

# Mehanizem prehoda vlage skozi konstrukcijske sklope v stavbah (2. del)

V zadnjem času smo priča poplavam informacij, kot so: pasivna hiša, nizkoenergijska hiša, eko hiša, bio hiša, naravni in bio materiali, toplotna zakasnitev, dušenje temperature, fazni zamiki, zadrževanje vlage, paropropustnost, odvajanje vlage skozi konstrukcijske sklope, slikoviti opisi dihanja sten, celo prezračevanje notranjih prostorov skozi paropropustne materiale kot sestavne dele konstrukcijskih sklopov sten in stropov. Katere informacije so v pomoč investitorjem, samograditeljem in laikom? Katere karakteristike materialov in celotnih konstrukcijskih sklopov so pomembne za prehod toplote in vlage? Kje je resnica?

dr. Roman Kunič, univ. dipl. inž. grad., roman.kunic@alumni.clemson.edu

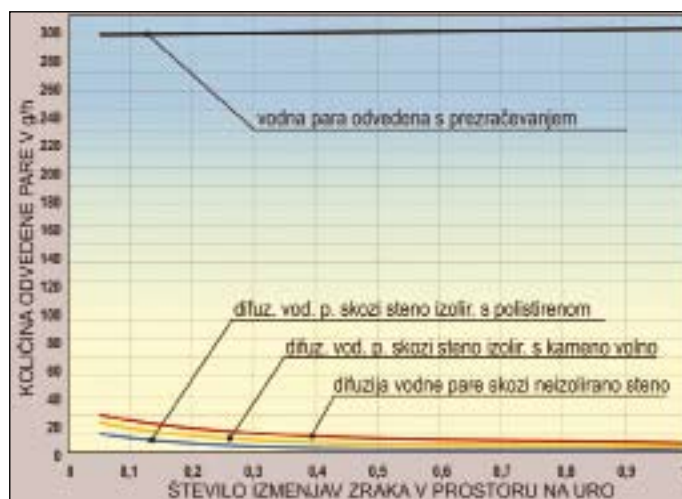
## »Dihanja« sten in »prezračevanja« skozi ovoj stavbe ni!

Pogosto se srečujemo s trditvami, da se po namestitvi nove toplotnoizolativne fasade ali same toplotne izolacije poslabša udobnost v prostorih, poveča se stopnja vlage in nastopi kondenzacija na notranjih površinah sten, stekel, okenskih okvirjev in podobno. Napačno obtožujemo paropropustnost in zmanjšano »dihanje« zidov, pa čeprav tudi pred namestitvijo toplotnoizolativne fasade zidovi niso omogočali prostega pretoka vlage, ki se ustvari v notranjosti objekta. Praktično v vseh primerih je pojav kondenzacije posledica zamenjave stavbnega pohištva (oken, balkonskih vrat in panoramskih sten) z bolj zraketesnim stavbnim pohištvom ob hkrati nespremenjenih navadah uporabnikov (v prvi vrsti pomanjkljivo prezračevanje). Mnogi odgovarjajo: »Pred obnovo, namestitvijo fasade in zamenjave oken nisem prezračeval! Zakaj bi pa sedaj?«

V kontaktih s projektanti ugotavljamo, da so pogosto zavedeni s strani ponudnikov različnih gradbenih materialov (toplotne izolacije, parne zapore, parne ovire, vetrne zaščite, sekundarne kritine

in ostale konstrukcije), da je moč odvajati vlago skozi zunanje zidove, stropne ali celo prezračevati notranje prostore skozi omenjene konstrukcije. Štiričlanska družina povprečno v vsakem dnevu spremeni 10 do 15 litrov vode v paro, in to predvsem s tuširanjem, kopanjem, pranjem, likanjem, kuhanjem in z metaboličnim procesom stanovalcev. To vlago je teoretično in praktično nemogoče dnevno odvajati skozi zidovje ali stropne, celo v primerih, ko na zunanjih zidovih nimamo nikakršne fasade. Prav zato je nujno dodatno naravno, prisilno ali kombinirano prezračevanje.

Predpisi in standardi ne zahtevajo kontrole in izračune potrebne ali dejanske količine vlage, ki bi morala s pomočjo difuzije skozi stene ali strop zapustiti prostor. To pa tudi zato, ker je ta količina zanemarljiva glede na količino ustvarjene pare v prostoru. Po drugi strani pa vsi predpisi, pravilniki in postopki izračunov prehoda toplote in vlage zahtevajo pravilno sestavo konstrukcijskih sklopov, ki onemogočajo stalno nabiranje vlage. Ta kondenzacija vlage je v konstrukcijah dovoljena le v količini, ki se bo v poletnem obdobju lahko izsušila, če seveda materiali, iz katerih je konstrukcijski sklop sestav-



Zdaleč največjo količino v notranjosti objekta ustvarjene vodne pare odvedemo s prezračevanjem. Po drugi strani pa je količina vodne pare, ki notranji prostor zapušta skozi obodno zidovje, zanemarljivo majhna.

vljen, to dopuščajo. Ob tem moramo tudi omeniti, da je količina kondenzirane vlage zaradi difuzije bistveno manjša od količine kondenzirane vlage zaradi konvekcije (n.pr. ob okenskih in vratnih odprtinah, prekladah, toplotnih mostovih in drugih oslavitvah toplotne izolativnosti konstrukcijskih sklopov).

V grafikonu je ponazorjen difuzijski prestop vodne pare skozi zunanjo steno v odvisnosti od vrste toplotne izolacije, števila izmenjav zraka in celotne emisije vlage v stanovanju. Razvidno je, da ima na količino prestopa vodne pare skozi zunanjo steno največji vpliv število izmenjav zraka

s prezračevanjem, bodisi naravnim z odpiranjem oken ali pa s prisilnim z ventilacijsko napravo, v manjši meri pa tudi količina emisij vlage v stanovanju in vrsta uporabljene toplotne izolacije. Tudi pri zelo visoki emisiji vlage in slabem prezračevanju, količina prehoda vodne pare, ki difundira skozi zunanjo steno povprečno velike stanovanjske enote, ne presega 15 g/h in je znatno manjša kot emisija vodne pare, ki jo povzroča vsak prebivalec v stanovanju.

Podobno kakor je zaželeno, da notranje površine in materiali shranjujejo toploto z namenom zmanjševanja nihanja

in osciliranja temperature, je prav tako dobrodošlo, da te površine in materiali omogočijo začasno, dolgotrajno in večkratno akumulacijo vlage. V teh primerih se tudi stopnja vlage ne spreminja s časom tako intenzivno, četudi prostor temeljito prezračimo ali drugače vplivamo na veliko spremembo v vlažnosti in temperaturi zraka.

### Prezračevanje notranjih prostorov je nujno

Kakor smo spoznali, skozi zunanjo steno iz polne opeke prestopi iz notranjosti v zunanost objekta le 0,5 do 3 odstotka celotne v prostoru ustvarjene vodne pare. Velikost teh odstotkov pare je praktično povsem odvisna od emisij pare v prostoru, le majhen del pa od vrste toplotne izolacije sten in zunanje zračne vlage. Zato velja, da zunanje stene ali ostale obodne površine stavbe niso sposobne nadomestiti odvajanja vodne pare s prezračevanjem. Količina vodne pare, ki nastaja v prostoru, je vedno neprijemno višja kot je sposobnost prestopanja skozi zunanje stene, ne glede na vgrajeno vrsto toplotne izolacije ali celo, če toplotne izolacije ali

fasade ni! Prizadevanje za dosego čim večje paropropustnosti zunanjih sten in obtoževanje določene izolacije za nastanek prekomerne vlažnosti v prostorih je nesmiselno in nestrokovno zavražanje. Težave s kondenzacijo in problematičnim pretokom difuzijske vlage ne nastopajo zaradi izbire določene toplotne izolacije, ampak zaradi nepravilnega položaja, vrstnega reda posameznih slojev konstrukcijskega sklopa ali premajhne debeline same toplotne izolacije v odnosu do drugih plasti, oziroma zaradi napačnega dimenzioniranja celotnega konstrukcijskega sklopa. Priporočamo, da ustreznost konstrukcijskih sklopov v pogledu toplotne izolativnosti in difuzije vodne pare preverimo in dokažemo z računalniškimi orodji TEDI in TOST.

### Prezračevanje z rekuperacijo odpadne toplote

Kakor že samo ime pove, je princip delovanja teh naprav takšen, da odpadnemu toplemu zraku odvzamemo toploto, s katero ogrejemo vstopen hladen zrak. Na ta način zmanjšujemo CO<sub>2</sub> in druge sestavine »nesvežega« zrak.

Te naprave najpogosteje delujejo neprekinjeno, za razliko od naravnega, v zimskem času skoraj izključno prekinjenega prezračevanja z odpiranjem oken. Ker vemo, da odpadni topli zrak ob prezračevanju lahko zaradi kondenzacije pušča vlago ob hladnih površinah, lahko v drugi smeri hladen vstopni zrak s segrevanjem izredno izsušuje prostor, kar je lahko ob veliki intenzivnosti umetnega prezračevanja tudi zelo neudobno in celo zdravju škodljivo. Tako lahko relativna vlažnost notranjega zraka pade tudi na 20 % in manj. Morda kot dodatna informacija: neverjetni skoraj stoo odstotni izkoristki teh naprav so povezani z metodami meritev in idealnimi pogoji tekom teh meritev, ki pa v praksi ne nastopajo. Dejanski izkoristki so precej manjši in znašajo okrog dve tretjini, kar predstavlja tudi delež povrnjene toplote odpadnega zraka.

### Fazno spremenljivi materiali

V sodobnem času se vse več uporabljajo fazno spremenljivi materiali - FSM (Phase Changed Materials - PCM), ki s pridom uporabljajo latentno toploto, shranjeno v spremembi agregatnega stanja. Najpo-

gosteje gre za posebne voske, ki se ob sobnih temperaturah spreminjajo iz tekočega v trdno stanje, in obratno. Pri tem pa v primerjavi z drugimi gradbenimi in izolacijskimi materiali sprejmejo ali oddajo veliko večjo količino toplote. Takšne materiale s pridom uporabljamo z namenom dviga temperaturne kapacitete notranjih prostorov, posebej v primerih lahkih konstrukcij in v izkoriščenih mansardnih podstrešjih.

### Sklep

Tipične zunanje stene niso sposobne niti delno nadomestiti prezračevanja v funkciji odvajanja vodne pare iz prostora. Tok vodne pare, ki prehaja skozi zunanjo steno iz polne opeke, predstavlja 0,5 do 3,5 odstotkov celotnega toka vodne pare, ki se odvaja iz stanovanja. Ta količina vodne pare se skoraj ne zmanjša, v kolikor namestimo kontaktno izolacijsko fasado, pa četudi je le-ta na osnovi stiroporne toplotne izolacije. Iz navedene analize torej izhaja, da je vlažnost zraka v prostoru odvisna predvsem od intenzivnosti naravnega ali prisilnega (umetnega) prezračevanja (ventiliranja), ne pa od »dihanja sten«.

### Viri:

Spisek literature je dostopen pri avtorju članka.