

# Pasivní domy

## Okna a dveře

### Úvodem

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**, které je samo o sobě samostatným vědním oborem.

Okna a světlo se stávají prostředkem architekta pro **vytvoření atmosféry**, výrazu, pocitu z prostoru. Dostatek světla je naprosto klíčový pro vytvoření zdravého a příjemného pracovního prostředí kanceláře, stejně jako moderního, prosluněného obývacího či dětského pokoje.



**Obr. 1** Většina architektů navrhuje velké prosklené plochy obytných místností zejména kvůli vizuálnímu kontaktu s přírodou. Při použití teplovzdušného vytápění se uvolňuje pod oknem prostor po radiátoru a architekt dostává volnou ruku pro bohaté prosvětlení interiéru prosklenými stěnami.

Okna i dveře jsou součástí obálky budovy, která má sloužit pro uchování tepla uvnitř budovy. Z hlediska tepelné techniky okna byla a asi vždy i budou tou nejslabší částí obvodového pláště kudy uniká z vytápěného prostoru nejvíce tepla.

Právě tohle hledisko mnoho architektů nezohledňuje a podceňuje, a proto se při použití nekvalitních rámu a zasklení stávají

domy zářiči energie a obyvatelé se po první zimě nestačí divit při pohledu na účet za topení.

Ideálním řešením by bylo nahradit okna silnou vrstvou tepelné izolace. Tudy ovšem cesta samozřejmě nevede. Je proto nutné sáhnout po kvalitních moderních rámech se sofistikovaným systémem zasklení.

Ve většině domů je otevření okna také jediným způsobem jak větrat, kdežto v pasivním domě je výměna vzduchu zajištěna řízeně (viz list Větrání)

Slunce a světlo na nás při pobytu v místnosti působí pozitivně. Okna, která toto zajišťují, však mají v pasivním domě i jinou důležitou funkci. Přispívají výrazně k **úspoře tepla** na vytápění. Energie, která se dostává přes zasklení do interiéru, snižuje potřebu tepla na vytápění. Okno pro pasivní dům by mělo do interiéru propouštět dostatek slunečního záření, které dopadá na zasklení. Tím, že je dům kvalitně zateplen a utěsněn, teplo ze Slunce neuniká, ale zůstává uvnitř.

Jak se dozvíte v dalším textu, vlastností, které ovlivňují výslednou kvalitu okna, je celá řada. Na úvod je možné je shrnout následovně.

### Co je důležité u oken a dveří pro pasivní domy?

- kvalitní zasklení, výplň inertním plynem
- izolovaný rám okna
- výborné utěsnění křídla a rámu
- dostatečná hodnota propustnosti slunečního záření
- správné umístění okna při montáži
- stínící systémy proti nadměrnému přehřívání v létě

### Dřevo nebo plast?

Zástupci firem vyrábějících okna či dveře Vám jistě budou umět vyjmenovat spoustu důvodů proč zrovna jejich systém je ten

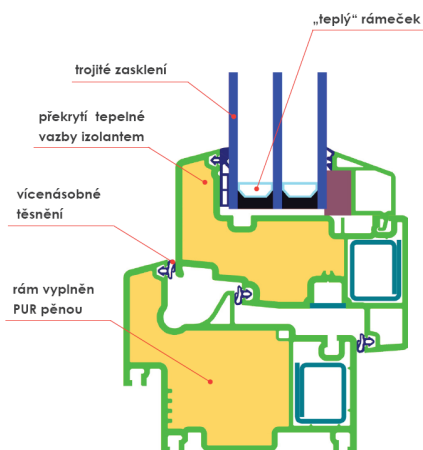
nejvýhodnější. V následující tabulce najdete několik nejčastěji uváděných vlastností oken, které by mohly pomoci při výběru.

plastová okna	dřevěná okna
<b>+ výhody +</b>	
téměř bezúdržbová	přírodní materiál – menší ekologická zátěž
nižší cena	hodnotnější vzhled
odolná při nešetném používání	při správné údržbě dlouhá životnost
<b>- nevýhody -</b>	
nevhodné pro historické objekty	vyšší cena
vysoká ekologická zátěž	nutná pravidelná údržba

Ve vztahu k pasivním domům nelze jednoznačně říct, který systém je výhodnější. Na trhu je možné najít i další materiály ráků (hliník, kombinace materiálů). Hliníková okna se ve větší míře uplatňují v občanské zástavbě, ale jejich použití u oken pro pasivní domy je problematické nejen pro extrémně vysokou tepelnou vodivost, kterou je nutné přerušovat jinými tepelně-izolačními vrstvami, ale také pro jeho vysokou ekologickou stopu. Výroba hliníku je totiž velmi energeticky náročná, což materiál prodražuje a přispívá k produkci škodlivin.

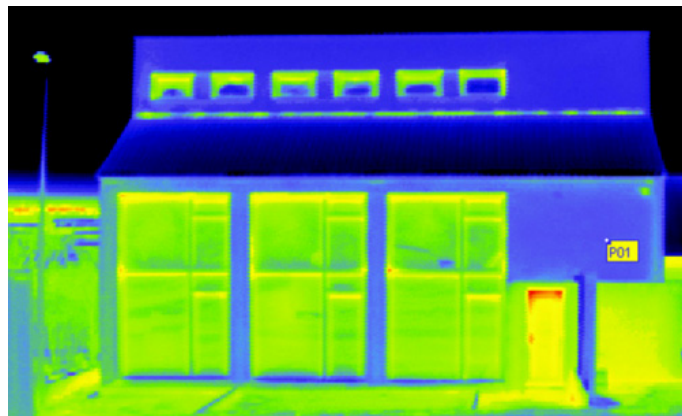
V zásadě je však možné říci, že ve většině systémů lze na trhu najít tak kvalitní rámy, aby vyhovovaly parametrům pasivního domu. Finální rozhodnutí je tedy pouze na Vás, Vašem vkusu a finančních možnostech.

**Obr. 2** Řez oknem pro pasivní domy



## Tepelně technické vlastnosti

Mluví se zde o úsporách energie, proto daleko důležitější než materiál oken jsou vlastnosti tepelně-technické, které mají zároveň velký vliv na správnou funkci oken v celkové energetické bilanci domu.



**Obr. 3** Snímek termovizní kamery. I velmi kvalitní okna mají ve srovnání s obvodovým pláštěm nižší teplotu (zelená barva). Nejčastěji z hlediska tepelných ztrát jsou na tom použité nekvalitní vchodové dveře (žlutá a červená barva).



Následující fyzikální parametry oken by měly být rozhodující při výběru okna pro pasivní dům.

## Součinitel prostupu tepla

Nejdůležitějším parametrem pro hodnocení kvality okna pro pasivní dům je součinitel prostupu tepla  $U$  (dříve označovaný jako  $k$ ). Výrobce by měl vždy uvádět hodnotu  $U_w$ , což je hodnota pro celé okno – tedy zasklení včetně rámu. Požadavky normy na tento parametr jsou neustále zpřísňovány, ale doporučená hodnota pro pasivní domy je ještě výrazně nižší.

Vývoj požadavků na součinitel prostupu tepla $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> .K)] *				
	rok 1992	rok 2002	rok 2005	požadavek pro pasivní domy
požadované hodnoty	2,9	1,8	1,7	0,8

\*) Uváděné hodnoty jsou pro nová okna z normy ČSN 730540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Hodnota 0,8 W/(m<sup>2</sup>.K) je požadována pro certifikaci okna u Passivhaus Institutu (Německo) a uváděna jako maximální pro použití v pasivních domech v klimatických podmínkách Střední Evropy.

Součinitel prostupu tepla je možné stanovit výpočtem. Z následujícího vztahu lze odvodit, co má vliv na výslednou hodnotu parametru  $U$ . Uvedený vztah je pro efektivní hodnotu součinitele prostupu tepla tj. hodnotu korigovanou o vliv osazení okna do stěny (ideálně do vrstvy tepelné izolace).

$$U_{w, \text{eff}} = \frac{A_g \cdot U_g + A_r \cdot U_f + I_g \cdot \psi_g + I_{\text{osazení}} \cdot \psi_{\text{osazení}}}{A_g + A_f}$$

Kde:

- $A_g$  je plocha zasklení [m<sup>2</sup>]
- $U_g$  je součinitel prostupu tepla zasklení [W/(m<sup>2</sup>.K)]
- $A_f$  je plocha rámu [m<sup>2</sup>]

- $U_f$  je součinitel prostupu tepla rámu [ $W/(m^2.K)$ ]
- $l_g$  je délka uložení zasklení do rámu [m]
- $\psi_g$  je lineární činitel prostupu tepla v uložení zasklení do rámu [ $W/(m.K)$ ]
- $l_{osazení}$  je délka osazení rámu do stěny [m]
- $\psi_{osazení}$  je lineární činitel prostupu tepla v osazení rámu do stěny [ $W/(m.K)$ ]

Indexy jednotek jsou odvozeny z anglických g – glazing (zasklení) a f – frame (rám).

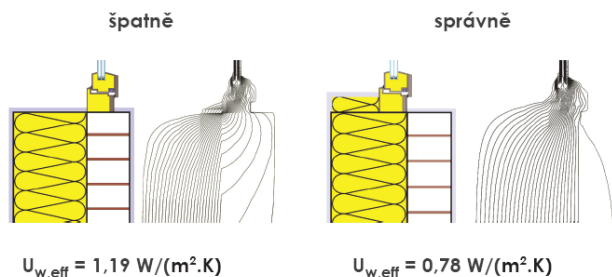
Jaké lze udělat z uvedeného vztahu závěry? Kvalita okna zdaleka nezávisí pouze na **parametrech zasklení**, ale také na **kvalitě rámu** a způsobu **uložení skla do rámu**. Vzhledem k tomu, že rámy mají při použití vynikajícího zasklení zpravidla horší vlastnosti, vycházejí lépe větší okna, kde je logicky menší podíl plochy rámu. Stejně tak okno jednoduché je výhodnější než dělené.

Často se diskutuje také o použití střešních oken v pasivních domech. Nakloněním zasklení totiž dochází k relativně výraznému zhoršení součinitele prostupu tepla (min. 10%). Více viz list Zasklení.

### Vliv osazení okna

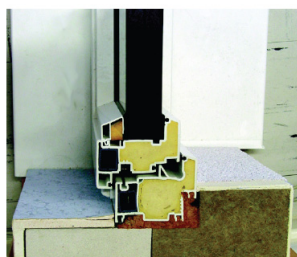
Velký vliv na funkci okna mají nejen parametry rámu a zasklení, ale také způsob zabudování okna do stěny. Pokud je okno zabudováno běžným způsobem, to znamená rám je v úrovni zdiva, dochází k výraznému zhoršení parametru součinitele prostupu tepla. Tím vzniká tepelný most, který způsobuje zvýšený tepelný tok a v krajním případě může docházet ke vzniku plísní kolem rámu okna.

Na obrázcích jsou konstrukční detaily možného zabudování okna, které jsou doplněny průběhem izoterm.



**Obr. 4** Vliv osazení okna na součinitel prostupu tepla

**Poznámka:** Izoterma spojuje místa se stejnou teplotou v konstrukci. Čím jsou čáry hustější, tím rychleji klesá nebo stoupá teplota. Při nesprávném osazení je zřetelné extrémní zhuštění izoterm a vznik tepelného mostu.



**Obr. 5** Příklad osazení plastového okna do stěny masivní stavby z vápenopískových cihel s použitím izolace z minerální vlny. Rám okna je vypěněn polyuretanovou pěnou a překryt izolací.

### Teplota na vnitřním povrchu

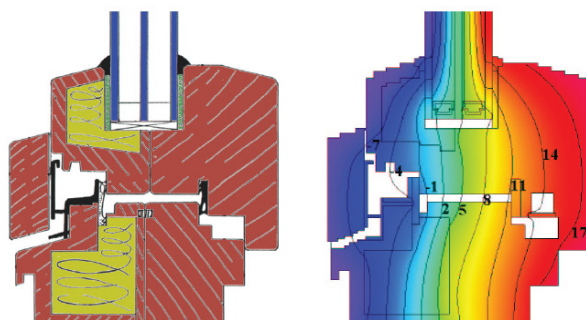
Se součinitelem prostupu tepla úzce souvisí teplota na vnitřním povrchu materiálu - dotyková teplota. Je to parametr, který způsobuje buď pocit chladu, nebo naopak pocit příjemně teplé konstrukce. Platí, že pokud je dodržena hodnota  $U$ , potom okno splní požadavky normy na dotykovou teplotu.

U okna o součiniteli prostupu tepla  $U_w = 0,8 W/(m^2.K)$  při venkovní teplotě  $-15^\circ C$  neklesne nejnižší povrchová teplota okna pod  $13,5^\circ C$ , což je bezpečně nad kritickou hodnotou uváděnou v normě pro výplně otvorů. Kritickým místem s nejnižší teplotou je zpravidla styk zasklení a rámu a tzv. distanční rámeček (viz list Zasklení).

Většina okna má však výrazně vyšší teplotu (až  $18^\circ C$ ). Tím je docíleno tepelné pohody i v blízkosti velké prosklené plochy.

**Rosení oken** je potom důsledkem nízké povrchové teploty oken a vysoké vlhkosti v interiéru.

Dotykovou teplotu je možné měřit například dálkovým laserovým teploměrem nebo spočítat ve výpočtovém programu simulujícím teplotní pole (Therm).



**Obr. 6** Výstup z výpočtového programu simulujícího teplotní pole. Barevné hladiny zobrazují průběh teplot v rámu okna. Je zde dobře patrné kritické místo kontaktu skla a rámu.

### Propustnost slunečního záření

Pasivní domy by měly být již od začátku navrhovány tak, aby umožňovaly vpustit do interiéru co nejvíce sluneční energie. Při tak dobré tepelné izolaci tvoří sluneční zisky významný podíl na celkovém pokrytí potřeby tepla domu.

Parametrem, který je pro toto určující je propustnost slunečního záření  $g$  [%]. Určuje, kolik procent slunečního tepla (infračervená oblast slunečního záření) se neodrazí, ale pronikne do interiéru. Tento parametr však výrazně klesá s použitím třetího skla. U okna s  $U = 0,8 W/(m^2.K)$  by měla být propustnost slunečního záření větší než 50% - kritérium viz list Zasklení

### Průvzdušnost funkčních spár

Určuje, jak těsné je připojení rámu okna k ostění (zeď, OSB). Požadavek, který je definován v technické normě ČSN 73 0540-2, je pro budovy s nuceným větráním téměř 10 x přísnější než pro budovy s přirozeným větráním.

Z toho je zřejmé, že dobré utěsnění má zásadní vliv nejen pro zamezení nekontrolovatelných tepelných ztrát, ale je důležité i pro správné fungování větracího systému, aby nedocházelo k přísávání vzduchu spárami oken a dveří.

Pro zajištění tak nízké průvzdušnosti spáry se používají speciální třístupňové těsnicí systémy - vnitřní, středové a vnější



těsnění. Vnitřní fólie slouží k zajištění vzduchotěsnosti a parotěsnosti, kontaktní plocha rámu okna se kvůli tepelné a zvukové izolaci vypěňuje. Vnější fólie brání proniknutí dešťové vody do spáry při zachování paropropustnosti.

Správné utěsnění funkčních spár oken má velký význam pro zajištění vzduchotěsnosti a pro dosažení nízké hodnoty  $n_{50}$ .

Více na samostatném listu Vzduchotěsnost.



**Obr. 7** Při nedostatečném utěsnění připojovací spáry okna dochází ke zvýšenému tepelnému a vlhkostnímu toku. Výsledkem je potom plesnivění ostění, parapetů a rámu oken. Tím dochází k mnohem rychlejší degradaci materiálů.

## Typy oken

Jaké okno vlastně máte doma? Orientaci v terminologii může usnadnit následující přehled typů oken, se kterými se můžete běžně setkat:

### Jednoduché okno

Zastaralý typ okna s jednou skleněnou tabulí, který se v našich klimatických podmínkách ve vytápěných místnostech již nepoužívá, protože má velmi špatné tepelné izolační parametry.

### Dvojité okno

Dvojité nebo špaletové okno je historicky ověřená okenní konstrukce, která se v současnosti uplatňuje zejména při renovacích starších budov. Tvoří ho dvě jednoduchá okna vzájemně spojená fošnovou zárubní do jednoho okenního prvku. Okna s nejlepšími tepelně-izolačními parametry se dají tímto způsobem uplatnit i u pasivních domů, ale je třeba počítat s vyššími náklady.

### Zdvojené okno

Zdvojené okno tvoří přechodný stupeň od dvojitého okna k jednoduchému oknu s izolačním zasklením. Okenní křídlo se skládá ze dvou sešroubovaných částí, které vytváří podobný

izolační efekt jako u dvojitého okna. Tento typ oken je u nás velmi rozšířen například v panelových domech.

### Jednoduché okno s izolačním dvojsklem (trojsklem)

V současnosti se tyto nejčastější okenní konstrukce vyrábějí ze všech běžných materiálů. Zasklení těchto oken se zhotovuje téměř výlučně z izolačního dvojskla nebo trojskla. Výrobci již často uvádějí přímo označení okno pro pasivní domy (vhodné pro pasivní domy). Prostor dutiny mezi skly u okna pro pasivní domy je vždy vyplněn inertním plynem - argon, krypton (více v listu Zasklení).

### Otvíravá X neotvíravá

I při použití superkvalitních a tím i velmi drahých oken lze ušetřit. Stačí k tomu zdravá úvaha. Zdaleka ne všechna okna v domě nebo bytě jsou pravidelně otevírána. Použitím neotevíravých oken lze snížit náklady na jedno okno až o 30 %.



**Obr. 8** Okno s otevíravou a neotevíravou částí a s vyrovnáním skel na stejnou výšku.

## Závěr

Při výběru okna byste měli sledovat zejména součinitel prostupu tepla rámu i zasklení a propustnost slunečního záření. Velký důraz by měl být kladen na správné osazení okna do konstrukce a jeho dobré utěsnění.

### Doporučená a použitá literatura a normy

- [1] FEIST, W.: Protokollband Nr.14 – Passivhaus-Fenster, Arbeitskreis, Passivhaus Institut, Darmstadt, 1998
- [2] TYWONIAK, J.: Nízkoenergetické domy. Grada, 2005
- [3] GABZDYL, M.: Okenní výplně stavebních otvorů. VUT Brno, 2003
- [4] CIHLÁŘ, J.: Pasivní domy. Centrum pasivního domu, Brno, 2007
- [5] ČSN 73 0540:2 Tepelná ochrana budov, změna 2005
- [6] [www.ekowatt.cz](http://www.ekowatt.cz)

Vydal:

Centrum pasivního domu, Údolní 33, 602 00 Brno, [www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz)

Autoři textů: Jiří Cihlář, Juraj Hazucha,

© 2007 Centrum pasivního domu. Všechna práva vyhrazena

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracován v rámci

Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2007 – část A – PROGRAM EFEKT.