

Nejlepší okna

se získají užitím rolet s nízkou emisivitou

Jan Hollan, VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců;

Yvonna Gaillyová, **Ekologický institut Veronica**, Panská 9, 602 00 Brno, yvonna.gailly @ ecn.cz

Abstrakt

Rolety s nízkou emisivitou mohou zlepšit stará okna na 2× až 4× lepší standard.

Zahrnutí sofistikovaných rolet z pokovené fólie do nových oken je komplikace, která stojí za to. Lze pak užívat i velká okna, aniž by nastaly jakékoliv problémy s přehříváním nebo studeným průvanem – vlastnosti oken lze nastavovat dle potřeby.

Pro měření izolačních vlastností skutečných oken v terénu jsme vyvinuli metodu opírající se o termografii.

Více viz <http://www.veronica.cz/passiv>.

Úvod

Noční izolační vlastnosti standardních oken pro pasivní domy se stěží dají zlepšit užitím běžných clonicích prvků. Existuje ale možnost použít **clony s nízkou emisivitou, s aluminiovými povrchy**.

Někdy k tomu stačí nepokazit hliník nátěrem. Jakýkoliv nátěr má emisivitu blízkou 0,9, čisté aluminium ale pod 0,10. Použitím **aluminia pokrytého jen přirozenou oxidovou vrstvou lze zářivý přenos snížit 10×**.

Orientační úvahy

Uvažujme **těsnou vrstvu s emisivitou 0,1** umístěnou *mezi dvěma obyčejnými skly*. Zářivý přenos mezi sousedními vrstvami se sníží

z obvyklých $4 \text{ W/m}^2\text{K}$ na zhruba $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$,

čímž se stane malým ve srovnání s přenosem prostřednictvím vzduchu (kolem $2 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Vzduchem vyplněná dutina mezi dvěma obyčejnými skly má tepelný odpor zhruba $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$. Rozpůlíme-li dutinu aluminiovou vrstvou, dostaneme dvě dutiny s vodivostmi kolem $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, tj. měrný tepelný odpor přenosu sklo-sklo kolem $0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Instalace takové vrstvy do starého dvojitého okna znamená

zlepšení jeho „U“ z nějakých $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ na zhruba $1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

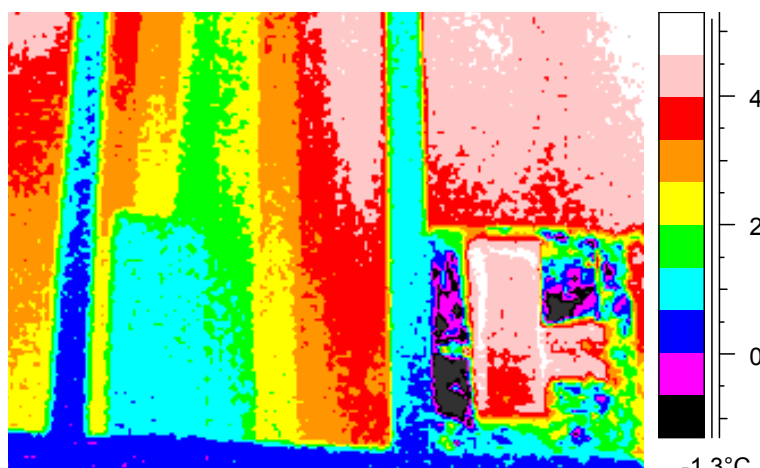
Vnější žaluzie (lamelové rolety) se často zhotovují z hliníku – jenže schovaného pod vrstvou nátěru. Jsou-li těsné, přidávají k tepelnému odporu okna nanejvýš $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$. **Kdyby měla vnější clona alespoň vnitřní povrch z čistého hliníku, mohla by přidat odpor až $0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$, což je hodnota zajímavá i pro okna v pasivních domech.**

Verifikace

Tyto hodnoty závisejí na vzduchotěsnosti. Některé clonící prvky nejsou ale vůbec těsné. Stanovení jejich přínosu pro tepelnou izolaci je možné jen pomocí měření. To lze realizovat pomocí **termografie**. Vidět znamená věřit.

Tok skrze okno je zhruba úměrný teplotnímu rozdílu mezi okenní tabulí a nevyhřívanou/nechlazenou **referenční tabulkou skla**, která je tepelně izolovaná od okna a obrácená do stejného prostoru. Tak jsme porovnávali okna, která spolu sousedila, ale měla různé složení.

Přímé stanovení tepelného toku připadajícího na čtvereční metr skla jsme uskutečnili použitím **vyhřívávaného referenčního sklíčka**, ze zadní strany tepelně kompenzovaného.



Udány jsou „černé teploty“. Nevyhřívávaná referenční skleněná ploška je vlevo, vyhřívávaná vpravo, obě stojí na okenní mříži.

Okenní sklo je o 3 K teplejší než nevyhřívávané sklo (měřen byl vliv meziokenní žaluzie nízkou emisivitou, výsledek byl $U = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

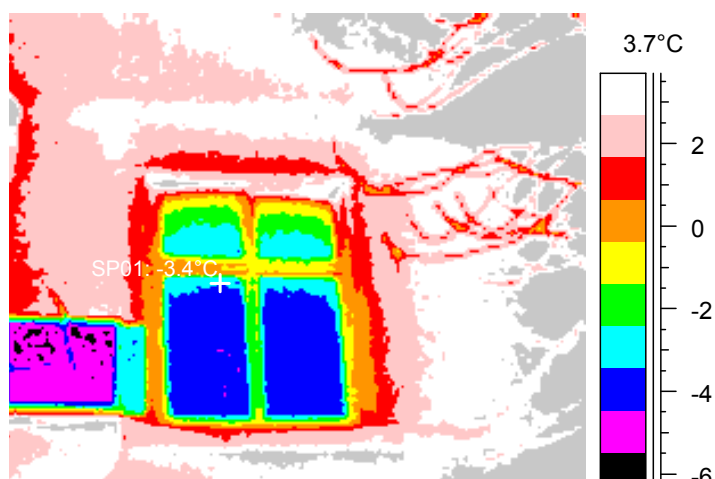
Roleta

Do tradičního dvojitého okna jsme instalovali roletu z tenké pohliníkové fólie. Na boky okenní dutiny jsme připevnili dřevěné latky (s tloušťkou asi 1,5 cm), od fólie směrem do interiéru. Studený vzduch v dutině vně od rolety přitlačil fólii na latě, čímž clona začala těsnit. Výsledek: *fólie s aluminiovou vrstvou zlepšila celé okno více než dvakrát*, na hodnotu blízkou „U 1,0“. Milou vlastností clony je její zbývající průhlednost 3 %.

Lze přidat ještě druhou fólii. Za cenu, že souvrstvím projde jen 0,1 % světla, získáme tak na noc okno s „U“ blízkou „0,6“ (přes den jsou vlastnosti okna bez rolet vyhovující).

Vlevo: černé teploty v noci. Nevyhříváná tabule je vlevo. Ve skle se odráží studené nebe (polystyrenová deska za sklem se zobrazuje s hodnotou bližší rovnovážné teplotě exteriéru). Obě rolety jsou stažené dolů. Rozdíl teplot interiéru a exteriéru je 20 K, okno je o 1,5 K teplejší než nevyhříváný srovnávací povrch. Panovalo bezvětrí (teplotní spád mez vnitřním sklem a interiérem byl téměř stejný). Číselná hodnota „U“ vychází kolem 0,6.

Vpravo: detail první rolety během stahování dolů. Druhá lišta slouží pro další roletu.



Obrázek ve viditelném oboru, s roletou a bez ní.

Nevyhříváná srovnávací skleněná tabule vlevo je pověšená na slunečních hodinách.

Meziokenní žaluzie

Do jiného „kastlového“ okna jsem instalovali lamelovou žaluzii z tenkých hliníkových plechů. Nátěrem pokaženou nízkou emisivitu hliníku jsme pracně obnovili oboustranným nalepením čisté aluminiové fólie na všechny lamely.

Překvapilo nás, že přínos zavřené žaluzie byl v noci poměrně malý. Izolační schopnosti okna se nezlepšily ani o jednu třetinu. Tepelný tok oknem odpovídal zhruba „U 2,3“. To lze vysvětlit jen tak, že se konvektivní přenos uvnitř okna stal mnohem účinnější než v neporušené prázdné dutině. Nicméně i takové malé zlepšení může být někdy zajímavé.

Nový standard pro novostavby i rekonstrukce

Naše doporučení alternativního složení okna pro pasivní dům:

1. nepovrstvené sklo s nízkým obsahem železa,
2. **dostatečně široká vzduchová mezera se dvěma roletami,**
3. **nejlepší dostupné „dvojsklo“** s povrstvenou plochou na vnitřním skle.

Poměrný solární zisk stoupne na $g = 0,7$ a noční číselná hodnota U klesne na **0,4**.

Pro střešní okna je to jediné řešení, která může splnit limit pro pasivní domy a spolehlivě zabránit přehřívání.

(Alternativou ke kryptonem plněnému dvojsklu jsou japonská „vakuová skla“. Jejich výhodou je, že neizolují hůře v nakloněné pozici nebo při extrémním teplotním spádu, jako je tomu jinak vinou konvekce. Při použití ve starých okenních rámech se hodí i malá tloušťka vakuových skel, pouhých 6 mm.)

Pro optimální funkci za všech okolností je potřeba, aby byly **rolety ovládány automatickým systémem** – to zatím není běžné, ale na trhu taková technika již existuje.

– s žádnými problémy v dohledu

Na našem modelu je použito ruční elektrické ovládání rolety (v jakoby dvojitém oknu jsme instalovali jen jednu roletu, patří tam dvě), laskavě poskytnuté firmou NK Brno. Jiná firma nabízí elektricky ovládané rolety i pro horizontální orientaci (tažené lanky proti dvakrát tenčí hřídeli s pružinou) jako protisluneční ochranu. Zmiňuje, že se tím trošku sníží tepelné ztráty, ale systém tak neoptimalizuje. Přitom jsou potřeba jen dvě změny:

1. umístit roletu alespoň 1,5 cm od nejbližšího skla
2. postarat se o emisivitu obou stran rolety (aby byla pod 0,1)

Protože jsou nabízeny rolety i dovnitř argonem plněných dvojskel, lze předpokládat že jde o systém spolehlivý a s velmi dlouhou životností.

Proč se tím zabýváme

Veronica se chystá stavět pasivní kancelář, přednáškový sál a ubytovnu jako „Centrum modelových aktivit pro venkov“ (v Hostětíně na úpatí Bílých Karpat). Vzhledem ke striktním regulacím jsme nuceni umístit kancelář do sedlové střechy. Vyvinutí střešních oken odpovídajících plně pasivnímu standardu je pro nás nutností, stejně tak jako integrované rolety, které zajistí komfortní podmínky i v horkém létě.

Ekologický institut Veronica sehrál pionýrskou roli při seznamování české veřejnosti s konceptem pasivního domu – sérií seminářů, přednášek, letáků a článků. V roce 2004 vydal první českou brožuru s tímto tématem (o české příklady a přesnou terminologii doplněný překlad dolnorakouské brožury) Pasivní dům (editor Ludvík Trnka; brožura je dosud v prodeji za Kč 60).