

Kondenzacija vodne pare in nastanek plesni

Avtor: mag. Miha Tomšič, univ.dipl.ing.grad., Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.

Za težave s previsoko vlago v prostorih in z nastankom plesni pogosto krivimo okna. Če pride do kondenzacije na okenski zasteklitvi, krivimo njene slabe toplotne lastnosti. Če se v prostoru pojavi plesen, krivimo »predobro tesnjenje« oken ali celo material okenskih profilov. Če se rosijo površine okenskih špalet, krivimo nekakovostno vgradnjo oken. A zadeve še zdaleč niso tako enostavne in enoznačne.

Vpliv temperature zraka na vsebnost vodne pare

Zrak vedno vsebuje manjšo ali večjo količino vlage v obliki vodne pare. Od tega je v veliki meri odvisno tudi naše počutje. Presuh ali prevlažen zrak je lahko zelo moteč. Največja možna količina vodne pare v zraku je odvisna od njegove temperature. Toplejši kot je zrak, več vodne pare je zmožen vsebovati. Koliko je vodne pare zares v zraku ob dani temperaturi, je odvisno od številnih dejavnikov. Pomislimo npr. na razliko med vlažnim tropskim in suhim puščavskim podnebjem, kjer je lahko temperatura zraka v obeh primerih enako visoka.

Tudi v bivalnih prostorih lahko ustvarimo približek tropskega ali puščavskega podnebja, če vlažnosti zraka ne nadzorujemo in uravnavamo. Poleg nevarnosti slabšega počutja in škodljivih vplivov na zdravje lahko ob tem škodimo tudi opremi prostorov in gradbenim konstrukcijam.

Relativna in absolutna vlažnost

Količino vlage oz. vodne pare opisujemo na dva načina. Absolutno vlažnost izrazimo npr. z grami vodne pare na kubični meter zraka. Relativna vlažnost zraka pa je v odstotkih izraženo razmerje med dejansko in največjo možno količino vodne pare v zraku pri dani temperaturi. Če smo zgoraj zapisali, da lahko topel zrak vsebuje veliko vodne pare, lahko torej hladen zrak vsebuje le majhno količino vodne pare. Njegova relativna vlažnost je morda res visoka, absolutna vlažnost pa je nizka.

To dejstvo nam da tudi odgovor na pogosto vprašanje, ali naj pozimi prostor prezračimo z odpiranjem oken, saj je vendar zunaj »vlažno«, morda celo megleno. Ko v mrzlem vremenu prostor prezračimo, iz njega odstranimo z vlago, vonjavami, prahom in drugimi viri obremenjen in onesnažen zrak, vanj pa spustimo zunanji zrak z zelo nizko absolutno vlažnostjo, torej majhno količino vodne pare. Ob hitrem segrevanju na temperaturo prostora ima ta sveži zrak zato veliko »rezerve« glede vodne pare, ki jo prenese brez škodljivih posledic.

Previsoka vsebnost zračne vlage

Navadno imamo v bivalnih prostorih več težav s previsoko kot s prenizko relativno vlažnostjo zraka. Vodna para lahko preide iz plinastega v kapljevinsko stanje, če pride v stik z dovolj hladno površino. Pojavu pravimo kondenzacija vodne pare, temperatura, pri kateri se to zgodi, pa je temperatura rosišča. Ko je dosežena največja možna količina vodne pare v zraku pri določeni temperaturi, se začne presežek vodne pare utekočinjati. Temperatura rosišča je povezana s temperaturo in relativno vlažnostjo zraka. Pri temperaturi zraka 22 °C in relativni vlažnosti 50 %, kar štejemo za povsem ustrezne razmere, je temperatura rosišča približno 11 °C. To pomeni, da bo vodna para kondenzirala na površinah, ki imajo enako ali nižjo temperaturo.

Primeri previsoke vsebnosti zračne vlage

V vsakdanjem življenju ta pojav pogosto opazimo, ko ob enaki temperaturi količina vlage v zraku opazno naraste. Ob tuširanju se ogledalo zarosi in začne se nabirati vodne kapljice. Ob daljšem

kuhanju se zarosijo okna v kuhinji. V otroški sobi in spalnici zjutraj opazimo vodne kapljice na spodnjem delu okenske zasteklitve. Proizvodnjo vlage v stanovanjih nasploh pogosto podcenjujemo. Štiričlanska družina tako ob povsem običajnih dejavnostih dnevno proizvede približno 10 litrov vodne pare.

Ti pojavi so prav podobni tistemu, ko se v hladnem vremenu usedemo v neogret avto in se v nekaj trenutkih zarosijo stekla. Ko vklopimo prezračevanje in ko se notranjost avta ogreje, izgine tudi kondenzat na šipah. Po potrebi ga obrišemo, da gre vse skupaj še hitreje.

Pravila za stanovanje

Enaka logika mora veljati v stanovanju. V kopalnici je nujno imeti ventilator, v kuhinji je priporočljiva uporaba nape, še bolje pa je, če lahko prostor takoj po intenzivni uporabi ali že med njo temeljito prezračimo. Pri tem naj bo seveda tudi temperatura zraka v prostoru primerna. Takšno kratkotrajno, četudi občutno povišanje vlage v prostoru tako ne bo imelo škodljivih posledic.

Iz napisanega sledi pomembno pravilo: primerne razmere v prostoru vzdržujemo z ogrevanjem na ustrezno temperaturo in s prezračevanjem. Ni pomembno, ali prezračujemo z odpiranjem oken ali pa to delo namesto nas opravlja prezračevalni sistem; morda imamo celo sistem za kondicioniranje notranjega zraka. Pomembno je, da je prezračevanje pravočasno, zadostno in pravilno.

Kdaj in koliko je treba prezračevati prostore, je odvisno od njihove lege in tlorisne površine, števila, velikosti in položaja oken, števila uporabnikov in vrste njihovih dejavnosti in še od marsičesa. Splošno veljavna pravila zato ne moremo postaviti. Navadno rečemo, da je treba pozimi prostore prezračiti vsaj trikrat dnevno tako, da na stežaj odpremo okna za pet do deset minut. To je lahko v povprečju povsem dovolj, lahko pa precej premalo ali celo niti ni potrebno. Zato je tako koristno v prostore postaviti zanesljiv vlagomer in pravočasno reagirati na povišane vrednosti. Zelo uporaben je recimo kombinirani instrument, ki prikazuje temperaturo in relativno vlažnost zraka in ima označeno območje primerne kombinacije obeh vrednosti.

Pri mehanskem prezračevanju so pravila seveda drugačna. Naloga projektanta je, da ob upoštevanju vseh omenjenih robnih pogojev zasnuje primeren sistem, pa naj bo to lokalni, decentralni ali centralni, higrosenzibilni, z vračanjem toplote odpadnega zraka ali brez, s tipali za merjenje različnih lastnosti zraka in podobno. Vsak od sistemov ima svoje prednosti in slabosti, zato je treba izbrati pravega za konkreten primer. Sistem, ki morda dobro deluje v sosedovem stanovanju ali hiši, ne bo nujno enako dobro deloval tudi pri nas.

Kljub upoštevanju pravil naravnega prezračevanja ali kljub uporabi sistema prezračevanja ob pomoči različnih tipal se lahko še vedno pojavijo problemi s kondenzacijo vodne pare. Značilen primer je npr. namestitev težkih garderobnih omar tesno ob zunanjo steno, vse od tal do stropa. Če ne omogočimo ustreznega kroženja zraka tako, da bo oblival vse kritične površine, potem tudi moderen in drag mehanski sistem ne bo mogel narediti čudežev.

Nastanek plesni

S površinsko kondenzacijo vodne pare je tesno povezan nastanek plesni. Plesen potrebuje za svoj razvoj vlago, hrano in primerno podlago, svetlobe pa ne. Na površinah, ki so pogosto ali stalno vlažne zaradi kondenzacije vodne pare, se bo prej ali slej razvila plesen, ki s seboj ne prinese zgolj estetskih, ampak pogosto tudi zdravstvene nevarnosti.

Omenjeno je že bilo, da pride do kondenzacije na površini, katere temperatura je nižja od temperature rosišča. To je lahko toplotno neizoliran ali pomanjkljivo izoliran del stavbnega ovoja (t.i. toplotni most), vogal sten in stropa ali sten in tal, celotna površina stene za omaro, za katero zrak ne more krožiti, a tudi npr. vogal v toplotno izoliranem prostoru, če je relativna vlažnost zraka v njem pogosto previsoka. To so najznačilnejša mesta za nastanek plesni.

Zarositev zunanje površine okenske zasteklitve

Zarositev zunanje površine sodobne zasteklitve je pojav, ki ne nakazuje njenih slabih, temveč dobre toplotne lastnosti. Zaradi majhnih toplotnih izgub ostaja zunanja površina razmeroma hladna. Ob jasnem vremenu, posebej npr. v mrzli zimski noči brez oblakov, lahko tako okno hitreje oddaja toploto s sevanjem kot se segreva zaradi dotoka toplote iz notranjosti. Zunanja šipa se zato podhladi pod temperaturo rosišča zunanjega zraka, vodna para, ki jo vsebuje zunanji zrak, pa na njej kondenzira. Pojav je pogostejši pri poševnih kot pri vertikalnih oknih.

Kondenzacija na notranji šipi

Kondenzacija vodne pare lahko seveda nastopi tudi na notranjih okenskih steklih. Tudi najsodobnejša zasteklitev ima še vedno slabše toplotne lastnosti kot npr. zunanja stena z izdatno toplotno zaščito. Temperatura notranje površine notranje šipe je zato nižja od površinske temperature sten. Če je ob običajnem ogrevanju prostora zrak prevlažen, torej če je relativna vlažnost zraka previsoka, potem se lahko tudi tako okno, bodisi vertikalno ali strešno, zarosi, predvsem v območju spodnjega medstekelnega distančnika.

Sodobna zasteklitev je dvoslojna ali trislojna, s plinskim polnjenjem in nizkoemisijemskim nanosom. Ker so šipe neločljivo povezane med seboj v enoten sistem, do kondenzacije znotraj zasteklitve ne more priti. Če se to vseeno zgodi, je najverjetnejši razlog mehanska poškodba ali popustitev tesnila, zaradi česar lahko med šipe vdre zrak iz prostora.

Kondenzacija na notranji šipi sodobne energijsko učinkovite zasteklitve pa je vedno znak za alarm in neposredna posledica previsoke relativne vlažnosti zraka v prostoru.

Menjava oken

Pri menjavi oken, tako vertikalnih kot strešnih, v starejših neizoliranih stavbah moramo biti še posebej pazljivi. Povsem verjetno je, da imajo nova okna boljše toplotne lastnosti od zunanjih sten, zato je tudi njihova notranja površinska temperatura višja. Pripire bolje tesnijo, vgradna rega med oknom in stavbno konstrukcijo je tudi boljše zatesnjena. Opozorilna kondenzacija ob previsoki relativni vlažnosti zraka tako ne nastopi več na notranjih šipah, pač pa na hladnejših površinah vogalov in sten. To pa navadno žal opazimo šele, ko se že začne razvijati plesen.

Ker se zaradi izboljšane tesnjenja zmanjša nekontrolirana izmenjava zraka skozi pripire in rege, se praviloma poviša relativna vlažnost zraka v prostoru. Po menjavi oken je torej treba še pazljiveje spremljati relativno vlažnost zraka v prostorih in po potrebi prilagoditi način in frekvenco prezračevanja.

Če znižamo temperaturo, moramo znižati tudi absolutno vlažnost zraka

Pogosto je slišati nasvete za odpravo površinske kondenzacije in s tem plesni, ki izhajajo iz napačnega razumevanja odnosa med temperaturo in vlažnostjo zraka. Tak nasvet je recimo »zničajte temperaturo, da ne bo tako vlažno«. Upoštevanje takega nasveta bo probleme le še povečalo, če prostora ne prezračimo. Kaj se zgodi? Ko temperaturo zraka znižamo, ostane njegova absolutna vlažnost nespremenjena, relativna vlažnost pa se poviša.

Marsikdo namreč napačno tolmači tabele, v katerih so navedene temperature rosišča v odvisnosti od temperature in relativne vlažnosti zraka. V njih npr. odčitamo temperaturo rosišča 9,3 °C pri temperaturi 20 °C in relativni vlažnosti 50 %. Pri enaki relativni vlažnosti zraka in pri temperaturi znižani na 16 °C pa je temperatura rosišča zgolj 5,5 °C. V stanovanju že kar težko najdemo površino s tako nizko temperaturo, zato sklepamo, da smo »na varni strani« in da površinska kondenzacija ne bo nastopila. Pozabimo pa na razliko

med relativno (sorazmerni delež vodne pare) in absolutno (količina vodne pare) vlažnostjo zraka. Da dobimo razmere, ki ustrezajo omenjenim številkam, moramo ob znižanju temperature z 20 na 16 °C hkrati znižati količino vodne pare, torej absolutno vlažnost, da ohranimo relativno vlažnost 50 %! Prostor je treba torej prezračiti.

Poglejmo si preprost primer. Mnogim ustreza temperatura zraka v spalnici, ki je nekaj stopinj nižja kot v drugih prostorih. Če spalnico pred spanjem ohladimo tako, da zmanjšamo ali izklopimo ogrevanje, ne da bi pred tem prostor dobro prezračili, se relativna vlažnost zraka močno poveša. Med spanjem zrak še dodatno obremenjujemo z vlago s potenjem in dihanjem. Zelo hitro si lahko nakoplujemo težave s površinsko kondenzacijo in plesnijo, posebej še, če zanemarimo opozorilne znake npr. v obliki rosenja na okenskih steklih.

Če velja, da lahko toplejši zrak vsebuje več vlage, to še ne pomeni, da jo tudi dejansko vsebuje. Poudarek je na besedi »lahko«, v smislu opisa največje možne količine vodne pare. Tu se spet spomnimo na puščavsko in tropsko podnebje. Pri temperaturi zraka v prostoru 22 °C ima lahko nekdo v prostoru relativno vlažnost zraka 40 %, nekdo drug pa 75 %. Prva kombinacija je praktično idealna, druga pa že kliče po težavah. Kadar nameravamo temperaturo prostora znižati, ga je treba prej prezračiti, v njem pa ne sme biti večjih in trajnejših virov vlage.

Velja si zapomniti: nižja kot je temperatura zraka v prostoru, nižje bodo tudi temperature površin zunanjih sten prostora. Zato je treba biti v takih primerih še toliko bolj pozoren na vlažnost zraka. Pri visokih temperaturah zraka v prostoru je tovrstna skrb manjša, vendar le pod pogojem, da na stavbnem ovoju ni izrazitih toplotnih mostov z znižano površinsko temperaturo ali delov zunanjega ovoja, založenih s pohištvom, kot je bilo razloženo že zgoraj. Zato je treba tudi v dobro ogrevanih prostorih spremljati in uravnavati vlažnost zraka.

Primerna relativna vlažnost zraka v prostorih

Kolikšna naj bi bila »primerna« relativna vlažnost zraka v prostorih, ki so pozimi ogrevani na običajne temperature, recimo med 18 in 22 °C? Odgovor je delno odvisen od povsem subjektivnih dejavnikov. Nekdo začuti draženje dihalnih poti že pri 40 %, nekoga tudi vrednost 30 % ali še manj niti ne moti. Podobno je z zgornjimi mejami. Za nekoga je npr. 60 % ravno prav, za drugega bistveno preveč. Vendar pa velja, da je za večino ljudi območje med 40 in 60 % dovolj dobro sprejemljivo.

Nekoliko drugače pa je, ko govorimo o vplivu relativne vlažnosti zraka na konstrukcije in opremo prostora. Morda nekoga tudi relativna vlažnost zraka 70 % sploh ne moti, vendar pa je to že blizu vrednosti, ko pri določenih materialih začne nastajati kondenzacija v porah. Zato pravimo, da je brez posledic le kratkotrajno in občasno povišanje relativne vlažnosti zraka preko priporočene meje, ki je 60 %. Če je relativna vlažnost zraka pogosto in za daljši čas višja od te meje, lahko pričakujemo težave s kondenzacijo in plesnijo.

Vendar pa ob tem velja: tudi če opazimo kondenzat na notranji okenski šipi ali celo na kakšnih drugih površinah že pri nižji relativni vlažnosti, recimo 50 %, je treba prostor nujno prezračiti. Ne smemo se tolažiti s tem, da je to še vedno pod zgornjo priporočeno mejo.

Pomembno je tudi vedeti, da vlage v prostoru, razen v skrajnih mejah, ne moremo začutiti, ker naše telo nima ustreznih senzorjev. Ob kar pogosti izjavi, da je bilo ob vstopu v prostor takoj mogoče začutiti povišano vlago, se moramo zato vprašati, kaj je nekdo s tem pravzaprav opisoval. Zelo verjetno je začutil oz. zavohal iztrošen zrak, kar pa je največkrat res znak, da prostor ni primerno prezračevan. In če to drži, potem je najbrž tudi njegova vlažnost visoka.

Zapisano nas spomni še na eno pomembno dejstvo, povezano s prezračevanjem in posredno z okni: prostorov ne prezračujemo le zato, da bi znižali ali uravnavali vlažnost notranjega zraka, ampak da ohranjamo ali izboljšujemo njegovo kakovost, torej da zagotovimo primerne zdravstveno-higienske razmere.