Obor: Stínicí předměty (2.49) **Autor:** Jiří Hejhálek
Typ: Navrhování, technologie, provádění **Fotografie:** Archiv Fenestra
Kontakt: FENESTRA střešní okna, s.r.o., Šťáhlavice 1, 332 04 Nezvěstice, tel./fax.: +420 377 969 060, e-mail: multifilm@fenestra.cz, www.multifilm.cz
♦ The inner shield MULTIFILM and comfortable inside temperature

NOVINKA! Nominace na Výrobek roku

Výrobek roku 2015

Vnitřní stínění MULTIFILM a příjemná vnitřní teplota

Řekněte dodavateli, že chcete na vnitřní stranu oken instalovat kovově lesklé stínění MULTIFILM, které Vám zajistí v létě chládek a v zimě příjemné teplo. Nejspíš se dozvíte, že je to hloupost, že se to tak nedělá. Skutečnost je taková, že toto řešení funguje nejen v teorii, ale také v praxi. V tomto článku ukážeme proč. A podáme i bližší teoretické zdůvodnění.

Dopředu prozradíme, že tento výrobek od firmy Fenestra je německého původu, kde byl také opakovaně prověřen nejen na testovacích aplikacích, ale také v „boji", tedy na hotových stavbách. A nejen to. Investoři, kteří toto účinné řešení zvolili, jsou už i v České republice. Reference i od nich jsou velmi dobré. Nejslabší stránkou MULTIFILMU, alespoň v České republice, je fáze návrhu. Energetičtí plánovači a auditoři si s tímto prvkem nevědí příliš rady, a tak Vaši investici většinou ohodnotí tak, jako by neexistovala. I tak stojí za to. Minimálně Vám přinese radost z příjemného vnitřního klimatu. A předpisy jsou ostatně vždy od toho, aby se za čas změnily. Podívejme se proto, jak MULTIFILM funguje.

MULTIFILM a sluneční záření

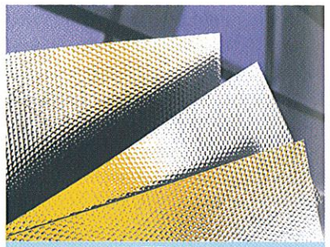
MULTIFILM se používá jako stínění na vnitřní straně okna. Za letního slunného dne proniká oknem sluneční záření o vysoké energetické intenzitě. Ta u izolačního dvojskla odpovídá asi polovině energie, která dopadá na okno na venkovní straně. Přesněji, zasklení propustí hlavně viditelnou část slunečního záření a pohltí neviditelné tepelné záření. MULTIFILM prošlé záření odrazí, to znamená vrátí k oknu. A to ho propustí ven – tentokrát veškeré, protože již neobsahuje tepelnou složku, která byla pohlcena při prvním průchodu. Zasklení okna tedy celkem pohltí jen tepelnou složku záření a viditelná, která představuje asi polovinu energie původního svazku, se díky roletě odrazí nazpátek. Výjimku tvoří jen asi 2 až 0,5 % světla, které se dostane dovnitř díky umělé otvorovitosti MULTIFILMU kvůli zajištění vnitřní osvětlenosti.

Krátkovlnnou infračervenou složku slunečního záření pohltí venkovní tabule izolačního dvojskla, čímž se ohřeje. Ohřáté sklo pak sálá dlouhovlnné tepelné záření na obě strany – jednak ven, jednak k vnitřní tabuli s temoreflexním pokovením. Na ni dopadá už jen zhruba čtvrtina prvotní dopadající sluneční energie, ovšem transformovaná do dlouhovlnného tepelného záření; ovšem i tu termoreflexní vrstva odráží. Výsledek? MULTIFILM, který stojí až poslední v řadě na vnitřní straně okna, zůstává chladný, protože odráží jak viditelné záření, které prostupuje oknem, tak i tepelné záření, které na něho sálá okno.

MULTIFILM a tepelné záření

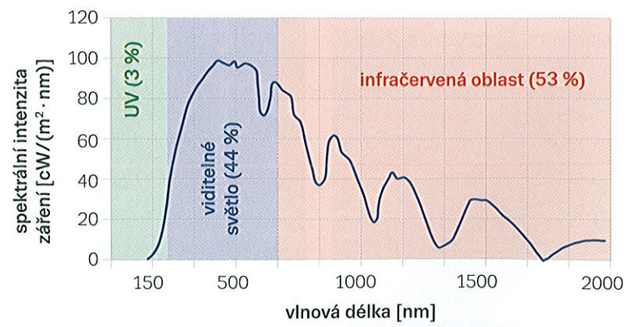
MULTIFILM pracuje i s dlouhovlnným tepelným zářením. Protože venkovní zemské tepelné záření neprojde dovnitř oknem, dopadá na MULTIFILM jen tepelné záření, které vyzařuje vnitřní tabule okenního zasklení, a z druhé strany prostorové tepelné záření z místnosti. MULTIFILM obě záření odráží, čímž si udržuje teplotu mezi okenním sklem a vnitřním vzduchem. To je důležité jak v létě, tak v zimě.

Další důležitá vlastnost clon MULTIFILM je schopnost ovlivňovat teplotu prostorového záření v místnosti. Tato vlastnost je tím významnější, čím větší je plocha MULTIFILMU. To je případ prosklených fasádních stěn v místnostech rodinných domů nebo – možná ještě častěji – případ velkých administrativních budov s prosklenou fasádou, která ohraničuje kancelářské místnosti. MULTIFILM umožňuje přenést největší teplotní spád mezi temperovaným prostorem (udržovaným na pobytové teplotě) a venkovní teplotou (letní i zimní) právě do těsného okolí vnitřní okenní clony MULTIFILM



Vnitřní clony MULTIFILM s kovově lesklým reflexním povrchem a otvorovitostí, které zaručují příjemné vnitřní prostředí a osvětlenost i za horkého jasného slunného dne

Spektrální intenzita slunečního záření na zemském povrchu



a nikoliv do hloubi místnosti poblíž topných ploch. Přibližme si to:

Mějme rohovou místnost délky 10 m, šířky 5 m a výšky 4 m. Podlaha a strop jsou celoplošně temperovány na 20 °C. Dvě sousední stěny jsou obvodové, prosklené celoplošně chráněny MULTIFILMEM. Zbylé jsou pro jednoduchost adiabaticky temperovány, tzn. na takovou teplotu, aby tepelný tok na jejich povrchu byl nulový. Emisivita podlahy, stropu a stěn je rovná jedné.

Příklad 1

Venku slunečno, teplo. MULTIFILM o emisivitě $\varepsilon = 1$ se na povrchu ohřeje na 40 °C. Výsledná teplota prostorového záření pak je $t = 28{,}0$ **°C**.

Příklad 2

Venku slunečno, teplo. MULTIFILM o emisivitě $\varepsilon = 0{,}1$ se na povrchu ohřeje na 40 °C. Výsledná teplota prostorového záření pak je $t = 21{,}2$ **°C**.

Tepelné záření a teplota vzduchu

Teplota prostorového záření je ve stavebnictví novým pojmem. Oficiální stavební tepelná technika zatím pracuje s tepelným zářením jako s fyzikální entitou, která v prostoru jen přeskakuje od jedné stěny ke druhé, odráží se od nich, nebo je jimi pohlcena. Nový pohled, který přináší publikace [1], pohlíží na tepelné záření tak, že vyplňuje ohraničený prostor, kde zkrátka je.

V částicovém vyjádření tam je v podobě miliard fotonů (elementárních a nedělitelných částic záření), které vzájemně koexistují s molekulami vzduchu. A interagují spolu, což znamená, že si předávají energii, tedy teplo. Citovaná publikace [1] ukazuje, že **ve vzdálenosti jeden až několik decimetrů od stěn již vzduch není ovlivněn teplotou stěny, ale pouze teplotou záření.** Záření, jehož teplota je všude v místnosti stejná, rychle upraví teplotu vzduchu na úroveň své vlastní. Až na vzduch v blízkosti stěn, stropu a podlahy.

Pocit tepelné pohody

Ten nastává tehdy, když necítíme zimu, ani chlad, zkrátka když se v místnosti cítíme dobře. Jde o subjektivní pocit našeho vnímání teploty vzduchu a teploty záření, které souběžně působí přímo nebo přes oděv na povrch těla. V ustáleném stavu jsou teploty vzduchu a záření stejné a když pociťujeme tepelnou pohodu, jsou na úrovni 21 až 24 °C. Dříve se uvádělo, že na této úrovni musí být průměr teploty vzduchu a povrchové teploty stěn; jak víme, teploty povrchů stěn však generují prostorové záření.

Udržování příjemné vnitřní teploty

Obecný vzorec pro výpočet prostorové teploty T podle [1] je

$$T^4 = \frac{\sum A_i \varepsilon_i T_i^4}{\sum A_i \varepsilon_i}$$

kde T je termodynamická teplota v K (kelvinech), A označuje plochy všech stěn, které ohraničují místnost, a ε je jejich emisivita. Index i je pořadové číslo stěny o ploše A_i a emisivitě ε_i.

Ze vzorce plyne, že když jsou teploty všech ohraničujících stěn stejné, tj. T_i = konst., mizí vliv emisivit a ploch stěn na teplotu prostorového záření. Z toho plyne důležitý závěr:

Účinnost stínění MULTIFILM je nejvyšší, když je mezi venkovní a vnitřní teplotou co největší rozdíl a my potřebujeme interiér chladit nebo vytápět. MULTIFILM přenese významnou část teplotního spádu mezi venkovní a vnitřní teplotou na sebe a nikoliv do hloubi místnosti. MULTIFILM vyzařuje do místnosti minimum tepelného záření, a proto jen velmi málo ovlivňuje teplotu prostorového tepelného záření (a potažmo vzduchu), kterou formulují vnitřní povrchy.

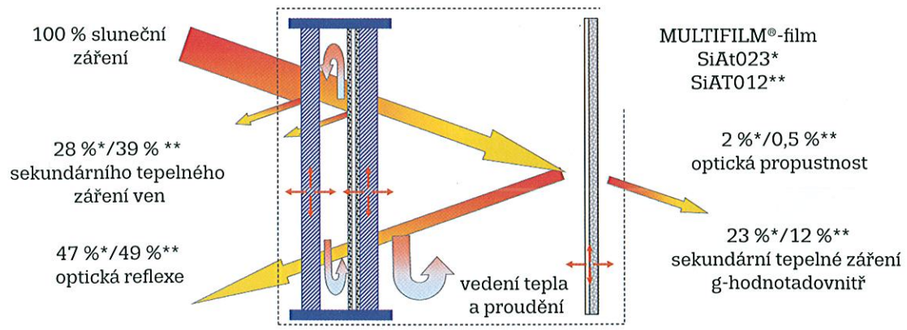
Závěr

Při kvalifikovaném návrhu lze vnitřními clonami MULTIFILM® zajistit velmi příjemné vnitřní prostředí i v případě extrémních venkovních veder nebo mrazů. Princip je v tom, že MULTIFILM® s reflexním povrchem neovlivňuje svým minimálním sáláním teplotu vnitřního tepelného záření, kterou tak dominantně ustavují vnitřní sálavé konstrukce. Jinými slovy, podstatná část teplotního rozdílu mezi venkovním a vnitřním prostředím se ustaví v sestavě okno – MULTIFILM®, aniž by zasahovala dovnitř.

Je výborné, že toto řešení bylo již dobře otestováno v Německu; mohlo by to otupit vášně stavebně tepelného terorismu.

Literatura:

[1] Jiří Hejhálek: *Tepelné záření a navrhování reflexních fólií do staveb.* Vega společnost s ručením omezeným, 2014. ❑

Ilustrace energetických toků v systému izolační dvojsklo

*termoizolační dvojsklo, U_g=1,1 W/(m²K) se clonou MULTIFILM SiAt023;
**protisluneční dvojsklo, U_g=1,1 W/(m²K) se clonou MULTIFILM SiAt012;