CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

ZÁKLADNÍ PRINCIPY ÚSPORNÝCH STAVEB

• Dispoziční řešení • Vhodná konstrukce pro pasivní dům • Kvalitní okna a dveře pro pasivní domy
• Větrání je nedílná součást kvalitního domu • Zdroje energie pro pasivní domy
• Vzduchotěsnost stavby



Dům ATREA Kolovraty
Autoři: Ing. arch. Jana Jasinek
Symbiosa - ateliér architektů

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

ODPOVĚDI NA NEJČASTĚJI KLADENÉ OTÁZKY

JSOU NĚKDE SEPSÁNY ZÁKLADNÍ INFORMACE, CO BY PASIVNÍ DŮM MĚL SPLŇOVAT?

Ano, brožurou ZÁKLADNÍ PRINCIPY ÚSPORNÝCH STAVEB právě listujete. Obsahuje základní praktické desatero.

MŮŽU SE NĚKDE DOVĚDĚT, CO VŠECHNO MĚ ČEKÁ, KDYŽ SE ROZHODNU STAVĚT, A JAK MÁM POSTUPOVAT?

Právě pro vás je určen EBOOK „Zdravý dům od základů" který vás provede celým procesem stavby nového domu od prvních úvah až po stěhování. Unikátní EBOOK si můžete ZDARMA stáhnout: **www.dumodzakladu.cz.** Můžete využít i on-line besedy, kde vás autoři ebooku provedou krok za krokem.

A CO KDYŽ POTŘEBUJI VYSVĚTLIT TECHNICKÉ DETAILY?

Krok, bez kterého se při stavbě a rekonstrukci neobejdete, je dostat se na dřeň všem technickým detailům stavby. K tomu slouží náš kurz „JAK POSTAVIT KVALITNÍ DŮM", aktuální termíny na: **www.pasivnidomy.cz/kurzA**

MŮŽE MI NĚKDO ODBORNĚ A DŮVĚRYHODNĚ PORADIT S KONKRÉTNÍM PROBLÉMEM, KTERÝ ŘEŠÍM?

Můžete využít BEZPLATNÉ PORADENSTVÍ, které zajišťují nezávislí odborníci Centra pasivního domu během celého roku. **www.pasivnidomy.cz/poradenstvi-EKIS**

JE PASIVNÍ DŮM DRAHÝ?

Vícenáklady by neměly přesáhnout 10 %. Pokud ano, pak je třeba hledat chybu v návrhu nebo nabídce stavební firmy. Investujete však především do kvalitních materiálů, a to se projeví v jejich životnosti a komfortu užívání domu. Část nákladů – v řádech několika stovek tisíc korun – je možné pokrýt z dotace Nová zelená úsporám. Inspirovat se můžete v nejrozsáhlejším katalogu realizovaných pasivních domů v ČR, vč. příkladů rekonstrukcí: **www.pasivnidomy.cz/katalog-pasivnich-domu**

JAK POZNÁM, ŽE MÁM KVALITNÍ PROJEKT?

Skutečně kvalitní projekt pasivního domu je doložen podrobným výpočtem tepelných ztrát, potřeby tepla na vytápění i na přípravu teplé vody vč. jednotky řízeného větrání. Pro výpočet této energetické bilance je na trhu dostupných několik výpočtových programů. My nabízíme optimalizaci v PHPP: **www.pasivnidomy.cz/optimalizace-PHPP**

JAK VYBERU OPTIMÁLNÍ TECHNOLOGIE PRO MŮJ DŮM?

Použít můžete naši nezávislou KALKULAČKU, která umožňuje volit a vyhodnocovat různé zdroje energie, technologie řízeného větrání, jejich kombinace a vyhodnocovat pořizovací vs. provozní náklady vč. doby návratnosti: **www.pasivnidomy.cz/kalkulacka**

JE NUTNÁ REKUPERACE?

Řízené větrání s rekuperací je zárukou zdravého vnitřního prostředí, které je v dnešní době na prvním místě při projektování všech nových staveb i rekonstrukcí. Ve správně vyvětraném prostoru se výrazně snižuje koncentrace všech škodlivin, tedy i virů a bakterií, a vykazuje se nižší nemocnost. Změřte si koncentraci CO_2 bezplatně: **www.pasivnidomy.cz/mereni-CO2**

JE MOŽNÉ REKONSTRUKCI STARÉHO DOMU UDĚLAT JAKO PASIVNÍ?

U rekonstrukce hraje nejdůležitější roli projekt, se kterým byste se měli obrátit na odborníka, který s tím má zkušenosti. My sdružujeme desítky ověřených firem, které jsou pro vás zárukou kvality. Hledat mezi nimi můžete nejen podle oboru, ale i regionu anebo referencí: **www.pasivnidomy.cz/firmy** Doporučí vám zároveň aktuální dotační tituly, které mohou pokrýt výraznou část nákladů.



CO ZNAMENAJÍ BUDOVY S TÉMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU? A JAKÉ ZÁSADNÍ ZMĚNY TO ZNAMENÁ PRO STAVEBNÍKY?

1. ledna 2020 vstoupila v platnost povinnost stavět nové rodinné domy, respektive provádět zásadní rekonstrukce v takzv. téměř nulovém standardu (nZEB – nearly zero energy building). Pro splnění parametrů nZEB je potřeba vhodně zkombinovat: Pozemek, kompaktní tvar domu, tepelnou ochrana, solární zisky, vzduchotěsnost, řízené větrání a zdroj tepla, využívající především obnovitelné zdroje. Od 1. 1. 22 se změní i zodpovědnost architektů a projektantů za návrh a cenu. Cílem je, aby stavebník získal za své peníze více než doposud. Chcete-li se dozvědět z pohledu investora více o tom, jak co nejefektivněji navrhovat domy podle nových požadavků a nechytit se tak do pasti přemrštěných investičních nákladů, přijďte na náš webinář a získejte kontakt na odborníky, kteří takové budovy staví už léta: **www.nzeb.cz**

KDE NAJDU OVĚŘENÉ FIRMY, NA KTERÉ SE MŮŽU SPOLEHNOUT?

Centrum pasivního domu sdružuje desítky ověřených firem a specialistů, kteří zdravé a energeticky efektivní domy navrhují, stavějí nebo pro ně vyrábí materiály, technologie a komponenty. Stojí za nimi již tisíce realizovaných staveb a desítky tisíc spokojených klientů: **www.pasivnidomy.cz/firmy**

MÁTE DALŠÍ DOTAZY? JSME VÁM K DISPOZICI!

Kancelář CPD: Údolní 33, 602 00 Brno

Email: kancelarCPD@pasivnidomy.cz

Tel.: (+420) 777 479 144



CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Sníte o bydlení v prostorném, komfortním domě, ve kterém můžete aktivně pracovat, bavit se s přáteli, hrát si s dětmi nebo jen tak odpočívat? Navíc si představte ty největší nároky na pohodu vnitřního prostředí – příjemnou teplotu v horkých letních dnech i v těch největších mrazech, stálý pocit čerstvého vzduchu, ale bez průvanu, který vzniká při větrání otevřenými okny. Tento komfortní způsob života je skutečně možný v pasivním domě, který lze postavit za téměř stejné náklady jako běžnou novostavbu. Na rozdíl od běžných novostaveb ale můžete uspořit až 90 procent nákladů na vytápění. Princip je naprosto jednoduchý. Nevyužívá žádné technicky náročné nebo nákladné zařízení a na uživatele neklade vyšší požadavky na obsluhu. Když si navíc uvědomíme, že od roku 2020 by měly být v Česku všechny nově stavěné domy téměř nulové, tak už vlastně nemá smysl řešit běžný standard.

HLAVNÍ VÝHODY PASIVNÍCH DOMŮ

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

To, že pasivní domy uspoří běžně kolem 80 % energie na vytápění oproti běžné novostavbě a až 90 % oproti stávajícím stavbám, je už běžně známá věc. Méně se však ví o tom, že pasivní domy nemusí být složité a drahé, a pokud tomu tak je, jedná se v podstatě o nezkušenost projektanta. Je jasné, že dům, který i v největších mrazech dokáže vytopit pouhý fén na vlasy, nepotřebuje složité technologie a drahý otopný systém. Ovšem, aby byly pasivní domy cenově srovnatelné s běžnými a navíc jednoduché, je potřeba promyšlený a opravdu vyladěný návrh. Co je přitom nejdůležitější?

Kde se vzal název „pasivní“ dům?

Ke vzniku názvu pasivní dům vedla samotná koncepce těchto domů. Konkrétně kombinace extrémně malých tepelných ztrát a velkého podílu pasivních tepelných zisků ze slunce, lidí a domácích spotřebičů. Zisky, které se v běžném domě zanedbávají, hravě postačí k vytápění po většinu roku.

Nejdůležitější jsou dva principy, které se prolínají celým návrhem pasivního domu:

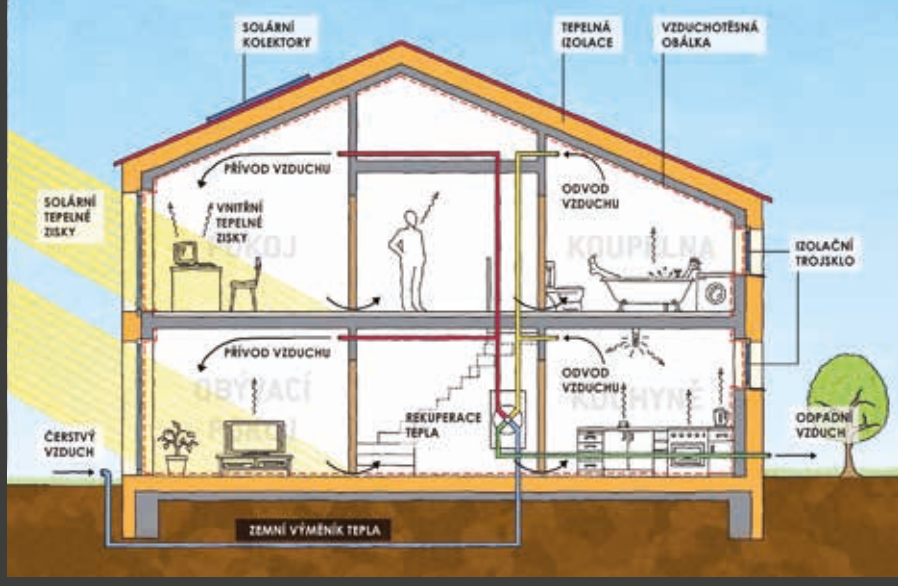
- Využití slunečního záření jako levného zdroje energie a světla
- Udržení, případně akumulace získané energie (ze slunce, lidí, spotřebičů).

Foto: Slavona



Základní zásady pasivního domu?

Pro splnění parametrů pasivního domu je potřeba pro každý konkrétní případ vhodně zkombinovat několik principů a ani jeden nezanedbat:



- vhodný tvar a orientace pobytových místností ke slunci
- perfektní tepelná ochrana – kvalitní tepelná izolace, okna s izolačními trojskly, přerušení tepelných mostů
- maximální využití solárních zisků, s ochranou proti letnímu přehřívání
- vzduchotěsná obálka proti zbytečnému provětrávání spárami
- řízené větrání se zpětným ziskem tepla (rekuperací)
- malý úsporný zdroj tepla a využívání obnovitelných zdrojů energie

Jak nejlépe dosáhnout kvality pasivního domu?

Ještě stále si mnozí investoři a bohužel i neznalí projektanti myslí, že standardu pasivního domu jde nejsnáze dosáhnout použitím výrazně tlustší izolace, kvalitními okny a rekuperací odpadního vzduchu. Často se pak stává, že takový rádoby „pasivní" dům se zbytečně prodraží a přitom ani zdaleka není tak úsporný, jak by mohl být. Častou chybou je podcenění, nebo naopak přecenění vlivu některých jeho částí. K tomu, aby pasivní dům využíval plně potenciál úspor, je nezbytná komplexní optimalizace – tedy poučené a vyvážené zkombinování principů a ověření pomocí vhodného programu, nejčastěji PHPP (Passive House Planning Package). To je i zásadním předpokladem, aby pasivní dům byl nejen úsporný, ale i výjimečně komfortní jak v zimě, tak v létě.

Architektura pasivních domů

V podstatě lze říci, že nic takového, jako architektura pasivních domů, neexistuje. Když se projdete po ulici, s největší pravděpodobností pasivní dům od běžného nerozeznáte.



Pasivní dům může vypadat jako každý jiný, nebo může mít i organické tvary.



Architekt a foto: ABateliér - nahoře, Vize Ateliér s.r.o. a Slavona – dole

Větší budovy, jako školy, školky, kancelářské budovy nebo dokonce celá sídliště jsou pro pasivní standard svým tvarem jako stvořené. Pěknou ukázkou je pasivní mateřské školky v Praze - Slivenci a ve své době největší pasivní sídliště stojící v Insbrucku



(Architekt: ABatelier, foto: CPD)



(Architekt a foto: Architektur DIN A4)

Dva jsou víc než jeden...

Jednoduché pravidlo, které platí i v případě stavebnictví. Pokud bychom spojili dva domy k sobě, mají při stejném objemu o dvě ochlazované stěny méně, než když budou postaveny samostatně. Tento princip tvarové kompaktnosti s výhodou využívají řadové domy, bytové domy a jiné větší stavby. Díky tomu je například panelák o mnoho jednodušší dostat do pasivního standardu než rodinný dům. Stejně působí i nadměrná členitost staveb. Z tohoto důvodu různé nevkusné věžičky a arkýře asi s největší pravděpodobností u pasivních domů nenajdete.

Okna místo radiátoru

Pokud je to možné, je dobré co nejvíce využít jižní, resp. jihovýchodní až jihozápadní orientaci. Solární zisky umožňují krýt 30 – 50% celoročních tepelných ztrát domu. Pokud tedy máme špatnou orientaci, nebo velké stínění okolními stavbami či stromy, musíme nedostatek solárních zisků kompenzovat precizněji řešenou tepelnou izolací.

A co vnitřní dispozice?

Vnitřní dispozice se řídí úplně stejným pravidlem jako prosklení. Na jih se umísťují pobytové místnosti s větším prosklením a potřebou přirozeného osvětlení. Naopak na severu najdeme místnosti s minimální potřebou oken – tedy například vstup, komunikační prostory, schodiště, technickou místnost, toaletu či koupelnu.

Jak zjistíme, že máme pasivní dům?

Kromě vysoké úspornosti, nabízí pasivní dům optimální vnitřní prostředí, vysokou míru spokojenosti uživatelů a budovu bez poruch. Aby toho bylo dosaženo, posuzuje se i letní přehřívání, možnost regulace intenzity větrání a vytápění, a stejně tak musí být v pobytových místnostech otvíravá okna. Na kontrolu uvedených hodnot se používá program PHPP (Passive House Planning Package), kterého přesnost je ověřena na tisících pasivních domů.



Častou chybou je představa, že pro pasivní dům je vhodná prosklená celá jižní fasáda.
I když to může vypadat přinejmenším efektně, často díky tomu dochází k výraznému letnímu přehřívání. Nejenže samy okna jsou dražší než stěny, navíc je musíme doplnit drahým vnějším stíněním. Optimální je proto prosklení do 40 % jižní fasády s letním stíněním, které je řešeno například přesahem.

Pasivní dům je mezinárodně uznávaný termín pro domy, splňující kritéria Passivhaus Institutu v Darmstadtu:

Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m2a)]	≤ 15	≤ 25
Průvzdušnost n50 [h-1]	≤ 0,6	≤ 1,0
Měrná potřeba primární energie (vč. energie pro domácnost) [kWh/(m2a)]	≤ 120	≤ 150

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

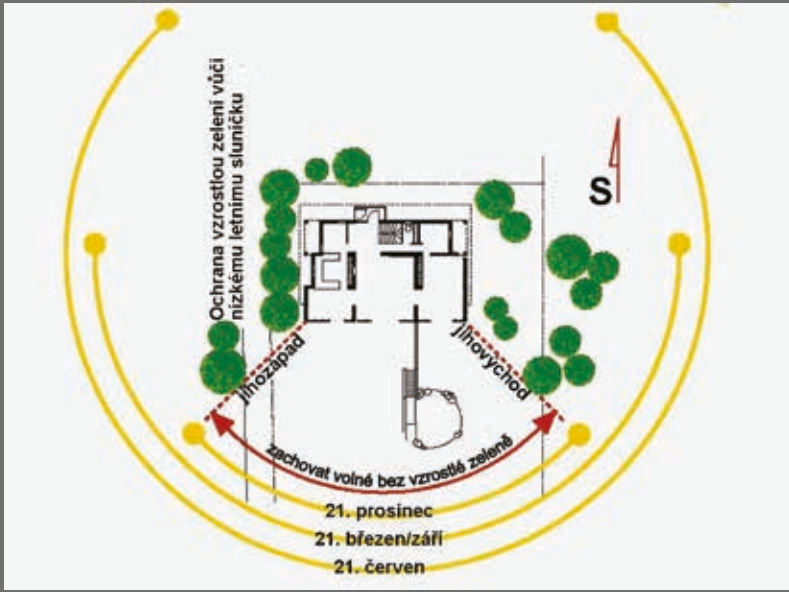
DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Stejně jako u kvalitních aut nebo jiných technologií se u pasivních domů staví na základě dokonale propracovaného návrhu. Právě ve fázi prvotního návrhu, se nepochybně rozhoduje o budoucí kvalitě budovy. Na vytvoření dokonale fungujícího a energeticky co nejúspornějšího řešení by měl celý projekční tým pracovat společně (a to včetně profesí). Už ve fázi studie a prvotního rozpracování musí být jasná například návaznost architektury na konstrukční systém a statiku, vnitřních dispozic na rozvody větrání apod. V dalších fázích projektu se už „jen" zpřesňují původní rozhodnutí a na zásadní změny v prvotním konceptu pak většinou nezbývá čas, chuť nebo i finance.

Návaznost, komplexnost a hlavně jednoduchost řešení zaručí kvalitní návrh.

Příklad ideálního umístění domu na pozemku.
Jižně orientována fasáda zůstává bez stínění.

(Zdroj Martin Žižka)



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
- efektivní využití vytápěného prostoru uvnitř domu
- solární zisky nesnižované zastíněním okolní zástavbou, terénem či nevhodně umístěnou pergolou
- vhodné letní stínění proti přehřívání interiéru místností umístěné s ohledem na světové strany

Co ovlivňuje energetickou náročnost budov v pasivním standardu?

Nízká spotřeba energie pasivních domů není zabezpečena silnější vrstvou izolací, kvalitními okny a rekuperací odpadního vzduchu. Rozhodně se na malých tepelných ztrátách a vysokých pasivních ziscích výrazně podílí víc faktorů, které je potřeba při návrhu domu zohlednit. U běžných domů, které energií doslova plýtvají, tyto faktory energetickou náročnost stavby tolik neovlivní. Navýšení nebo úspora 5 až 10 (i víc) kWh/(m²a) u běžných domů nehraje velkou roli. Naproti tomu u pasivních domů, kde je celková potřeba tepla na vytápění menší než 15 kWh/(m²a), se to odrazí výrazně!

Výslednou energetickou náročnost a chování budovy ovlivní zejména:

- volba pozemku – orientace a osazení budovy na pozemku s ohledem na případné zastínění terénem, zelení nebo okolní zástavbou
- klimatická oblast – hory, nížiny, hluboké stinné údolí a exponovanost objektu vůči větru
- velikost budovy – přiměřená danému účelu
- tvarové řešení a členitost stavby
- zónování místností – vnitřní dispozice s ohledem na vytápěný a nevytápěný prostor i orientaci ke světovým stranám
- vlastnosti obvodových konstrukcí, řešení tepelných mostů a vazeb
- velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách
- způsob větrání a distribuce vzduchu zdroj tepla, příp. vhodná kombinace zdrojů
- velikost a regulace otopné soustavy
- způsob, jakým je zajištěna ochrana proti letnímu přehřívání
- volba elektrických spotřebičů
- skutečný způsob užívání budovy

Umístění budovy na pozemku a správná orientace

Vhodná orientace budovy na pozemku je velmi důležitá. Ideální pozemek by měl umožňovat nestíněné umístění domu a otočení hlavní fasády s největší prosklenou plochou od jihovýchodu přes jih po jihozápad. Někdy však volbu pozemku nebo umístění budovy nemůžeme ovlivnit, například v případě řadové zástavby. Všechny okolní podmínky včetně budoucích předpokladů je potřeba v projektové fázi přesně definovat a zahrnout je do návrhu i výpočtů. Pohyb slunce po obloze a překážky je možné zkontrolovat pomocí speciálních přístrojů nebo i aplikací v chytrých telefonech.

Nejvýhodnější je kompaktní tvar stavby

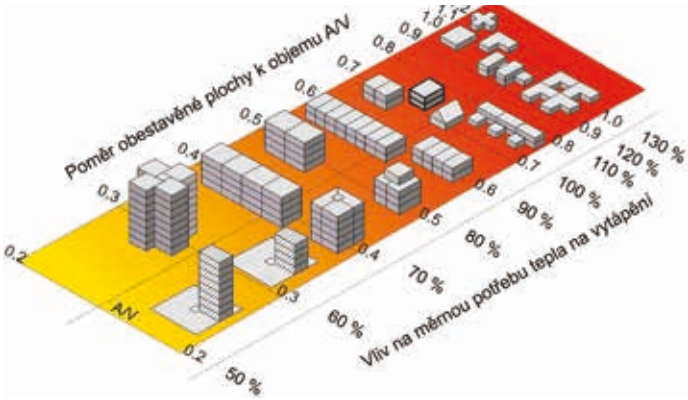
Tvarová kompaktnost je základním pravidlem při navrhování pasivních domů. Princip je jednoduchý. Zkuste si dát k sobě dvě kostky. Objem je sice dvojnásobný,



Zkontrolovat stínění okolní zástavbou nebo terénem se při návrhu vyplatí. Zde vidět špatný případ, solární zisky sníženy na polovinu díky stínění okolní zástavby. Obrázek z aplikace v chytrém telefonu

(Zdroj Ateliér Vize)

ale zároveň máme o dvě ochlazované plochy méně. U větších staveb lze díky tomu mnohem jednodušeji dosáhnout pasivního standardu. Panelové domy, školy či administrativní budovy jsou pro energetické úspory takřka stvořené. Výstavba samostatně stojících rodinných domů je už ve své podstatě energeticky nevýhodná ve srovnání s řadovou nebo bytovou zástavbou, která poskytuje navíc možnost napojení na společný zdroj tepla. Problém s kompaktností se projevuje i u členitých staveb, které kromě nárůstu ochlazovaných ploch obsahují i množství složitých detailů a napojení nosných konstrukcí komplikujících realizaci.



Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění. Porovnání velikosti ochlazovaných ploch (povrchu) při stejném objemu stavby. Seskupené objekty jako řadová zástavba nebo bytové domy dosahují pasivního standardu snadněji než samostatně stojící objekty.

(Zdroj GO-SOL)

Krychle, kvádr nebo něco jiného?

Pokud by tvar byl podřízen jen fyzikálním parametrům, byla by ideální koule. Z hlediska technického, dispozičního a ekonomického je však taková varianta těžko dosažitelná. Jestliže budeme naopak stát pevně na zemi, pro současný pasivní dům bude optimálně vyhovovat kvádr delší stranou obrácený k jihu. Takové řešení umožňuje ideální umístění pobytových místností s větší potřebou oken směrem na jih. Na sever jsou orientovány pomocné prostory jako chodba, schodiště, hygienické zázemí nebo technická místnost, vše s malými nároky na přirozené osvětlení.

Stavět dům jednopatrový nebo vícepatrový?

Z hlediska kompaktnosti stavby je výhodnější vícepodlažní varianta, není však nutností. Z hlediska mobility se často navrhují malé přízemní domy pro seniory nebo mladé rodiny. Tato řešení jsou rozumná, pokud půdorysná plocha domu nepřesáhne 120 až 140 m². U rozlehlejších domů se výrazně zhoršuje tvarová kompaktnost a dispoziční řešení s ohledem na světové strany. Pasivní domy lze samozřejmě realizovat i jako podsklepené. Je s tím ovšem spojena řada technických komplikací a stavba se tím zpravidla prodražuje.

V případě návrhu sklepu je nutno dodržet několik zásad:

- tepelně oddělit konstrukce s vyloučením tepelných mostů (podobně jako u základů)
- vstup navrhovat mimo vytápěnou část domu (samostatný vstup zvenčí nebo z nevytápěného zádveří, které musí být tepelně odděleno od vytápěné zóny).

Střecha pro pasivní dům

Pasivní domy nejsou omezeny tvarově jen na jeden typ střechy. Výhodnější jsou však střechy s malým sklonem 0,5-20°, ať už střechy ploché, pultové nebo sedlové. Vytvářejí menší ochlazovanou plochu, jsou konstrukčně jednodušší i levnější (méně izolace, krytiny). Mírný sklon střech navíc nabízí možnost použití zelených vegetačních střech (optimálně bezúdržbových). Zpomalují odtok vody z krajiny a tím přispívají k jejímu ochlazování, jsou vhodné do přehřátých měst. Toto řešení současně prodlužuje životnost střešního pláště.



Vliv tvaru objektu na potřebu tepla na vytápění.
Porovnání velikosti ochlazovaných ploch (povrchu) při stejném objemu stavby.
Seskupené objekty jako řadová zástavba nebo bytové domy dosahují pasivního standardu snadněji než samostatně stojící objekty.

(Zdroj GO-SOL)



Správné zónování objektu – uspořádání dle potřeb na vytápění

Správně navržené dispozice zásadně ovlivňují využitelnost prostor, spotřebu energie a spokojenost uživatelů. Vnitřní uspořádání místností se volí s ohledem na teplotní režim, jeho regulaci, potřebnou míru denního osvětlení, délky rozvodů, funkční propojení nebo jiné požadavky, jako možnost výhledu, dispozice pozemku, apod. Základní rozdělení prostor v objektu je na vytápěné a nevytápěné. Vytápěnou a nevytápěnou zónu je nutné důkladně tepelně oddělit, a promyšlená volba konstrukcí zde značně usnadňuje řešení detailů. Ve vytápěném prostoru dochází k dalšímu členění, dle účelu místností, provozního režimu a následné regulace vytápění. Z hlediska délky rozvodů, abychom se vyhnuli energeticky náročné cirkulaci, je třeba sdružovat místnosti s potřebou teplé vody. Kuchyň, koupelna a technická místnost by měly být co nejblíže u sebe, případně přímo nad sebou. Nejen u pasivních domů se obytné místnosti umísťují k osluněné straně, od jihovýchodu po jihozápad s teplotami kolem 20 °C, ložnice pak k severovýchodu až jihovýchodu, čímž může být případně dosažena i nižší teplota. Koupelny patří mezi nejteplejší místnosti v domě a je vhodné je umístit do teplejší části objektu. Komunikační a skladové prostory se umísťují spíše na severní stranu objektu, případně do nevytápěné části

Je třeba myslet i na letní případ

Při snaze zabezpečit optimální solární zisky se mnohdy dostávají budovy do rizika letního přehřívání. Jak mu nejlépe předejít? V první řadě je nutné optimalizovat velikost a umístění prosklených ploch a následně volit vhodné stínící prvky. Platí jednoduchá zásada, že velikost prosklení je rozumné do 40 % jižní fasády. Větší plocha způsobuje výrazné letní přehřívání a potřebu drahých stínících prvků.

Závěr

Na návrhu se nevyplatí šetřit, protože vyladěním v projektové fázi můžeme ovlivnit cenu domu, provoz i jeho funkčnost za nejmenší peníze. Jednotlivé prvky se mohou a budou v průběhu času měnit, ale promyšlená koncepce respektující místní podmínky zůstane. Je zřejmé, že neexistuje žádné ideální, všude použitelné řešení a potřebného výsledku se dosahuje zejména optimalizací návrhu.

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

VHODNÁ KONSTRUKCE PRO PASIVNÍ DŮM

Pro pasivní domy jsou nejvhodnější konstrukce, které dokáží zabezpečit velmi kvalitní izolační schopnost při co nejmenší tloušťce stěn. Volba konstrukčního materiálu bývá jednak ovlivněna náklady na stavbu, ale především přímo užitnými vlastnostmi či jinými výhodami daného typu konstrukce. Co se týká konečného vzhledu stavby, volba konstrukčního materiálu nemá téměř žádný vliv. Dřevostavby jsou po omítnutí k nerozeznání od zděných domů a některé masivní stavby obložené modřínem se zase tváří jako dřevostavby.



Ukázka dřevěné fasády

(Zdroj: CPD)

Masivní konstrukce nebo dřevostavba?

Obecně lze konstrukce rozdělit na těžké (masivní) a lehké (převážně dřevostavby). Každý typ konstrukce i druh materiálu má svá pro a proti. Proto na tuto otázku neexistuje jednoduchá odpověď.

U dřevostaveb se investoři často neoprávněně obávají nebezpečí vzniku požáru, slabší odolnosti proti větru nebo horších akustických vlastností. Dřevo historicky dokázalo, že je velice kvalitním materiálem pro stavbu, stačí si všimnout více než stoleté dřevěné roubenky. To, že dřevo hoří, je jasný fakt. Vně konstrukcí však dřevo odhořívá na povrchu asi 1–2 cm, pak se snižuje přístup kyslíku a dál prakticky nehoří. Shořet či spíše úplně znehodnotit se může i masivní cihlová nebo betonová konstrukce a střešní dřevěné konstrukce. Protipožární ochranu tvoří u staveb omítka nebo vnitřní obklad, který je obyčejně nehořlavý.

Příklad dřevostavby s použitím I nosníků. Konstrukce je zevnitř zavětrována OSB deskou a izolace je vkládána do připraveného roštu. Výhodou je jednoduchost a rychlost provedení.

(Zdroj Mojmír Hudec)



Dřevostavby

Pro pasivní domy se dřevo používá pouze jako konstrukční materiál a to v množství nezbytně nutném pro zajištění statické únosnosti konstrukcí. Pokud bychom použili pouze dřevěnou konstrukci bez izolace jako u srubů, musela by být stěna pro splnění tepelně-izolačních vlastností tlustá asi 1 m a zároveň by byla neúměrně drahá. Nosné prvky jsou skryty uvnitř stěny a výsledkem je pak její menší tloušťka než u masivních staveb. Lehká konstrukce dřevostavby nevyžaduje natolik staticky únosné základy a umožňuje postavit dům nad terénem (tzv. Crawl – space), čímž odpadá nutnost hydroizolace, protiradonových opatření a eliminují se tepelné mosty při napojení na základy. Použití dřeva méně zatěžuje životní prostředí, zejména je-li z lokální produkce, a také likvidace stavby po jejím dožití je velice jednoduchá.

Prefabrikované nebo dělané na stavbě

Z hlediska montáže lze rozdělit dřevostavby na stavěné na stavbě nebo prefabrikované panelové konstrukce. Výhodou panelových systémů je rychlá výstavba a menší cena vzhledem k velice efektivní tovární prefabrikaci. V prostředí výrobních hal bez vlivu počasí lze pomocí mechanizace dosahovat nižší pracnosti 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 málo 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.

Samotné nosné prvky nejčastěji tvoří dřevěná sloupková konstrukce nebo prefabrikovaná panelová konstrukce z masivního dřeva. Výhodou masivních dřevěných panelů je rychlost výstavby, přesnost a vysoká pevnost. Tloušťka masivního nosného prvku kolem osmi centimetrů šetří místem a postačuje i pro vícepodlažní stavby. Pokud máte rádi dřevo v interiéru, můžete si panely z vnitřní strany ponechat jako pohledové. Sloupková konstrukce, jako další možnost lehkých staveb, je o poznání známější. Tento systém možná někteří z vás znají pod názvem „two by four" (2 x 4 palce). K nám přišel ze zámoří, kde je takovým způsobem postavena naprostá většina dřevostaveb. Konstrukce se staví jednoduše a rychle přímo na stavbě, ale zároveň umožňuje i plnou prefabrikaci. Jako svislé prvky jsou nejčastěji použity hranoly, dřevěné I-nosníky nebo jednoduché příhradové vazníky zavětrované z vnitřní strany velkoformátovými konstrukčními deskami, nejčastěji OSB deskami. Vytváří se tím rošt, do kterého je umísťována izolace, z vnější strany pak zaklopená nejčastěji difúzně otevřenými dřevovláknitými deskami (např. DHF deskami). Výhodou I-nosníků, oproti masivním fošnám, je menší spotřeba dřeva, omezení tepelných mostů a větší variabilita tloušťky až do 400 mm. Konečnou vrstvu tvoří omítkový systém či odvětrávaná fasáda. Častý bývá dřevěný obklad ze severského modřínu, který nevyžaduje žádnou povrchovou úpravu.

Izolační materiály dřevostaveb

Jako izolace dřevostaveb lze využít jak konvenčních izolačních materiálů, tak některé z přírodních alternativ. Častěji se využívají vláknité izolace na bázi minerálních vln, foukané celulózy, případně pak přírodní materiály – dřevovláknité, lněné a konopné či slaměné izolace. Pro zabránění průniku vlhkosti z interiéru do vrstev konstrukcí je požadavkem precizně provedená parotěsná vrstva tvořená OSB deskami nebo folií – parozábranou, která současně slouží k zajištění neprůvzdušnosti (viz část Vzduchotěsnost a testování kvality). Skladba stěn by současně měla být navržena s ohledem na větší difúzní otevřenost vrstev směrem ven.

Akumulace u dřevostaveb

Akumulační schopnost u lehkých staveb v pasivním standardu již nehraje takovou roli jako u běžných lehkých staveb. Ochranu proti krátkodobým zátěžím zabezpečuje vysoký stupeň zaizolování, který teplo nepouští ven, ale ani dovnitř. Je ovšem nutné pečlivě navrhnout stínění, aby sluneční zisky nezpůsobily přehřívání interiéru. Některé akumulující prvky lze s úspěchem využít také u dřevostaveb. Například jílová omítka v tloušťce 40 až 60 mm dokáže mimo jiné zabezpečit dostatečnou akumulaci a pomáhá zamezit nepříjemnému pocitu z chatového charakteru stavby (dutých stěn).

Masivní stavby

Masivní stavby mají stále podstatně vyšší podíl na trhu s novostavbami. Pasivní domy je možné postavit v podstatě ze všech materiálů - cihel, vápenopískových bloků, betonu či plynosilikátových tvárnic. Jestliže chceme využít dobrých vlastností masivních staveb (akumulace tepla, akustický útlum), měli bychom volit materiály s větší objemovou hmotností i pevností, které zabezpečí v co nejmenší tloušťce statickou únosnost, a zvenčí pak zateplovat materiály s velkou tepelně-izolační schopností. Právě volba konstrukce s ohledem na výslednou tloušťku umožňuje snížit celkovou cenu domu.

Vhodným a ověřeným materiálem je vápenopísková cihla, která je při tloušťce 17,5 cm dostatečně únosná až pro pětipodlažní dům. Při použití 30 cm izolace nepřesáhne celková tloušťka oboustranně omítnuté stěny 50 cm. Cenově i konstrukčně zajímavý je také systém prefabrikovaných betonových panelů, které jsou nosné již od 11 cm. Výhodou je rychlá výstavba a možnost pohledové kvality betonu z vnitřní strany, který postačí pouze namalovat. Klasická voštinová tvárnice dosahuje také přijatelné hodnoty, pokud se však použijí bloky do maximální tloušťky 30 cm, spolu s vnějším zateplovacím systémem. Silnější bloky jsou zbytečně drahým a tepelně-technicky nevýhodným řešením. Kromě toho se obecně děrované materiály potýkají se zhoršenou vzduchotěsností. Dalším systémem je použití ztraceného bednění z tvárnic z polystyrenu (neoporu), nebo štěpkocementových tvárnic s izolací, které se po vyskládání coby stavebnice vyplní betonem. Výhodou je rychlá a jednoduchá montáž, přicházíme však o část akumulační schopnosti betonového jádra kvůli vnitřní vrstvě izolace. V současné době již výrobci nabízejí tvárnice, jež mají veškerou izolaci umístěnou na venkovní straně, a tudíž nedochází k tepelnému oddělení betonové konstrukce.



Masivní konstrukce z vápenopískových cihel je pro pasivní domy ideální.
Velká objemová hmotnost zabezpečuje vysokou únosnost, výborné akustické vlastnosti a akumulační schopnost při malé tloušťce stěn. Zateplení se pak realizuje běžnými kontaktními systémy.

Závěr

Nelze jednoznačně říci, která konstrukce je pro stavbu pasivního domu nejlepší. Každý materiál má své výhody a nevýhody a vhodnost použití pro různé stavby. Kvalitní dům vždy vychází z promyšleného návrhu, založeného na zvážení způsobu užívání domu, požadavku na výstavbu, místních podmínek a jiných individuálních specifik.

Systémy ztraceného bednění lze také využít pro stavbu pasivních domů. Systémy zpravidla obsahují tvarovky pro rohy, překlady nebo i základy, což značně urychluje výstavbu.

(Zdroj Asting)



CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

KVALITNÍ OKNA A DVEŘE PRO PASIVNÍ DOMY

Okna a dveře, kterým se technicky říká výplně stavebních otvorů, mají v budovách řadu funkcí. Asi není třeba zmiňovat, že slouží zejména pro osvětlení místností, ale v pasivním domě mají navíc ještě jednu důležitou funkci. Zabezpečují dostatek slunečních zisků a působí jako solární radiátor. Právě důsledná optimalizace dokáže zabezpečit, aby okna byla v celoroční bilanci zisková a ne ztrátová, jak tomu bývá v běžné výstavbě.



Nejen správná volba rámů a zasklení, ale hlavně velikost a umístění zásadně ovlivňuje spokojenost uživatelů. Dobrým příkladem rozumné míry prosklení najdeme třeba u administrativní budovy Energon v německém Ulmu. Oproti celoprosklenýmfasádám „moderních" administraček jsou zde teploty v interiéru vyváženější a napomáhá tomu i precizní stínění slunolamy a automaticky ovládanými žaluziemi. Okna s parapetem také umožňují lepší využití vnitřního prostoru a nepřináší zbytečné solární zisky bez vlivu na prosvětlení interiéru.

zdroj: oehler faigle archkom

Pokud mají okna v celkové bilanci pasivního domu přinést víc tepelných zisků nežli ztrát, je nutné přihlédnout k několika zásadám.

5 zásad pro kvalitní okna a dveře:

- vhodná velikost a rozmístění oken – většina na jih, co nejméně na ostatní fasády
- volba kvalitního rámu s nízkým součinitelem prostupu tepla
- izolační zasklení s teplým distančním rámečkem
- precizně vyřešené osazení do konstrukce bez tepelných mostů
- ochrana proti letnímu přehřívání

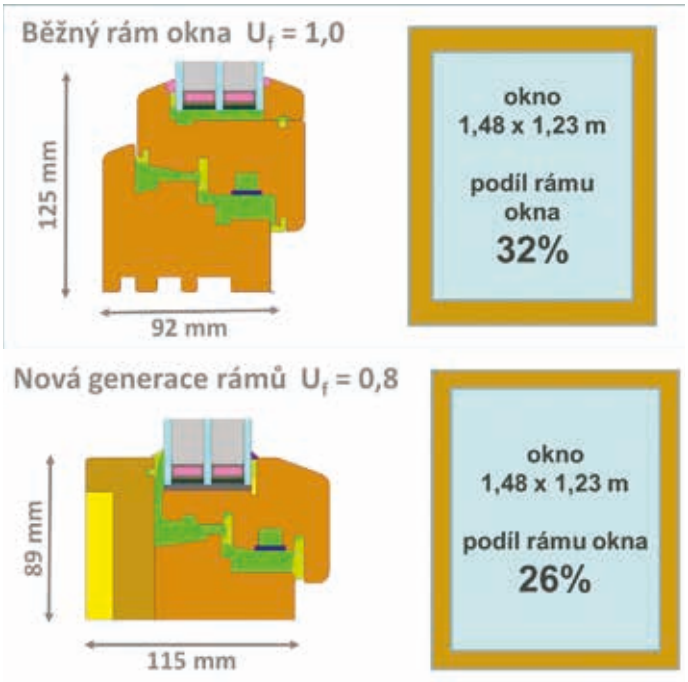
Když méně znamená více

V našich podmínkách je potřeba velikost oken navrhovat s mírou. Velké prosklené výklady přes celou fasádu možná vypadají efektně, ale nesou s sebou nutně několik negativních efektů. Dům se častěji přehřívá a je nezbytné perfektní stínění. Okna mají výrazně tepelně horší parametry nežli stěna, takže v zimním období, kdy slunce nesvítí, mají místnosti větší tepelné ztráty. Navíc řešení není cenově příznivé – okna jsou dražší a spolu s nutným vnějším stíněním se mohou prodražit až 5x víc než stěna. Jako rozumná se proto většinou uvažuje plocha oken postačující pro běžné prosvětlení místností, tedy poměr 1:6 – 1:4 k podlahové ploše, což odpovídá asi 40 % plochy fasády.

Vybírejte širší a nižší rámy

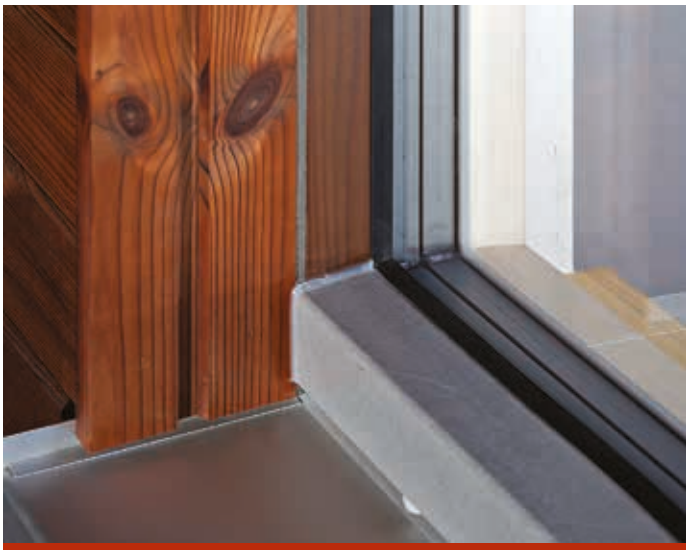
U pasivních domů volba rámu podléhá několika základním požadavkům:

- rám okna je nejslabším článkem obálky a měl by proto obsahovat tepelnou izolaci
- rám okna nepřináší žádné solární zisky, jen ztráty a měl by být co nejnižší
- pro dosažení co největší těsnosti by měl obsahovat minimálně 3 těsnící roviny



Oproti běžným rámům jsou trendem rámy širší a nižší, které zabezpečí díky menšímu podílu rámu lepší tepelnou ochranu a maximum solárních zisků.
(Zdroj: Centrum pasivního domu)





Koncept rámů nové generace s pohledovou výškou pod 90 mm byl možný až zavedením skrytého kování, které posunulo osu otáčení okna a dal se tak snížit rám. Skryté kování také neprochází rovinou vnitřního těsnění, nekrčí jej a těsnost oken je výrazně vyšší. Výsledkem je také lepší průběh teplot uvnitř rámu okna a neprojevuje se tak výrazně kondenzace ve funkční spáře. Okna navíc umožňují správné osazení, tedy kompletní překrytí rámu izolací zvenku, a vytváří tak vzhled bezrámového zasklení oblíbeného u moderní výstavby. Jednoduše řečeno, okno vypadá tak, jak má, až když je správně osazeno.
(Foto: Slavona)

Podobná koncepce nové generace rámů je dnes dostupná ve všech materiálových řešeních – ve dřevě, plastu i dřevohliníku. Cena oken nové generace je přitom jen o málo vyšší nežli u běžných oken.



Foto: Jan Picpauer

Největší výhodou izolačních trojskel je jejich vysoká povrchová teplota. Díky tomu nevznikají nepříjemné teplotní rozdíly jako u dvojskel a navíc se okna nerosí ani bez otopného zdroje pod nimi. Tepelný zdroj tak může být kdekoliv v místnosti a dispozice lze plně využít.

Zasklení jako důležitý parametr

Základní parametry vhodného zasklení pro pasivní domy:

- nízký součinitel prostupu tepla zasklení Ug pro trojskla – dnes nejčastěji 0,6 až 0,5 W/(m^{2}K), s výplní argonem
- vysoká solární propustnost energie – tzv. solární faktor g nad 50 %
- distanční rámeček z plastu nebo silikonu (určitě se vyhnout hliníku, který způsobuje orosování hrany zasklení)

Pro různé aplikace mohou být vhodné rozdílné konfigurace parametrů. Pro budovy k bydlení se dnes používá tzv. solární zasklení s vysokým solárním faktorem nad 60 %, které má vysoké zisky i v zimním období a může uspořit až 10 % energie na vytápění oproti běžným zasklením. Pro administrativní budovy, které mají větší míru prosklení a potýkají se s častým přehříváním, se spíš hodí zasklení s nižší solární propustností pod 50 % a s lepšími izolačními parametry pod 0,5 W/(m2K). Rovněž je možné použít různá zasklení pro různě orientovaná okna.

Správné osazení okna do konstrukce

Velký vliv na vlastnosti okna má jeho umístění a kvalita práce při montáži. Samotné osazení může ovlivnit potřebu tepla na vytápění pasivního domu až o desítky procent. Okna se proto usazují do vrstvy tepelné izolace. Správnou montáží se tak vyhneme riziku vzniku plísní a zbytečným únikům tepla.

Okna zkrátka nepodceňujte!

Otvorové výplně bezpochyby tvoří základ energeticky úsporné výstavby, která stojí na efektivním využívání solárních zisků. Jednoduchými kroky lze ovlivnit energetickou bilanci budovy o desítky procent. Důležitý je zejména promyšlený návrh respektující typ oken a konstrukce a způsob osazování do konstrukce. Výrazným posunem jsou vysoce efektivní okna, která svou jednoduchou koncepcí a příznivou cenou ukazují cestu i pro ostatní výrobce oken. Okna jsou důležitým prvkem pasivního domu, jenž může výrazně ovlivnit požadovaný výsledek i tepelnou pohodu, a proto je jejich optimalizace ve fázi návrhu naprosto zásadní.

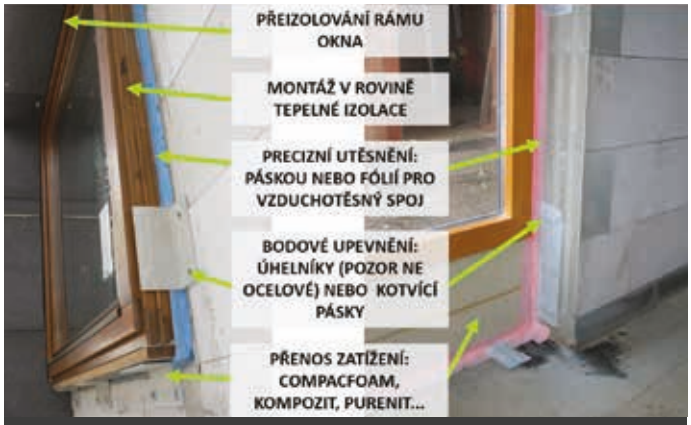


Foto: Michal Hučík, Kalksandstein CZ s.r.o.





Okna nové generace určené do energeticky úsporné výstavby jsou koncepčně vytvořeny tak, aby až po správném zabudování (kompletně schované v izolaci) získaly svůj vzhled podobný bezrámovému zasklení s optikou čistého skla. Na levém obrázku je ukázka systémově řešeného žaluziového kastlíku vpravo okno správně osazené do dřevostavby.

(foto: CPD)

Chcete vědět víc?

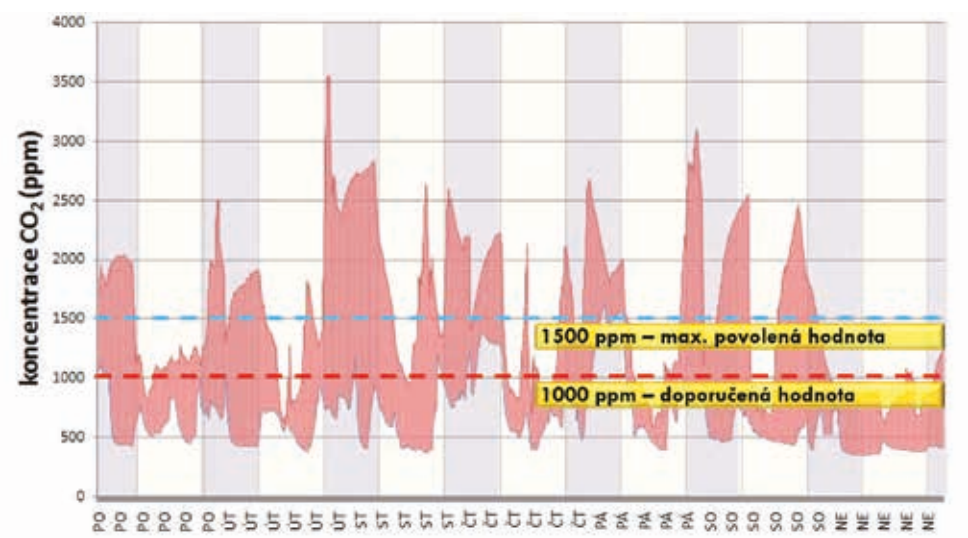
Podívejte se na www.pasivnidomy.cz, anebo navštivte některou ze vzdělávacích akcí Centra pasivního domu.

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

VĚTRÁNÍ JE NEDÍLNÁ SOUČÁST KVALITNÍHO DOMU

Kvalitní čerstvý vzduch je pro život nepostradatelný ať už na pracovišti nebo doma. Zabezpečit větrání v pravidelných intervalech ale není jednoduché. Správně by se mělo větrat každé dvě hodiny po dobu 3 až 5 minut (i v noci!), ideálně dokořán otevřenými okny. Kdo ale doopravdy takto větrá?

Nikdo si nechce zbytečně přivádět chlad do teplých místností, a tak se hlavně v zimě a v noci větrá mnohem méně, než je potřebné. Výsledkem je zvyšování koncentrace škodlivin, relativní vlhkosti nebo dokonce i růst plísní a poškození konstrukcí.



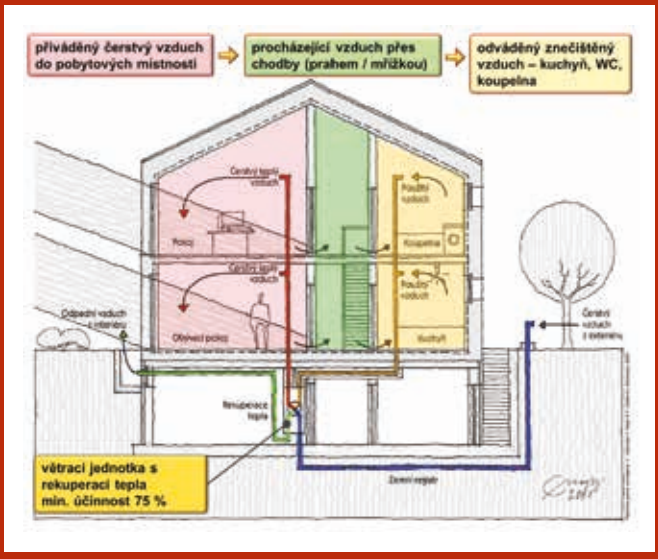
Dvojnásobné i trojnásobné překročení doporučených hodnot koncentrace oxidu uhličitého v ložnicích ráno nejsou žádnou výjimkou. Běžným větráním okny nelze dlouhodobě udržet ani maximální povolenou hodnotu koncentrace oxidu uhličitého, která je stanovena i ve vyhlášce 286/2009 Sb.

(Zdroj: Ekowatt)

V pasivním domě dýcháte neustále čerstvý vzduch

Pro zabezpečení vynikající kvality vzduchu při dodržení tepelné pohody je nedílnou součástí pasivního domu větrací jednotka se zpětným ziskem neboli rekuperací tepla. Ta větrá přesně v potřebném množství, bez průvanu a hluku. Koncepce větrání v pasivním domě je jednoduchá – čerstvý ohřátý vzduch je přiváděn do pobytových místností, prochází přes chodby, které současně provětrává, a je odtahován z míst s produkcí pachů nebo vlhkosti, jako jsou kuchyň, WC nebo koupelna. Vzduch pak prochází rekuperačním výměníkem, čímž se zpátky do čerstvého vzduchu vrací cenné teplo.

(Zdroj: Centrum pasivního domu)



Teplo, které se odvádí při větrání z domu, je škoda pouštět ven, když jej lze zpětně využít. V pasivním domě o něj nepřicházíme. Ztráty tepla větráním jsou tak velké, že bez rekuperace tepla by pasivní dům zdaleka nedosahoval potřebných parametrů a stěží i hodnot pro nízkoenergetický dům. Požadavkem je proto účinnost zpětného zisku tepla u větracích jednotek minimálně 75 %. Ty nejlepší jednotky na trhu však už dnes přesahují účinnost 90 %. Čerstvý vzduch se jednoduše ohřívá na téměř pokojovou teplotu a nevznikají tak nepříjemné teplotní rozdíly v místnostech.

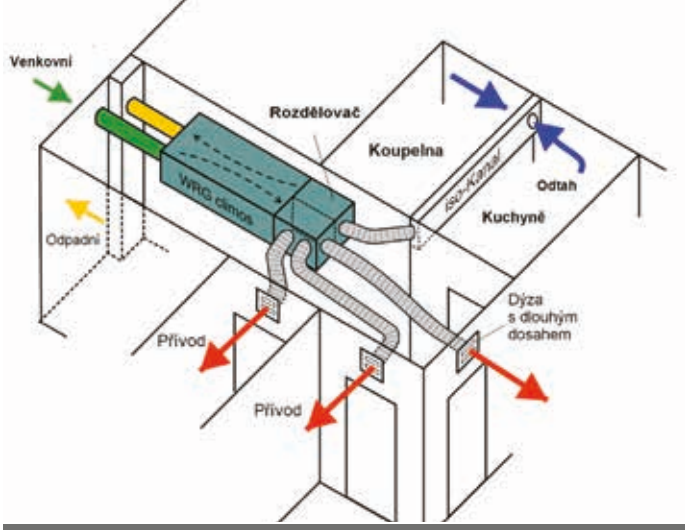
Jak celé řízené větrání funguje?

Jde o jednoduchý princip. Nasávaný (studený) a odpadní (teplý) vzduch proudí proti sobě v sousedních kanálcích, kde si přes velmi tenké stěny předají velkou část tepla. Pohání je pouze dva úsporné ventilátory. To je vše. Vzduch se nesmíchá, takže kvalita nasávaného vzduchu není ovlivněna. Díky filtraci vzduchu se snižuje prašnost v domě, což oceníte při uklízení. Pro alergiky to zase může být možnost, jak se zbavit svých sezónních dýchacích obtíží. Ve městech je velikou výhodou snížení hlučnosti, protože není nutno větrat otevřenými okny. Samozřejmě si to vyžaduje určitou údržbu, která je však velmi jednoduchá. Stačí vyměnit filtry alespoň 1x ročně. Rozvody pro přívod a odtah jsou vedeny nejčastěji pod stropem v podhledu případně v podlaze. Jediné, co je pak vidět, je vyústka nade dveřmi nebo v podlaze, které jsou v mnoha provedeních. I přiznané potrubí, například z pozinkovaného plechu nebo textilu může, v interiéru vypadat velmi dobře.

7 výhod řízeného větrání s rekuperací tepla

- odvod škodlivin a pachů
- neustále čerstvý vzduch bez překračování koncentrace CO_2 1500 ppm
- kontinuální odvod vlhkosti – ochrana proti plísním
- vysoký komfort - teplý vzduch bez průvanu
- filtrace - vzduch bez znečištění prachem alt. i pyly
- bez hlukového zatížení – větrání se zavřenými okny
- úspora energie 75 % až 90 %

Vytvoření kvalitního vnitřního mikroklimatu je rozhodně oblast, kterou je nutné se podrobně zabývat. Pasivní domy mají výhodu oproti běžným domům díky vynikajícím tepelně-izolačním vlastnostem konstrukcí a účinnému řízenému větrání. Uživatelé pasivních domů si větrání často chválí jako nejlepší volbu v celém projektu. Bohužel chyb narušujících spokojenost uživatelů se v minulosti a bohužel i dnes dělá celá řada. Abychom se jim vyhnuli, je nutný precizně zpracovaný projekt ověřeným projektantem, perfektní provedení a uvedení do provozu se zaregulováním systému a zaškolením uživatelů. Celý systém pro rodinný dům může stát kolem 150 tisíc korun, pro bytový dům asi 50 tisíc korun na byt. Pokud bychom počítali návratnost systému jenom na úsporu energie, tak se pohybuje na hranici jeho životnosti. Ovšem úspora energie je „jenom" bonus navíc oproti hlavnímu co systém nabízí – zdravé vnitřní prostředí a tepelnou pohodu.



Větrací jednotka může být umístěna v technické místnosti, v podhledu stropu, nebo na stěně. Velice tiché jednotky mohou být i přímo v místnostech. Nesmírně důležitá je pro uživatele nehlučnost systému. Za jednotkou proto musí být tlumiče hluku stejně tak mezi místnostmi proti telefonickému přenosu hluku. Ty ve schematickém obrázku chybí.

(Zdroj: Paul Wärmerückgewinnung)







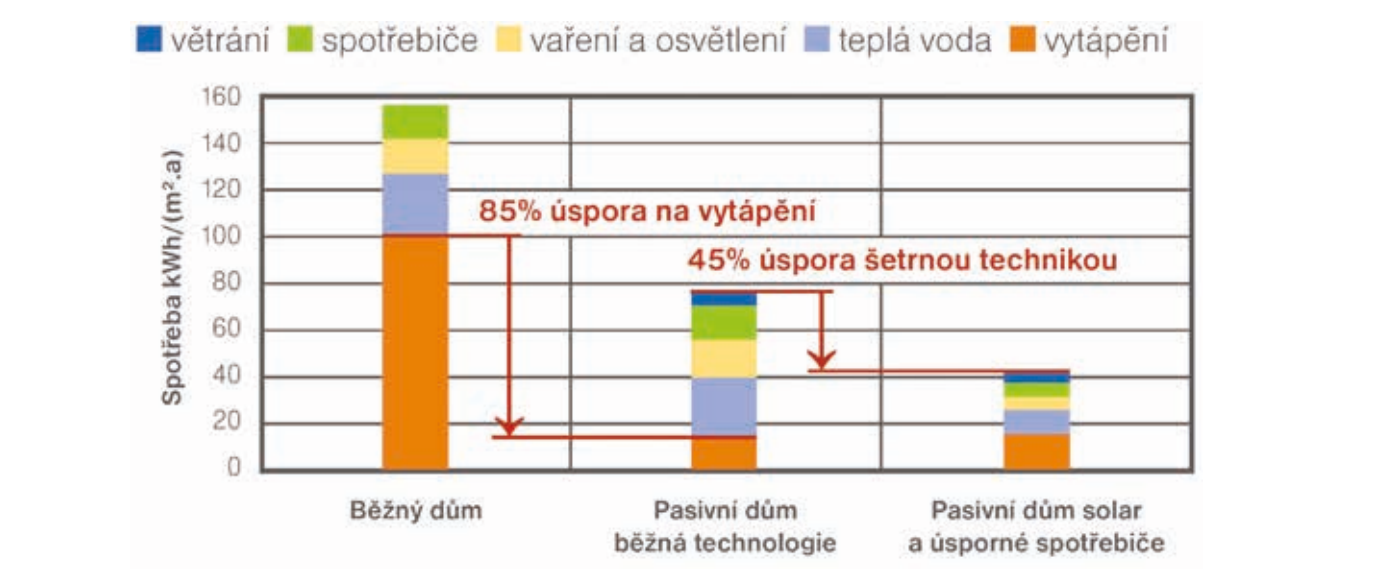
Chcete vědět víc?

Podívejte se na www.pasivnidomy.cz, anebo navštivte některou ze vzdělávacích akcí Centra pasivního domu.

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

ZDROJE ENERGIE PRO PASIVNÍ DOMY

V dnešní době jsou domácnosti největším spotřebitelem primární energie v ČR. Z toho přibližně 70 % spotřeby energie tvoří vytápění, zbytek připadá na přípravu teplé vody, spotřebiče a osvětlení. U pasivních domů jsou tyto poměry právě naopak, minimální potřeba tepla na vytápění tvoří v celkové bilanci sotva třetinu. Při takto nízké potřebě energie je vhodné používat jednoduché, levné a účinné zdroje s maximálním využitím obnovitelné energie. Například ze slunce, biomasy nebo země.

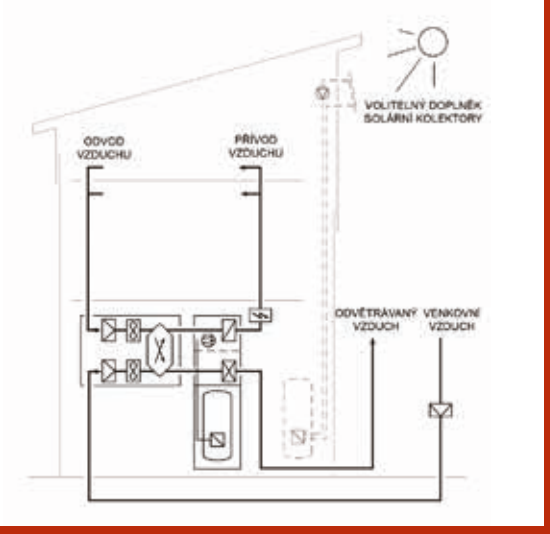


Porovnání spotřeby energie domů s různými standardy a technickou výbavou. Solárními kolektory a úspornými spotřebiči se dá ušetřit až 45 % nákladů proti běžné technologii. Další úspory poskytuje fotovoltaika, zdroje na biomasu nebo kvalitní regulace. Samozřejmostí je větrací jednotka s rekuperací tepla.

Jedním z hlavních parametrů, kromě potřeby tepla na vytápění je u kvalitního domu také potřeba primární energie. Ta vyjadřuje, jaké množství neobnovitelných zdrojů je spotřebováno, a komplexněji vypovídá nejen o celkové energetické náročnosti objektu, ale také o provozních nákladech. Maximální roční potřeba primární energie pasivního domu je 120 kWh/(m²a) a je do ní započten podíl vytápění, ohřevu teplé vody, provozní energie (ventilátory, čerpadla), osvětlení a domácích spotřebičů. Potřebu primární energie můžeme nejvýrazněji ovlivnit volbou zdroje. U elektřiny je faktor energetické proměny nevýhodný, neboť je známo, že elektrárny pracují s nízkou účinností kolem 30%. Na 1 kWh elektrické energie jsou při výrobě spotřebovány 3 kWh z neobnovitelných zdrojů, tedy se počítá s faktorem energetické proměny rovným číslu 3. Ani u obnovitelných zdrojů energie není tento koeficient nulový, vždy je tu jistý podíl energie neobnovitelného původu (pohon čerpadel, ventilátorů, doprava, řízení atd.). Zjednodušeně – čím vyšší je koeficient podílu primární energie zdroje, tím vyšší jsou i emise CO_2 a dalších škodlivin do ovzduší a většinou i provozní cena.

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





Teplovzdušný systém vytápění

Rozvod vzduchu lze současně využít k distribuci tepla a nahradit tím klasickou otopnou soustavu. Teplo dodávané vzduchu slouží nejen pro samotné dohřátí vzduchu, ale hlavně k pokrytí tepelných ztrát místností. Teplovzdušné vytápění lze realizovat jen u objektů s velmi nízkou tepelnou ztrátou. Omezení vyplývá z faktu, že vzduch jako teplonosná látka má nízkou schopnost vést teplo a současně je maximální teplota vzduchu z hygienických důvodů omezena na 50 °C. Při vyšší teplotě již dochází k rozkladu částic prachu, což zhoršuje kvalitu vzduchu.

Kombinace řízeného větrání a klasického vytápění

Kombinace běžného, ale výrazně zmenšeného systému vytápění, a samostatného systému větrání se dnes v pasivních domech používá nejčastěji. Distribuce tepla se realizuje klasickým způsobem – radiátory, stěnovým nebo podlahovým topením. V koupelně se standardně navrhuje topný žebřík nebo podlahové topení. Výhodou je, že u pasivních domů nemusí být umístěny zdroje tepla u oken, protože povrchové teploty skla jsou vyšší a nedochází zde ke kondenzaci vlhkosti. Je ovšem nutno zabezpečit kvalitní regulaci a přiměřený výkon těchto zdrojů.

Letní chlazení

Noční větrání ve spojení s vyváženým návrhem oken a jejich stínění je nejjednodušším způsobem, jak zabezpečit letní komfort. Běžné pasivní domy v našich klimatických podmínkách nepotřebují žádné doplňkové chladící zařízení, jako je klimatizace apod. Systém řízeného větrání spolehlivě funguje i v době, kdy by přirozené větrání okny v důsledku malého pohybu vzduchu nefungovalo. Větrací jednotky obyčejně mají i letní režim, kdy odpadní vzduch prochází kolem výměníku tepla přes by-pass a neohřívá nasávaný chladný vzduch.

Předehřev a předchlazení zemním výměníkem

Zemní výměník tepla (ZVT) kromě funkce proti mrazové ochrany rekuperačního výměníku v zimě zabezpečuje v létě účinné předchlazení nasávaného vzduchu. Z ekonomických důvodů se však již tyto systémy pomalu opouštějí. Rozlišujeme dva druhy zemních výměníků dle



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

Zdroj: Centrum pasivního domu

druhu teplonosného média – vzduchový nebo kapalinový (tzv. solankový). Princip je stejný u obou. Využíváno je teplo země, které má v hloubce asi 1,5–2 m přibližně konstantní teplotu v zimě 4–8 °C a v létě 10–14 °C. Teplonosné médium, které prochází potrubím zakopaným v zemi, se na přiměřené délce ohřívá nebo ochlazuje. V zimě je možné pomocí ZVT předehřát nasávaný vzduch na teplotu 0–5 °C, v létě zase předchladit na teplotu 18–22 °C.

Závěr

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

- vytápění spojené s ohřevem teplé vody například akumulační zásobník tepla umožňující průtočný ohřev teplé vody s možností připojení více zdrojů nejlépe z obnovitelných zdrojů (fotovoltaické panely, solární kolektory, krbová teplovodní vložka, kotel na biomasu, ...)
- tepelné čerpadlo jen nízko výkonové např. ve spojení s větracími jednotkami, případně pro větší objekty geotermální
- použití solárních kolektorů pro ohřev teplé vody; pro čtyřčlennou rodinu s průměrnou spotřebou teplé vody je dostačující plocha asi 5–8 m²
- krátké kvalitně izolované rozvody tepla využívání šetrných spotřebičů třídy A, A+
- šetrné chování uživatelů domu

Porovnání nákladů na vytápění a ohřev teplé vody podle druhu paliva. Ceny paliv jsou uvedeny k 1. 1. 2012.

Zdroj: internetový portál TZB-info.

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva (Kč/jedn.)	Spalovací zařízení (průměrná účinnost v %)	Cena tepla (Kč/kWh)	Roční spotřeba paliva	Náklady (Kč/rok)
Obnovitelné zdroje					
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3,00 Kč/kg	kotel na zplyňování dřeva (75 %)	0,99	1352 kg	4 055
Dřevěné brikety (17,5 MJ/kg)	4,80 Kč/kg	kotel na zplyňování dřeva (75 %)	1,36	1161 kg	5 572
Dřevěné pelety (18,5 MJ/kg)	5,20 Kč/kg	automatický kotel na pelety (90 %)	1,3	1024 kg	5 326
Štěpka (12,5 MJ/kg)	2,50 Kč/kg	kotel na štěpku (80 %)	0,9	1480 kg	3 700
Rostlinné pelety (16,5 MJ/kg)	3,65 Kč/kg	kotel na rostlinné pelety (90 %)	0,91	1028 kg	3 751
Neobnovitelné zdroje					
Hnědé uhlí (18 MJ/kg)	3,55 Kč/kg	automatický kotel na uhlí (80 %)	0,89	1028 kg	3 649
Zemní plyn (37,8 MJ/m³)	1,639 Kč/kWh	kondenzační kotel (102 %)	2,23	426 m³	9 161
Elektřina akumulace	2,08 Kč/kWh	s akumulační nádrží (93 %)	3,45*	4421 kWh	14 189
Elektřina přímotop	2,60 Kč/kWh	přímotopné panely (98 %)	3,89*	4195 kWh	15 975
Tepelné čerpadlo	2,60 Kč/kWh	průměrný roční topný faktor 3,0	1,89*	1370 kWh	7 750
Centrální zásobování teplem	400,00 Kč/GJ	účinnost (98 %)	1,47	15 GJ	6 041

*) do ceny je započtena i cena jističe

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

*) obnovitelné zdroje energie

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

VZDUCHOTĚSNOST STAVBY

Pro zdravé vnitřní klima je podstatná výměna vzduchu a odvedení vlhkosti řízeným větráním, ne netěsnostmi v plášti budovy nebo mikroventilací oken. Dýchat musí lidé, ne budovy!



Neprůvzdušnost zajišťuje spojitá vzduchotěsnící vrstva, která musí být precizně vyhotovena. Veškeré napojení konstrukcí a stavební otvory jsou utěsněny speciálními páskami. Kromě tepelných ztrát tato vrstva chrání konstrukce před vlivem vlhkosti, která se šíří přes netěsnosti.

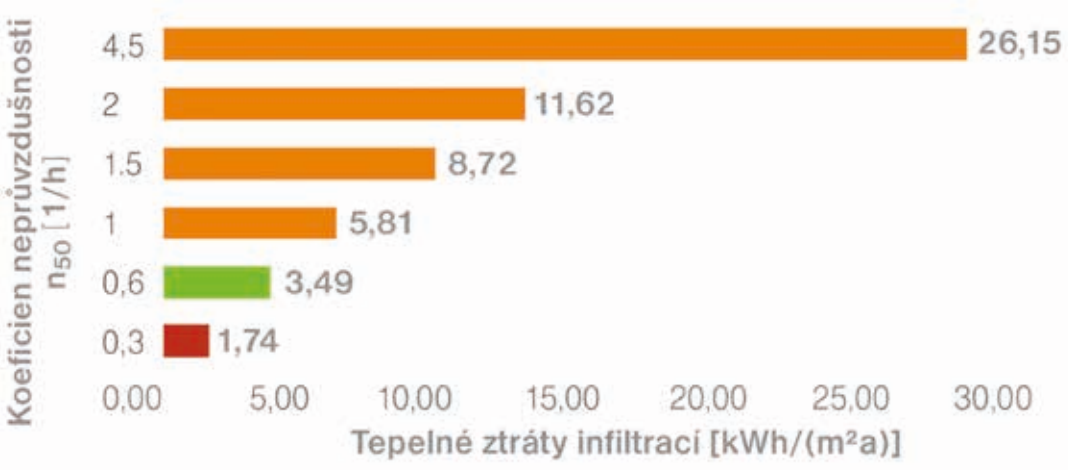
Foto: Aleš Brotánek

Základní požadavky na průvzdušnost

Celkovou průvzdušnost obvodového pláště budovy stanovuje norma jako hodnotu n_{50} [h-1] celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa. Čím menší je tato hodnota, tím je větší vzduchotěsnost stavby. Pro pasivní dům s nuceným větráním se zpětným získává-ním tepla je hraniční hodnota 0,6 h^{-1}. Za jednu hodinu se tedy v budově nesmí vyměnit více vzduchu než 60 % celkového objemu budovy.
Vysoká průvzdušnost obálky budovy pochopitelně vede také k vyšším tepelným ztrátám, které během projektování budovy zpravidla nejsou zohledněny. Skutečné vlastnosti budovy mohou být někdy výrazně horší než navrhované a v krajním případě může dojít k poddimenzování otopné soustavy. Ve výpočtech se rovněž uvažuje s více faktory ovlivňujícími konečné hodnoty ztrát, jako expozice budovy, množství fasád vystavené působení větru, výška budovy a jiné.

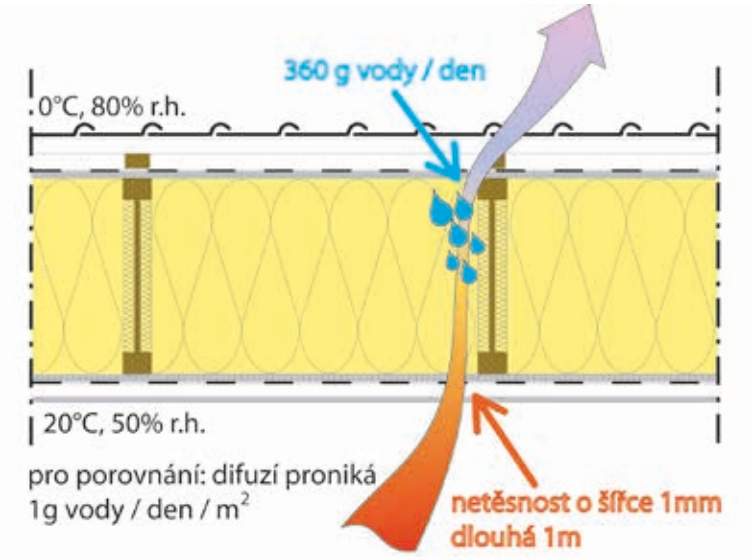
Riziko šíření vlhkosti

Netěsnostmi může proudit teplý vzduch z interiéru do exteriéru a působit tak jako nositel vlhkosti. Tato skutečnost je v každém případě nezanedbatelná. Vzduch proudící spárou širokou 1 mm a dlouhou 1 m (při teplotě v interiéru 20 °C a relativní vlhkosti



Vliv hodnoty n_{50} na měrnou roční potřebu tepla

50 %) může denně z interiéru přenést kolem 360 g vody (ročně 10–15 kg vody) ve formě vodních par. To je mnohonásobně více než při vlhkostním toku v důsledku difuze vodních par a je prakticky nemožné, aby se takové množství účinně odpařilo.
Zpravidla se tyto páry hromadí ve vrstvách konstrukcí do nasákavých materiálů. Při teplotních rozdílech pak kondenzují na chladnějších místech nebo rozhraních materiálů s různým di-fuzním odporem. Takové podmínky jsou ideální pro vznik plísní a hub, které mohou způsobit rozsáhlé škody na konstrukcích. Vznik plísní na straně interiéru je způsoben zpravidla nasáknu-tím vnějšího izolantu, čímž se radikálně snižuje jeho izolační schopnost. Vytváří se tak tepelný most a zvyšuje se možnost kondenzace vlhkosti na vnitřním povrchu. Pečlivě provedená vzduchotěsnicí vrstva tedy zlepšuje ochranu konstrukcí před vlhkem a zvyšuje tím životnost celé stavby.



Problematické místo v konstrukci: přes nekvalitně provedený detail může teplý vlhký vzduch proudit z interiéru do exteriéru. Na chladnějších částech konstrukce může pak dojít ke kondenzaci vodních par. Velká část poruch budov je způsobena právě tímto. Pomoci může pečlivě provedená vzduchotěsnicí vrstva.

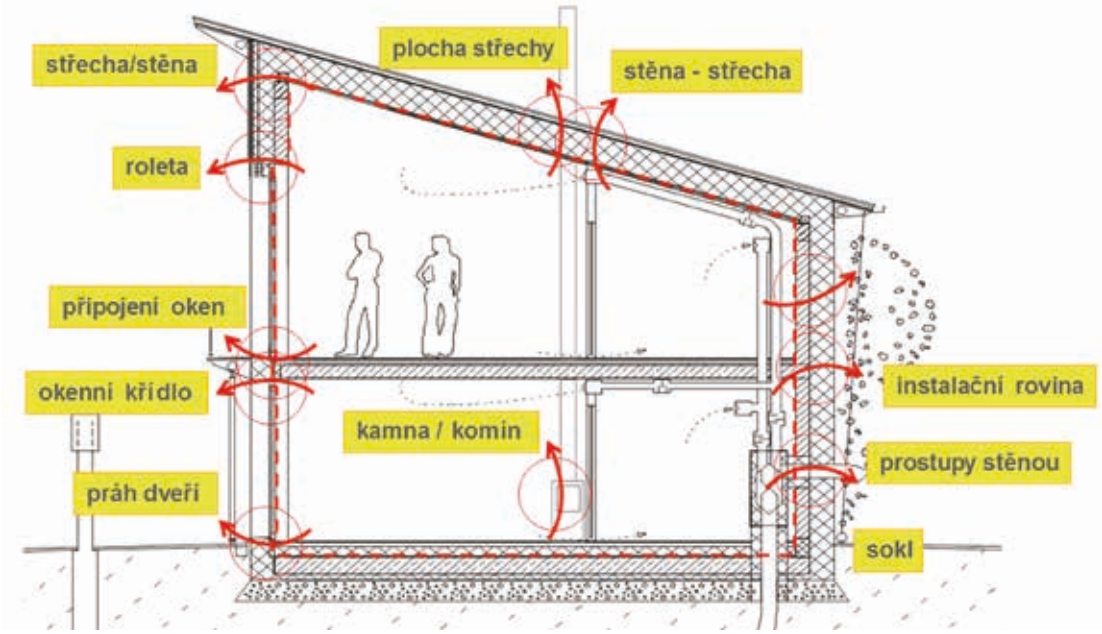
Jak na kvalitní a těsný dům bez kompromisů?

Základem vysoké neprůvzdušnosti u pasivního domu je pečlivě propracovaný návrh s vyřešenými detaily a použitými materiály.

Je vhodné dodržet několik zásad:

- volba vhodné konstrukce budovy s minimem problematických detailů
- návrh spojité vzduchotěsné obálky bez přerušení a její správné umístění v konstrukci
- identifikace problematických míst, vyřešení způsobu utěsnění a napojení vzduchotěsnicí vrstvy na ostatní konstrukce spolu s detailní dokumentací a návrhem použitých materiálů
- minimalizace prvků prostupujících vzduchotěsnou vrstvou – např. pomocí vedení rozvodů v instalačním prostoru
- volba vhodného vzduchotěsnicího materiálu, kvalitních spojovacích a těsnicích materiálů (lepicí pásky, tmely atd.) kompatibilních se vzduchotěsnicím materiálem a s garantovanou funkčností (přilnavost, pružnost)
- dokonalé utěsnění spojů navazujících a prostupujících prvků (okna, potrubí)

Nejčastější místa vzniku netěsností. Jedná se především o místa napojení konstrukcí, kde vznikají problematicky utěsnitelné detaily.



Hlavní vzduchotěsnicí vrstva u masivních staveb

U masivních konstrukcí plní funkci vzduchotěsnicí vrstvy vnitřní omítka bez prasklin, která musí být provedena spojitě na všech obvodových stěnách. Samotná zděná stavba má totiž značnou prodyšnost mezerami v maltě, perodrážkových tvárnicových spojích a dutinách voštinových cihelných bloků. Omítnuty musí být i stropy nebo v případě monolitických stropů musí být stropy vzduchotěsně napojeny na obvodové zdi. Samozřejmě je důležité zajistit dokonalé utěsnění vedení instalací, jejich vyústek a dalších prostupů. Omítnuty musí být i niky vytvořené pro instalaci rozvodů a komínová tělesa.

Hlavní vzduchotěsnicí vrstva u dřevostaveb

Vzduchotěsnost u dřevostaveb je zabezpečena pomocí konstrukčních desek na bázi dřeva – nejčastěji OSB (dřevoštěpkové desky), MDF (dřevovláknité tvrdé) nebo plastovými fóliemi (parozábrany). Které z nich použít – desky nebo fólie? Deskové materiály se používají nejčastěji, a to ve vyhotovení na pero a drážku se spoji přelepenými páskami. Výhoda oproti fóliím tkví ve spojení vzduchotěsnicí schopnosti se současným zavětrováním konstrukce. Je ale potřeba volit materiály s dostatečnou tloušťkou a parametry zajišťující vzduchotěsnost. Nevýhodou fólií je také jejich menší odolnost vůči propíchnutí nebo prořízntutí (což se při stavbě často stává), dále nutnost vzájemného napojování fólií

Materiály pro vzduchotěsné spoje

Levné náhražky v podobě kancelářských a jim podobných pásek určitě nezaručí trvanlivé utěsnění stavby. Takové materiály s nízkou pevností, přilnavostí a omezenou životností jsou vysoce rizikové a mohou úplně znehodnotit vynaložené úsilí.





Problematická místa při utěsnění oken a dveří lze řešit pomocí speciálních pásek a lišt vyvíjených pro tento účel. Nedostatečné utěsnění např. pouze PUR pěnou při instalaci oken bývá důvodem častých škod.

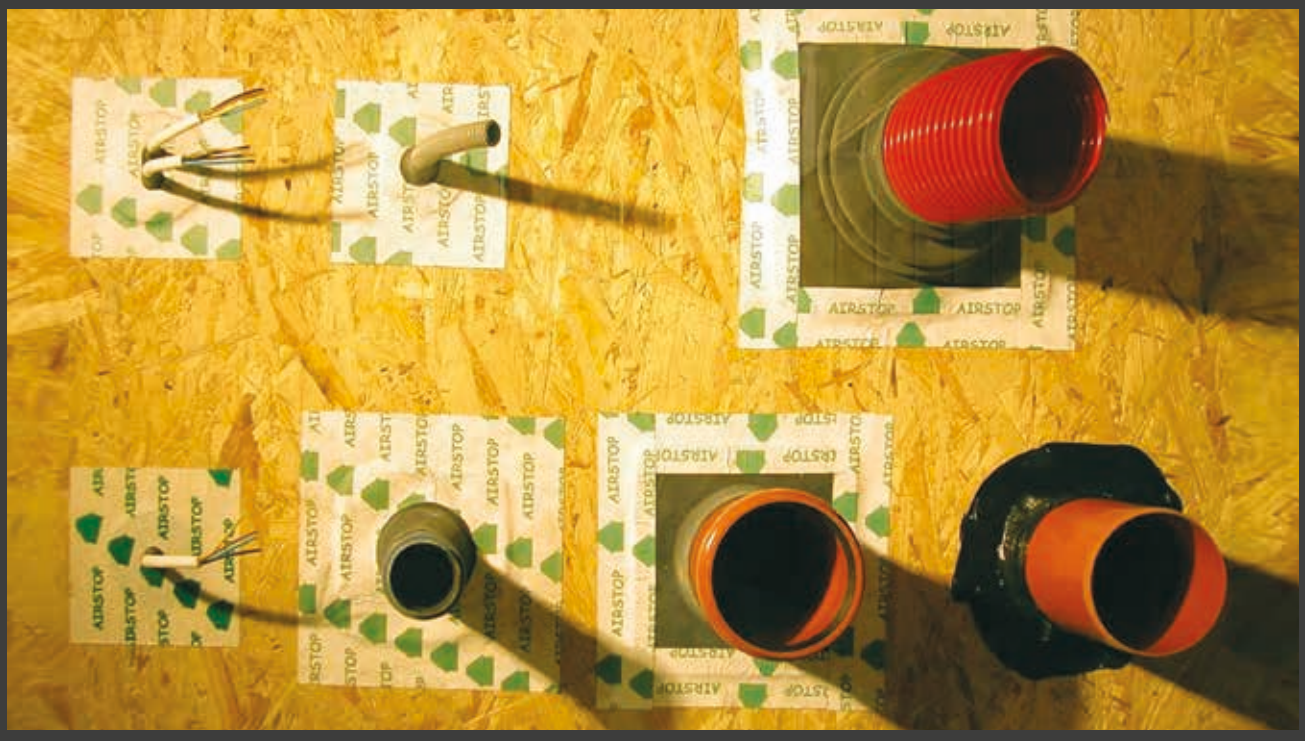
na podložených místech a eventuální přítlačné laťování.
Utěsnění oken a jiných stavebních otvorů je v každém případě zapotřebí věnovat náležitou pozornost. Připojovací spáry výplní otvorů jsou velmi citlivým místem, protože jejich tloušťka je malá, ale požadavky na ně jsou přibližně stejné jako na ostatní obvodové konstrukce. Klíčem ke kvalitně vyhotovené montážní spáře je správný výběr materiálů, jejich skladba a detailní projektová dokumentace.
Pružné pásky s vysokou roztažností se používají pro napojení konstrukcí např. v místě základového prahu nebo stropu a také pro utěsnění prostupů kolmo prostupujících prvků bez použití manžet. Díky vysoké roztažnosti až 300 % jsou vhodné zejména pro velké prostupující prvky kruhového a obdélníkového průřezu (např. potrubí vzduchotechniky).

Vhodné: vzduchotěsné materiály	Nevhodné: netěsné materiály
■ vnitřní omítka na zděné stavbě ■ folie (parozábrana) ■ armovaná lepenka ■ konstrukční desky na bázi dřeva např. OSB, MDF/ HDF, lepené vícevrstvé desky ■ desky z recyklovaného tetrapaku ■ cementovláknité a sadrovláknité desky pro tento účel určené ■ beton bez prasklin zhutněný vibrováním	■ samotná zděná stavba (spáry v maltě) ■ perforované folie ■ měkké dřevovláknité desky např. hobra ■ příliš suchý beton (horší zhutnění a spojitost) ■ příliš mokrý beton (vznik prasklin) ■ desky z tvrzeného polystyrenu ■ pero-drážkové bednění ■ sádrokarton

Závěr

Důležité je věnovat pozornost neprůvzdušnosti už ve fázi plánování a koordinovat návrh i s ostatními profesemi (vzduchotechnika, instalace, atd.). Obdobně je nutné postupovat i při realizaci – všechny zainteresované seznámit s požadavky na neprůvzdušnost a zajistit kvalitní a častý stavební dozor. Velmi důležité je stanovení časové posloupnosti a návaznosti stavebních prací spojených s tvorbou hlavní vzduchotěsnící vrstvy a jejích detailů. Vzhledem k uvedeným faktům nejde při dosahování těsnosti jen o formální záležitost vhodnou pro pasivní domy, ale značnou částí se podílí na celkové kvalitě a životnosti objektů.

Těsnicí manžety a průchodky potrubí slouží k trvalému vzduchotěsnému a parotěsnému uzavření otvorů s prostupem prvků kruhového průřezu. Vyrábí se ve více rozměrech pro kabely nebo tenčí i silnější potrubí.



ČLENOVÉ CENTRA PASIVNÍHO DOMU



Aktualizováno: 11/2020



CENTRUM PASIVNÍHO DOMU

Ing. Libor Hrubý,
odborný poradce Centra pasivního domu

KONTAKT
M: (+420) 773 071 440
E: libor.hruby@pasivnidomy.cz
I: www.pasivnidomy.cz

Ministerstvo životního prostředí

STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Projekt Pasivní stavění jako reakce na změny klimatu je spolufinancován Státním fondem životního prostředí České republiky na základě rozhodnutí ministra životního prostředí“