

Výskyt kondenzace vody na izolačním skle

1. Příčiny

1.1 Zdroje vlhkosti

Všude, kde lidé žijí a pracují, v bytech, v domech, se uvolňuje voda. V kuchyni při vaření, umývání nádobí, v koupelně při sprchování, v obýváku díky rostlinám a květinám nebo přes vchodové dveře. Takže např. všechna voda na zalévání rostlin se dostane opět do ovzduší v místnosti. K tomu se přičítá vypařování vody u lidí, které např. ve spánku činí cca 40 – 50g / hodinu, viz. tabulka 1.

Z těchto důvodů se vyprodukuje ve 4-členné domácnosti denně 12 – 14 litrů vody. Z toho vyplývá, že v domě je vždy vyšší obsah vody v ovzduší než venku.

Tato skutečnost je příčinou zvláště v zimním období výskytu kondenzace vody na okenních sklech. Horší situace je obyčejně ještě v novostavbách, kdy dochází k vysychání stavby.

Pokojevé rostliny	7 – 15 g / hodinu
4,5 kg mokrého vyždímaného prádla	50 – 200 g / hodinu
Koupání ve vaně	cca 1100 g / hodinu
Sprchování	cca 1700 g / hodinu
Krátkodobé vaření	400 – 500 g / hodinu
Dlouhodobé vaření	450 – 900 g / hodinu
Pečení	cca 600 g / hodinu
Myčka nádobí	cca 200 g / 1 mytí
Pračka	200 – 350 g / 1 praní
Lidé	
- spaní	40 – 50 g / hodinu
- domácí práce	cca 90 g / hodinu
- namáhavá práce	cca 175 g / hodinu

Tab. 1: Zdroje a množství vlhkosti v bytě

1.2 Fyzikální souvislosti

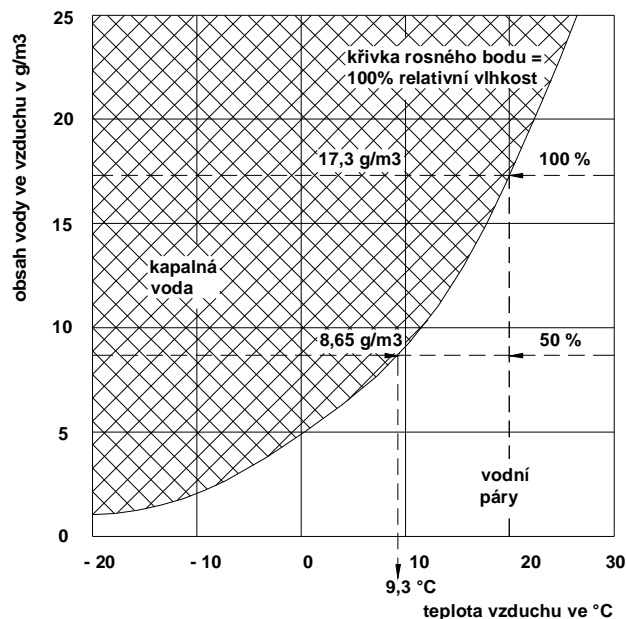
Příčiny výskytu kondenzace vody jsou vcelku známé. Přesto zde poukážeme na fyzikální souvislosti. Výskyt kondenzace vody je ovlivňován:

- vlhkostí vzduchu v místnosti
- tepelnou propustností izolačního skla
- povrchovou teplotou vnitřní strany izolačního skla, která je závislá na venkovní a vnitřní teplotě.

Souhrnem se dá tedy říci, že výskyt kondenzace vody je závislý na vnějších a vnitřních klimatických podmínkách. Pro následující příklady se bude vycházet z okrajových klimatických podmínek dle normy DIN 4108-3:

- vnitřní teplota 20 °C, relativní vlhkost 50%
- vnější teplota -15 °C.

V grafu 1 je množství nasycenosti vzduchu v závislosti na teplotě. Množství nasycenosti je takové množství vody, kterou vzduch při určité teplotě dokáže maximálně pojmout. Z průběhu křivky je patrné, že množství nasycenosti se vzrůstající teplotou velmi silně roste. Teplý vzduch tedy dokáže pojmout více vody než vzduch studený.



Graf 1: Křivka rosného bodu k odpovídající teplotě rosného bodu

Relativní vzdušná vlhkost ukazuje obsah vlhkosti vzduchu ve vztahu k množství nasycenosti. Obsah vlhkosti např. $8,65\text{g/m}^3$ při 20 °C odpovídá relativní vlhkosti 50%. Pro vzduch v místnosti s teplotou 20 °C a relativní vlhkostí 50% tedy platí, že ve vzduchu je obsaženo maximální množství vody.

Kondenzace vody vznikne, jakmile teplota vzduchu klesne natolik, že ve vzduchu vznikne přesycenost vodních par a pára se tak začne srážet. Teplota, která nám určuje hranici, při které se začnou vodní páry kondenzovat, se jmenuje teplota rosného bodu.

Klesne-li např. teplota při 50% vlhkosti z 20 °C na 9,3 °C, zvedne se tak relativní vlhkost na 100%. To znamená, že se vzduch nasytí. Přejde-li další ochlazení vzduchu

nebo dotkových ploch, nastane situace, kdy již nasycený vzduch nedokáže pojmout další vodu. V následující tabulce č.2 jsou k dispozici hodnoty rosného bodu v závislosti na teplotě vzduchu a relativní vlhkosti. Příklad: pro teplotu vzduchu 20 °C a relativní vlhkosti 50% se odečte teplota rosného bodu 9,3 °C, což lze zaokrouhlit na 10 °C.

Teplota vzduchu uvnitř objektu °C	Teplota izotermy rosného bodu ve °C při relativní vlhkosti uvnitř objektu						
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
30	10.5	14.9	18.4	21.4	23.9	26.2	28.2
28	8.8	13.1	16.6	19.5	22.0	24.2	26.2
26	7.1	11.4	14.8	17.6	20.1	22.3	24.2
24	5.4	9.6	12.9	15.8	18.2	20.3	22.3
22	3.6	7.8	11.1	13.9	16.3	18.4	20.3
20	1.9	6.0	9.3	12.0	14.4	16.4	18.3
18	0.2	4.2	7.4	10.1	12.5	14.5	16.3
16	-1.4	2.4	5.6	8.2	10.5	12.6	14.4
14	-2.9	0.6	3.7	6.4	8.6	10.6	12.4
12	-4.5	-1.0	1.9	4.5	6.7	8.7	10.4
10	-6.0	-2.6	0.1	2.6	4.8	6.7	8.4

Tab. 2: Teplota rosného bodu v závislosti na teplotě a relativní vlhkosti (viz. DIN 4108-5 Tabulka 1)

Na vnitřních povrchových stěnách, zejména v napojení jednotlivých stavebních dílů, často teplota nedosahuje teploty rosného bodu. Zde je potřeba si dávat pozor na to, aby nevznikaly oblasti s vysráženou vodou a tím pádem k poškození. Těmto stavům je potřeba předejít.

1.2.1 Tepelné mosty

Všeobecně lze pod pojmem tepelné mosty definovat oblast, ke které relativně ohraničené oblasti vystupuje

- přídavný tepelný proud a
- změna vnitřní povrchové teploty.

V oblasti ukotvení se setkávají rámy a pevný stavební dílec. Vlivem různých materiálů (tepelné izolace) a tloušťky (geometrie) roste možnost vzniku tepelného mostu, viz. obr. 1.

Zakončení okna k pevnému stavebnímu dílci způsobuje vlivem rozdílných tloušťek zakřivení izoterm. Zakončení tak není většinou možné bez dalších tepelných ztrát. Izotermy jsou křivky, které spojují body se stejnou teplotou. Vyobrazení stavební roviny okna nebo fasády ve stavebním dílci nám pak vytváří průběh izoterm.

1.2.2 Příklady průběhu izoterm

S výpočtem průběhu izoterm je možné sestavit průběh teplot v každé stavební situaci. Slouží jako pomocník při analýze problémů v oblasti zakončení. Jako další se využívají k vyobrazení izoterm při určování možností vzniku případů poškození. Pro správné určení zakončení je důležité posuzovat izotermu 10 °C. Ta musí vždy procházet uvnitř konstrukce, aby byla odstraněna možnost vzniku kondenzace vody na povrchových částech stavebních dílců. Silně zakřivené izotermy označují oblasti se zvýšenými tepelnými ztrátami. Průběh izoterm je proto nutné mít co nejméně zakřivené.

Následující vyobrazení zobrazují průběhy izoterm v různých stavebních situacích a s různými druhy materiálů okenních rámu

Tepelná propustnost skla je vyjádřena součinitelem tepelného prostupu U_g . Čím menší je tato hodnota, o to méně chladu je propuštěno dovnitř. Běžná izolační dvojskla mají hodnotu $U_g = 2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Při použití vnitřního skla se speciální vrstvou s nízkou emisivitou lze dosáhnout hodnot U_g až $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, v kombinaci s plynem až $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Když si uvědomíme, že v zimním období dosáhne teplotní rozdíl mezi vnitřním a venkovním prostředím i 30 °C, tak je izolační dvojsklo nejchladnějším místem v místnosti. Z tohoto důvodu se na něm jako první objevuje kondenzace vody.

V minulosti nebyla vlhkost vzduchu v místnosti tak vysoká. O výměnu vzduchu v místnosti se totiž z větší části nepozorovaně postarala netěsná okna a dveře. Rovněž i izolace stěn a obkladů nebyla tak dokonalá. Přebytečná vlhkost tak mohla bez problémů unikat ven.

Dnes jsou stěny a obklady dokonale utěsněny a parozábranou zaizolovány. Rovněž tak i okna a dveře. Vzduch je tedy v místnostech a domech zadržován a vlhkost nemůže unikat. K tomu přispívá negativně i ta skutečnost, že vybavení (např. koberce, záclony, atd.), které bylo z přírodních materiálů, je v mnoha bytech nahrazováno umělými materiály. Schopnost absorbovat vlhkost však tyto nové materiály nemají.



2. Odstranění

a) Správně větrat

Správnou větrací technikou může každý obyvatel přispět k tomu, aby nedocházelo k delšímu výskytu kondenzace vody na izolačním skle. U větrání jde o ztrátu energie, záleží však na tom, aby ztráta byla co nejmenší. To lze provést co nejrychlejší výměnou vzduchu.

Proto se doporučuje otevřít okna dokořán, aby se dosáhlo maximálního průniku vzduchu. Po 5 – 10 min. je vlhký vzduch v místnosti nahrazen suchým čerstvým vzduchem zvenčí.

Při takto popsaném větrání se ztrácí málo tepla, které je absorbováno ve stěnách, obkladech a předmětech výbavy. Po vyvětrání se čerstvý vzduch rychle ohřeje a může opět přijímat množství vodních par.

podle užití místnosti se musí takovéto nárazové větrání opakovat až 3x za den. Velkou roli hraje také zvyklost obyvatel.

Někde se vyprodukuje více vlhkosti vařením, mytím, sprchováním než v jiných místnostech. Některé byty jsou přes den více obydlené. není proto žádnou výjimkou, jestliže jsou ve dvou absolutně stejných bytech rozdílné fyzikální vlastnosti.

b) Rovnoměrně vytápět

Vytápět rovnoměrně místnosti v chladných ročních obdobích a v noci nesnižovat výrazně teplotu.

c) Omezit tvorbu vodní páry

Člověk by měl dbát na to, aby nevzniklo příliš vodních par. Tam, kde to není možné, jako třeba v koupelně nebo v kuchyni, je možné si vypomoci při současném otevření oken v protilehlých místnostech průvanem.

d) Zvyšování teploty skla

Výhodou je, když je pod oknem umístěno topné těleso. Tento teplý suchý vzduch pak na izolačním skle absorbuje vlhkost a sklo se neochlazuje tak silně.

Tabulka vnějších teplot, při kterých dochází ke kondenzaci vody na izolačním skle

Izolační sklo	U_g [W.m ⁻² K]	Při relativní vlhkosti vzduchu v místnosti 40% 50% 60% 70% a teploty uvnitř 22 °C se tvoří kondenzace vody od následujících vnějších teplot			
		40%	50%	60%	70%
Jednoduché zasklení	5,8	+ 2 °	+ 7 °	+ 11 °	+ 14 °
Standardní izolační sklo	2,7	- 16 °	- 7 °	0 °	+ 6 °
Tepelně-izolační sklo	1,3	> - 60 °	- 42 °	- 24 °	- 12 °
Tepelně-izolační sklo	1,1	> - 60 °	- 51 °	- 30 °	- 15 °

Tabulka izotermy rosného bodu

Teplota vzduchu uvnitř objektu °C	Teplota izotermy rosného bodu ve °C při relativní vlhkosti uvnitř objektu						
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
30	10.5	14.9	18.4	21.4	23.9	26.2	28.2
28	8.8	13.1	16.6	19.5	22.0	24.2	26.2
26	7.1	11.4	14.8	17.6	20.1	22.3	24.2
24	5.4	9.6	12.9	15.8	18.2	20.3	22.3
22	3.6	7.8	11.1	13.9	16.3	18.4	20.3
20	1.9	6.0	9.3	12.0	14.4	16.4	18.3
18	0.2	4.2	7.4	10.1	12.5	14.5	16.3
16	-1.4	2.4	5.6	8.2	10.5	12.6	14.4
14	-2.9	0.6	3.7	6.4	8.6	10.6	12.4
12	-4.5	-1.0	1.9	4.5	6.7	8.7	10.4
10	-6.0	-2.6	0.1	2.6	4.8	6.7	8.4

Graf teplot, při kterých vzniká kondenzace vodních par

