

## PROBLEMATIKA KONDENZACE VLHKOSTI NA IZOLAČNÍM SKLE

Všichni výrobci izolačních skel, dodavatelé oken a dveří v poslední době evidují velké množství dotazů a reklamací na kondenzaci vlhkosti (vodních par) na izolačním skleu všech typů oken, popřípadě dveří. Tato kondenzace vlhkosti je těž někdy veřejností pojmenována jako rosení, mlžení, pocení skla/okna.

Tento příspěvek si neklade za cíl wčerpávajícím způsobem odpovědět na všechny možné příčiny tohoto stavu, ale podává pouze rámcovou informaci o možných příčinách rosení na skle nebo uvnitř izolačního skla a možnostech jeho eliminace.

Ze zkušenosti musím konstatovat, že drtivá většina reklamací na kondenzaci vlhkosti na interiérové či exteriérové straně izolačního skla je neoprávněná. Proto ještě než budete uplatňovat reklamaci na rosení skla, oken a dveří, doporučuji Vám seznámit se s následujícími základními informacemi a porovnat je se skutečným stavem. Dodavatel je totiž oprávněn výjezd na neoprávněnou „reklamaci“ považovat za placený servisní zásah, neboť příčina je způsobena na straně uživatele a nikolivna straně dodavatele.

### Obecný princip:

Je nutné si uvědomit, že fyzikální jev kondenzace vlhkosti nelze zcela odstranit, ale pouze za určitých podmínek omezit. Vzduch totiž obsahuje vodu ve formě vodních par, jejichž množství je omezené a závislé zejména na teplotě a relativní vlhkosti (vzduch o teplotě +20°C a vlhkosti 60% obsahuje 8,6 g/m<sup>3</sup> vody zatímco vzduch o teplotě 0°C pouze 1,6 g/m<sup>3</sup>). Je-li toto množství překročeno, potom dochází ke kondenzaci vodních par na hraničních místech jednotlivých prostředí s různými teplotami, tj. jakmile se teplý vzduch přiblíží k chladnějším předmětům, ochladí se a nadbytečná vlhkost se vysráží na jejich povrchu (zamlžení či orosení zrcadel, skel, kachlíček, brýlí, apod.).

### Faktory, které mají vliv na vznik kondenzace vlhkosti na skle :

- venková teplota a vlhkost
- vnitřní teplota a vlhkost v místnosti
- tepelně - izolační vlastnosti zasklení
- proudění vzduchu podél okna
- použití izolačního skla s tzv. teplým okrajem, teplým rámečkem

Vzájemné působení těchto faktorů určuje, kdy se na sklech kondenzát objeví.

## A. KONDENZACE VNĚJŠÍ Z HLEDISKA ČASU PŮSOBENÍ

### 1. projevující se krátkodobě

Jedná se o stav, kdy došlo ke krátkodobé a náhlé změně či činnosti ovlivňující některý výše zmiňovaný faktor, jako např. náhle se zvýšila relativní vlhkost vzduchu v místnosti, došlo k otevření uzavřeného okna, apod. Takto vzniklá kondenzace během chvíle zmizí.

### 2. projevující se po delší čas

Jedná se o stav, kdy kondenzace vodní páry působí po delší dobu a opakovaně. Důvodem jsou faktory působící po delší čas - viz dále.



## B. KONDENZACE VNĚJŠÍ Z HLEDISKA VELIKOSTI

### 1. Okrajová

Tato kondenzace se projevuje pouze v prostorově omezených částech izolačního skla v šíři 5 - 10 cm po obvodu, podél rámu okna. Kondenzace vzniká z důvodu tepelného mostu v místě spojení izolačního skla přes distanční rámeček. Nejvýrazněji se objevuje při spodní části rámu, kde navíc spolupůsobí nedostatečné proudění vzduchu. Projev této kondenzace lze eliminovat použitím izolačního skla s tzv. teplým distančním rámečkem a osazením izolačního skla do hlubší polodrážky (pouze u dřevěných oken). V současné době nejlepší izolační hodnoty dosahuje distanční rámeček Swisspacer, konkrétně Swisspacer-V. Studené okraje jsou důsledkem použití starších typů hliníkových distančních rámečků nebo použitím rámečků ocelových (nezaměňovat s rámečky nerezovými). Pokud jste si objednali nebo dodavatel Vám přislíbil dodávku teplého rámečku v ceně, zkontrolujte si osazený typ. Použití studeného rámečku zjistíte jednoduše vizuálním srovnáním (barva surového hliníku či matné oceli). Pokud Vám byl dodán nesprávný rámeček, je toto důvodem k reklamaci.

### 2. Bodová

Může se projevit pouze u izolačních skel velkých rozměrů (nad cca 2x2 metry), obvykle poddimenzovaných tloušťek skla a projevuje se jako kondenzace uprostřed plochy skla o ploše průměru cca 5 cm. Tento druh kondenzace se může projevit v izolačních sklech tmelených v horizontální poloze, kdy vlivem váhy skla došlo k jejich konkávnímu prohnutí a tudíž bodovému zhoršení izolačních vlastností izolačního skla. Tato kondenzace může být důvodem oprávněné reklamace a je odstranitelná dodavatelem na místě.

### 3. Plošná

Kondenzace vlhkosti projevující se ve velké části zasklení nebo po celé jeho ploše - viz dále

## C. KONDENZACE Z HLEDISKA JEJÍHO UMÍSTĚNÍ

### 1. Kondenzace vlhkosti uvnitř izolačního skla

Pokud dochází ke kondenzaci vlhkosti uvnitř izolačního skla (v prostoru mezi skly), jedná se obvykle o vadu výrobku vzniklou jeho chybnou výrobou nebo jeho následným poškozením při manipulaci či montáži. Izolační sklo je nutno vyměnit a v případě, že izolační sklo je ještě v záruční době (obvykle 5 let), je tento stav podnětem k oprávněné reklamaci a bezplatné výměně. Takovéto izolační sklo je neopravitelné.

### 2. Kondenzace vlhkosti na exteriérové straně izolačního skla - vně místnosti

Tato kondenzace je způsobena vysokou vlhkostí vnějšího prostředí, kdy navíc teplota vzduchu je vyšší, než je teplota vnějšího povrchu izolačního skla. Tento jev paradoxně vzniká u velmi kvalitních izolačních skel (zpravidla trojskel) s nízkým součinitelem prostupu tepla ( $U_g$ ), kde venkovní povrch skla není ohříván tepelnými ztrátami z místnosti. Projev může uspojit omezená cirkulace vnějšího vzduchu. Kondenzace vlhkosti na vnější straně může vzniknout i při náhlém otevření/uzavření uzavřeného/otevřeného okna. V obou případech se většinou jedná o krátkodobě působící jev a nemůže být předmětem oprávněné reklamace.



### 3. Kondenzace vlhkosti na interiérové straně izolačního skla - zevnitř místnosti

Moderní okna a dveře s izolačními skly zabraňují úniku tepla, ale přesto jsou vždy jedním z nejchladnějších míst budov, proto dochází ke kondenzaci vlhkosti (vodních par) za určitých podmínek přímo na nich.

Pokud jste si objednali do okna moderní, kvalitní dvojskla s  $U_g$  1,0 - 1,1 W/m<sup>2</sup>K, nebo trojskla s hodnotou  $U_q$  ještě nižší (až 0,4 W/m<sup>2</sup>K) prověřte si kvalitu dodávky na signaci výrobku, která je nesmazatelně vtištěna na distančním rámečku mezi skly. U některých výrobců zde naleznete jenom číslo produktu nebo číslo zakázky a informaci o technických parametrech získáte buď na jejich emailové adrese nebo telefonicky. Minimálně však jeden z těchto údajů, včetně názvu výrobce a data výroby, musí být na výrobku uveden.

Pokud jste si zkontrolovali uvedené údaje, zkontrolujte si i teplotu a vlhkost vzduchu v místnosti. Naše normy definují, že při relativní vlhkosti vzduchu 50%, při vnitřní teplotě vzduchu **20°C** a vnější teplotě vzduchu **-15°C** se okna nesmí rosit. V místnosti však lze zcela běžně naměřit relativní vlhkost vzduchu podstatně vyšší.

Je potřeba si uvědomit, že objekty osazené plastovými okny dobře těsní proti profukování, zatékání a únikům tepla. Zároveň však brání také i úniku vzduchu a tedy i vlhkosti z objektu ven, což sice výrazně omezuje náklady na vytápění, ale také přináší nutnost změnit zažité návyky ohledně mikroklimatu domácnosti (pravidelně větrat, používat mikroventilaci - mimo zimní období). Původní netěsnost okna - umožňující infiltraci vzduchu (dáno součinitelem průvzdušnosti) se snížila z cca  $1,3 \times 10^{-4}$  PA na  $0,2-0,4 \times 10^{-4}$  Pa.

#### Na zvýšený či častější výskyt rosení skel mají vliv i následující faktory:

- přítomnost většího množství lidí v místnosti - zvýšená tvorba vlhkosti 1 osoba vydýchá 0,03 až 0,12 l vody/hod.
- přítomností domácích zvířat - zvýšená tvorba vlhkosti
- sušení mokrého prádla v bytě - zvyšuje vlhkost o 0,05 až 0,2 l/hod.
- nevhodně umístěné topné těleso - neumožňuje obtékání teplého vzduchu podél okna. Někdy je možno tento problém identifikovat i při podlahovém vytápění, které není instalováno až k obvodové zdi.
- použití izolačních skel s horšími izolačními vlastnostmi  $U_g$  1,4 W/m<sup>2</sup>K a horší - nízká povrchová teplota skla
- nedostatečné či přerušované topení - nízká teplota vzduchu
- vnitřní parapet značně přesahující přes topidlo - omezuje proudění vzduchu
- domácí elektrické či jiné zvlhčovače vzduchu (např. odpařovače na radiátorech, elektrické zvlhčovače, vodní fontánky, atd.) - zvyšují vlhkost vzduchu
- vaření bez zapnutého odsávání - zvyšuje vlhkost o 0,6 až 1,5 l/hod.
- koupání nebo sprchování - zvyšuje vlhkost o 0,7 až 2,6 l/hod.
- praní prádla - zvyšuje vlhkost vzduchu
- pěstování rostlin v místnosti - zvyšuje vlhkost o 0,005 až 0,30 l/hod./rostlinu
- umístění květináčů, truhlíků a pod na parapetech oken - omezuje proudění vzduchu
- umístění akvária pro rybičky, či jiných otevřených vodních ploch - zvyšuje vlhkost v bytě
- stažené vnitřní žaluzie zejména v chladných dnech - omezuje proudění vzduchu
- květiny na parapetu - zvyšují vlhkost a brání proudění vzduchu
- dlouhé záclony a závěsy oken - omezují proudění vzduchu
- novostavba či objekty a místnosti po stavebních úpravách - zvýšená zabudovaná vlhkost
- neprodyšné zateplení objektu - zvyšuje vnitřní vlhkost
- umístění oken na severní, severozápadní a severovýchodní straně či na straně jinak stíněné - snížení povrchové teploty skla

Většinou Vám právě vznik kondenzátu vlhkosti na vnitřním skle dává první signál, že cosi není s mikroklimatem tohoto prostoru v pořádku, obvykle že vlhkost vzduchu se v místnosti zvýšila do té míry, že je potřeba začít větrat.

Pokud se Vám jeví, že podmínky u Vás jsou v uvedených rozmezech a že je negativně neovlivňuje žádný z výše uvedených faktorů, nebo i tyto faktory eliminovali a přesto dochází k rosení skel, je čas nechat si prověřit dodavatelem, či jinou odbornou firmou, kvalitu osazených izolačních skel popř. kvalitu zabudování okna.

## **A jak správně větrat? Existuje více způsobů větrání:**

### **1. Pootevřením okna do tzv. ventilační polohy (obvykle poloha kliky svise)**

Křídlo se vyklopí o cca 10 cm a vzniklým prostorem probíhá větrání. Tento způsob větrání omezte v zimním období a nezapomeňte, že při tomto způsobu větrání může také hrozit nebezpečí vloupání u níže položených oken.

### **2. Pootevřením okna na tzv. mikroventilaci - tzv. 4. polohu kliky**

Křídlo je na cca 4 mm odtlačené od křídla a vzniklou štěrbinou probíhá větrání, tzv. infiltrace. Tento způsob větrání omezte v zimním období. Nezapomeňte, že při tomto způsobu větrání není okno uzamčeno všemi uzávěrovými čepy kování okna a může tedy hrozit nebezpečí vloupání u níže položených oken.

### **3. Využitím bezprůvanového větrání pomocí větracích klapek okna, v případě že tyto jsou instalovány**

### **4. Nejlepší způsobem je krátké, ale intenzivní větrání, nejlépe průvanem při otevření všech oken (nárazové větrání)**

Délka větrání se liší v závislosti na vnější teplotě, zpravidla však postačí zhruba 5-10 minut. Vnitřní prostory se nestačí prochládit, ale vlhký vzduch může uniknout. Hygienické požadavky stanovují, že je nutno vyměnit 50% objemu vzduchu obytné místnosti za hodinu. Za normálních podmínek obvykle stačí větrání provádět 4x až 5x denně. Pokud by následkem vaření, praní, sprchování, koupání, atd. byla vlhkost vzduchu vysoká, pak je nutné úměrně s tím častěji a intenzivněji větrat.

Zejména při plánování a realizaci nových staveb je vhodné zvážit instalování nuceného větrání, které umožňuje řízenou výměnu vzduchu a tím také regulování vnitřní relativní vlhkosti, což má výrazný vliv na kvalitu vnitřního prostředí a potažmo i problémy s kondenzací vlhkosti na interiérové straně izolačního skla.

## **Kdy dochází k rosení oken zevnitř místnosti?**

Parametry, kdy dochází k rosnému bodu, jsou dány grafem.

Pro zjednodušení předkládám čtenářům zjednodušenou tabulku, která byla vytvořena na základě normy ČSN 73 0540-3.

K rosení skel zevnitř místnosti bude docházet, pokud při teplotě vnitřního vzduchu a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu bude povrchová teplota skla rovna nebo bude nižší, než je teplota uvedená ve střední části tabulky.

Teplota vnitřního vzduchu	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu v %										
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0°C	-10,7	-9,4	-8,2	-7,1	-6,1	-5,1	-4,3	-3,5	-2,7	-2,0	-1,3
1°C	-9,9	-8,5	-7,3	-6,2	-5,2	-4,3	-3,4	-2,6	-1,8	-1,1	-0,4
2°C	-9,1	-7,7	-6,5	-5,4	-4,4	-3,4	-2,6	-1,7	-1,0	-0,2	0,5
3°C	-8,2	-6,9	-5,7	-4,6	-3,5	-2,6	-1,7	-0,9	-0,1	0,7	1,5
4°C	-7,4	-6,1	-4,9	-3,7	-2,7	-1,7	-0,9	0,0	0,9	1,7	2,5
5°C	-6,6	-5,3	-4,0	-2,9	-1,9	-0,9	0,0	1,0	1,8	2,7	3,5
6°C	-5,8	-4,5	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	1,0	1,9	2,8	3,7	4,5
7°C	-5,0	-3,6	-2,4	-1,2	-0,2	0,9	1,9	2,9	3,8	4,7	5,5
8°C	-4,2	-2,8	-1,6	-0,4	0,7	1,8	2,9	3,9	4,8	5,6	6,5
9°C	-3,4	-2,0	-0,8	0,5	1,7	2,8	3,8	4,8	5,7	6,6	7,5
10°C	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4
11°C	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,6	4,7	5,8	6,8	7,7	8,6	9,4
12°C	-1,0	0,5	1,9	3,3	4,5	5,6	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4
13°C	-0,2	1,4	2,8	4,2	5,4	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4
14°C	0,6	2,3	3,8	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4
15°C	1,5	3,2	4,7	6,0	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4
16°C	2,4	4,1	5,6	7,0	8,3	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4
17°C	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,4
18°C	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3
19°C	5,1	6,8	8,4	9,8	11,0	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3
20°C	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3
21°C	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3
22°C	7,8	9,5	11,1	12,6	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3
23°C	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3
24°C	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3
25°C	10,5	12,3	13,9	15,3	16,7	18,0	19,2	20,3	21,3	22,3	23,2
26°C	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2
27°C	12,3	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2
28°C	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2
29°C	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,8	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2
30°C	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2