném návrhu jsou okna v topné sezóně celkově ziskové – tedy zisky jsou větší než ztráty. Aby tomu tak mohlo být, musí okna pro pasivní domy splňovat několik podmínek:

- hodnota celého okna včetně rámu menší než 0,80 W/(m<sup>2</sup>K)
- zasklení s trojskly vyplněné vzácným plynem, běžně dosahuje hodnoty  $U_g < 0,6$  W/(m<sup>2</sup>K) s vysokou propustností slunečního záření nad 50 %

- minimalizovány tepelné mosty v místě osazení okna do stěny – řeší se umístěním okna do vrstvy tepelné izolace a použitím kvalitních izolovaných rámu s přetažením izolace přes rám

Okna v pasivním domě slouží takřka jako sluneční kolektor. Pasivní solární zisky tvoří významný příspěvek k pokrytí potřeby tepla na vytápění, až více než třetinový. Proto je důležitá vhodná orientace, velikost a kvalita prosklení. Ideální je jižní případně jihovýchodní či jihozápadní orientace hlavní prosklené plochy a v ostatních fasádách by mělo být oken co nejméně. Častou otázkou je vhodná plocha zasklení. Úspory energie díky solárním ziskům okny rostou přibližně do 30–40 % prosklené plochy v jižní fasádě. Další zvětšování oken dále nevede k významným úsporám, spíše naopak a navíc kvůli přebytkům slunečního tepla dochází k výraznému přehřívání interiéru. K dosažení potřebného letního komfortu je u velkých prosklených ploch zapotřebí zvolit vhodné stínění, například horizontální přesahy (obr. 5) nebo venkovními žaluziemi které jsou většinou finančně náročnější.

## Neprůvzdušnost

Jednou z podmínek pasivního domu je vysoká míra těsnosti obálky. Není potřeba se bát, že dům nebude „dýchat“. Dům nemá přes konstrukce dýchat, potřebnou výměnu vzduchu má zabezpečovat dostatečné větrání. Malými otvory a netěsností v obálce budovy uniká teplo současně i s vlhkostí, čímž vzniká nebezpečí, že vnitřní vlhkost bude kondenzovat na konstrukcích a může značně ovlivnit jejich životnost. Současně těsnost obálky ovlivňuje i efektivitu zpětného zisku tepla větracího systému, jelikož se vzduch vyměňuje netěsnostmi místo toho aby procházel rekuperačním výměníkem. Proto už ve fázi projektování je nezbytné navrhnout spojitou vzduchotěsnou obálku kolem celého objektu bez zbytečného přerušení. Při realizaci je zase důležitá detailní stavební dokumentace a důkladný stavební dozor.

U masivních staveb je zajištěna vzduchotěsnost stěn vrstvou omítky bez prasklin. U dřevostavby plní funkci vzduchotěsnící vrstvy desky např. OSB (z lisovaných štěpek) nebo folie s přelepenými spoji speciálními páskami. Obdobně důležité je důkladně zkontrolovat utěsnění oken a všech napojení a prostupů konstrukcí. Pouhé vyplnění spár PUR pěnou nestačí a místa styků různých konstrukcí, nejen oken, je nutné utěsnit vhodnou páskou, tmelem nebo fólií.



Ke kontrole, zdali je stavba správně utěsněná, se provádí tzv. zkouška těsnosti či Blower-door test. Princip je jednoduchý: ventilátor umístěný ve dveřním nebo okenním otvoru vytváří podtlak nebo přetlak a současně se provádí měření, výsledkem je objem vyměněného vzduchu za hodinu  $n_{50}$ . Hodnota  $n_{50}$  musí být menší než  $0,6 \text{ h}^{-1}$ , to znamená že při stejném tlakovém rozdílu 50 Pa by se přes netěsnosti nemělo za hodinu vyměnit více než 60 % celého objemu vzduchu v objektu. Zkouška se provádí v době, kdy je vzduchotěsná vrstva přístupná opravám, například před montáží snížených podhledů, aby bylo možné jednoduše najít a opravit chybné místa. V opačném případě by bylo hledání a oprava netěsností složité a neúměrně nákladné.

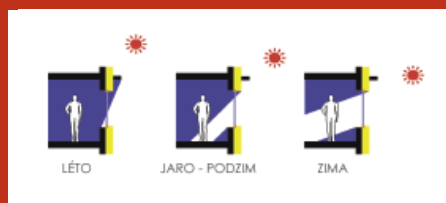
## Větrání

Dostatečné větrání obytných prostor bývá častým problémem. Uživatelům se nechce v zimním období pouštět dovnitř chladný vzduch nebo jim vadí průvan či hluk. U pasivního domu je přirozené větrání okny v zimním období nevhodné kvůli značným a nekontrolovatelným tepelným ztrátám. Jde o to zabezpečit potřebnou výměnu vzduchu a větrat přesně dle požadavků uživatelů. U systému řízeného větrání se zpětným získáním tepla z odpadního vzduchu (tzv. rekuperací) toho lze bez problémů dosáhnout, přičemž se eliminují tepelné ztráty a další nevýhody spojené s větráním okny. Lidem se často vybaví představa systému klimatizace, kde dochází mimo jiné k úpravě vzduchu, např. jeho chlazení nebo vlhčení. U řízeného větrání je nasávaný čerstvý vzduch jednoduše distribuován po tom co se ohřeje od teplého odpadního vzduchu s účinností až 90 %. Kromě toho má systém řadu výhod:

- množství vzduchu je relativně přesně dávkováno, v otopné sezóně prakticky není nutné větrat okna, nevzniká průvan
- vzduch v interiéru je neustále čištěn průchodem přes filtry vzduchotechnické jednotky – je tím zajištěna nezávadnost přiváděného vzduchu
- odtah odpadního vzduchu z míst s produkcí škodlivin (WC, koupelna, digestoř) po průchodu výměníkem tepla budovu ihned opouští
- vysoký účinek rekuperačního výměníku tepla – min. 75 %
- minimální teplotní rozdíly v místnostech, vzduch rovnoměrně prochází celým prostorem – v jednom místě je vzduch nasáván na jiném vyfukován
- malá rychlost proudění vzduchu (oproti horkým radiátorům), řádově několik centimetrů za vteřinu, což je hluboko pod hranici vnímání.

Pro správnou funkci musí být systém nuceného větrání navržen i proveden bezvadně. Doporučuje se rozdělení budovy na tři zóny – přívod vzduchu (obytné místnosti), transport vzduchu (chodby, schodiště) a odtah odpadního vzduchu (koupelna, WC, kuchyň). Rozvody by měli být co nejpřímější a nejkratší s ohledem na tlakové ztráty i možnost případného čištění. Větrací rozvody lze použít i pro vytápění pomocí ohřátého vzduchu na tzv. teplovzdušné vytápění. Pasivní dům má totiž tak nízké ztráty, že je lze pokrýt i ohřátým vzduchem, což může být levnější než rozdělené systémy větrání a topení.

Pro přívod čerstvého vzduchu do budovy se může použít předehřev (v létě předchlazení) vzduchu v zemním výměníku tepla. Zjednodušeně se jedná o potrubí v zemi, kterým prochází přímo nasávaný čerstvý vzduch nebo nemrzoucí kapalina jenž ho ohřívá. Využívá relativně stabilní teploty zeminy v nezamrzlé hloubce (nejčastěji kolem 2m). V zimě slouží zemní registr jako protimrazová ochrana jednotky a šetří teplo na dohřevu větracího vzduchu a v létě při vysokých venkovních teplotách funguje částečně jako přirozená klimatizace.



Obr. 4 Ochranu proti přehřívání interiéru v létě zabezpečuje stínění. Nejjednodušší je zvětšený přesah střešy – horizontální stínění. Další možnosti jsou nastavitelné venkovní žaluzie.



Obr. 5 Neprůvzdušnost zajišťuje spojitá vzduchotěsná vrstva, která musí být precizně vyhotovena. Kromě tepelných ztrát tato vrstva chrání konstrukce před vlhkostí, která se šíří přes netěsnosti.



Obr. 6 Zárukou kvality provedení je i test neprůvzdušnosti, kterým se zjišťují při podtlaku či přetlaku kolik vzduchu prochází netěsnostmi v obálce.



Obr. 7 O kvalitní vnitřní prostředí a neustálý přísun čerstvého vzduchu se stará větrací jednotka. Díky vysoce účinnému rekuperačnímu výměníku je vzduch ohříván na teplotu blízkou pokojové i v nejtužších mrazech. Dohřát je pak potřeba jen zbylých pár stupňů.



## Zdroje tepla, příprava teplé vody

Pasivní dům má natolik nízké tepelné ztráty, že zdroje tepla může být v podstatě cokoliv. Jak potvrdily výpočty i praktické zkušenosti, jsou i během nejméně chladnějšího období tepelné ztráty v rozmezí 10 až 15 W/m<sup>2</sup>. Pro vytápění místnosti o ploše 15 m<sup>2</sup> pak stačí výkon zdroje přibližně 200 W, tedy výkon odpovídající dvěma stovátovým žárovkám. Je to tak málo, že v celoroční bilanci nabývá na významu příprava teplé vody. Jestli u běžných domů je potřeba tepla na přípravu teplé vody vedlejší u pasivního domu je to naopak. Celkově však je možné radikálně snížit potřebný výkon zdroje tepla a snížit tím i vstupní náklady.

Dle místních podmínek a přání investora lze u pasivního domu využít více možností zdrojů tepla. Přímou elektricky je možné dosáhnout nejnižší pořizovací náklady, avšak za cenu vyšších provozních nákladů s nejjistým dalším vývojem cen. Problematický a nákladný je i přechod na případný teplovodní systém topení bude-li v budoucnu k dispozici levnější zdroj tepla. Ve spojení s akumulací nádrží se často používá kotel na plyn nebo biomasu např. dřevěné pelety, který má také výbornou regulovatelnost a možnost automatického provozu. Kotel na kusové dřevo zase poskytuje levnější a méně průmyslově závislý zdroj tepla výměnou za větší pracnost při přípravě paliva či obsluze. Velice zajímavý zdroj s levnými provozními náklady poskytují také miniaturní tepelná čerpadla, která jsou dnes také na trhu. Výhodou jsou malé prostorové nároky technologie a jednoduchá regulovatelnost, bez nutnosti komínu a skladovacích prostor na palivo. Často dochází také ke kombinaci zdrojů, zejména levnějšího zdroje tepla, který není stále dostupný s provozně dražším, který 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 dotvoření atmosféry jsou také žádány zdroje umožňující pohled na hořící oheň. Pro ty, kteří mají chuť využívat je častěji jsou k dispozici malé krbové kamínka na pelety nebo dřevo, které lze také propojit se zásobníkem tepla. Pro občasnou úžitavost jsou vhodnější spíš malinké kamna na biolíh, které jsou levnější a nepotřebují komín.

Celkově lze pro vytápění a přípravu teplé vody použít kromě klasických způsobů i celou řadu alternativních zdrojů energie, včetně zdrojů obnovitelných jako solární energii, biomasu a jiné. Použití obnovitelných zdrojů výrazně snižuje spotřebu primární energie i závislost na dodávkách energie, a tudíž jsou pro pasivní domy ideálním řešením.

## Spotřebiče

Při velmi nízké spotřebě energie na vytápění a přípravu teplé vody roste podíl spotřebičů na celkové energetické náročnosti. Díky moderním úsporným spotřebičům lze spotřebu elektřiny výrazně snížit. Je ovšem nutno dodržet základní principy při výběru či návrhu spotřebičů:

- nejdůležitější je výběr vhodných spotřebičů (s třídou účinnosti A, A+), to samé platí při výběru domovní techniky (čerpadla, ventilátory)
- použití úsporných zářivek na osvětlení (úspora 70–80 %)
- při výběru dávat pozor na zařízení, které neustále

spotřebovávají elektřinu (i když v malém množství) – domovní telefon, bezdrátový telefon, spotřebiče v Stand-by režimu

- v případě efektivního zdroje tepla na ohřev vody připojení myčky nádobí a pračky na přívod teplé vody – snižuje spotřebu elektřiny na ohřev vody ve spotřebiči

Princip snižování spotřeby energie u domácích spotřebičů však není podmínkou jenom pro pasivní domy. Měl by to být vzor také pro všechny ostatní domácnosti v méně úsporných domech, než je ten pasivní; často se tak ale neděje.

## Vyplatí se postavit pasivní dům?

Nejčastější otázkou nakonec bývá: „A o kolik je ten pasivní dům dražší?“ Pasivní dům je samozřejmě dražší, díky použití kvalitnějších komponentů a větší preciznosti jak ve fázi návrhu, tak při realizaci. Vícenáklady se však pohybují jen mezi 5 až 15 % oproti běžným stavbám. Je-li dům ještě dražší jedná se většinou o složitější řešení zapříčiněné nezkušeností projektanta. Projektanti, kteří jsou certifikováni a vzdělávají se, jsou schopni navrhnout jednoduché a levné řešení.

A vyplatí se to pořídit si pasivní dům i když je dražší? Dům se nestaví na pět ani deset let a každý, kdo si umí spočítat dva a dva a myslí alespoň trochu do budoucna přijde na to, že tu jiná možnost není. Vše směřuje k energetickým úsporám a připočteme-li k tomu fakt, že pasivní dům poskytuje vysoce komfortní a zdravé bydlení, lze říci, že se to vyplatí určitě. V dnešní době je potřeba stavět domy na technologické úrovni dneška. Jen tak lze zabezpečit, že si dům udrží svou cenu o mnoho déle. Je jen otázkou času, kdy se domy na trhu nemovitostí budou prodávat také podle toho, jakou spotřebu mají a co uživatelé poskytují. Není náhodou, že již dnes je po vlastníkovi domu ze zákona požadován „Průkaz energetické náročnosti budovy“ při jeho výstavbě ale i prodeji nebo pronájmu. Celkově pasivní domy v současnosti představují nejvýhodnější poměr mezi vstupními náklady a kvalitou kterou poskytují. A samozřejmě nabízí jistotu a nezávislost do doby, kdy není jasné, jak se budou vyvíjet ceny energií. Je však vysoce pravděpodobné, že stále porostou.

## Závěr

Výstavba nebo rekonstrukce budov na úrovni pasivního standardu není omezena jenom na rodinné domy. Možnosti je hodně a v některých případech jsou větší stavby vhodnější než rodinné domy. Školy, nemocnice, administrativní budovy i bytové domy jsou pro pasivní standard jako stvořené, jelikož mají velkou výhodu v tvarové kompaktnosti, jednoduchosti a množství vnitřních zdrojů tepla (lidí nebo techniky). Praxe v sousedním Rakousku, Německu ale už i u nás ukázala, že lze s úspěchem rekonstruovat stavby na pasivní a stavět nové nejrozumnějšími způsoby. Od high – tech řešení s použitím nejnovějších poznatků vědy až po cenově optimalizované kompromisní varianty. Závisí to jen na našem postoji, dobré vůli a schopnosti vidět do budoucna. Nejjednodušším způsobem, jak se vyvarovat vyčerpání přírodních zdrojů, je snížit jejich spotřebu, bez toho abychom si museli ubírat komfort a kvalitu.

### Základní pojmy

**Energetická bilance** – rozdíl mezi energetickými vstupy (dodanou energií, zisky) a výstupy (ztrátami) domu za výpočtové období (měsíc, rok)

**Měrná potřeba na vytápění** – základní ukazatel pro hodnocení pasivního domu. Říká kolik tepla dům potřebuje za jeden rok pro udržení potřebných parametrů vnitřního prostředí. Pro snadnější porovnání se přepočítává na jeden metr čtvereční užité plochy.

**Tepelná ztráta** – teplo které z vytápěného prostoru uniká přes obvodové konstrukce a větráním. Je to zároveň množství tepla, který musí být do domu dodáno aby byla zajištěna tepelná pohoda i v zimě.

**Tepelné zisky** – teplo, které vytápěný prostor získává jinou cestou než otopnou soustavou, tzn. slunečním zářením a tepelnými zisky z vnitřních zdrojů, jako jsou například elektrické spotřebiče a uživatelé (metabolické teplo)

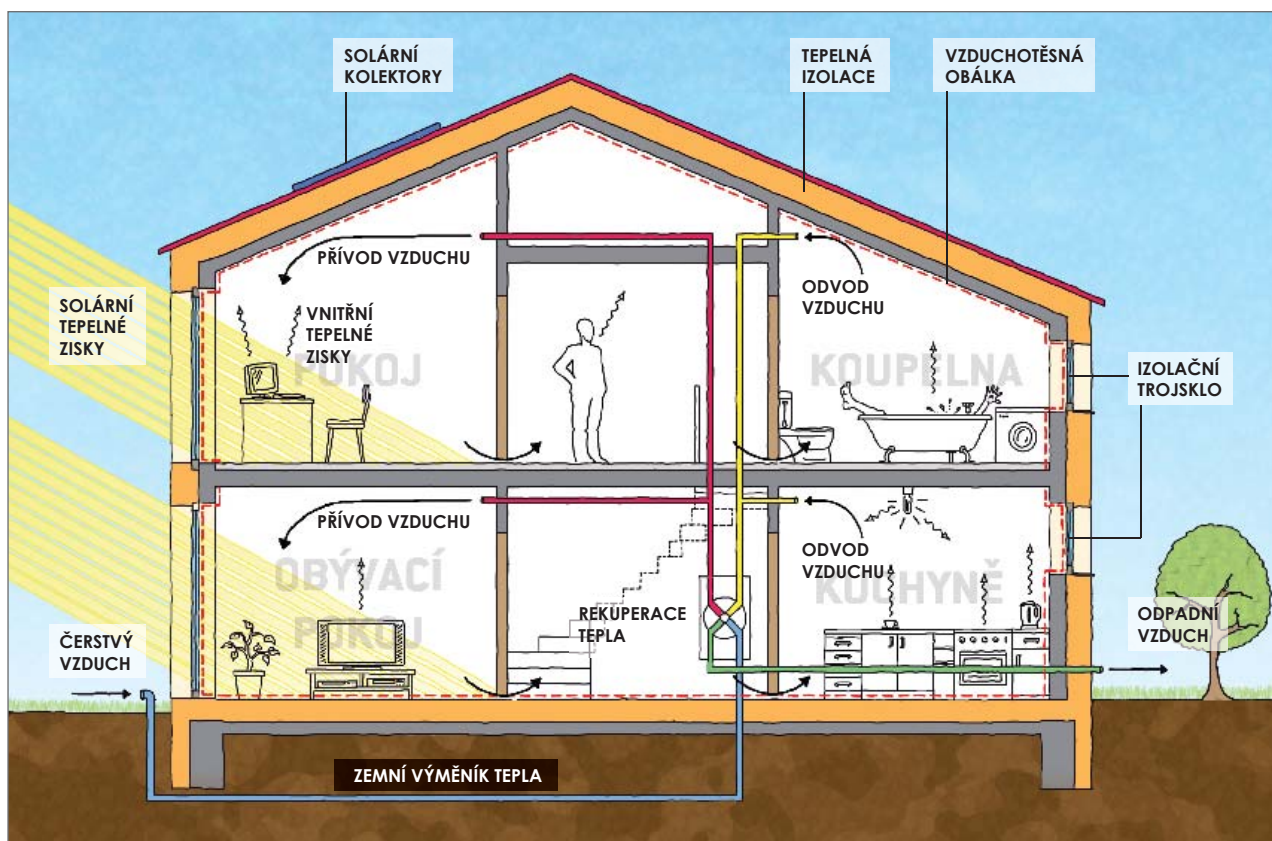
**Součinitel prostupu tepla U** – udává množství tepla, které projde konstrukcí o ploše jeden metr čtvereční při rozdílu venkovní a vnitřní teploty jeden Kelvin (pozn. rozdíl 1K = 1 °C).

Udává kvalitu tepelných vlastností konstrukce – čím je hodnota nižší, tím lepší izolační vlastnosti má.

**Primární energie** – když k energii připočteme energii z neobnovitelných zdrojů k její výrobě spotřebovanou, dostáváme skutečnou anebo primární energii. Například u vytápění elektrinou po započtení neefektivní výroby a ztrát při distribuci je primární energie až třikrát vyšší. Obnovitelné zdroje z hlediska zátěže životního prostředí mají koeficienty primární energie omnoho nižší. Podobně je možné určit množství šedé energie (zabudované energie), tedy veškeré energie spotřebované při výrobě určitého materiálu.

**Rekuperace** – zpětné získávání tepla z ohřátého odpadního vzduchu. Teplý vzduch není tedy bez užitku odveden otevřeným oknem ven, ale v rekuperačním výměníku odevzdá většinu svého tepla přiváděnému čerstvému vzduchu.

**Zemní výměník tepla** – systém potrubí v zemi, který slouží pro předehřátí vzduchu v zimě a ochlazení v létě. Potrubí výměníku musí být zakopána minimálně v hloubce 1,5 m, kde je již stálá teplota po celý rok.



Obr. 8 V pasivním domě všechny prvky vytvářejí dokonalý a efektivní systém. Pasivní energetické zisky jsou vně budovy udržovány díky izolaci a kvalitním oknům jako v termosce. Neustálý přísun čerstvého vzduchu obstarává řízené komfortní větrání s rekuperací tepla.

Vydalo:

Centrum pasivního domu  
 Údolní 33, 602 00 Brno

Autor textů: Juraj Hazucha

Fotografie: Aleš Brotánek, Jan Bárta,  
 Martin Konečný, Stanislav Paleček

© 2010 Centrum pasivního domu

[www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz)