



Centrum pasivního domu
www.pasivnidomy.cz

PASIVNÍ DOMY ZASKLENÍ

Solární zisky nejsou všechno

Myšlenka ideálního fungování pasivního domu je částečně založena na co největších tepelných ziscích. Je to logické. Čím více tepla přijde do domu přirozenou cestou – zadarmo – ze sluníčka, tím méně je ho nutné do domu dodávat tepelným zdrojem. Energií, kterou dům získává ze slunce, se říká pasivní solární zisky. Výsledkem úvah na toto téma byla v sedmdesátých letech minulého století konstrukce tzv. **solárních domů**. Jednalo se v zásadě o nízkoenergetické domy první generace, které však měly kvůli bohatému prosklení spoustu nepříjemných vlastností. Největší váha byla totiž kladena na solární zisky a nebyl brán ohled na přehřívání v letním období, ke kterému ve velké míře docházelo. Vzhledem k nekvalitnímu zasklení měly domy obrovské tepelné ztráty.



Obr. 1 Bohaté prosklení obytných místností může působit velmi efektně, ale musí být navrhováno s mírou. Skleněné plochy totiž způsobují velké tepelné ztráty v zimě a zároveň přehřívání interiéru v létě. Samozřejmostí by měl být promyšlený systém stínění.



Obr. 1 Podmínkou pasivního domu nemusí být nutně velké prosklené plochy. Na první pohled jej vůbec nemusíte poznat od běžné výstavby. Dřevostavba na obrázku stojí v Rychnově u Jablonce.

V současné době jsou na trhu již velmi kvalitní skla, která mají parametry součinitele prostupu tepla blížící se k normou doporučené hodnotě pro stěny. Přesto se ze solárních domů upustilo, protože výzkum i praxe prokázaly, že pozitivnější vliv na celkovou energetickou bilanci domu má minimalizace tepelných ztrát. Zvláště ve vyšších nadmořských výškách jsou ztráty okny v zimním období velmi výrazné, ale i zde je možné dosáhnout standardu pasivního domu. Je však nutné tomu adekvátně přizpůsobit výpočet a návrh plochy zasklení.

Úspory energie díky pasivním solárním ziskům rostou až do 40 % prosklené plochy. Mluvíme samozřejmě o jižní fasádě. Další zvětšování oken nevede k výrazným úsporám – výsledná roční energetická bilance okna je záporná (viz dále).

Správným výběrem zasklení můžete...

- › výrazně snížit náklady na vytápění
- › zajistit příjemnou teplotu v blízkosti okna
- › chránit svůj dům – bezpečnostní sklo
- › redukovat hluk v domě – akustické sklo

Typy používaných skel

Základními surovinami pro výrobu skla je křemičitý písek, vápenc, živec a soda. S vývojem technologií se výrazně zlepšovaly mechanické i fyzikální vlastnosti skel. V současnosti se nejvyšší kvalita skla vyrábí plavením (sklo Float), má minimum chyb, vysokou propustnost světla a je možné vyrábět ve velkých rozměrech. Základní sklo je většinou dále zpracováno technologiemi jako barvení, pokovování, kalení či lepení. Na trhu je velmi široký sortiment různých typů skel. Následující přehled je rozděluje podle vlastností:

Jednoduché sklo

Používá se jako jednoduchá tabule do nevytápěných prostorů nebo jako sklo k dalšímu zpracování. Používá se v tloušťkách 4 – 10 mm.

Vícenásobné sklo

Je tvořeno skleněnými tabulemi, které jsou od sebe odděleny distančními rámečky. Mezi skly je hermeticky uzavřená dutina, která je vyplněna vzduchem nebo inertním plynem. Sklo je použito stejně jako u jednoduchého zasklení.



Obr. 3 Okna pasivního domu jsou zpravidla doplněny venkovním stíněním. V této variantě jsou do fasády zabudovány také fotovoltaické panely.

Tepelně-izolační sklo

Jedná se o jednoduché sklo s nanesenou tepelně izolační vrstvou z ušlechtilého kovu, která zajišťuje nízkou emisi a zároveň vysokou transparentnost. Pokovení funguje na principu odrazu infračerveného záření a tím zabraňuje nadměrným tepelným ztrátám. Kovová vrstva se nanáší v různých tloušťkách, adekvátně tomu také rostou izolační vlastnosti skla.

Používají se dvojskla, trojskla případně fólie Heat Mirror (viz dále). Vyplněna jsou většinou argonem nebo kryptonem. Tato okna dosahují běžné parametrů součinitele prostupu tepla $U < 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Reflexní a absorpční sklo

Skla s protisluneční ochranou se používají tam, kde hrozí riziko přehřívání interiéru – celoplošné fasády administrativních budov, střešní okna. Snížení propustnosti záření je dosaženo zabudováním venkovní tabule barvené hmotou s reflexivní a absorpční

charakteristikou. Použití těchto skel odporuje koncepci pasivního domu. Základem musí být rozumný návrh prosklených ploch případně s použitím venkovní stínící techniky. Skla musí umožňovat průchod záření do místností nejen kvůli tepelným ziskům, ale především kvůli vytvoření zdravého prostředí.

Bezpečnostní sklo

Skla odolná proti mechanickému poškození se vyrábí tepelným tvrzením a vrstvením (lepením) tabulí. Bezpečnostní sklo chrání jednak proti pořezání (rozsype se na malé kousky) a také, při slepení více tabulí, proti proražení či průstřelu.

Vlastnosti zasklení

Vlastnosti zasklení jsou charakterizovány následujícími fyzikálními parametry:

U_g [W/(m²·K)] součinitel prostupu tepla zasklením (index g – glazing) udává, jaké množství tepla ve watttech za sekundu projde plochou m² zasklení při rozdílu teplot 1 K (= 1 °C). Výpočet součinitele prostupu tepla pro vícenásobné zasklení je poměrně komplikovaný a lze jej najít v literatuře [1].

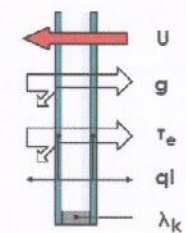
g [%] propustnost slunečního záření, ve škále 0 až 1, udává kolik procent slunečního záření dopadne do interiéru. Je součtem krátkovlnné složky slunečního záření, které přímo pronikne do interiéru (τ_e) a tepla, které odevzdá zasklení interiéru (q_i).

$$g = \tau_e + q_i$$

g/U slouží k orientačnímu energetickému posouzení okna. Čím je tento poměr větší, tím má okno lepší vlastnosti.

λ_k [W/(m·K)] ekvivalentní tepelná vodivost distančního rámečku

R_w [dB] index zvukové neprůzvučnosti



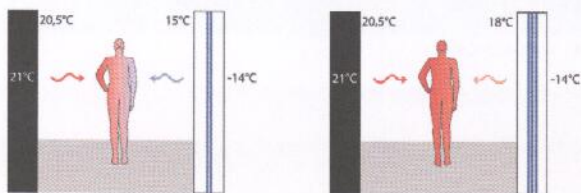
Velmi důležitý parametr zasklení, který přímo ovlivňuje tepelnou pohodu v místnosti, je vnitřní povrchová (dotyková) teplota. Tato teplota je výsledkem výše uvedených hodnot, které ovlivňují kvalitu zasklení. Následující tabulka přehledně zobrazuje, jak se mění výsledná teplota s rostoucí kvalitou okna [2].

Teplota povrchu zasklení při různých parametrech U_g				
Součinitel prostupu tepla U_g [W/(m ² ·K)]	2,9	1,7	1,2	0,8
Povrchová teplota skla [°C]	7,9	13,3	15,6	17,4

Podmínky, při kterých lze dané zasklení označit za vyhovující pro pasivní domy, byly jasně stanoveny Passivhaus Institutem (Darmstadt, Německo).

Kritéria zasklení pasivního domu	
Součinitel prostupu tepla	$U_g < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Povrchová teplota skla	$U_g - 1,6 \cdot g < 0$

Komentář: Druhý vztah je označován jako „energetické kritérium“. Z tohoto vztahu vyplývá, že při zlepšení parametru U může klesat hodnota g . Pro $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ je minimální hodnota propustnosti slunečního záření 50 %.



Obr. 4 Při použití prosklených ploch s nekvalitním zasklením je povrchová teplota okna nízká a v blízkosti okna je cítit nepřijemný chlad. Naopak při použití oken s parametry zasklení na úrovni pasivního domu je zajištěna tepelná pohoda.

Vzduchová mezera

Meziprostor izolačních zasklení býval dříve plněn pouze vzduchem. Ztráty vedením tepla se však dají redukovat použitím vzácných (inertních) plynů, které mají podstatně menší tepelnou vodivost. Nejběžněji se používají argon a krypton, teoreticky je možné uvažovat i s xenonem.

Vlastnosti jednotlivých plynů jsou více či méně závislé také na tloušťce mezery, která se pohybuje cca od 6 do 20 mm. Každý z plynů dosahuje svých nejlepších vlastností při jiné tloušťce mezery [1].

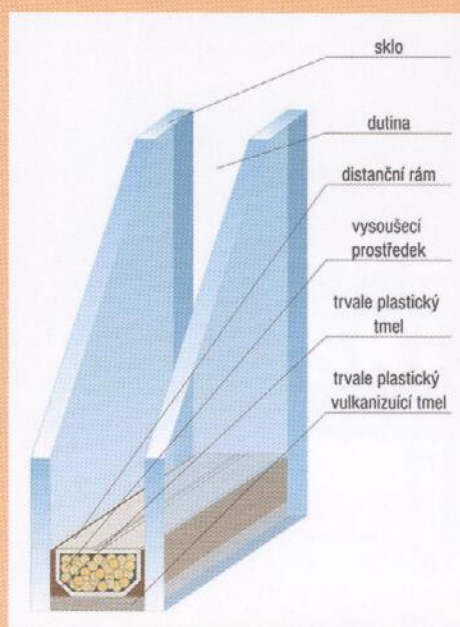
Distanční rámečky

Styk skleněných tabulí s rámem a distanční rámeček (anglicky spacer), který zajišťuje přesnou vzdálenost mezi nimi, jsou energeticky nejslabším místem okna. Hodnota součinitele prostupu tepla U_g se většinou udává ve středu tabule. Ve skutečnosti je však na okrajích skla silně ovlivněna kvalitou použitého distančního rámečku.

Pro výrobu rámečků se dříve používal hliník, který je velmi tepelně vodivý a tudíž naprosto nevhodný. Poněkud lépe jsou na tom rámečky z nerezové oceli.

U oken pasivních domů by však mělo být pravidlem použití tzv. „teplých rámečků“ (Warm Edge). Jsou to plastové rámečky s ocelovou výztuží, které mají kvůli přilnavosti tmelů kovové hraný. Lze se také setkat s typovým označením TGI či Swisspacer.

Porovnání hodnot λ_k pro různé materiály distančních rámečků				
materiál	hliník	galvanizovaná ocel	nerezová ocel	teplý rámeček – plast s ocelovou výztuží
ekv. tepelná vodivost λ_k [W/(m.K)]	3,05	2,15	0,974	0,321



Obr. 3 Teplé rámečky by měly být u oken pro pasivní domy samozřejmostí. Na obrázku je řez zasklením s teplým distančním rámečkem

Proč na sklech kondenzuje voda?

Kondenzace vody na sklech je velmi častý problém, který obtěžuje majitele oken. Často se pak ptají: „Koupil jsem si drahá okna a přesto se zamlžují. Čím je to způsobeno?“

Kondenzace může nastat jak na venkovních oknech tak na skle uvnitř místnosti.

Kondenzát na interiérové straně

V interiéru je toto dáno jednoznačně vysokou vlhkostí v místnosti, nejčastěji v koupelnách a kuchyních. Dále k tomuto jevu přispívá velmi nízká venkovní teplota a znemožnění vnitřní cirkulace vzduchu např. závěsy, květináči či nedostatečným větráním.

Zásadní vliv na tvorbu kondenzátu má také vnitřní povrchová teplota skla, která dosahuje minimálních (kritických) hodnot v blízkosti zasklivačské drážky (zapuštění skla do okenního profilu), která by proto měla být co nejhlubší (min. 20 mm). Více se tomuto tématu věnuje list Okna a dveře.

Na vznik kondenzátu (rosení oken) má vliv

- › vysoká relativní vlhkost v interiéru
- › nízká venkovní teplota
- › znemožnění cirkulace vzduchu
- › nízká povrchová teplota skla – tepelný most u napojení skla na rám, nevhodné osazení okna v konstrukci

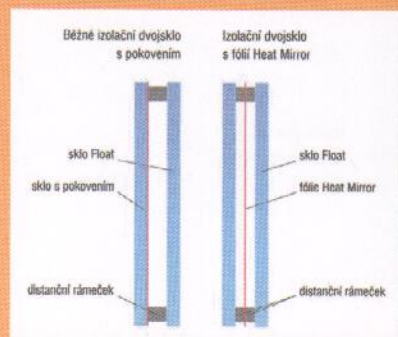
Kondenzát na exteriérové straně

Kondenzace vody nastává i na vnější straně okna. Může vznikat pokud je venkovní relativní vlhkost vzduchu vysoká a přitom venkovní vzduch má vyšší teplotu než je teplota povrchu zasklení. To svědčí o velmi dobře izolujícím zasklení (neohřívá se poslední vnější tabule skla).

Co je „tepelné zrcadlo“?

Systém tepelného zrcadla (Heat Mirror) je na našem trhu už poměrně běžný. Technologie, která je stará již téměř třicet let, byla vyvinuta v americkém vojenském výzkumu.

Fólie, která je pokryta nízkoemisivní vrstvou a je průhledná pro viditelné světlo, je napnuta uprostřed mezi dvěma skly. Výhodou je především hmotnost okna odpovídající běžnému dvojsklu při stejných nebo lepších parametrech než u trojskla.



Obr. 6 Schéma umístění fólie Heat Mirror

Tepelné zrcadlo také propouští do interiéru jen část spektra slunečního záření. Zjednodušeně to znamená, že v létě, kdy hrozí riziko přehřívání, pustí teplo ven a v zimě, kdy jsou sluneční zisky nejvíce potřeba, propouští teplo dovnitř a nepouští ven.

V současné době je na trhu již i systém s dvěma fóliemi Heat Mirror. Výsledkem je čtyřvrstvý izolační systém dosahujících velmi nízkých hodnot součinitele prostupu tepla – při šířce zasklení 40 mm je $U < 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Určitou nevýhodou je o málo větší chybovost při výrobě, způsobena větší technologickou náročností. Důsledkem může být zvlnění vnitřní fólie zejména u větších ploch. K odběrateli by se však takový výrobek neměl dostat.

Výhoda u střešních oken

Při naklonění okna (např. u střešních oken) dochází v důsledku změny cirkulace vzduchu k výraznému zhoršení tepelně-izolačních vlastností. Při sklonu 45° se jedná až o 32 %. Při použití meziskelní fólie ke zhoršení parametru U téměř nedochází (1 – 3 %). Je to proto, že fólie oddělí prostor na dvě samostatné komory a brání přímému předávání tepelné energie mezi skly v šikmém i vodorovném směru.

Výhody tepelného zrcadla

- ▶ nízká hmotnost okna při vynikajících izolačních vlastnostech
- ▶ propustnost pro specifické složky spektra slunečního záření
- ▶ zachování vlastností okna při naklonění
- ▶ nízká povrchová teplota skla - tepelný most u napojení skla na rám, nevhodné osazení okna v konstrukci

Nevýhody tepelného zrcadla

- ▶ vysoká cena
- ▶ nižší propustnost slunečního záření

Závěr

Okna pasivních domů by měla být zasklena zpravidla izolačním sklem s nanosenou nízkoemisivní vrstvou. Použita by měla být trojskla případně dvojskla s fólií Heat Mirror a výplní inertním plynem. Velký vliv na vlastnosti okna má také distanční rámeček.

Doporučená a použitá literatura a normy

- [1] ŘEHÁNEK, J., JANOUŠ, A., KUČERA, P. ŠAFRÁNEK, J.: Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov. Grada, 2002
- [2] TYWONIAK, J.: Nízkoenergetické domy. Grada, 2005
- [3] GABZDYL, M.: Okenní výplně stavebních otvorů. VUT, Brno, 2003
- [4] ČSN 73 0540:2 Tepelná ochrana budov, změna 2005
- [5] www.izolacniskla.cz
- [6] www.saint-gobain-glass.com

Vydal

Centrum pasivního domu
Údolní 33, 602 00 Brno
www.pasivnidomy.cz
Autor textů: Jiří Cihlár
Fotografie: Optiwin, Jan Bárta
© 2007 Centrum pasivního domu

