



Ing. Jozef Pavelek – Extra trade
Štúrovo nábrežie 2503/9
052 05 Spišská Nová Ves
jozef.pavelek@snv.sk 0917 339 780

Vec : Orosovania okien - objasnenie problematiky

Vzhľadom na stále prichádzajúce reklamácie na nadmerné orosovanie skiel a na základe našich zistení pri obhliadkach u zákazníkov dovoľujeme si Vám touto cestou stručne objasniť problematiku orosovania okien. Podotýkame, že ide o problematiku čoraz častejšie analyzovanú v mnohých odborných článkoch, pretože neustále sa skvalitňujúce vlastnosti okien (najmä tepelnoizolačné) prinášajú so sebou aj požiadavky na iný režim ich užívania, odlišný od toho, ktorý tu po stáročia pretrvával. Napríklad ešte do roku 2001 bol na Slovensku bežný štandard skiel s koeficientom prechodu tepla $U=2,9 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. V súčasnosti s technickým napredovaním je bežný štandardom sklo s koeficientom prechodu tepla $U=1,1 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ (naša spoločnosť však už pracuje aj so sklami s koeficientom prechodu tepla nižším ako $0,7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$).

Orosovanie okien sa javí ako problém len dovtedy, kým nie sú ozrejmené niektoré prirodzené fyzikálne javy. Ide o povrchovú kondenzáciu vodných pár ktorá nastáva, ak je povrchová teplota zasklenia nižšia než **teplota rosného bodu**. Mnohé moderné izolačné dvojsklá majú vyhovujúce teprotechnické vlastnosti z hľadiska požadovanej normalizovanej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla. Aj napriek tomu sa však v praxi stretнемe s problémami kondenzácie vodnej pary najmä v blízkosti dištančného profilu, teda po obvode zasklenia. Kondenzácia vodnej pary na zasklení vzniká pri určitých podmienkach stavu vnútorného a vonkajšieho prostredia v závislosti od súčiniteľa prechodu tepla zasklenia, teprotechnických vlastností detailu okraja zasklenia, vlastností rámovej konštrukcie, styku zasklenia a rámu, spôsobu a intenzity vetrania miestnosti a produkcie vodnej pary v miestnosti (napr. aj bežným dýchaním v noci zvyšujeme množstvo vodných pár vo vzduchu miestnosti a ak pred spaním u kvalitných, dobre tesniacich okien nevyvetráme, ráno môžeme obvykle pri nižších vonkajších teplotách nájsť vyrážanú vlhkosť na skle). Kondenzácia vodnej pary býva časovo obmedzená alebo má trvalejší charakter. Je však neželaným javom s negatívnymi dôsledkami na hygienu vnútorného prostredia (následný vznik plesní) a trvanlivosť materiálov.

Prečo sa orosovanie objaví najskôr po obvode skla? Odpoveď je jednoduchá. V mieste styku skla s rámom (u pevných zasklení) alebo okenným krídlom (u otvárových okien) je kovový dištančný profil (rámk) skla, ktorý je tepelne oveľa vodivejší ako plyn (napr. argón) niekde v strede zasklenia medzi sklami. Dištančný profil spôsobí deformáciu teplotného poľa po obvode skla a to má za následok skoršie orosovanie blízko dištančného profilu ako ďalej od neho.

Kondenzácia vodnej pary na zasklení môže zapríčiňiť pri súhre nepriaznivých okolností veľmi nepríjemné hygienické problémy. Kondenzácia v blízkosti dištančného profilu zasklenia môže spôsobiť hygienické problémy vtedy, ak sa interiér nesprávne (málo) vetrá, okná sú príliš tesné a nezabezpečujú požadovanú výmenu vzduchu prirodzenou infiltráciou a/alebo vetráním v dôsledku nedostatočnej výmeny vzduchu je vnútorné prostredie príliš vlhké. V nepriaznivých prípadoch sa objaví pleseň na tesnení medzi zasklievacou lištou a zasklením, čo môže spôsobiť hygienické problémy. Používanie vnútorných žalúzí, nesprávneho umiestnenia závesov a záclon a prerušovaného spôsobu vykurovania môže túto poruchu zvýrazňovať.



Ing. Jozef Pavelek – Extra trade

Štúrovo nábrežie 2503/9

052 05 Spišská Nová Ves

jozef.pavelek@snn.sk 0917 339 780

Príčiny kondenzácie vodnej pary na zasklení spočívajú v kombinácii týchto nepriaznivých vplyvov :

- okraj zasklenia na báze kovového dištančného profilu;
- nedostatočná výmena vzduchu;
- vyššia relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu, ako je normalizovaná hodnota;
- konštrukcia zasklievacej lišty má malú výšku prekrytie okraja zasklenia;
- vysoká hodnota súčiniteľa prechodu tepla izolačného dvojskla $U_g > 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
[naša spoločnosť štandardne používa sklá s $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

Je všeobecne známe, že nedostatočné vetranie spôsobí nárast koncentrácie škodlivín a vlhkosti v závislosti od produkcie vodnej pary. Pri nízkych teplotách je vonkajší vzduch sice viac nasýtený vodnou parou, ale z dôvodu jeho nižšej teploty obsahuje podstatne menšie absolútne množstvo vodnej pary ako teplý izbový vzduch ktorý máva spravidla menšie nasýtenie (to je aj príčinou subjektívneho ale nesprávneho názoru užívateľov okien, že intenzívnym vetraním si „vpúšťajú“ do miestnosti vlhký vonkajší vzduch a „vpúšťajú“ vonku teplý suchý vzduch – v skutočnosti sa intenzívny vetraním vnútorná vlhkosť znižuje!).

Vplyv intenzity vetrania na zvýšenie relatívnej vlhkosti vzduchu sa dá ukázať na príklade, ktorý môže byť typický pri výmene okien. Uvažujeme príklad bytu s objemom vzduchu 60 m^3 . Teplota vnútorného vzduchu je 20°C . Priemerná produkcia vodnej pary $G=0,20 \text{ kg}/\text{h}$. Pôvodné okná zabezpečovali výmenu vzduchu s hodnotou $n = 0,8 \text{ h}^{-1}$. Po rekonštrukcii a výmene drevených okien za **kvalitné** nové okná, dobre tesniace, zníži sa priemerná intenzita výmeny vzduchu infiltráciou (cez škáry medzi krídlom a rámom) na hodnotu $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$. Produkcia vodnej pary pred výmenou okien a po nej ostane rovnaká. Porovnajme priemerné relatívne vlhkosti vnútorného vzduchu, ktoré získame pomocou zmenenej intenzity výmeny vzduchu pred výmenou okien a po nej, pričom sa bude uvažovať čiastočný tlak vodnej pary vo vonkajšom vzduchu s priemernou hodnotou zodpovedajúcou priemernej mesačnej teplote v najchladnejšom mesiaci roka $p_{de} = 400 \text{ Pa}$.

Pred výmenou okien je relatívna vlhkosť vzduchu :

$$p_{di} = 400 + \frac{462.0,20.293,15}{0,8.60} = 964 \text{ Pa} \Rightarrow \varphi = 41\%$$

Po výmene okien je relatívna vlhkosť vzduchu :

$$p_{di} = 400 + \frac{462.0,20.293,15}{0,3.60} = 1905 \text{ Pa} \Rightarrow \varphi = 82\%$$

Po výmene okien sa znížila výmena vzduchu infiltráciou a dôsledkom je zvýšenie relatívnej vlhkosti vzduchu v interiéri. Toto zvýšenie relatívnej vlhkosti je vyššie, než sa predpokladá v štandardných normatívnych výpočtoch do 50%. Dôsledkom je povrchová kondenzácia a hygienické problémy, ktoré sa pred výmenou okien nemuseli vyskytovať. Dokonca vznik plesní v bytoch po výmene netesných okien za okná s nízkou priezdušnosťou škár je problém, ktorý vzniká najmä v bytoch postavených pred rokom 1984. Teda tam, kde predtým bola nižšia tepelnoizolačná schopnosť nepriesvitných konštrukcií stien a strech a kde sú tepelné mosty. Čím je nižšia výmena vzduchu, tým je vyššia relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu v zimnom období. Čím je menší objem, tým je vyššia relatívna vlhkosť vzduchu. To čiastočne vysvetľuje častejší výskyt hygienických problémov (plesní) v menších bytoch oproti väčším bytom. V menšej



Ing. Jozef Pavelek – Extra trade

Štúrovo nábrežie 2503/9

052 05 Spišská Nová Ves

jozef.pavelek@snv.sk 0917 339 780

detskej izbe vznikne hygienický problém skôr ako vo väčšej obývacej izbe. V spálni spravidla spia dvaja ľudia, ktorí cez noc vydychujú viac vodných párov, ako jeden človek napr. v študentskej izbe.

K orosovaniu prispieva aj montáž interiérových žalúzií, ktoré obmedzujú prúdenie vzduchu popri skle. Často sa stretávame s tým, že na radiátoroch pod oknami sú odparovače, na vnútorných parapetoch kvety, resp. v miestnostiach sa robili úpravy s mokrými procesmi (stierky, vysprávky a pod.).

Z našej dennej praxe môžeme konštatovať, že vysvetľovanie a zisťovanie príčin nadmerného orosovania okien priamo u zákazníkov je veľmi citlivá záležitosť. Pretrvávajú totiž ešte názory z minulosti, kedy spochybnenie dostatočného vetrania v byte jeho užívateľa často stotožňujú s obvinením z nedodržiavania základných hygienických návykov. Rovnako panuje názor, že vetraním sa zbytočne „vypúšťa“ teplo, pričom cena tepelnej energie neustále stúpa. Pravdou je, že otvorenie tzv. „ventilačky“, t.j. otvorenie okenného krídla do sklopenej polohy je v zimnom období najhorší spôsob vetrania. Výmena vzduchu prebieha pomaly, okno musí byť preto otvorené pomerne dlhú dobu. Teplo z miestnosti uniká podstatne dlhšie ako pri intenzívnom vetraní, steny miestnosti sa ochladzujú, čerstvý vzduch sa v miestnosti len pomaly zohrieva. Oveľa účinnejšie a úspornejšie je intenzívne vetranie otvorením okenných krídiel dokorán na 5-10 minút. Je to potrebné urobiť niekoľkokrát za deň, najmä však pred spaním. Čerstvý suchší vzduch sa nahrnie do miestnosti za pár minút (5-10), veľmi rýchle sa však zohreje od stien ktoré sú naakumulované teplom a za krátky čas vetrania nestihli ešte vychladnúť. Spravidla po 5-10 minútach od zatvorenia okien je čerstvý vzduch zohriaty. Užívateľ bytu takto získa vzduch bohatý na kyslík a urobí prvý ale najdôležitejší krok k tomu, aby eliminoval orosovanie okien. V druhej väčšine prípadov, kedy užívateľia kvalitných okien poukazovali na ich „nekvalitu“ z dôvodu nadmerného orosovania stačilo upraviť režim vetrania (najmä dokonale vyvetrať pred spaním) a problémy zmizli. Problémom však zostáva skutočnosť, že takmer každý užívateľ okien je presvedčený o tom, že práve on vetrá až priveľa. Dôležité je aby pochopil, že nie je dôležité vetrat' veľa ale vetrat' účinne.

Záverom chceme poznamenať, že „zaručené“ tvrdenia typu „mne sa okná nikdy neorosujú“ sú **nepravdivé**. Ako vyplýva z predchádzajúceho textu, pri určitej kombinácii nepriaznivých vplyvov sa orosi každé okno. Paradoxom je, že v niektorých prípadoch je orosovanie okien dôkazom kvality okna (t.j. okno dobre tesní). A naopak, niektorí výrobcovia dodajú nekvalitné okná, ktoré sa však pri tých istých podmienkach neorosujú, pretože vplyvom ich netesnosti dochádza k nepretržitému prevetrvaniu miestnosti. Je to však samozrejme bezbrehé plynvanie tepelnou energiou.