



# Pasivní domy

Rady, tipy, informace

IPRE

## Co je pasivní dům? 2

Tepelné ztráty a zisky	3
Pozemek	4
Projekt	6
Jaký dům zvolit?	7
Interiér	9

## Materiály pro stavbu 11

Lehké konstrukce	11
Lehká ocelová konstrukce (skelet)	11
Dřevostavby	13
Masivní konstrukce	15
Cihly	16
Pórobeton	17
Vápenopískové cihly	17

## Základem je dokonalá tepelná izolace 19

Střecha	21
Okna	22
Větrání	24
Řízené větrání s rekuperací tepla	24
Neprůvzdušnost	27

## Zjišťování problémových míst 28

Tepelné mosty	28
Termovizní měření	29
Blower Door test	30
Wincon test	30

## Technické vybavení pasivního domu 31

Vytápění	31
Příprava teplé vody	33
Úsporné spotřebiče	34

<b>Realizace stavby</b>	<b>36</b>
Výběr realizační firmy	36
Kolik za pasivní dům zaplatíme	36
Rekonstrukce domu do pasivního standardu	37
<b>Pasivní desatero</b>	<b>39</b>
<b>Expozice v centru energetického poradenství PRE</b>	<b>39</b>
Stálá expozice Tepelné ztráty	39
Exponát Pasivní dům	39
Exponát Izolace	41
Exponát Prostupy tepla stavebními konstrukcemi	41
Exponát Okenní systémy	42
Kalkulačka tepelných ztrát	42
Interaktivní aplikace „Posouzení účinnosti zateplení objektu a výměny oken“	43
Související publikace	43
<b>Závěrem</b>	<b>44</b>
<b>Slovníček základních pojmů</b>	<b>45</b>



# Využijte slevy

**Nakupujte přímo v Centru energetického poradenství PRE.**

## Úsporné zářivky Osram řady DULUXSTAR za zvýhodněnou cenu.

- akční balíčky řady DULUXSTAR Mini Twist
- akční balíčky řady DULUXSTAR Stick
- LED světelný zdroj Osram PARATHOM

## Dále nabízíme s výraznou slevou:

- akumulární kamna
- přímotopné spotřebiče
- průtokové ohřivače
- bojlerů
- malé zásobníkové ohřivače vody
- klimatizace
- elektroměry pro podružné měření





Jaké bydlení bychom si představovali? Jistě by mělo být hezké, moderní, dostatečně prostorné a především – energeticky úsporné. Vzhledem k celosvětově rostoucím cenám energetických surovin je náš zájem o bydlení s nízkou spotřebou více než pochopitelný – ušetříme nemalé peníze. Současný životní styl nás také vede k větší odpovědnosti za životní prostředí, která jde s energeticky úsporným bydlením doslova ruku v ruce. Naše úvahy

*O pasivních domech se v souvislosti s cenami energií v posledních letech hovoří stále častěji a zkušenosti jejich současných majitelů ukazují, že se nejedná jen o módní vlnu. Neznamená to sice, že od zítřka budeme všichni bydlet pouze v pasivních domech, dlouhodobá orientace na úsporné bydlení bude ale nezbytná.*

nás proto stále častěji přivádějí k pasivním domům.

Nedávno se téma pasivních staveb stalo dokonce součástí legislativy Evropské unie. Podle evropské směrnice 2010/31/EU (lidově nazývané též 20:20:20) by se měla výstavba v členských státech EU od roku 2020 realizovat pouze v pasivním standardu, respektive půjde o takzvané téměř nulové domy. Proč bychom ale měli čekat na evropskou direktivu, když můžeme kvalitně a úsporně bydlet již nyní?

**Vítejte v pasivním domě!**



# Co je pasivní dům?

Podle technických předpisů platných v České republice smí pasivní dům spotřebovat na vytápění za rok maximálně 20 kWh/m<sup>2</sup> obytné plochy. To je přibližně

## Definice pasivního domu

V současné době se v České republice pasivní domy definují a posuzují podle dvou metodik s odlišným způsobem výpočtu a s rozdílnými požadovanými parametry.

### Pasivní dům podle TNI 73 0329 (TNI 73 0330)

Jedná se o národní metodiku (TNI – technická normalizační informace), která stanovuje jednotný postup hodnocení domů s velmi nízkou energetickou náročností, zejména nízkoenergetických a pasivních domů podle přílohy A ČSN 73 0540-2:2011.

### Pasivní dům podle PHPP (plánovací nástroj pro pasivní domy)

Metodika PHPP vznikla v Passivhaus Institutu v německém Darmstadtu a jako první definovala pojem pasivní dům. Návrhový nástroj PHPP (Passive House Planning Package) je v Evropě nejčastěji užívaný nástroj pro optimalizaci návrhu a hodnocení energetické bilance pasivních domů.

šestina spotřeby běžných budov určených k bydlení. Lidé si často myslí, že pasivní dům je příliš složitý, založený na nákladných a technicky náročných opatřeních, jeho koncepce je však vskutku jednoduchá. Základem je nepustit skoro žádné teplo ven a zároveň využívat co nejefektivněji tepelné zisky, které jsou k dispozici.

Pasivní dům vykazuje natolik nízkou ztrátu tepla, že nepotřebuje „běžný“ systém vytápění. Tepelné zisky od slunce, lidí a elektrických spotřebičů pohodlně vytopí celou budovu po většinu roku. Kromě extrémně nízkých nákladů na vytápění má pasivní dům řadu dalších výhod. Z pohledu budoucích obyvatel je pro nás zajímavý především komfort bydlení. Nedbejte na nejrůznější mýty, které kolem pasivních domů stále kolují.

*Jak se bydlí v pasivním domě? Kolem staveb s velmi nízkou potřebou tepla panuje řada mylných domněnek. Jednou z nich je i to, že nenabízejí dostatek pohodlí. Není ale čeho se obávat – umí splnit i nejvyšší nároky.*



Kvalita bydlení a vnitřního prostředí je v těchto budovách výrazně nad obvyklým standardem. Pohodlí zajišťuje stálý přívod čerstvého vzduchu bez jakéhokoliv průvanu, teplotních rozdílů v místnosti a s garancí příjemných teplot (a doporučené vlhkosti) v zimě i v létě. Díky těmto přednostem můžeme počítat s tím, že náš pasivní dům si na trhu nemovitostí udrží svoji cenu i v budoucnu.

## Tepelné ztráty a zisky

Středem zájmu je u pasivního domu vyvážená energetická bilance, která je nezbytnou podmínkou pro kvalitní bydlení na jedné straně a pro požadované úspory na straně druhé. Co ovlivňuje energetické vlastnosti objektů v pasivním standardu?

Nízká spotřeba energie pasivních domů není jen výsledkem použití výrazně silnější izolace, kvalitních oken a rekuperace tepla z odpadního vzduchu. Na malých tepelných ztrátách a vysokých pasivních ziscích se nezanedbatelným způsobem podílí více faktorů, které je potřeba při návrhu budovy zohlednit.

Zatímco běžné domy energií doslova plýtvají, a tyto okolnosti jejich energetické vlastnosti významně neovlivní – roční navýšení nebo úspora 5 až 10 kWh/m<sup>2</sup> u domů se spotřebou 150 kWh/m<sup>2</sup> za rok nehraje velkou roli – u pasivních domů, kde se roční potřeba tepla na vytápění pohybuje pod 20 kWh/m<sup>2</sup>, se každá kilowatthodina navíc projeví. Výslednou energetickou náročnost a chování budovy ovlivní zejména:

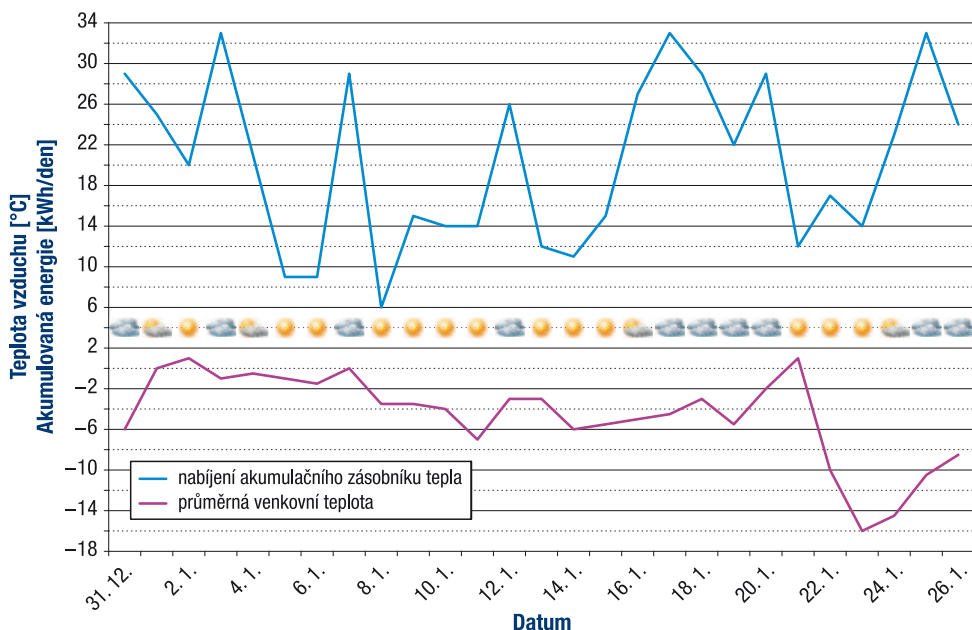
- volba pozemku,
- orientace budovy na pozemku s ohledem na přímé sluneční záření, případně zastínění zelení, okolní zástavbou, terénem nebo předsazenými konstrukcemi (pergoly, přesahy střechy),
- klimatická oblast – hory, nížiny, hluboká stinná údolí,
- exponovanost objektu vůči větru,
- velikost budovy – přiměřenost danému účelu,
- tvarové řešení – kompaktnost nebo členitost stavby,

## Základní parametry pasivního domu

- roční potřeba tepla pro vytápění maximálně 20 kWh/m<sup>2</sup>
- celková roční potřeba primární energie spojené s provozem budovy nižší než 60 kWh/m<sup>2</sup> (hodnoty jsou včetně vytápění, chlazení, teplé vody, pomocných a domácích spotřebičů)
- neprůvzdušnost obálky domu  $n_{50}$  maximálně 0,6 h<sup>-1</sup>
- maximální letní teplota uvnitř budovy 27 °C
- průměrný součinitel prostupu tepla všemi konstrukcemi a výplněmi 0,22 W/m<sup>2</sup>K
- větrání s rekuperací o účinnosti alespoň 75 %

- zónování místností,
- vnitřní uspořádání s ohledem na vytápěný a nevytápěný prostor i orientaci ke světovým stranám,
- vlastnosti obvodových stěn, tepelné mosty a vazby,
- velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách,
- způsob větrání,
- množství vnitřních tepelných zisků,
- vhodná volba, přiměřená velikost a kvalitní regulace otopné soustavy,
- způsob, jakým je zajištěna pohoda prostředí v letním období – přirozené chlazení,
- efektivita ohřevu teplé vody a energetická účinnost elektrických spotřebičů,
- skutečný způsob užívání budovy.

### Vliv slunečního záření na spotřebu energie pro vytápění pasivního domu



Každý dům vzniká za jiných okolních podmínek a vyžaduje odlišné řešení. Neměli bychom však zanedbávat žádný z uvedených faktorů, i když se v daném případě může zdát nevýznamný. Často nelze některé okolnosti výrazně ovlivnit, při optimalizaci řešení i ve výpočtu by však měly být zohledněny. Mohou nastat situace, kdy

*Z grafu je patrné, že v pasivním domě spotřeba energie na vytápění (horní průběh) příliš nezávisí na venkovní teplotě, má na ni ale vliv intenzita slunečního svitu.*

nebude možné kvůli negativním okolním vlivům standardu pasivního domu dosáhnout vůbec. Jedná se zejména o nevhodný pozemek a stínění okolní zástavbou.

## Pasivní, nebo nízkoenergetický?

Klíčovým rozdílem je podle mezinárodních standardů měrná roční potřeba tepla na vytápění, která je u nízkoenergetických staveb pod 50 kWh/m<sup>2</sup> (nižší stupeň zateplení, náročnější technologie vytápění) a u pasivních domů pod 20 kWh/m<sup>2</sup> (vyšší stupeň zateplení, vyloučení tepelných mostů, soft technologie vytápění). Pro porovnání – měrná roční potřeba tepla na vytápění se u běžné výstavby, která splňuje alespoň požadavky právních předpisů, pohybuje mezi 100 až 120 kWh/m<sup>2</sup>. Starší domy přitom běžně spotřebují 180 až 250 kWh/m<sup>2</sup> za rok.



## Ideální pasivní dům

Ideálně navržený a umístěný pasivní dům by měl mít:

- kompaktní, málo členitý tvar
- největší plochu oken na jih případně na jihovýchod nebo jihozápad, nejmenší na severní straně
- solární zisky nesnižované okolní zástavbou, terémem či nevhodně umístěnou pergolou
- letní stínění proti přehřívání interiéru
- místnosti umístěné s ohledem na světové strany
- kvalitní izolační obálku
- řízené větrání s rekuperací tepla a optimálně dimenzovaný zdroj tepla
- efektivní využití vytápěného prostoru uvnitř domu

*Pro pasivní dům je ideálním tvarem krychle nebo kvádr. Architektům přesto zůstává dostatek možností, jak i v rámci tohoto omezení připravit zajímavý projekt.*



## Pozemek

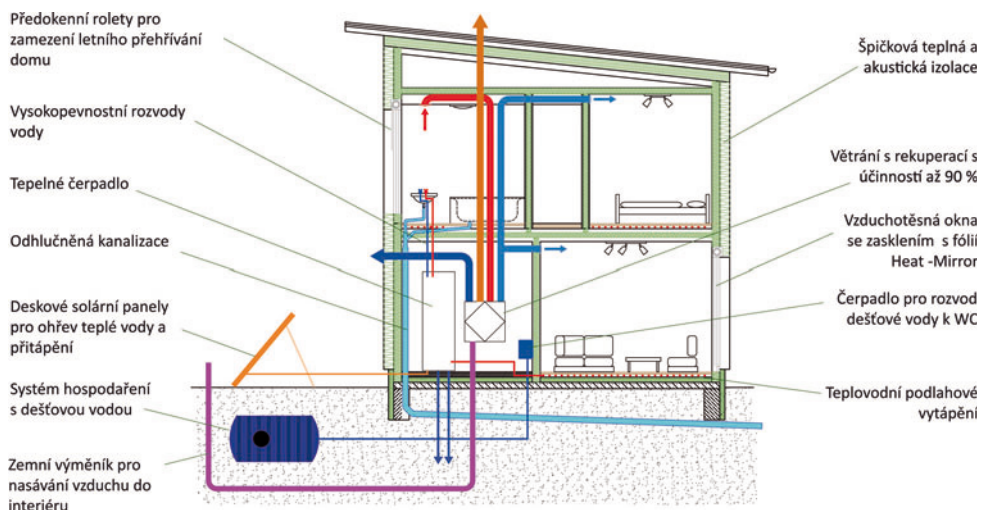
V případě, že se rozhodneme pro stavbu pasivního domu, je třeba věnovat větší pozornost výběru pozemku. Základní informace, které bychom si o vybrané parcele před jejím zakoupením měli zjistit, jsou shodné pro jakoukoliv plánovanou obytnou stavbu. Zajímat by nás v první řadě mělo především to, zda je pozemek určen pro obytnou výstavbu, jak má vyřešeny inženýrské sítě, jaké je jeho podloží a zda se v souvislosti s ním nevyskytují nějaká omezení. Další jsou naše osobní podmínky – dopravní dostupnost, okolní krajina, občanská vybavenost a další. Po těchto vstupních informacích už přichází ke slovu prověření pozemku s ohledem na specifika stavby pasivního domu. Co pro nás bude důležité?

- **sklon svahu** – u jižní expozice je o 10 až 30 % více slunečního záření než u severní
- **vítr** – chystáme-li se stavět moderní vzduchotěsný a dobře zateplený dům, lze větrnou oblast tolerovat,

pokud nám vítr není na obtíž při činnostech mimo dům; na exponované pozemky bez přirozené terénní ochrany se doporučuje umístit větrolamy

- **nadmořská výška** – v jedné lokalitě klesá celoroční průměrná teplota o 0,5 až 0,8 °C s každými 100 výškovými metry.
- **mlhy** – časté mlhy snižují solární zisky
- **okolní zástavba** – hustá zástavba zvyšuje teplotu prostředí, ale také stíní dopadající sluneční paprsky
- **hustota a druh okolní vegetace** – může chránit před větrem, současně zadržuje vodu a zvyšuje vlhkost
- **tvar terénu** – v údolích a na kopcích je vždy chladněji
- **vodní plochy** – vlivem akumulace tepla zmiňují výkyvy teplot

## Co je pasivní dům?



*Základem každého pasivního domu je účinná tepelná izolace – zateplení stěn, střechy a podlah a kvalitní okna. Energetickou úspornost stavby lze dále zvýšit využitím solárních kolektorů pro ohřev vody, větrání s rekuperací tepla nebo tepelného čerpadla. Na obrázku řez jedním z možných řešení pasivního domu.*

Najít pozemek, který by byl dokonalý podle všech našich představ a navíc ještě bezchybně splňoval požadavky na stavbu pasivního domu, je obtížné a s velkou pravděpodobností bude nutný kompromis. Rozhodně to však neznamená, že se budeme muset pasivního standardu vzdát. Některé nedostatky lze kompenzovat vhodnou úpravou projektu – například změnit množství, rozmístění a parametry

oken, zvolit jiné konstrukční řešení stavby a podobně – takže ve výsledku lze pasivních vlastností domu zpravidla dosáhnout.

Je však třeba mít na paměti, že takové řešení je vždy náročnější jak pro projektanta, tak zpravidla i pro naši peněženku. Pokud jsou překážky zásadnější, případně jich je více, ještě jednou stavbu pasivního domu zvažte. V řadě takových případů je vhodnější zvolit budovu s nízkoenergetickými parametry, která zajistí velmi při-

## Než se rozhodneme

Kolem budov v pasivním standardu stále panuje řada zkreslených informací. Stovky realizací ale přesvědčivě ukazují, že bydlení v pasivním domě je zcela plnohodnotné a komfort užívání je na stejné či vyšší úrovni než u klasických domů. Nedostatek tepla či jiná omezení nehrozí.

*Vzhledem k tomu, že většina dnešních novostaveb vzniká z finančních důvodů jako nepodsklepená, je často využívanou možností založení pasivního domu na tepelně izolované železobetonové desce.*

zvané náklady na provoz vašeho domu, investice do výstavby však bude znatelně nižší, než by byla u objektu v pasivním standardu.

## Projekt

Kvalita budoucího bydlení i náklady, které je budou po mnoho dalších let provázet, začíná vždy u profesionálně zvládnutého projektu. O pasivních domech to platí přinejmenším desetinásobně. Rozhodně se vyplatí svěřit tento úkol projektantovi nebo architektovi, který má v dané oblasti potřebné zkušenosti. Nenechte se lákat nabídkami stavebních firem, které ve svých propagačních materiálech často používají označení nízkoenergetický nebo i pasivní dům, aniž by výsledná realizace tyto standardy splňovala!

Ve fázi projektové přípravy lze také za nejmenší náklady nejvíce ovlivnit výslednou energetickou úspornost domu. Zaměřit se musíme na tvar a velikost budovy, její orientaci vzhledem ke světovým stranám, vnitřní dispozici, konstrukční řešení, velikosti a umístění oken a návrh větrání a vytápění. Nedodržení základních zásad, jako je kompaktní tvar domu nebo orientace prosklení, může snahu o dosažení pasivního standardu lehce zmařit.

Návrh spodní stavby nabízí v nepodsklepených objektech nové formy založení na zámrznou hloubku na železobetonové desce podložené vrstvou tepelné izolace, zvolené dle charakteru podloží. V případě dřevostaveb je ekonomickým způsobem založení na pilotech s provětrávaným prostorem pod stavbou. Tyto technické možnosti přinášejí mimo jiné nové formy a design vstupů do budovy, včetně bezbariérového řešení (rampy, můstky, anglické dvorky, terénní úpravy a podobně).



## Jaký dům zvolit?

Budoucí energetická náročnost a to, zda se bude náš dům do kategorie pasivních staveb vůbec schopen zařadit, je definována již samotným tvarem a řešením domu. Základním principem je snaha o dosažení co nejnižšího poměru ochlazených konstrukcí k objemu budovy.

Výchozím pravidlem je kompaktní tvar domu. Jako ideální by z těchto požadavků vycházela koule, s ohledem na praktičnost bydlení je však nejběžnější tvar krychle nebo kvádrů. Cílem je také omezení složitých tvarů v konstrukci budovy, které při realizaci mohou vytvářet komplikované detaily, stát se příčinou tepelných mostů a celkově stavbu prodražují.

S pojmem pasivních domů je často spojená představa jejich výrazně netradičního vzhledu. Nízkoenergetická podstata

## Co je pasivní dům?

se však na vnější podobě stavby nemusí vůbec projevit. Naopak, pasivní domy jsou od běžných budov mnohdy k nerozeznání.

Velmi důležitá je správná orientace stavby. V ideálním případě by měl dům na pozemku stát nestiněn, hlavní fasádou s největší prosklenou plochou otočenou směrem k osluněné straně. Za ideální orientaci je považován jih, jihovýchod a jihozápad. Obecně však platí, že odklon od jižní světové strany o více než 30° již neumožňuje dosáhnout požadovaných pasivních solárních zisků. Podmínka dostatečného oslunění má i svou druhou stranu – již

v projektu je vhodné pamatovat na stínící prvky. K nižší energetické náročnosti přispěje řadová výstavba, která navíc umožňuje společně využívat i některá technická zařízení a zdroj tepla.

Z hlediska kompaktnosti stavby je výhodnější vícepatrová varianta. V poslední době se však zvýšila poptávka po malých jednopatrových domech pro seniory nebo mladé rodiny. Tato řešení jsou rozumná, pokud se půdorysná plocha domu vejde do rozmezí 120 až 140 m<sup>2</sup>. U větších ploch je dosažení pasivního standardu problematické. Zda zvolíme typový nebo individuální projekt pasivního domu, záleží na našem rozhodnutí. Oba dva přístupy jsou možné a na oba jsou podobné požadavky – kvalitní projekt a kvalitní stavba. Typové domy mohou přinést fi-

*I když se s pasivními domy setkáme i ve městech, pro většinu z nich je typický úzký kontakt s přírodou – ať už z hlediska jejich okolí, tak po stránce materiálů, z nichž jsou postaveny.*





*Navzdory vžitě představě pasivního domu jako ne-  
vzhledné kostky bez oken je velká část těchto staveb  
k nerozeznání od klasických rodinných domů. Čím  
vhodnější je z hlediska požadavků na výstavbu pasiv-  
ního domu váš pozemek, z tím širší nabídky typových  
projektů můžete vybírat.*

nanční úsporu z množství a opakování projektu, v někte-  
rých případech i optimalizovanou konstrukci. Na druhou  
stranu se musí klient spokojit s méně osobním přístupem  
a každá změna návrhu bývá většinou vykoupena příplat-  
kem. Individuální návrh zohledňuje požadavky každého  
klienta a zkušený projektant jej může být schopen dodat  
za cenu typového řešení s úpravami.

Typový projekt má obvykle dobře navržené detaily, od-  
padá spolupráce s architektem a maximální náklady na  
projekt i realizaci jsou předem relativně přesně určitelné.  
Typový dům by měl být nabízen podle ceníku, to zname-  
ná s jasně stanovenou cenou. Individuální projekt mů-  
že naproti tomu skončit návrhem, který sice respektuje  
přání klienta, ale není v souladu s požadovanou cenou  
stavby.

Bez ohledu na to, zda zvolíme individuální, nebo typové  
řešení, výstavba domu v pasivním standardu bude vždy  
do značné míry vyžadovat individuální přístup. Cílem mu-  
sí být vyčíst co nejvíce z pozemku – zvolit nejvhodnější  
typ domu a správně ho v daném prostoru umístit.

## Interiér

Vnitřní uspořádání místnosti se volí s ohledem na teplotní  
režim, jeho regulaci, potřebnou míru denního osvětlení,  
funkční propojení, nebo jiné požadavky, jako je výhled  
z domu, dispozice pozemku a podobně. Základní roz-  
dělení prostorů v objektu je na vytápěné a nevytápěné.  
Vychází většinou z logického a funkčního oddělení je-  
dnotlivých celků – sklepa, podkrovní, garáže a obytných či  
jiných prostorů.





*Interiéry pasivního domu mohou být pohodlné, krásné i praktické zároveň. Důležité je orientovat místnosti k jednotlivým světovým stranám podle účelu jejich použití a správné vnitřní členění domu.*

Vytápěnou a nevytápěnou zónu je nutné důkladně tepelně oddělit, řešení detailů přitom značně usnadňuje promyšlená volba konstrukcí. Ve vytápěném prostoru dochází k dalšímu členění – dle účelu místnosti, provozního režimu a následně regulace vytápění. Nejen u pasivních domů se obytná část umísťuje na osluněné straně, od jihovýchodu po jihozápad s teplotami kolem 20 °C, ložnice pak k severovýchodu až jihovýchodu, čímž může být případně dosaženo i nižší teploty. Me-

zi nejteplejší místnosti v domě patří koupelny, které je vhodné umístit blíže středu objektu.

Komunikační a skladové prostory se obvykle nacházejí na severní straně domu, případně v nevytápěné části. Takové uspořádání umožňuje lepší využití interiérů i s ohledem na přirozené osvětlení místností a solární zisky okny. Kromě energetických úspor přináší optimální zónování domu uživatelům také zdravotní výhody spojené s teplotně stabilnějším vnitřním prostředím. U pasivních domů se zónování významně neprojevuje zvýšením tepelné ztráty budovy, má však vliv na provozní fungování objektu.

## Materiály pro stavbu

Pro pasivní domy lze použít většinu konstrukčních systémů, univerzální řešení však neexistuje. Podmínkou je, aby obvodová konstrukce pasivního domu kladla dostatečný odpor prostupu tepla. Pro všechny systémy navíc platí obecný požadavek co nejmenší tloušťky nosné konstrukce při dosažení požadovaných izolačních vlastností.

Volba konstrukčního systému ovlivní rychlost, náročnost a cenu výstavby. Podle použitých materiálů rozlišujeme pasivní stavby s lehkými, nebo s masivními konstrukcemi. Mezi lehké patří konstrukce z oceli a dřevostavby, do kategorie masivních řadíme stavby z cihel, pórobetonu a vápenopískových materiálů.

*Také u pasivních domů můžeme využít předností ocelových konstrukcí.*

### Lehké konstrukce

#### Lehká ocelová konstrukce (skelet)

Lehká ocelová konstrukce přináší do světa pasivních domů nové možnosti. Nejenom, že je její životnost prakticky neomezená, ale je také naprosto staticky spolehlivá. S využitím konstrukcí z oceli staví své domy například společnost BAHAL ČR, a. s.

Stavba montovaných staveb je velmi rychlá. Díky ověřené kvalitě materiálů, které navíc nejsou dlouze vystaveny povětrnostním vlivům, trvá jen tři měsíce. Rychlost realizace se výrazně promítne do







*Odhlučňená kanalizace se v pasivních domech postupně stává standardem.*



režijních nákladů stavby, které se výrazně sníží. Vynechání mokrych procesů umožňuje stavět prakticky v každém ročním období.

Odlehčená konstrukce přináší také nižší náklady na přepravu stavebního materiálu. Dům o podlahové ploše 160 m<sup>2</sup> váží zhruba 30 tun je sedmkrát lehčí než cihlová stavba se stejnou výměrou. Lehká konstrukce však neznamená zhoršení statiky – právě naopak, zajišťuje odolnost stavby vůči větru, sněhové zátěži, zemětřesení, záplavě a dalším přírodním vlivům.

Oproti jiným montovaným technologiím působí dům s ocelovým skeletem i při své nízké hmotnosti těžce a stabilně. Jeho celkové tepelně izolační vlastnosti dosahují vysokých standardů i při použití tenké konstrukce – především díky izolaci z kamenné vlny. Z hlediska tepelně izolačních vlastností srovnatelný cihlový dům by musel mít zdi silné 75 cm, aby se vyrovnal budově s lehkou ocelovou konstrukcí, což znamená úsporu materiálu a snížení pořizovacích nákladů na stavbu. Konstrukce má vynikající akustické vlastnosti, kdy hodnoty hluku procházejícího přes izolaci do interiéru nepřesahují 51 dB, což je normou stanovený limit. Standardem bývá odhlučňená kanalizace.

Výraznou výhodou domů s lehkou ocelovou konstrukcí je jejich protipožární odolnost. Kombinace oceli a zateplení kamennou vlnou zajišťuje nadstandardní výsledky – jen pro představu, kamenná minerální izolace má bod tání vyšší než 1 000 °C. Oproti jiným materiálům, které postupem času mění svůj tvar – takzvané pracují – je konstrukce z oceli stabilnější a nehrozí tedy, že by se v budoucnu ve stěnách objevily praskliny. S životností domu se počítá minimálně pro pět až šest generací, tedy přibližně na 120 let.

*Stejně jako ostatní typy konstrukcí, je třeba pasivní dům se skeletem z lehkých ocelových profilů velmi dobře tepelně izolovat.*



Hlavní nevýhodou je vysoká tepelná vodivost oceli (stokrát vyšší, než má dřevo), což se projevuje sníženou efektivitou izolační výplně skeletu. Velmi precizně je nutné vyřešit veškerá napojení konstrukcí – například okenních rámtů, přesahů či žaluziových boxů – kde jinak mohou vznikat tepelné mosty a kondenzovat vlhkost. Kromě toho je nevýhodou nedostatek tepelně-akumulační hmoty v konstrukci a vysoká zabudovaná energie oceli.

## Dřevostavby

Kvalitně provedená dřevostavba se v posledních letech stává synonymem pro energeticky úsporné stavby. Má-li však dosáhnout pasivního standardu, nemůže být použita jen dřevěná konstrukce bez izolace. Stěna by na splnění požadovaných tepelně izolačních vlastností musela

být asi 1,2 m silná a zároveň by byla neúměrně drahá. Proto se dřevo pro pasivní domy používá jen jako konstrukční prvek v množství potřebném pro statickou únosnost. Nosné prvky jsou skryty uvnitř stěny a výsledkem je její menší tloušťka než u masivních staveb.

Pro dřevostavby hovoří ve srovnání s domy z cihel, pórobetonu nebo vápenopískových bloků i rychlost výstavby, její menší náročnost, a tím i nižší náklady.

*Dřevo je pro stavbu pasivního domu velmi vhodným materiálem.*



Lehká konstrukce dřevostavby umožňuje postavit dům nad terénem – odpadá nutnost hydroizolace, protiradonových opatření a eliminují se tepelné mosty při napojení na základy. Nevyžaduje vysoce staticky únosné základy, které lze v případě potřeby zredukovat jen na základové patky. Použití dřeva méně zatěžuje životní prostředí, zejména pokud je z lokální produkce, a také likvidace stavby po jejím dožití je velice jednoduchá.

Pasivní dřevostavby nejčastěji využívají prefabrikované panelové systémy nebo systémy sestavované přímo na stavbě. Výhodou panelových systémů je rychlá výstavba a vzhledem k velice efektivní tovární prefabrikaci i menší cena. V prostředí výrobních hal bez vlivu počasí lze pomocí mechanizace dosahovat nižší pracovní a zároveň vyšší přesnosti. Panely je možné připravit pro instalační vedení už přímo ve výrobě, což zjednodušuje následnou montáž. Po dovozu panelů je samotná výstavba záležitostí několika dnů. Osvědčené panelové systémy je možné doplnit o další souvrství – vnější izolační systém s tenkovrstvou omítkou (ETICS), vnější obklad (rošt, izolace a obklad) nebo vnitřní instalační rovinu.

Systémy sestavované přímo na stavbě vycházejí z tradičního systému rozšířeného v USA, označovaného jako two-by-four (2×4 palce). Při dostatečné zručnosti tesařů umožňuje velkou variabilitu prvků i rychlost výstavby. Svislé dřevěné prvky dohromady s velkoformátovými konstrukčními deskami (OSB, sádrovláknité desky a podobně) tvoří staticky pevnou a velice kompaktní konstrukci. Nejčastěji se používají masivní fošny, kombinované



*Dřevo díky své snadné opracovatelnosti umožňuje výstavbu jak domů klasických, pravouhých tvarů, tak budov zcela netradičních. Vnější povrch domu může být ze dřeva, ale fasádu lze upravit i klasickou omítkou tak, že se dům nebude viditelně lišit od zděných staveb.*

I-nosníky (se stojinami z OSB i tvrdých dřevovláknitých desek) nebo jednoduché příhradové vazníky. Vytváří se tím rošt, do kterého je umisťována izolace, z vnější strany pak zaklopena nejčastěji difúzně otevřenými dřevovláknitými deskami. Výhodou I-nosníků je ve srovnání s masivními fošnami menší spotřeba dřeva, omezení tepelných mostů a větší variabilita tloušťky až do 400 mm. Konečnou vrstvu tvoří omítkový systém i odvětrávaná fasáda. Častý bývá dřevěný obklad ze severského modřínu, který nevyžaduje žádnou povrchovou úpravu.

Zateplení dřevostaveb lze provádět konvenčními izolačními materiály i jejich přírodními alternativami. Vhodnější jsou materiály s menším difúzním odporem, aby vlhkost měla možnost odpařovat se z vrstev konstrukce, neboť dřevo jako přírodní materiál potřebuje dostatečné odvětrání. V opačném případě může dojít k neustálému zvyšování množství zkondenzované vodní páry v konstrukci a následným poruchám. Častěji se využívají izolace na bázi minerálních vln, foukané celulózy nebo jejich přírodní alternativy – dřevovláknité, lněné a konopné i slaměné izolace. Pro zabránění průniku vlhkosti z interiéru do vrstev konstrukce je požadavkem precizně provedená parotěsná vrstva tvořená OSB deskami nebo fólií – parozábranou, která zároveň slouží k zajištění neprůvzdušnosti. Skladba stěn by současně měla být navržena s ohledem na větší difúzní otevřenost vrstev směrem ven.

Největším úskalím dřevostaveb je náročnost na kvalitu návrhu a provedení. Nedostatek zkušeností s dřevěnými konstrukcemi u velké části projektantů a stavebních firem může stavbě velmi uškodit, protože životnost dřevostaveb je přímo úměrná ochraně dřeva, zejména u-



či průniku vlhkosti do konstrukce, která však často nebývá provedena správně. V důsledku menší plošné hmotnosti mají dřevostavby sklon k horším akustickým vlastnostem, střídáním vhodných vrstev materiálů (izolace, desky) a respektováním konstrukčních zásad lze však docílit vysoké míry akustického útlumu. Slabší je u dřevostaveb schopnost akumulovat teplo, projevující se menší tepelnou stabilitou v letním období. Tento nedostatek lze zčásti kompenzovat prvky, jako jsou masivní betonová podlaha, přízdívky, hliněné omítky, zděné vnitřní příčky nebo akumulační stěny k tomuto účelu přímo navržené.

## Masivní konstrukce

Na pasivních domech s masivními konstrukcemi si jejich uživatelé kromě tepelné izolačních vlastností cení také optimální míry tepelné akumulace a tepelné setrvačnosti, umožňujících využití tepelných zisků, které se v konstrukcích mohou shromažďovat. Dostatečná akumulace zabraňuje také přehřívání stavby v letních měsících, ke kterému může u pasivních domů dojít spíše než k nedostatečnému vytápění v zimě. Zároveň je ale stavba dostatečně pružná na to, aby i nízkoteplotní otopné systémy s malým výkonem dokázaly pružně regulovat teplotu v interiéru podle potřeby obyvatel domu.

V případě masivní konstrukce je třeba věnovat větší pozornost tloušťce stěn. Každý metr čtvereční podlahové plochy ušetřený díky tenčí konstrukci stěny znamená výraznou úsporu nákladů. Proto není ekonomicky výhodné používat pro pasivní



stavby zdivo o tloušťce větší než 30 cm. Přestože i tímto způsobem je možné postavit pasivní dům, po zateplení je stěna zbytečně silná a systém jako celek cenově neefektivní.

Stěny z pevných materiálů, jako jsou vápenopískové bloky nebo beton, umožňují dosáhnout subtilní nosné konstrukce s tloušťkou pod 20 cm, takže ani po přidání vnějšího zateplení nebude stěna silnější než 50 cm. Jako tepelnou izolaci je možné bez větších problémů použít všechny běžně dostupné izolační materiály – polystyren, minerální vlnu, izolaci na bázi PUR pěny i jejich přírodní alternativy, například foukanou 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 však kvůli vyšší ceně používá spíše na specifické části stavby.

### Cihly

Přestože pálené cihly mají řadu výhodných vlastností, je při použití odlehčených cihelných tvárcí pro stavbu pasivních domů nutné počítat s určitými omezeními. Snaží se totiž spojit vlastnosti nosného materiálu a izolantu, výsledkem je však kompromis obou.

Až do nedávné minulosti nebylo možné z jednovrstvého zdiva postavit dům splňující podmínky pasivního standardu. V současnosti se však již můžeme setkat s cihlami vhodnými pro jednovrstvé zdivo obvodového pláště pasivních domů. Jedná se o cihly typu therm nebo cihly s dutina-



*Cihla má u nás jako stavební materiál velmi dlouhou tradici. Moderní typy v kombinaci s kontaktním zateplením umožňují i výstavbu domů v pasivním standardu.*

mi naplněnými tepelně izolačním materiálem. Zejména systémy obsahující cihly s tloušťkou nad 40 cm s přidanou izolací jsou ale velice neefektivní. Důvodem je vysoká cena a přes 60 cm silné stěny, která jsou nezbytné pro dosažení potřebného součinitele prostupu tepla.

Pro většinu pasivních budov z cihlového zdiva se proto používají šířky cihel 17,5 cm, 20 cm, 25 cm a 30 cm s kontaktním zateplovacím systémem. Optimálním řešením je sendvičová konstrukce složená ze zdiva do tloušťky 25 cm a přidanou izolací silnou 25 až 30 cm.

Důsledně je u pasivních domů z cihel nutné řešit vzduchotěsnost. Lze dosáhnout hodnot v rozmezí  $n_{50} = 0,2$  až  $0,6 \text{ h}^{-1}$ , což je obdobné jako u konstrukcí z jiných materiálů, výstavba však vyžaduje dokonalou technologickou kázeň, kterou v našich podmínkách není snadné zabezpečit. Hlavní vzduchotěsnicí vrstvu tak tvoří zejména vnitřní omítka a poté omítka vnější.



Nedořešené zatím zůstává spolehlivé kotvení do tohoto materiálu, který je pro dosažení co nejlepších izolačních vlastností vylehčený a křehký. Zejména v napojení konstrukcí (základová deska, stropy, překlady) vykazuje jednovrstvý systém cihelného zdiva lokální oslabení tepelně izolační funkce.

## Pórobeton

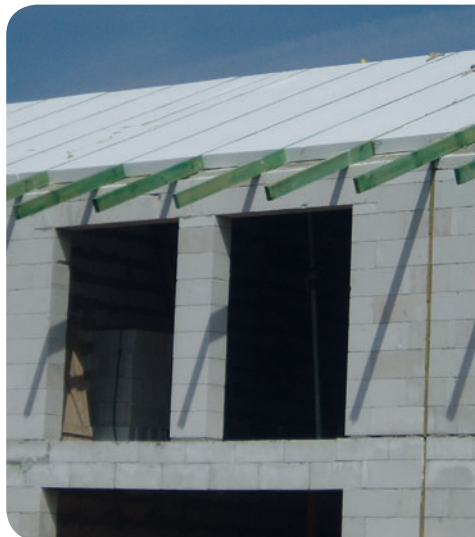
Mezi materiály, které se při realizacích pasivních domů již osvědčily, patří i pórobeton. Obvodová stěna určená pro pasivní domy v sobě kombinuje výhody tradičních jednoplášťových stěn a vícevrstvých superizolačních sendvičů. Nosnou část představuje zdivo z tvárnice tloušťky 300 mm, které je z vnější strany kontaktně obloženo pórobetonovými tepelně izolačními deskami. Spojení těchto materiálů pomocí lehké difúzně otevřené malty vzniká souvrství, které vypadá, a v mnoha směrech i funguje, stejně jako homogenní jednovrstvá zděná stěna. Přitom ale dosahuje součinitele prostupu tepla  $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$  při celkové tloušťce stěny 514 mm.

Výjimečnost tohoto řešení spočívá v tom, že na rozdíl od všech běžných sendvičů s kontaktním zateplením nedochází v této konstrukci k žádné kondenzaci vodních par, což má pozitivní vliv na izolační schopnosti stěny i na její životnost a trvanlivost.

Hlavním omezením je snižování pevnosti materiálu vlivem vlhkosti – nesmí tedy být zabudován pod terén. Vínou malé objemové hmotnosti mají pórobetonové tvárnice v porovnání s vápenopískovou cihlou nebo betonem i slabší tepelně-akumulační schopnosti.

## Vápenopískové cihly

Vápenopískové zdivo představuje pokrokový stavební materiál, jehož obliba v posledních letech stoupá. Důvodem je především optimální kombinace vysoké objemové hmotnosti, mimořádné pevnosti a vynikajících tepelně



*Vlastnosti, umožňující splnění podmínek pasivního standardu, má i pórobeton. Výstavba domu je navíc rychlá a velmi přesná.*



izolačních a zvukově izolačních vlastností, která umožňuje navrhovat nosné stěny s menší tloušťkou. Tím je dosaženo nejen úspory stavebních materiálů a práce při zdění, ale při stávající zastavěné ploše také úspory užité plochy až ve výši 10 %.

I výrobci vápenopískového zdiva se hlásí k energeticky úspornému bydlení. Na trhu je komplexní dvouvrstvý zdicí systém se základem v podobě vápenopískových prvků, který byl navržen přímo pro stavbu tepelně úsporných, nízkoenergetických a pasivních domů. Volitelná tloušťka zateplení (ve standardu od 100 do 240 mm) určuje tepelně-technické vlastnosti obvodového zdiva a tudíž i celkový tepelný odpor stěn.

Součinitel prostupu tepla  $U$  v závislosti na zvolené tloušťce izolace dosahuje hodnot od 0,35 do 0,14  $W/m^2K$ . Projektant či investor si tedy v závislosti na stavebním záměru může požadované výsledné parametry tepelného odporu a součinitele prostupu tepla vybrat. Například obvodová stěna o celkové síle 350 mm včetně omítek a zateplení vykazuje hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,22 W/m^2K$ , což odpovídá běžné jednovrstvé konstrukci zdiva celkové tloušťky 500 mm včetně omítek.

Vzhledem ke své vysoké objemové hmotnosti (1 220 až 1 810  $kg/m^3$ ) a hustotě vápenopískový kvádr výborně akumuluje teplo, což umožňuje pohodlně překlenout teplotní výkyvy mezi dnem a nocí a v přechodných obdobích (na jaře a na podzim) bez zapínání otopné soustavy, čímž se významně sníží spotřeba energie. Vápenopískové zdivo je vhodné i z hlediska



*Dvouvrstvé vápenopískové cihly vyvinuté speciálně pro stavbu energeticky šetrných domů nabízejí velmi dobré tepelně izolační a zvukově izolační vlastnosti a díky své vysoké objemové hustotě dobře akumulují teplo.*

tlumení hluku ( $R_w$  až 56 dB – takzvaná akustická pohoda) a bezpečnosti (kvádry jsou nehořlavé – třída požární bezpečnosti A1), navíc má příznivé parametry příjmu a výdeje vlhkosti (pomáhá udržovat optimální vlhkostní mikroklima).

Jedinou nevýhodou vápenopískových cihel je vysoká hmotnost a tvrdost bloků, kvůli kterým je materiál hůře opracovatelný. V souvislosti s vysokou objemovou hmotností je nutné oddělení v místech napojení konstrukcí (základová deska, atika a podobně), aby nedocházelo ke vzniku tepelných mostů.

## Základem je dokonalá tepelná izolace

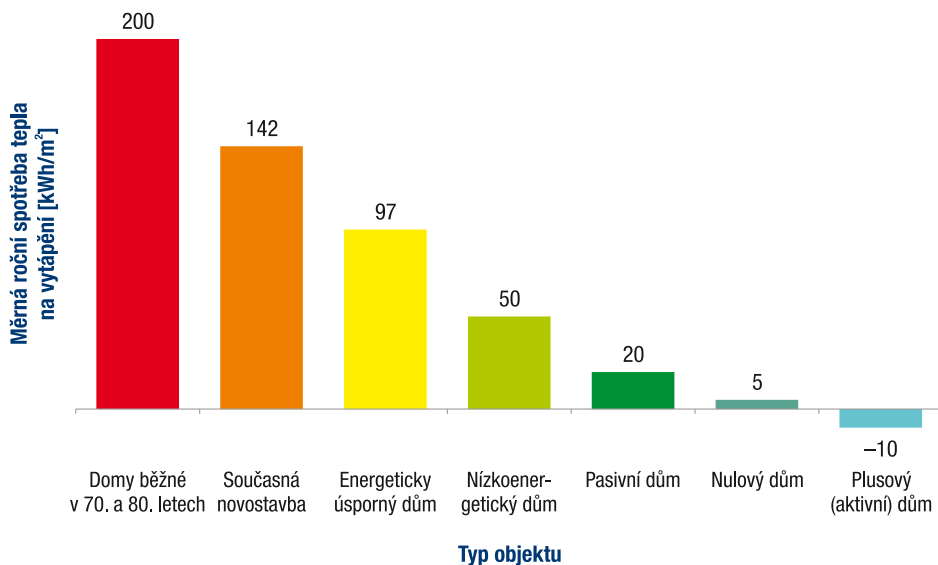
Stavba pasivního domu vyžaduje dokonalé zateplení s použitím co nejúčinnější tepelné izolace. Celá obálka domu musí propouštět jen minimum tepla, z pohledu současné běžné výstavby až extrémně málo. Vhodná tloušťka izolace se určuje výpočtem a běžně se pohybuje kolem 30 cm izolace u stěn, v konstrukci střechy může být až 40 cm silná. Na zateplení se nevyplatí šetřit, protože izolační materiál sám o sobě nepředstavuje v rozpočtu stavby vysokou položku a navýšení tloušťky zateplení se na celkových nákladech projeví jen minimálně.

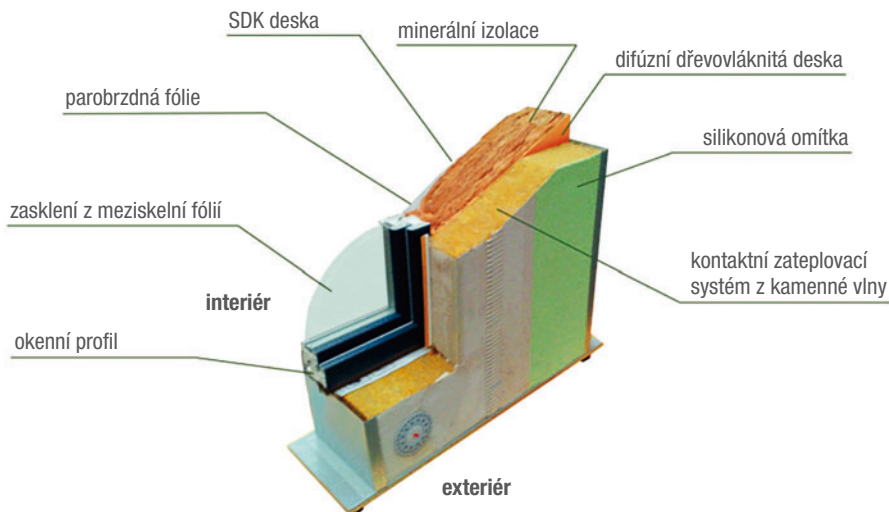
Aby zateplení správně plnilo svou funkci, musí být provedeno bez přerušení, spár a zbytečných prostupů, které by vytvářely takzvané tepelné mosty. Volba vhodného izolantu a především jeho správná instalace splňující předepsané technické parametry jsou základní podmínkou dosažení požadovaných tepelně izolačních parametrů stavby. Nekvalitní montáží navíc můžeme vlastnosti i té

nejlepší izolace naprosto zmařit. I jedna nezateplená plocha může znamenat velké úniky tepla a vznik tepelných mostů. Teplu nesmíme dát možnost se ztrácet v žádné části domu, proto je nutné zateplit jak všechny stěny, tak střechu a podlahu směrem k zemině nebo suterénu.

Zateplení vždy vybíráme podle požadavků na výsledné parametry stavební konstrukce. Zajímat by nás měl součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$ , tloušťka izolačního materiálu a technologie provedení zateplení. Pasivní domy se zpravidla zateplují deskami z minerální vlny nebo polystyrenu, další možností je použití speciálních tvárců, obsahujících tepelný izolant a doplněných termoizolačním systémem.

### Měrná roční spotřeba energie na vytápění rodinného domu





*Řez obvodovou stěnou pasivního domu s lehkou konstrukcí ukazuje jedno z možných řešení – kombinaci minerálních desek a zateplení z kamenné vlny.*

Zateplení můžeme provádět z vnější, nebo z vnitřní strany objektu, tepelnou izolaci je ale možné umístit také dovnitř konstrukce stěny. Pro pasivní domy se doporučuje zvolit zateplení obvodového pláště. Zdivo je pak schopné hromadit teplo vznikající uvnitř objektu, lépe zabraňuje průniku vlhkosti do interiéru a uvnitř domu nedochází k růstu plísní.

Pozornosti při zateplování nesmí uniknout střecha. Na střeše musíme počítat s ukládáním zkondenzované vody do izolace, proto je nutné použít takzvanou provětrávanou střešní konstrukci. S tímto problémem se dá bojovat i pomocí několika speciálních fólií, které se umísťují na vnitřní i vnější straně objektu. Z vnější strany

chrání izolaci difúzní fólie, která zabraňuje zatečení vody a současně nebrání vodním páram vycházet ven.

Až 15 % tepla může unikat podlahou. Proto je důležité zateplit i tato místa. Navíc pro pasivní dům je vhodné využít podlahu, podobně jako u zdí, k akumulaci tepla pro celý dům. Nejčastěji se k izolaci podlahy používají desky z extrudovaného polystyrenu silné 100 až 300 mm. Další možností jsou lehčené nebo izolační betony s obsahem perlitu, keramických perel či drceného polystyrenu.

Stejně jako u materiálu na stavbu pasivního domu, také v případě izolací můžeme volit z více variant. Čeho bychom si ale měli všimnout nejdříve, je součinitel tepelné vodivosti  $U$  každé izolace. U obvodových stěn by se měl po přepočtu pohybovat v rozmezí 0,10 až 0,15 W/m<sup>2</sup>K.

Následně už lze vybírat mezi minerální vlnou, skelnou vatou, polystyrenem, fukanou celulózou, konopím, ovčí vlnou, nebo dokonce slámou. Každý z materiálů vyniká v jiné vlastnosti, proto optimální řešení volíme také s ohledem na místo, kde chceme zateplení aplikovat. Například pro střešní izolaci je vhodná minerální vlna, neboť má vysokou požární odolnost.



### **Střecha**

Pasivní dům lze obecně postavit s jakoukoli střechou – plochou, pultovou, nebo sedlovou – výhodnější jsou však konstrukce s malým sklonem 0,5 až 20°. Kvůli vysokým nárokům na tepelně izolační vlastnosti a utěsnění je vhodnější vybírat ze systémů, jejichž prvky mají jednodušší detaily napojení, izolování a menší objem.

Plochá střecha je z konstrukčního hlediska méně složitá, ochlazovaná plocha má menší rozměry a její cena je, vzhledem k ploše, kterou je potřeba zajistit izolací, niž-

ší. Na rozdíl od sedlové střechy je možné využít celý půdorysný prostor místnosti bez šikmin. Plochým střechám byla dříve vytýkána špatná kvalita a časté zatékání, použití moderních materiálů a nových technologií však tento problém odstranilo.

Plochá střecha často nesplňuje představy investorů, kteří dávají přednost střechám šikmým, zejména pultovým. Ty totiž vytvá-

*Pro pasivní dům jsou typické ploché střechy, nebo střechy s mírným sklonem. Zásadní podmínkou pro všechny typy je ale důraz na jednotlivé prvky, které mají jednodušší detaily napojení, důkladnou izolaci a menší objem.*





*Abychom minimalizovali únik tepla a co nejlépe mohli využívat energii slunečního záření, měly by otvorové výplně – okna a další velké prosklené plochy domu – směřovat k jihu, jihovýchodu nebo jihozápadu.*

řejí nakloněnou rovinu s jednou vyšší obvodovou stěnou, kterou lze využít pro instalaci solárních panelů.

Základem každé střechy pasivního či nízkoenergetického domu je důsledný návrh tepelné izolace. Přímý tepelný most krokví dnes částečně odstraňuje běžný systém zateplení pod a mezi krokve. Rovněž je nutné zohlednit volbu materiálu a provedení parozábrany, která tvoří ochranu proti proudění teplého vzduchu do skladby střešního pláště.

Při cenové kalkulaci střechy pasivního domu je třeba počítat s vyšší částkou než u běžných staveb. Výsledná hodnota střechy ale narůstá nejen kvůli ceně kvalitnějšího materiálu a pokládce silnější tepelné izolace, ale zvyšuje se i v důsledku odborné a preciznější práce při montáži střešní konstrukce, která je pro dosažení požadovaných parametrů nezbytná. Investice se však vrátí nejen v podobě úspor za teplo, ale i delší životnosti.

## Okna

Okna v pasivním domě plní hned několik nezastupitelných funkcí a neexistuje žádný jiný typ stavby, kde by na ně byly kladeny tak vysoké nároky. I když běžně vykazují zhruba pětkrát horší tepelné izolační vlastnosti než obvodová konstrukce a budou v tomto směru vždy nejslabším prvkem pasivního domu, rozhodně to neznamená, že nezáleží na jejich výběru – právě naopak.

## Zelená střecha

Také u pasivních domů se lze setkat se zelenou střechou pokrytou vegetací. Díky omezení mechanického opotřebení vnějšími vlivy (působení slunce, větru, deště) prodlužuje toto řešení životnost střešního pláště a funguje jako přirozený izolant. V zimě se chová jako další vrstva tepelné izolace, v létě díky odpařování vlhkosti ze zeminy střešní pláště naopak ochlazuje. Zelená střecha vyžaduje odborný návrh a precizní provedení. Její instalace je nevýhodná na střechy se sklonem nad 30°, které mají konstrukčně větší povrch a jsou tak hůře využitelné, navíc umístění prvků umožňujících růst zeleně na ně bývá komplikovanější a dražší.

### Jak správně větrat?

Rozhodneme-li se v pasivním domě vyvětrat, platí obecné zásady, které bychom měli dodržovat v kterékoliv stavbě. Větráme krátce a intenzivně – okno otevřeme dokořán zhruba na 5 až 10 minut několikrát denně. Tento způsob nám zajistí výměnu vzduchu poměrně rychle, bez výrazných energetických ztrát a bez prochladnutí vnitřních konstrukcí a zařízení.



*Výborné tepelně izolační vlastnosti musí mít u pasivního domu všechny jeho prvky – včetně oken, dveří a jejich napojení na stavební konstrukci, ve které jsou usazeny. Prosklené otvorové výplně jsou z hlediska tepelných ztrát nejslabším článkem domu, jejich výběru je proto nutné věnovat zvýšenou pozornost. Na snímku řez oknem s izolačním trojsklem.*

Otvorové výplně v pasivním domě musí splňovat hned několik požadavků. Hodnota součinitele prostupu tepla celým oknem včetně rámu musí být menší než  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Při zasklení trojskly vyplněnými vzácným plynem (případně zasklívací jednotkou Heat Mirror) běžně dosahuje hodnoty  $U_g < 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a to při vysoké propustnosti pro sluneční záření (i nad 50 %). Nezbytnou podmínkou je minimalizace tepelných mostů v místě usazení okna do stěny. Řešením je umístění do vrstvy tepelné izolace a použití kvalitních izolovaných rámu s přeťažením izolace.

Druhou velmi významnou úlohu plní okna v pasivním domě tím, že umožňují solární zisky. Sluneční záření, které jimi proniká do interiéru, tvoří významný příspěvek k pokrytí potřeby tepla na vytápění. Úspory energie mohou díky solárním ziskům okny v optimálních případech dosahovat až 40 %. Podmínkou je orientace prosklených ploch domu na jižní, jihovýchodní, případně jihozápadní stranu a správně zvolená velikost a kvalita prosklení. Severně orientovaná strana musí mít prosklených částí minimum.

Velké skleněné plochy stěn spolu s orientací vůči nejslunnějším světovým stranám ale mohou přinášet i ne-

*Kromě správné orientace vůči světovým stranám je u oken nutné pamatovat také na možnost účinného zastínění.*



příjemné přehřívání interiéru. Proto je již v době přípravy projektu důležité nezapomenout na vhodné stínění. Nejčastěji jsou využívány horizontální přesahy, venkovní žaluzie a další prvky stínící techniky. Pomocí může i promyšlené osázení zahrady dřevinami, díky kterým lze v interiéru udržet pohodové prostředí snáze.

## Větrání

Kolem větrání v pasivních domech stále koluje řada mýtů. Nejčastěji se setkáme s tvrzením, že v nich není možné běžně otvírat okna a větrat, což řada ze zájemců o tento typ bydlení považuje za zcela zásadní omezení a tuto myšlenku opouští. Ve skutečnosti není žádný důvod k tomu, abyste si v pasivním domě nemohli otevřít okno – nic kromě jednorázové výměny malého množství tepla tím nezpůsobíte. Pravdou ovšem je, že majitelé pasivních domů potvrzují, že necítí potřebu okna otvírat a větrat jimi. Jak je to možné?

Výměnu vzduchu v pasivních domech zajišťuje systém řízeného větrání, který přivádí čerstvý vzduch dovnitř a odpadní vzduch vyvádí ven. V interiéru budovy vzduch rovnoměrně proudí celým prostorem, aniž při tom vzniká jakýkoliv průvan. Systém řízeného větrání nám navíc zaručuje vysokou kvalitu vnitřního prostředí, protože veškerý přichozí vzduch prochází filtry, schopnými zachytit prachové, případně i pylové částice. Kromě toho je možné systém řízeného větrání rozšířit o technologie zvyšující energetické úspory. U pasivních domů je proto zcela běžné, že řízené větrání doplňujeme systémy pro rekuperaci tepla.



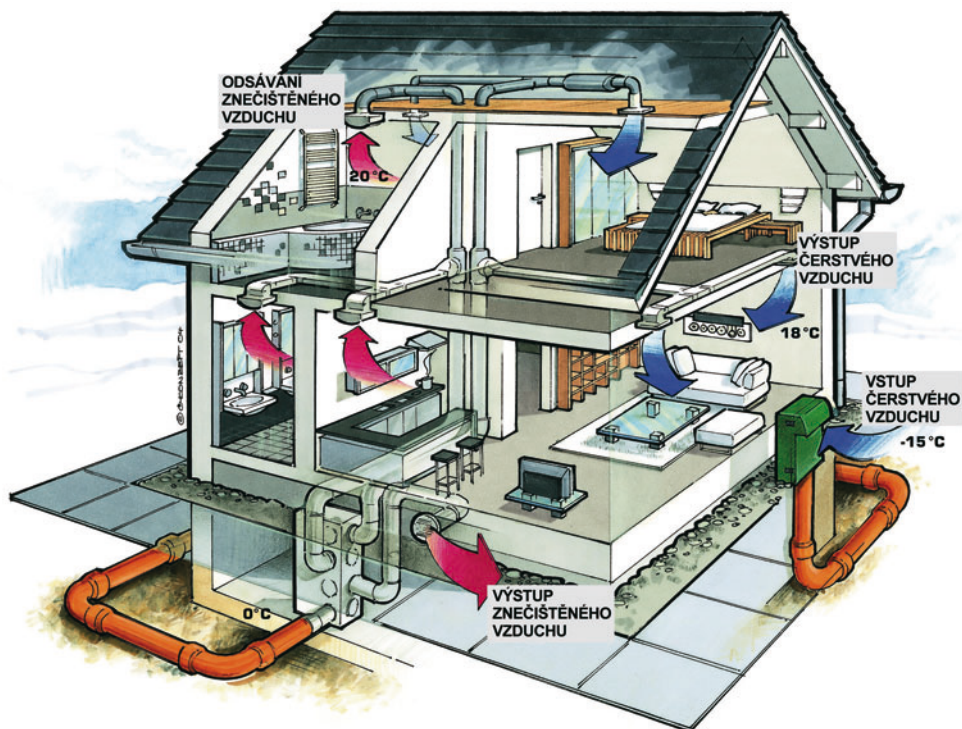
*Nezbytnou součástí pasivního domu jsou vzduchotechnická jednotka a rozvody pro řízené větrání.*

## Řízené větrání s rekuperací tepla

Zpětné získávání tepla z použitého vzduchu je založeno na využití přírodních tepelných zdrojů ve spojení s moderní technologií. V podstatě jde o to, že vzduch, který jsme v objektu ohřáli, použili a požadujeme jeho výměnu za čerstvý, odvádíme ven místo obvyklého vyvětrání oknem přes tepelný výměník rekuperační jednotky. Přes stejnou jednotku přivádíme do budovy čerstvý vzduch, který na výměníku odebírá teplo vzduchu použitému. Obě cesty jsou přitom hermeticky odděleny.

Tak se značná část energie použité na vytápění vrací zpět. Ohřátý čerstvý vzduch je pak s minimální energetickou ztrátou vzduchovody rozveden do místností. Ohřátý čerstvý vzduch je díky účinnosti rekuperační jednotky jen o málo chladnější než vzduch, který byl z místnosti odveden. Tuto tepelnou ztrátu lze levně nahradit některým z doplňkových zdrojů.



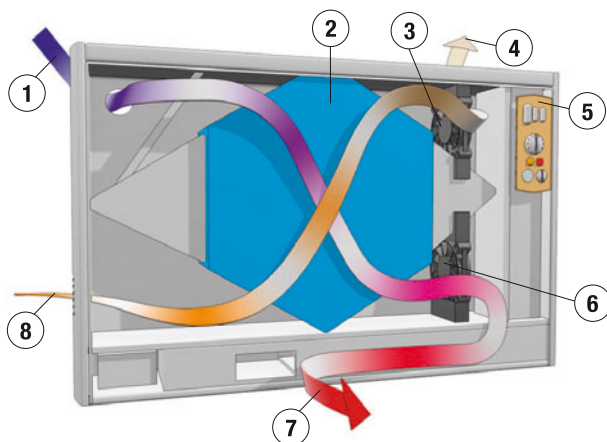


Řízené větrání s rekuperací tepla zajišťuje obyvatelům pasivního domu stálý přísun čerstvého vzduchu. Ten vstupuje do větracího systému průduchem vně domu, předehřívá se průchodem zemním vedením a ve výměníku získává velkou část tepla odpadního vzduchu odváděného z domu. Obě cesty jsou hermeticky odděleny, čerstvý a odpadní vzduch se tedy nemísí. Čistý a ohřátý vzduch je prostřednictvím rozvodů distribuován do obytných místností domu. Odpadní vzduch je odsáván z kuchyně, koupelny a toalety, kde obsahuje nejvíce vodní páry a nežádoucích pachů.

### Rekuperace není klimatizace!

Někdy je rekuperace chybně zaměňována za klimatizaci, jedná se však o zásadní omyl. Větrání s rekuperací upravuje teplotu vzduchu a jeho vlhkost pouze v rámci přirozené kondenzace a výměny tepla na rekuperačním výměníku. U jednotek s možností dohřevu lze teplotu ještě dodatečně zvýšit, nelze však řízeně upravovat vlhkost ani aktivně chladit. Klimatizační jednotky pracují na jiném principu. Obsahují prvky aktivního chlazení, ve velké míře je využívána také cirkulace vnitřního vzduchu, který je chlazen či dohříván a znovu přiváděn do místností. Lze jej také dovlhčit či odvlhčit. Množství vzduchu, se kterým klimatizace pracuje, je mnohem vyšší.

- 1 – přívod venkovního vzduchu
- 2 – rekuperační výměník tepla
- 3 – ventilátor
- 4 – odpadní vzduch odváděný mimo dům
- 5 – ovládací panel
- 6 – ventilátor
- 7 – přívod předehřátého vzduchu do místnosti
- 8 – odvod znečištěného vzduchu z místnosti



Výměník tepla v rekuperační jednotce využívá přirozeného principu, kdy teplo samovolně přechází z tělesa s vyšší teplotou na objekt chladnější. Aby tato výměna byla efektivní, musí být plocha, jejímž prostřednictvím odpadní vzduch (8) předává teplo čerstvému (1), co největší a z tepelně dobře vodivého materiálu. Výměníky proto bývají výrazně žebrované a vyrobené ze slitin hliníku. Jak čerstvý chladný vzduch, tak teplý odpadní do výměníku vstupují pod tlakem, aby jejich průchod byl dostatečně rychlý.

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). S ohledem na tlakové ztráty bychom měli dbát na co nejkratší rozvody vzduchotechniky a technickou místnost s rekuperační jednotkou umístit pokud možno co nejbližší středu domu.

Kontinuální větrání zabraňuje kondenzaci vlhkosti, množení plísní a zatuchlosti, které jsou typické pro nevětrané domy. Velmi důležité je i to, že se díky řízenému větrání s rekuperací tepla zbavíme problémů s radonovou zátěží. Systém lze instalovat nejen do nových nízkoenergetických a pa-

sivních domů, ale i do rekonstruovaných objektů a jednotlivých bytů. Přináší také způsob, jak výrazně omezit hluk zvenčí, který nás stále více obtěžuje.

Významným přínosem je pozitivní vliv na zdraví lidí. Život v prostředí s celoroční tepelnou pohodou působí nejen na naše fyzické, ale i psychické zdraví. Lze se díky němu zbavit nespavosti, bolestí hlavy, jsme schopni se více soustředit na práci i své koníčky a po dlouhou část dne máme možnost vyhnout se reakcím na alergeny šířící se vzduchem.

Přestože řízeným větráním s rekuperací ušetříme velkou část nákladů na výrobu tepla, o které bychom při běžném větrání okny přišli, a výhody zřetelně převažují, je správné zmínit i nedostatky. V první řadě musíme u řízeného větrání s rekuperací počítat s vyšší pořizovací cenou a návratností kolem 25 let. Na vzduchotechniku ale není možné pohlížet jen v souvislosti s energetickými úsporami – systém má za úkol především udržovat kvalitní vnitřní prostředí.

Nevýhodou může pro někoho být nutnost pravidelných kontrol a údržby a u některých typů složitější ovládání. Zanedbá-li se servis (zejména pravidelné výměny filtrů), systém nefunguje správně a zvyšuje se spotřeba elektřiny. Pozor je třeba dát na nekušenost řady firem a s ní související chyby. V důsledku nekvalitní regulace systému může například docházet k vysoušení vzduchu nebo zvýšení hluchnosti. Nejedná se přitom o problém samotného systému, jako spíš jeho nesprávného návrhu nebo provedení.

Většinu potenciálních uživatelů napadne otázka, co se stane v případě, že dojde k výpadku elektřiny nebo poruše systému. Je to jednoduché – bude se větrat okny jako ve všech běžných obytných stavbách. Podnětem pro vyvětrání by stejně jako v „běžném“ domě měl být pocit „vydýchaného“ vzduchu. Takto ostatně většina obyvatel pasivních domů funguje mimo topnou sezónu. Systém řízeného větrání s rekuperací mají vypnutý a větrají okny.

### Neprůzdušnost

Jedním z hlavních požadavků, které je nutné splnit, chceme-li dosáhnout pasivního standardu domu, je vysoká míra těsnosti jeho obálky, která zabraňuje únikům tepla a kondenzaci vlhkosti v konstrukci. Poměrně často se lze setkat s mylným tvrzením, že dokonalá těsnost je

nežádoucí, protože dům přeci potřebuje dýchat. V pasivním domě však výměnu vzduchu zabezpečuje nucené větrání, takže o odvod nadbytečné vlhkosti a vydýchaného vzduchu se není třeba starat.

S těsností obálky je spojena i efektivita zpětného zisku tepla z odpadního vzduchu. Proto je už ve fázi projektování nezbytné navrhnout spojitou vzduchotěsnou obálku bez zbytečného přerušení kolem celého objektu. Na to musí navázat stejně důsledná realizace na základě stavební dokumentace a důsledného stavebního dozoru.

U masivních staveb je vzduchotěsnost stěn zajištěna vrstvou omítky bez prasklin, u dřevostaveb plní funkci vzduchotěsnicí vrstvy desky – například OSB (z lisovaných štěpek) – nebo fólie se spojí přelepenými speciální páskou. Obdobně důležité je důkladně zkontrolovat utěsnění oken a všech napojení a prostupů konstrukcí. Pouhé vyplnění spár PUR pěnou nestačí – přechody mezi různými konstrukcemi, nejen mezi okny a stěnami, je nutné utěsnit vhodnou páskou, tmelem nebo fólií.

## Co způsobí netěsnost obálky pasivního domu?

- intenzivní transport tepla a vlhkosti prouděním
- zvýšenou tepelnou ztrátu
- zvýšené riziko kondenzace vzdušné vlhkosti
- zvýšené riziko růstu plísní
- nežádoucí proudění vzduchu (průvan)
- šíření kontaminantů
- zhoršenou zvukovou neprůzvučnost
- zhoršenou funkci větracího systému



# Zjišťování problémových míst

V určité fázi stavby, kdy ještě nejsou konstrukce zcela zakryty, je vhodné provést některé z testů, případně zvolit i další metody, sloužící k odhalení problémových míst, které by v běžném provozu pasivního domu zhoršovaly požadované parametry. Načasování je vhodné po instalaci zateplovacího systému, kdy se mnohdy vyskytují značné problémy. Ve většině případů jsou závady spojeny s nevhodným technologickým postupem, který vede ke vzniku takzvaných tepelných mostů.

## Tepelné mosty

Tepelnými mosty nazýváme místa, kterými dochází ke zvýšeným únikům tepla



z vytápěného prostoru. Prochází jimi na jednotku plochy mnohem více tepla než okolní konstrukcí. Tepelný most si můžeme představit jako proud vody vytékající prasklinou z naplněné hráze. V praxi se tepelné mosty projevují chladnějším místem v interiéru, respektive teplejším místem v exteriéru (pokud je interiér teplejší než exteriér).

Zvýšený tepelný tok proudící z teplé místnosti často vyvolává kromě vyšších tepelných ztrát také problémy spojené s vyšší kondenzací vlhkosti v daném místě – růst plísní a snížení životnosti stavebních prvků a konstrukcí.

Tepelné mosty mohou být:

- **systémové** – takové tepelné mosty se pravidelně opakují a jejich vliv musí být již v rámci projektu zahrnut do součinitele prostupu tepla konstrukcí. Jde například o krokve, mezi kterými je tepelná izolace v podkroví, o maltové lože u zděných staveb nebo o různé přičky u tepelně izolačních tvarovek, které jsou určeny pro prolití betonem. Při stavbě domu je velmi důležité kontrolovat, zda dodavatel skutečně provádí stavbu tepelně izolační maltou (jak obvykle předepisuje stavební projekt), nebo zda „šetří“ a používá ke zdění standardní maltu.
- **nahodilé** – tyto tepelné mosty se v konstrukci pravidelně neopakují. Mohou být buď lineární (liniové – například při nesprávném napojení konstrukce podlahy a stěny), nebo bodové (například při prostupu ocelového I-profilu obvodovou konstrukcí nebo ukotvením tepelné izolace).
- **tepelné vazby** – vznikají na styku dvou či více růz-

*K největším ztrátám tepla dochází na rozhraní prosklených částí domu a konstrukce. Existuje ale řada míst, kde bychom úniky nečekali. K jejich odhalení nám může pomoci například termokamera.*



ných konstrukcí. Nejde tedy o klasický tepelný most, kdy je tepelná izolace zeslabena či přerušena jinou konstrukcí, ale ke zvýšenému tepelnému toku dochází v důsledku odlišných vlastností jednotlivých materiálů. Může se jednat například o napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu, napojení stěny na okno, napojení stěny na základy a podobně.

Tepelné mosty je možné dále rozdělit na:

- **stavební** (napojení dvou konstrukcí, například základu stavby a stěny, stěny a okna či dveří, vstup potrubí)
- **geometrické** (geometrické změny konstrukce, například roh stěn, uskočení)
- **systematické** (v konstrukci se opakující místa s horšími tepelně izolačními vlastnostmi, například krokve mezi izolací ve střeše, maltové lože mezi cihlami)
- **konvektivní** (zde může docházet k přenosu energie přes tepelnou izolaci prouděním, například v netěsných střešních konstrukcích)

## Termovizní měření

K detailnímu zjištění úniku tepla se stále častěji používá termovizní měření. Jedná se o bezkontaktní způsob



*Jedním z nedocenitelných pomocníků při kontrole kvality provedení stavby je termokamera. S její pomocí lze velmi rychle odhalit všechna místa, kterými z domu uniká teplo.*

kontroly kvality stavebních prací a odhalení vad stavebních konstrukcí a prvků. Umožňuje získat přehled o rozložení povrchových teplot v jednotlivých bodech snímaného povrchu. Termovizní měření je vhodné provádět v brzkých ranních hodinách, kdy není zkraslováno například vlivem slunečního záření akumulovaného do konstrukcí na jižní straně budovy. Pro měření je optimální období, kdy se teplota pohybuje několik po sobě následujících dnů pod bodem mrazu.

Uvažujete-li o zateplení objektu, případně výměně oken, je vhodné před zahájením stavebních prací provést termovizní měření aktuálního stavu. Pomůže detailně lokalizovat „slabá místa“ v konstrukci a v případě, že se provede termovizní měření i po uskutečnění vlastní rekonstrukce, může sloužit také k porovnání původního a konečného stavu. Cena termovizního měření včetně protokolu se pohybuje od 2 500 Kč (pro zákazníky PRE), v porovnání s náklady na případnou realizaci se tedy jedná jen o minimální částku navíc.

*Na snímku z termokamery je dobře patrná nízká povrchová teplota zateplené části panelového domu (vpravo) a vyšší teplota fasády bez izolace (vlevo) v důsledku tepla unikajícího z interiéru.*

### Blower Door test

Nejčastěji používaným testem, ověřujícím vzduchotěsnost, je Blower Door test. Jeho princip je jednoduchý – ventilátor umístěný ve dveřním nebo okenním otvoru vytváří podtlak nebo přetlak a současně se provádí měření průtoku vzduchu. Výsledkem je objem vzduchu vyměněného za hodinu  $n_{50}$ . Hodnota  $n_{50}$  musí být menší než  $0,6 \text{ h}^{-1}$ , to znamená, že při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi interiérem budovy a vnějším prostředím 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 odstranit slabá místa. V opačném případě by byly hledání a oprava netěsností složité a neúměrně nákladné. Nežádoucí netěsnosti znemožňují nucenou výměnu vzduchu a ruší funkci řízeného větrání. Neopravují se pouze ty netěsnosti, které byly vytvořeny záměrně jako součást větracího systému.

### Wincon test

Rychlou a jednoduchou kontrolu kvality neprodyšné vrstvy, ale také optimální prevenci skrytých vad při částečné přejímce díla umožňuje zjednodušená metoda měření neprůvzdušnosti stavební konstrukce – takzvaný Wincon test.

Metoda je postavena na jednoduchém měření rozdílu tlaků ve stavební konstrukci a mimo ni a slouží pouze pro základní



*Abyste na základě výsledků Blower Door testu dali opravit všechny netěsnosti, je třeba měření pečlivě připravit a zjištěné údaje odborně vyhodnotit.*

kontrolu. Výkonný ventilátor se instaluje do okna nebo dveří a vytvoří v budově podtlak o hodnotě 50 Pa. Vinou netěsností v neprodyšné vrstvě vniká dovnitř vzduch a toto proudění můžeme zřetelně cítit na hřbetu ruky nebo vidět za pomoci kouře ze speciálních trubiček. Ideální je provést kontrolu ještě před obložením vnitřních stěn.

# Technické vybavení pasivního domu

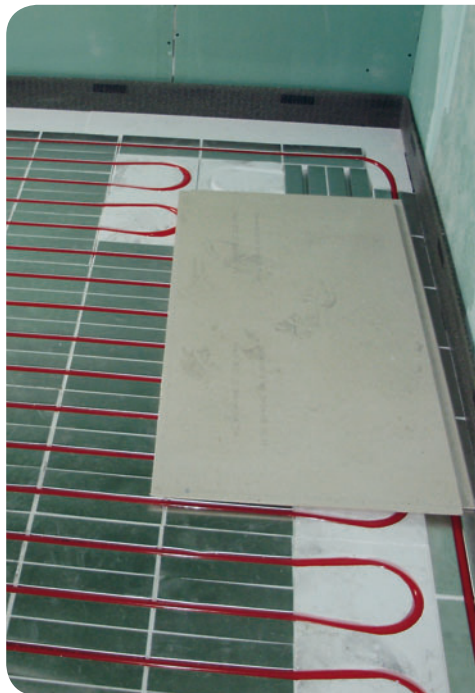
## Vytápění

Vzhledem k tomu, že pasivní domy bývají standardně vybaveny jednotkou pro řízené větrání s rekuperací tepla z odpadního vzduchu, je potřeba energie na vytápění několikrát nižší než u běžných budov. Tomu je třeba přizpůsobit výběr typu a výkonu tepelného zdroje zajišťujícího vytápění v nejchladnějších dnech roku.

V úvahu připadá několik možností – vytápění vzduchem, klasické zdroje tepla (stěnové, stropní či podlahové nízkoteplotní vytápění) a přímotopné systémy (krbová kamínka, topné fólie, malé radiátory).

Oblíbené teplovzdušné vytápění je dnes v pasivních domech již standardním řešením. K dohřívání vzduchu, které vyrovnává tepelné ztráty domu, dochází buď ve výměníku, nebo pomocí elektrické spirály za rekuperační jednotkou. Do interiéru je pak ohřátý vzduch rozváděn společně se vzduchem čerstvým. Teplovzdušné vytápění může být doplněno zařízením zajišťujícím nucený oběh vzduchu. Systém s cirkulací je náročnější na prostor, dokáže ale zabezpečit pokrytí vyšší potřeby tepla v krátkém čase.

Novinkou posledních let jsou elektrické sálavé fólie, které jsou instalovány ve formě stěnového či stropního systému v sádkartonových konstrukcích anebo se zabudo-



*Podlahové topení jako typický zástupce nízkoteplotního vytápění, je efektivním a ve spojení s tepelným čerpadlem i výsoce ekonomickým řešením pro udržení tepelné pohody v pasivním domě.*

## Nebude nám v pasivním domě zima?

Určitě ne. Pasivní dům udržuje díky kvalitní izolační vrstvě a systému nuceného větrání víceméně stálou teplotu v průběhu celého roku. Díky zvýšené akumulační schopnosti navíc zdi lépe udržují teplo, čímž zvyšují takzvanou tepelnou pohodu. To znamená, že i při teplotách mezi 20 a 21 °C se lidé v pasivním domě cítí stejně pohodlně, jako kdyby bylo v běžném domě 23 až 24 °C. Každý stupeň teploty navíc přitom představuje navýšení spotřeby energie o 6 až 10 %.

### Nezapomeňte na kvalitní regulaci

Správně zvolený zdroj tepla s odpovídající kapacitou je nutné doplnit kvalitní regulací. Zejména u pasivních domů nemusí být zdroje o nízkém výkonu, avšak se špatnou regulovatelností, vhodným řešením, protože nedokážou pracovat v optimálním režimu po celý rok.

vávají do podlahy. Nekladou tedy žádné nároky na prostor v interiéru. Jejich velkou výhodou je maximální plocha topného povrchu, díky kterému jsou místnosti vytápěny rovnoměrně. Energetická úspora tkví v oteplení konstrukcí, což zaručí tepelnou pohodu i při nižších teplotách vzduchu uvnitř budovy. Cenově příznivé elektrické přímotopné fólie jsou navíc jednoduše regulovatelné.

Pasivní dům lze efektivně vytápět také kamny na biomasu. V tomto směru jsou velmi výhodná peletková kamna s auto-



matickým zásobníkem, která mají navíc minimální požadavky na obsluhu – stačí zásobník naplnit palivem a kamna si je budou dávkovat sama. Zakoupit lze i model ovládaný dálkově, například mobilním telefonem. Klasická krbová kamna nesmí mít příliš vysoký výkon, aby nedocházelo k přetápní interiéru a tedy i plýtvání energií. Krb se do pasivní stavby nedoporučuje jednak vzhledem k velkým tepelným mostům, jednak kvůli horší regulovatelnosti a s tím spojenému riziku přehřívání budovy.

Také u pasivních domů jsou vítané alternativní zdroje tepla. S velmi nízkými provozními náklady budete vytápět pomocí tepelného čerpadla. Pokud není k dispozici plyn či biomasa, jedná se o jediný zdroj, se kterým lze splnit požadavek na maximální spotřebu primární energie, aby mohl být dům zařazen mezi pasivní.

U staveb v pasivním standardu je často využíváno nízkoteplotní vytápění, které je méně náročné na spotřebu energie a lze jím snáze dosáhnout rovnoměrného rozložení teploty v místnostech. Topidla bývají zabudována do

*Zejména pro větší pasivní domy s vyšší celkovou spotřebou energie je ekonomicky výhodné i vytápění pomocí tepelného čerpadla.*





konstrukce a neruší tak vnímání prostoru – nejčastěji se jedná o podlahové nebo stropní vytápění v podobě elektrických topných rohoží nebo fólií.

## Příprava teplé vody

Nejvíce energie ušetří pasivní domy výrazným snížením potřeby tepla na vytápění domu. O to výraznější díl ale připadá na ohřev teplé vody, kde naše požadavky zůstávají neměnné. Protože teplou vodu využíváme po celý rok, jsou náklady na její přípravu vysoké. Snížit je můžeme až o 75 % – díky solárním kolektorům.

Systémy využívající energii slunečního záření představují účinné opatření snižující náklady na ohřev teplé vody, a to i v našich klimatických podmínkách. Jak ukazuje praxe, systém solárního ohřevu dokáže od začátku dubna do začátku října pokrýt veškerou spotřebu teplé vody v domácnosti.

Životnost současných kolektorových systémů se odhaduje nejméně na 25 let – mimo jiné i proto, že neobsahují kromě čerpadla žádné součásti, které by podléhaly mechanickému opotřebení či korozi. Řada firem dnes nabízí solární kolektory spolu s kondenzačním kotlem ve vý-

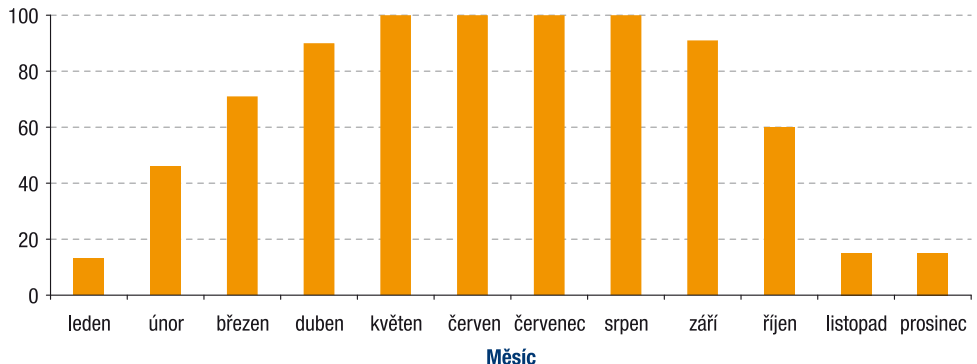


*Pro přípravu teplé vody je výhodné využít další z alternativních zdrojů – energii slunečního záření. Na snímku svisle umístěné solární kolektory.*

hodných satech, které představují aktuálně nejvýhodnější řešení pro ohřev vody.

Solární kolektory jsou účinné i v zimě. Jak potvrzují jejich uživatelé, i když venkovní teplota klesne k  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kolektory jsou

### Podíl solární energie na přípravě teplé vody



*Graf zachycuje podíl solárního ohřevu teplé vody na její celkové spotřebě pro území České republiky.*

schopny při jasném počasí dodat vodě dostatek tepla. Při teplotě kolem 0 °C dokáže solární systém vodu v zásobníku zahřát až na 45 °C. V době, kdy slunce právě nesvítí, se ohřev automaticky přepne na záložní zdroj – například na tepelné čerpadlo.

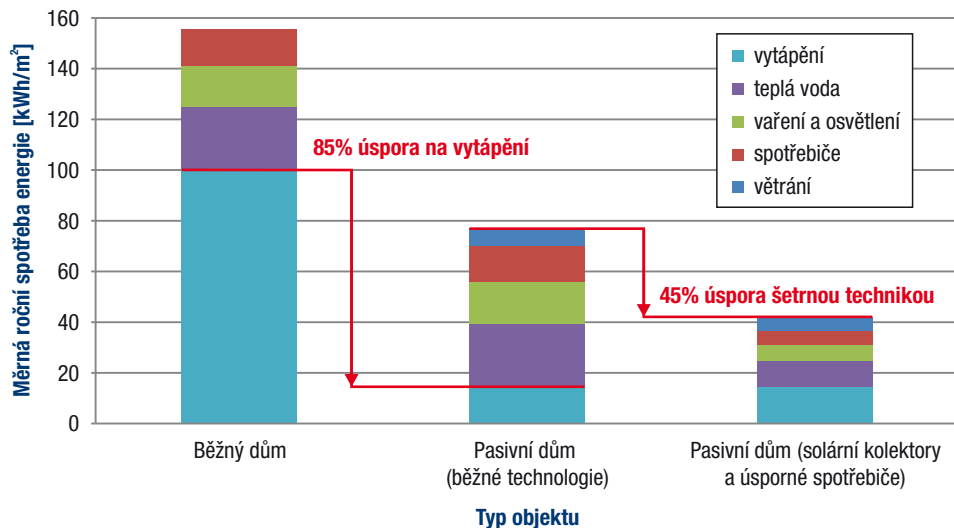
### Úsporné spotřebiče

Na požadavek minimální spotřeby energií bychom měli pamatovat i při pořizování vybavení domu. Nejen u pasivních staveb se vyplatí užívání spotřebičů s nejlepšími energetickými parametry (třídy A+

a úspornější). 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 propracovanou regulací. Velkou úsporu může přinést také přivedení teplé vody do některých spotřebičů – například praček a myček – které by si ji jinak musely „draze“ ohřívat.

Místo klasických žárovek, které spíše topí, než svítí (92 % energie proměňují v teplo), je vhodnější instalovat šetrná osvětlovací tělesa – úsporné zářivky nebo LED diody. Deset zářivek o příkonu 20 W (ekvivalent 100W žárovky) nám při provozu tři hodiny denně dokáže ročně uspořit až nezanedbatelných 876 kWh.

### Roční měrná spotřeba energie v běžném a v pasivním domě



Graf porovnává spotřebu energie domů s různými standardy a technickou výbavou. Solárními kolektory a úspornými spotřebiči lze ve srovnání s běžnými technologiemi ušetřit až 45 % provozních nákladů. Samozřejmě by v pasivním domě mělo být řízené větrání s rekuperací tepla. Další úspory může přinést fotovoltaika, tepelné zdroje na biomasu nebo pokročilá regulace otopného a ventilačního systému. (Pozn.: Graf zachycuje celkovou spotřebu energie, hranice 60 kWh/m<sup>2</sup> za rok pro primární energii (spotřeba bez osvětlení) není tedy ani v případě prostředního pasivního domu překročena.)

## Energie pod kontrolou

Vzhledem k nízké potřebě energie na vytápění se v pasivním domě zvyšuje podíl ostatní spotřeby. Zatímco v běžném domě padne 70 % energie na vytápění a pouze zbylých 30 % na ohřev teplé vody, provoz spotřebičů či osvětlení, u pasivních domů je poměr opačný.

Velkým, i když nenápadným odběratelem elektřiny, jsou pohotovostní nebo klidové režimy elektrospotřebičů, takzvané standby. Příkon spotřebiče může v tomto stavu činit od 1 W až po 20 W podle jeho typu a staří. V běžné domácnosti to znamená nepřetržitou spotřebu až 60 W, tedy několik stovek až tisíc korun ročně navíc (podle distribuční sazby za elektrickou energii).

Kupujete-li nový elektrospotřebič (pračku, myčku, televizi, počítač a jiné), hledejte výrobky s nejnižší spotřebou a zajímejte se i o množství elektřiny spotřebované v případném pohotovostním režimu. V roce 2010 byla přijata nová legislativa o energetickém štítkování spotřebičů. Obsahové a vizuální změny energetických štítků i další (nové) požadavky související s jejich prezentací by mě-

ly přispět k tomu, aby energetické štítky zůstaly i nadále efektivním nástrojem zvyšování energetické účinnosti spotřebičů, jako tomu bylo doposud. Pro nás, uživatele, přinášejí rychlou, přesnou a přehlednou orientaci, a tak nám výrazně pomáhají při rozhodování o nákupu.

Ačkoliv hovoříme o spotřebě elektřiny v souvislosti se spotřebiči, sebeúspornější provoz nám nebude nic platný, pokud se ekonomicky nebudeme chovat i my. Typickým příkladem může být zapnutá televize, na kterou se nikdo nedívá, počítač, na kterém nikdo nepracuje a podobně.

Postupná výměna dosluhujících domácích spotřebičů a elektroniky za energeticky úsporné modely a ukázněnost při jejich používání by se však neměla týkat jen obyvatel pasivních domů. Úsporu energie totiž může přinést všem domácnostem bez ohledu na typ bydlení. Aktuální informace nejen z této oblasti naleznete v Centru energetického poradenství PRE nebo na [www.energetickyporadce.cz](http://www.energetickyporadce.cz).



# Realizace stavby

## Výběr dodavatele

Stavba domu v pasivním standardu má svá jasná specifika. Jaké firmě byste ji měli svěřit? Ideálně takové, která vám zajistí přípravu projektu a poté se postará o jeho realizaci. Projektová i stavební dokumentace by měla striktně respektovat zásady pasivních či nízkoenergetických staveb, což souvisí s možnými úskalími při samotné stavbě. Proto je logickým postupem pořídit si kompletní řešení od jednoho dodavatele, protože firma, která umí pasivní dům dobře postavit, jej musí umět i kvalitně vyprojektovat.

Zkušený odborník totiž při přípravě projektu dokáže odhalit většinu případných nástrah a výrazně tak snížit konečnou cenu stavby. Již ve fázi návrhu se navíc rozhoduje o tom, jaká bude konečná energetická spotřeba domu. Porušení několika

## Jaká je životnost pasivního domu?

Životnost pasivního domu se nijak neliší od běžné stavby. Zpravidla bývá ještě vyšší vzhledem k pečlivější přípravě projektu, zvýšenému dohledu nad probíhající stavbou a především vyšší kvalitě práce a použitých materiálů. Běžně se pohybuje v řádu generací.

zásad, jako je například orientace prosklených stěn na jih nebo kompaktní tvar domu, může mít rozhodující vliv na konečný výsledek. Investice do architekta-odborníka se tedy rozhodně vyplatí.

## Kolik za pasivní dům zaplatíme?

Ceny energií neustále rostou a stavba pasivního domu je proto jednou z nejlepších investic. Není pravidlem, že pasivní domy jsou výrazně dražší. Náklady na výstavbu pasivního domu se v důsledku rostoucí konkurence stále více přibližují investici do běžné novostavby. V současnosti je stavba domu v pasivním standardu dražší přibližně o 10 až 15 % v závislosti na projektu, mnohdy však lze pasivní dům postavit i za stejnou cenu jako „klasický“.

Na druhé straně to, že je dům dražší, nemusí vůbec znamenat, že je energeticky úsporný. Cenu mnohem více ovlivní prostorové nároky investora než jeho požadavky na vybavení, tedy než to, že dům bude v pasivním standardu. Jednou ze zažitých falešných představ například je, že pasivní dům musí být vybavený spoustou drahých technických zařízení. Platí pravý opak, protože současně se snižováním energetické náročnosti budovy klesají také požadavky na výkon tepelného zdroje a další technologie.

Zvýšené vstupní náklady se však postupně vrací v podobě úspor za vytápění, které jsou v pasivním objektu







*Pasivní dům můžeme získat i rekonstrukcí starší stavby. Zásadním krokem je detailní posouzení stavu objektu a stanovení rozsahu prací. Zvážit musíme finanční náročnost přestavby a návratnost investice.*

až o 90 % nižší než v běžném domě. V každém případě bychom si však měli uvědomit, že si nový dům pořizujeme především proto, abychom měli kde kvalitně bydlet, což pasivní dům s přehledem splňuje. Při stavbě běžného domu přitom vůbec neřešíme, za jak dlouho se nám investice do stavby vrátí.

## Rekonstrukce domu do pasivního standardu

Hledání úspor ve spotřebě energií zajímá i majitele již postavených domů. Vzhledem k jejich počtu je to téma aktuální nejen pro jednotlivé majitele rodinných domů, ale i z obecného hlediska, kdy hledáme možnosti, jak snížit spotřebu energií.

Značnou část zkušeností z výstavby novostaveb v pasivním standardu můžeme využít i při rekonstrukci stávajících budov a ke zlepšení jejich energetických vlastností. V zahraničí se mluví o faktoru 10, tedy o desetinové spotřebě energie po renovaci budov na pasivní.

Roční potřeba tepla na vytápění starších budov se pohybuje mezi 150 až 250 kWh/m<sup>2</sup>, u objektů postavených po roce 2002 dle státní normy mezi 80 až 140 kWh/m<sup>2</sup>. Rekonstruované objekty v pasivním standardu mají roční potřebu tepla na vytápění menší než 25 kWh/m<sup>2</sup> – tedy úspora oproti původnímu stavu je 80 až 90 %. Obnova stávajících budov tímto způsobem současně prodlužuje životnost konstrukce a zvyšuje kredit lokality.

### Při rekonstrukci vyřešíme i vytápění

Na velká úsporná opatření v rámci komplexní rekonstrukce domu na pasivní standard často navazuje i výměna tepelného zdroje za efektivnější. Vyplatí se uvažovat o využití obnovitelných zdrojů energie, další úspory provozních nákladů může přinést i využívání energie slunečního záření v podobě solárních kolektorů pro ohřev teplé vody.



Obnova budov obecně, a zejména na pasivní standard, s sebou nese řadu problémů. Samostatnou kapitolou je posouzení, které stavební prvky jsou v pořádku a které je nutné vyměnit. V případě takové přestavby není účelné spoléhat na dílčí opravy a je nezbytné vydat se cestou radikální rekonstrukce. Základní pravidla jsou stejná jako u stavby domu – použití kvalitní a dostatečně silné izolace, vyloučení tepelných mostů a vazeb, správně osazená okna a precizní vzduchotěsnost obálky domu.

Rodinné domy se značně liší a množství koncepčních a technických predispozic bude vždy vyžadovat řešení na míru. Lze očekávat, že některá původní řešení již není možné měnit. O to důležitější je proto kvalitní a komplexní posouzení aktuálního stavu objektu. Výstupem by mělo být i detailní rozkrytí energetické náročnosti domu s vyhodnocením potenciálu úspor, návrhem opatření a celkovým zhodnocením přínosu. Dobré je nechat si zpracovat více variant, ze kterých je pak zřetelněji vidět poměr nákladů na rekonstrukci a budoucích úspor.

Při rekonstrukci domu do pasivního standardu je třeba obvodové zdi zateplit izolací, jejíž tloušťka se bude pohybovat v rozmezí 16 až 35 cm, což zajistí splnění požadavku na hodnotu součinitele prostupu tepla  $U_w \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tloušťka izolace by současně měla být volena tak, aby celková síla zdi nepřesáhla 70 až 80 cm a do interiéru mohlo pronikat dostatečné množství denního světla. U starších rodinných domů a budov se silnějšími stěnami je vhodné zateplovat co nejúčinnější izolací s koeficientem  $\lambda \leq 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , kte-

rá má požadované tepelně izolační vlastnosti i při malé tloušťce.

Zateplení lze na stěnu aplikovat více způsoby. Kontaktní fasádní izolace vyžaduje vyrovnání podkladu – nejlépe nahození novou omítkou. Systémy se celoplošně lepí na speciální talířové kotvy. Měkčí izolace, jako je minerální vlna, přírodní vláknité izolace nebo foukaná celulóza se usazují do předsazeného roštu. Tyto způsoby jsou vhodné pro odvětrávané fasády a minimalizaci výskytu tepelných mostů.

Velmi perspektivní řešení pro rekonstrukce přináší vakuová izolace (VIP – Vacuum Insulated Panel), která zaručí splnění podmínek pasivního standardu. Použití ji lze jako vnitřní, nebo jako vnější izolaci prakticky pro všechny části objektu – fasády, podlahy, střechy nebo pro obtížně řešitelné detaily kolem oken, dveří, překladu a podobně. Chceme-li se vyvarovat vzniku značných tepelných mostů a vazeb, je nutné zateplit stejně jako stěny i základy a podlahy nepodsklepených objektů. Tloušťka izolace by se měla pohybovat v rozmezí 15 až 20 cm.

Na tepelných ztrátách objektu se značnou mírou podílejí i střechy. Jedná-li se o menší nebo přízemní objekt, je podíl tepelných ztrát střechou ještě vyšší. Zde bychom proto měli počítat s tloušťkou izolace 35 až 40 cm. Pokud to skladba střechy vyžaduje, je podmínkou precizně provedená parozábrana. Tak jsou zabezpečeny kvalitní tepelně izolační vlastnosti i ochrana konstrukcí s vyloučením kondenzace vodních par.

V rámci rekonstrukce stávajícího domu na pasivní standard bychom měli pamatovat také na zavedení systému řízeného větrání. K instalaci větracích rozvodů lze využít podhledy stropů, skříňe, stoupačky, půdy nebo sklepy. Volba způsobu větrání a vytápění by měla vycházet z typu rozvodů otopné soustavy, které lze mnohdy použít i v původním stavu nebo po malé úpravě. Proto je při přestavbách na pasivní dům nejčastější volbou samostatné větrání s rekuperací tepla kombinované s klasickou otopnou soustavou.

## Pasivní desatero

1. kvalitní dodavatel
2. možnost návštěvy a pobytu ve vzorovém domě
3. kompletní dokumentace (projekt, průkaz energetické náročnosti budovy, stavební deník, zkoušky)
4. vhodný pozemek a správný tvar, dispozice a orientace domu
5. správná volba konstrukčního řešení (typ domu, materiály)
6. vhodný technologický postup a jeho dodržení
7. přesný návrh technických zařízení (vytápění, ohřev teplé vody, větrání)
8. nezávislost stavebního dozoru a provádění předepsaných kontrol a zkoušek
9. záruční lhůty, garance, smluvní pokuty, podmínky
10. komplexní přístup k realizaci



## Expozice v Centru energetického poradenství PRE

V Centru energetického poradenství PRE vám zdarma poskytneme odborné poradenství v oblastech tepelné ztráty, e-mobilita, vytápění, ohřev vody, obnovitelné zdroje energie, osvětlení, domácí spotřebiče a jiné. Jednotlivým problematikám jsou věnovány i stálé interaktivní expozice. Pořádáme také pravidelné tematické přednášky, připravujeme zajímavé soutěže a půjčujeme elektro-kola. Součástí Centra je také prodejna nabízející produkty renomovaných značek, které jsou zákazníkům PRE k dispozici za atraktivní ceny.

### Stálá expozice Tepelné ztráty

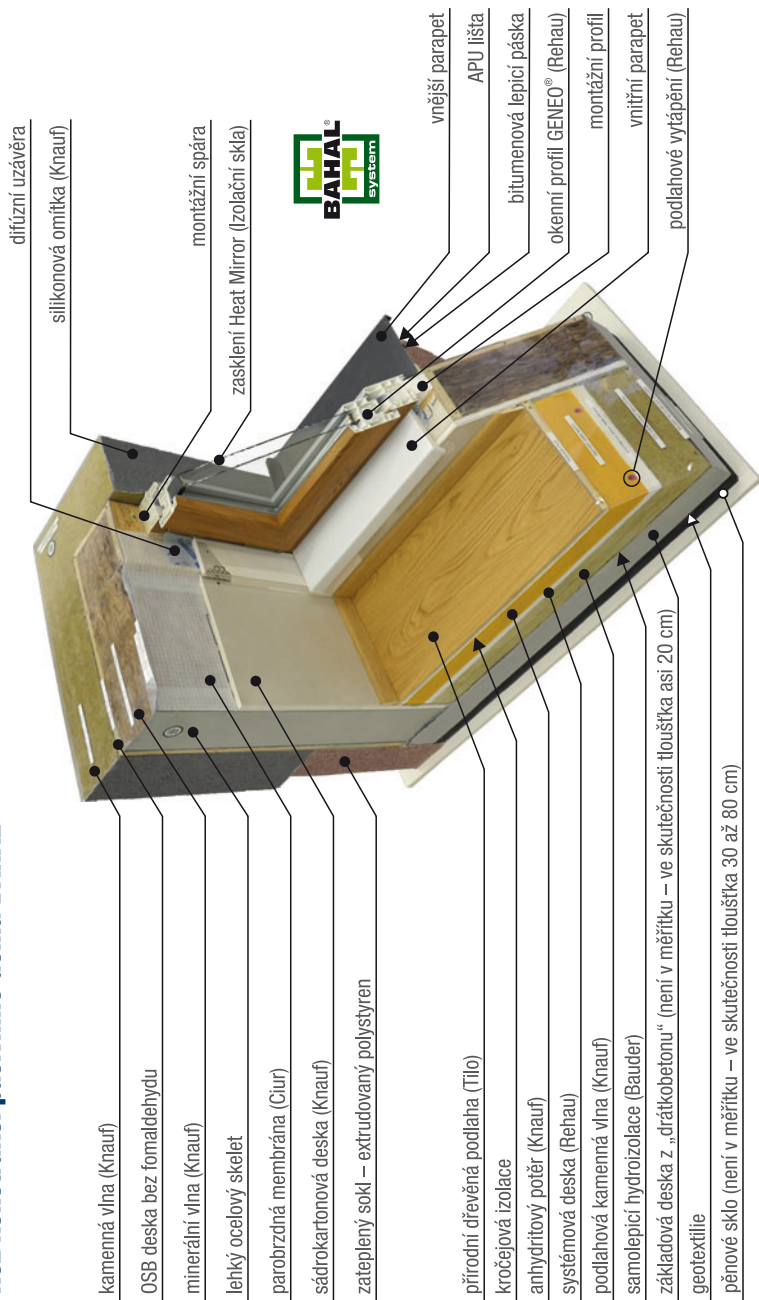
Součástí expozice Tepelné ztráty je mobilní exponát pasivního domu, interaktivní dotyková obrazovka, stálá výstava izolací, okenních systémů, největší exponát *Prostupy tepla stavebními konstrukcemi* a aplikace *Po-souzení účinnosti zateplení objektu a výměny oken*. Na [www.energetickyporadce.cz](http://www.energetickyporadce.cz) je také k dispozici kalkulačka tepelných ztrát.

### Exponát Pasivní dům

Součástí stálé expozice tepelných ztrát v Centru energetického poradenství PRE je nyní také mobilní exponát části pasivního domu, na kterém si návštěvníci mohou prohlédnout skladbu obvodové konstrukce, podlah, typu oken a dalších součástí objektu.

Jedná se o řez konstrukcí pasivního domu BAHAL, jehož nosnou konstrukci tvoří tenkostěnné ocelové profily. Součástí podlahy je mimo jiné teplovodní podlahové vytápění, obvodová konstrukce pak obsahuje ukázkou zmiňovaného ocelového profilu a kontaktního zateplovacího systému ETICS. Velmi zajímavým prvkem tohoto exponátu je řešení detailu napojení otvorené výplně (okenního systému) na vlastní obvodovou konstrukci.

## Řez konstrukcí pasivního domu BAHAL





## Exponát Izolace

Pomocí tohoto exponátu našim zákazníkům poradíme s volbou vhodného izolantu. V povědomí široké veřejnosti je především zateplení pomocí polystyrenu a minerální vlny. V dnešní době však nalezneme na trhu množství jiných a mnohdy i vhodnějších nebo snáze aplikovatelných izolačních materiálů. Exponát obsahuje osmnáct příkladů izolačních materiálů, které jsou na našem trhu běžně k dostání. Podle jednotlivých typů lze shlednout izolace pěnové, minerální, vnitřní, nenasákové, foukané a přírodní.

Kromě vlastních izolačních materiálů obsahuje exponát šest příkladů (modelů) konstrukčního řešení zateplení. K vidění je ukázka zateplení novostavby, původní zástavby a v ČR stále více se rozšiřující dřevostavby. Modely znázorňují trendy ve stavebnictví se správným osazením okenních konstrukcí. Mnozí obývají památkově chráněné objekty, kde je vnější zateplení velmi problematické, ne-li

nemožné. Jeden z modelů se věnuje právě tomuto případu, kdy je ukázán správný příklad vnitřního zateplení s využitím dřevovláknité izolace.

## Exponát Prostupy tepla stavebními konstrukcemi

Největší a nejtěžší (zhruba 650 kg) exponát demonstruje v reálném čase vliv různých stavebně konstrukčních řešení na tepelné ztráty objektů a související tepelné technické poruchy. Uvnitř exponátu je teplota trvale pod bodem mrazu. Prostřednictvím multimediální obrazovky lze sledovat tepelné mosty, které jsou v konstrukci záměrně vytvořeny. Pomocí termovizního měření lze názorně vidět, jak je důležité zvolit nejen kvalitní okenní systém, ale



těž správný technologický postup při jeho osazení. Totéž lze říci o obvodovém plášti stavební konstrukce.

Abychom dokreslili skutečnou funkčnost celého systému, je součástí exponátu i „malá“ termokamera. Uživatel si tak může s tímto zařízením zacílit na konkrétní bod exponátu (ale i mimo něj) a kromě okamžité informace o povrchové teplotě získá, pomocí barevného spektra i rámcovou představu o případném tepelném mostu v konstrukci.

### Exponát Okenní systémy

Exponát okenní systémy obsahuje v řezech plastová, dřevěná i hliníková okna. Na celkem deseti vzorcích si můžete prohlédnout nejen rozdíly v jednotlivých profilech, ale i různé druhy zasklení (dvojskla, trojskla, zasklívací jednotky Heat Mirror).

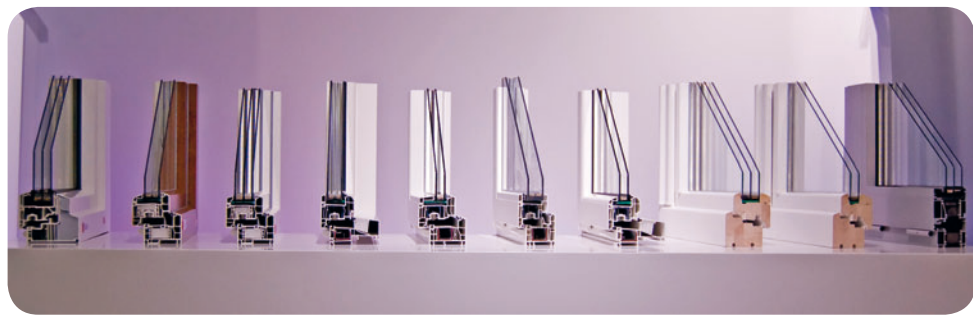
### Kalkulačka tepelných ztrát

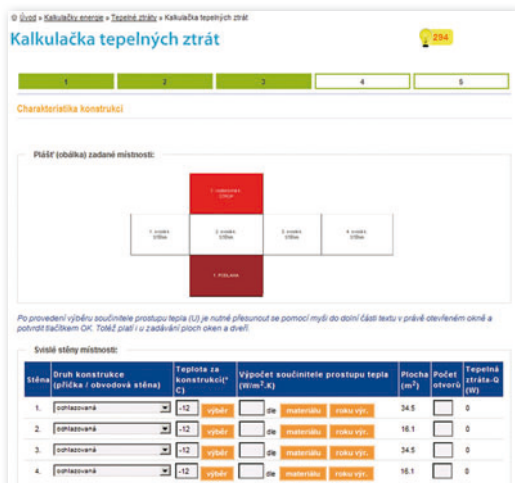
Využijte z pohodlí domova naši aplikaci pro orientační určení tepelných ztrát bytu či rodinného domu. Jedná se o jed-



noduchý a přehledný výpočtový program ve formě dotazníku, do kterého vyplníte technická data o stavebních konstrukcích – skladbu a rozměry stěn a další. Nemáte-li k dispozici dostatek technických informací o skladbě stavebních konstrukcí svého obydlí, můžete využít automatickou nabídku programu, která podle roku výstavby sama orientačně určí tepelnou propustnost zadaných stavebních konstrukcí.

Výstupem aplikace je výpočet výše tepelných ztrát a výpočet optimální velikosti topného zdroje. Součástí programu je i speciální nabídka konkrétního typu akumulčních kamen, respektive přímotopných spotřebičů





Hlavní obrazovka Kalkulačky tepelných ztrát (nahore) a aplikace Posouzení účinnosti zateplení objektu a výměny oken (dole)

za zvýhodněnou cenu. Výsledky výpočtů můžete konzultovat s našimi odbornými poradci v Centru energetického poradenství PRE, kde vám případně pomůžeme i s výběrem vhodného topného zdroje. Znáte-li již hodnotu tepelné ztráty místnosti  $Q_c$  a chcete-li přejít k návrhu elektrického topného zdroje, lze rovnou zadat hodnotu tepelné ztráty místnosti.

## Interaktivní aplikace „Posouzení účinnosti zateplení objektu a výměny oken“

Tato aplikace je obsahem největší dotykové plazmové obrazovky v Centru. Uvažujete o zateplení, o výměně oken, případně o kombinaci obou opatření a nevíte, kolik

vás to bude stát a zda a kdy se vám investice vrátí?

Pomocí interaktivní aplikace si můžete sami nasimulovat parametry vašeho objektu, které jsou rozděleny do čtyř základních skupin: rodinný dům, řadový rodinný dům, bytový dům a panelový dům. Po zadání přibližného období výstavby dojde k automatickému přednastavení parametrů složení obvodového pláště budovy. Totéž lze obdobným způsobem zadat i u okenních systémů. Pro odborníky, kteří si dovedou sami poskládat jednotlivé vrstvy pláště je určeno pokročilé nastavení. Nové okenní systémy, které jsou v aplikaci rovněž přednastaveny, si klient může prohlédnout fyzicky na vystavených řezech v expozici Tepelné ztráty.

Aplikace je uživatelsky přívětivá a velmi intuitivní, to znamená, že i naprostý laik pomocí ní zjistí, kolik ušetří na provozních nákladech za vytápění objektu, přistoupí-li k zateplení pláště budovy, případně k výměně oken. Hlavními výstupy z aplikace jsou náklady na opatření, roční úspora a doba návratnosti. Výsledky si lze poslat přímo z aplikace na zadaný e-mail.



### Související publikace

Kromě publikace *Pasivní domy: Rady, tipy, informace*, kterou právě čtete, jsou v expozici Tepelné ztráty k dispozici další publikace – *Tepelné izolace: Rady, tipy, informace*, *Výměna oken: Rady, tipy, informace* a *Okna: Průvodce expozicí*.

Zvýšení tepelného odporu obvodového pláště slouží v zimě proti úniku tepla ze vnitř ven a současně proti pronikání mrazu zvenčí dovnitř. V letním období pak tepelná izolace účinkuje proti přehřívání vnitřních prostor domů, tedy jako ochrana budov proti teplu. Zvýšení vnitřní povrchové teploty konstrukce navíc zaručí zdravější bydlení bez plísní.

S pomocí publikace *Tepelné izolace: Rady, tipy, informace* získáte základní přehled o tepelných ztrátách, energetické náročnosti budov, tepelných izolacích, rozhodujících kritériích, chybách a závadách při instalaci, zjišťování problémových míst a souvisejících problematikách.

## Závěrem

Rozhodnutí postavit si vlastní dům je zásadním životním krokem, při němž vždy hrají významnou roli také finance. Proto bychom měli uvažovat v širších souvislostech a posuzovat nejen výdaje za výstavbu. Hodnotit musíme také provozní náklady domu – kolik nás bude každý rok stát?

V současné době bychom měli volit takový dům, který nám bude garantovat nízké



V bohaté nabídce oken na trhu se zákazník těžko orientuje a neví, jaký druh okna a podle čeho vybrat. Jaké je optimální řešení při výběru okna a na co je třeba dát si pozor? Nejen na tyto otázky naleznete odpovědi v publikaci *Výměna oken: Rady, tipy, informace*.

Pro snadnější orientaci ve vystavených exponátech jsme připravili publikaci *Okna: Průvodce expozicí* s fotografiemi vystavených exponátů, legendami a detailními popisy.

S tématem pasivních domů dále úzce souvisí zejména publikace *Praktický průvodce větráním a klimatizací* a *Tepelná čerpadla: Rady, tipy, informace*, které jsou v Centru energetického poradenství PRE rovněž zdarma k dispozici, případně je možné je v elektronické podobě stáhnout z webu [www.energetickyporadce.cz](http://www.energetickyporadce.cz).

provozní náklady. Počet pasivních domů v České republice se rok od roku zvyšuje a úměrně tomu se na jejich stavbu specializuje stále více firem. I proto se technologie pro pasivní domy relativně rychle rozvíjejí, zdokonalují a zároveň i zlevňují. To je další důvod, abychom o stavbě pasivního domu uvažovali.

Máte-li zájem o více informací, navštivte nás osobně v Centru energetického poradenství PRE, Jungmannova 747/28 (Palác TeTa), Praha 1 nebo na internetových stránkách [www.energetickyporadce.cz](http://www.energetickyporadce.cz).



## Slovníček základních pojmů

### Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek slouží k vyjádření tepelně technické kvality ochlazovaných konstrukcí budovy a přímo tak souvisí s tepelnou ztrátou objektu.

### Energeticky nezávislý dům

Ve výčtu možností nesmíme zapomenout na energeticky nezávislý dům, který je schopen pro pokrytí své potřeby energie využívat vlastní zdroj, nezávislý na vnějším přívodu elektřiny nebo plynu. Jedná se zpravidla o objekty nacházející se v oblastech se špatnou dostupností, nejčastěji meteorologické stanice.

### Měrná potřeba tepla na vytápění

Základní ukazatel pro hodnocení energetické náročnosti stavby. Vyjadřuje, kolik tepla dům potřebuje za jeden rok pro udržení požadovaných parametrů vnitřního prostředí. Pro snadnější porovnání se přepočítává na jeden metr čtvereční užité plochy.

### Nízkoenergetický dům

Nízkoenergetický dům je běžná stavba, která má spotřebu energie na vytápění v rozmezí 20 až 50 kWh/m<sup>2</sup> za

rok. Dosahuje se toho kvalitním návrhem a provedením stavebních konstrukcí bez tepelných mostů. Izolační schopnosti objektu jsou dimenzovány podle doporučených hodnot normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Větrání by mělo být nucené, řízené a využívat rekuperaci tepla.

### Nulový dům

Vedle pasivních domů se s vysokými úsporami energií setkáme také u nulového domu, který má spotřebu blízkou nule, to znamená 0 až 5 kWh/m<sup>2</sup> obytné plochy za rok. Tepelné zisky domu by se tedy měly téměř vyrovnat tepelným ztrátám. Takového výsledku lze v našich zeměpisných polohách dosáhnout jen při splnění mimořádných podmínek, proto se s tímto typem výstavby v praxi setkáme jen velmi zřídka.

### Plusový (aktivní) dům

Plusový dům vyrobí dokonce více energie, než kolik spotřebuje. Toho lze docílit například u pasivních domů, vybavených obnovitelnými zdroji vlastní energie. Konstrukce těchto staveb se v ničem neliší od pasivních. Dům musí mít dokonalou vzduchotěsnou obálku a velmi dobrou tepelnou izolaci.

### Primární energie

Pokud k množství energie uvedené na vyúčtování připočteme energii z neobnovitelných zdrojů spotřebovanou k její výrobě, dostáváme skutečnou neboli primární energii. Například u vytápění elektřinou je primární energie po započtení neefektivní výroby a ztrát při distribuci až třikrát vyšší než počet kilowatthodin na vyúčtování.



PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Bytová budova Ulice, PSC, Město Celková podlahová plocha:			Hodnocení budovy	
			stávající stav	po realizaci doporučení
				B
			C	
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> /rok				
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ				
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
45 %	1 %	12 %	29 %	13 %
Doba platnosti průkazu		do		
Průkaz vypracoval				

Obnovitelné, k životnímu prostředí šetrnější zdroje mají koeficient primární energie o mnoho nižší.

## Průkaz energetické náročnosti budovy

Průkaz popisuje energetickou náročnost budovy jako celku. Je na něm uvedena hodnota roční měrné spotřeby energie na metr čtvereční podlahové plochy. Do spotřeby se započítává nejen teplo na vytápění, ale i energie pro chlazení, větrání, ohřev teplé vody a osvětlení.

## Rekuperace tepla

Zpětné získávání tepla z ohřátého odpadního vzduchu. Teplý vzduch není tedy bez užítku odveden otevřeným oknem ven, ale v rekuperačním výměníku odevzdá většinu svého tepla přiváděnému čerstvému vzduchu.

## Součinitel prostupu tepla $U$ [W/m<sup>2</sup>K]

Udává výkon (množství tepla za jednotku času), který projde konstrukcí o ploše jeden metr čtvereční při rozdílu venkovní

a vnitřní teploty jeden kelvin (teplotní rozdíl 1 K je roven teplotnímu rozdílu 1 °C). Vyjadřuje úroveň tepelné izolačních vlastností stavební konstrukce – čím je hodnota nižší, tím lepší tepelně izolační vlastnosti daný stavební prvek má.

## Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]

Vyjadřuje výkon (množství tepla za jednotku času), který projde konstrukcí o ploše jeden metr čtvereční silnou jeden metr při rozdílu venkovní a vnitřní teploty jeden kelvin (teplotní rozdíl 1 K je roven teplotnímu rozdílu 1 °C) za předpokladu, že teplo se šíří pouze v jednom směru.

## Tepelná ztráta

Teplo, které z vytápěného prostoru uniká přes obvodové konstrukce a větráním. Je to zároveň množství tepla, které musí být do domu dodáno, aby v něm byla zajištěna tepelná pohoda i v zimě.

## Tepelné mosty

Jako tepelné mosty se označují místa, kudy může tepelná energie snadno procházet zevnitř stavby ven. Uniká jimi (vztaženo na plochu) až několikanásobně větší množství energie než okolní dobře tepelně izolovanou konstrukcí. V místě tepelného mostu zároveň dochází ke snížení povrchové teploty ze strany interiéru, což může mít za následek další nepříznivé jevy, zejména růst plísní. Cílem je eliminace počtu tepelných mostů v rámci celé ho objektu.

## Tepelné zisky

Teplo, které vytápěný prostor získává jinou cestou než otopnou soustavou, tedy dopadem slunečního záření a tepelnými zisky z vnitřních zdrojů, jako jsou například elektrické spotřebiče a obyvatelé objektu (metabolické teplo).

## Zemní registr (výměník tepla)

Systém potrubí v zemi, který slouží pro předehtívání vzduchu v zimě a k jeho ochlazení v létě. Potrubí výměníku musí být vedeno v hloubce alespoň 1,5 m pod povrchem.

# Termovizní měření

## Využijte speciální nabídku připravenou ve spolupráci se společnostmi PREměření:

- **termovizní měření** rodinných domů, bytů, provozoven apod. profesionální termovizní kamerou FLIR P660
- **odhalení tepelných úniků** z exteriéru i v interiéru
- **odhalení některých skrytých vad** staveb
- **měření oteplení elektroinstalace a měření tepelného pole** od zařízení určeného k vytápění
- **zhotovení výstupního protokolu** s termosnímky
- **bezplatná konzultace** se specialisty v Centru energetického poradenství PRE

## Sleva pro zákazníky PRE

Více informací vám poskytnou naši poradci.

### Centrum energetického poradenství PRE

Jungmannova 28, Praha 1

Otevírací doba: Po – Pá 10.00 – 18.00

E-mail: [poradce@pre.cz](mailto:poradce@pre.cz)

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

[www.facebook.com/energetickyporadce](https://www.facebook.com/energetickyporadce)



IPRE

Uvedené publikace a řadu dalších si můžete zdarma vyzvednout  
v Centru energetického poradenství PRE nebo stáhnout na [www.energetickyporadce.cz](http://www.energetickyporadce.cz).



Publikaci Pasivní domy – rady, tipy, informace  
vydala pro své zákazníky Pražská energetika, a. s.  
Na Hroudě 1492/4, 100 05 Praha 10

Zákaznická linka PRE: 267 055 555

Centrum energetického poradenství PRE  
Jungmannova 747/28, Praha 1

[www.pre.cz](http://www.pre.cz), [www.energetickyporadce.cz](http://www.energetickyporadce.cz)  
[www.facebook.com/energetickyporadce](https://www.facebook.com/energetickyporadce)

Texty: Centrum energetického poradenství PRE, Net Press Media  
Obrázky: PRE, Net Press Media, BAHAL ČR, REHAU, Slavona, Atrea,  
Whirlpool, Essentialhabitatconsulting.com (obrázek na obálce)

Grafické zpracování: Net Press Media

Vyšlo v Praze v lednu 2012

