

Mehanizem prehoda vlage skozi konstrukcijske sklope v stavbah (1. 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, odvajenje 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

Kljub mnogim poznanim rešitvam, uveljavljenim izolacijskim sistemom in vse strožjim predpisom, je energetska učinkovitost stavb v povprečju pri nas še vedno slaba. Zato še vedno ostaja največji možni potencial varčevanja z energijo na nacionalnem nivoju prav pri ogrevanju objektov, namenjenih bivanju in delu. Vemo tudi, da je namestitev toplotne izolacije eden od najcenejših načinov varčevanja z energijo. Študije in prakse pri nas in v svetu kažejo, da je možno z enostavno sanacijo obodnih sten in stropov potrebo po energiji za ogrevanje prostorov dobro izoliranih stavb najmanj prepoloviti. Z ustrezno izbiro toplotne izolacije, pravilnim načrtovanjem konstrukcijskega sklopa obodnih zidov, izbiro ustreznega energenta in grelnega sistema je mogoče zmanjšati emisije CO₂ tudi za 80 odstotkov. Velja, da za ogrevanje enega kvadratnega metra povprečne stanovanjske površine v Sloveniji letno potrebujemo od 170 do 200 kWh, kar predstavlja vsaj 18 litrov ekstra lahkega kurilnega olja ali 18 kubičnih metrov gorilnega plina za vsak ogrevani kvadratni meter stanovanja v kurilni sezoni, brez upoštevanja potreb po sanitarni vodi. Stroški ogrevanja 100 kvadratov slabo izolirane-

ga stanovanja tako v letu dni zlahka presežejo 1.200 € ali celo dosežejo 2.000 €. Z učinkovito izolacijo pa lahko te stroške ne samo prepolovimo, ampak delimo s štiri ali celo več.

Pomen izolacije in prezračevanja

Pri neizoliranih ali pomanjkljivo izoliranih ovojih objektov in pri premalo prezračevanih notranjih prostorov se pojavlja mnogo težav.

Glavni namen toplotnih izolacij je ustvarjanje termičnega ugodja in preprečevanje nezdravega bivalnega okolja ob hkratnem zmanjševanju neželenih toplotnih izgub ter tako posredno vplivanje na količino porabljene energije za ogrevanje in ohlajevanje ter končno na varčevanje z energijo in na varovanje okolja.

Neizolirane stene pestijo mnoge gradbeno-fizikalne težave, kot so: občasna ali stalna prisotnost vlage (nabiranje kondenza), rast plesni, lišajev, glivic in mahov na zidovih ter poškodbe le-teh: odpadanje ometa in cvetenje. Težave so na notranjih površinah vidne kot temni madeži na ometih ali pod tapetami, na robovih, v kotih, ob okenskih in vratnih odprtinah, izrazite pa so tudi na področjih t. i. toplotnih mostov. Najhujša posledica neizoliranih



Energetska učinkovitost stavb je pri nas v povprečju še vedno slaba, zato je največji možni potencial varčevanja z energijo prav pri ogrevanju objektov.

sten pa je, poleg slabih bivalnih pogojev, predvsem zdravju izredno škodljiva notranja klima.

Paropropustnost

Izraz »dihanje sten« ni nikarkršten strokovni izraz, vendar se vse pogosteje, predvsem v reklamne namene in za potrebe marketinga, pojavlja v besednjaku tako gradbenih strokovnjakov kot tudi laikov. Na osnovi številnih razgovorov, ki naj bi osvetlili uporabo tega pojma, se je pokazalo, da se pod »dihanjem sten« razume difuzija vodne pare iz prostora v zunanost, varovanje konstrukcijskega sklopa pred prevelikim navlaževanjem in posledicami (notranjo kondenzacijo, razvojem plesni in gob).

Pojav difuzije vodne pare skozi zunanje stene je posledica razlike parcialnih tlakov vodne pare na obeh straneh stene in je znan fizikalni pojav. Čeprav je v zimskem času relativna vlažnost zraka 60 % in zunanjega precej višja, tudi 100 %, kar predstavlja popolno zasičenost, je zaradi velike temperaturne razlike tok vlage usmerjen iz notranjega ogrevanega prostora v zunanost (torej v isti smeri kot toplotni tok oz. toplotne izgube). Vzrok temu je prej omenjena razlika v parnih tlakih, torej notranji parni tlak je bistveno in absolutno višji od zunanjega. Glavno vprašanje pa je, ali ima večji prehod vlage skozi stene pomemben praktični vpliv, in ali ga lahko



Pri neizoliranih ali pomanjkljivo izoliranih ovojih objektov in pri premalo prezračevanih notranjih prostorih se pojavlja mnogo težav, ena od njih je plesen.

primerjamo ali celo nadomestimo z odvajanjem vodnih par ali vlage s prezračevanjem? Če povzamemo: ali lahko notranje prostore prezračujemo in odva-

jamo odvečno vlago skozi ovoj zgradbe?

Za razumevanje paropropustnosti moramo poznati sledeče količine:

Koeficient paropropustnosti

Koeficient paropropustnosti, koeficient prehoda vodne pare ali faktor upornosti difuzije vodne pare določenega materiala označujemo z ' μ ' in je brez enote. Pove, za koliko je upor proti prehodu vodne pare pri nekem materialu večji kot prehod vodne pare po zraku. Višja je vrednost, večja je parozapornost materiala (glej tabelo).

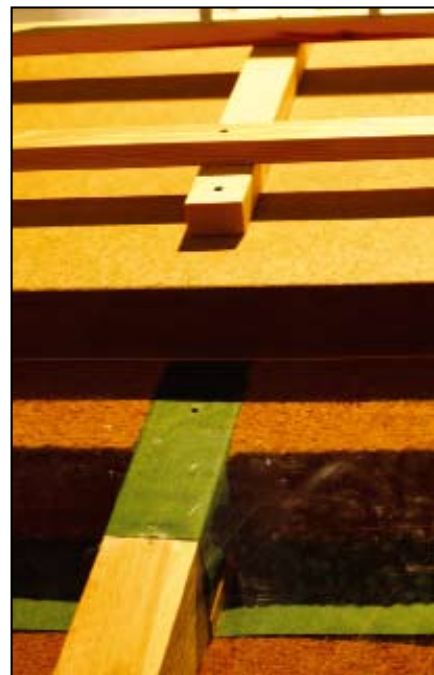
Paropropustnost toplotnoizolacijskih in drugih gradbenih materialov

Material	Koeficient paropropustnosti ' μ '	S _d vrednost za običajne gotove gradbene izdelke, za ostale velja $S_d = \mu \cdot d$
Enota:	[-]	[m]
Zrak	1	
Izredno paropropustne folije		0,02
Paropropustne folije		<0,5
Parne ovire		2 - 7
Mineralne volne (steklena in kamena)	1 - 1,6	
Lahka izolacijska malta (perlit, mavčna ...)	4 - 6	
Opeka - mrežasta	4 - 6	
Penjeni beton	4 - 9	
Opeka - polna	5 - 12	
Luknjičav ekspanzirani polistiren EPS	6 - 15	
Mavčne plošče	8 - 12	
Apnena malta	10	
Apneno-cementna podaljšana malta	15 - 25	
Beton	15 - 90	
Ekspanzirani polistiren EPS - izrezan iz bloka	20 - 45	
Cementna malta	30 - 40	
Lesne vezane in panelne plošče	30 - 100	
Les - hrast	40 - 60	
Poliuretanske plošče	40 - 50	
Ekspanzirani polistiren EPS - fasadne plošče	25 - 40	
Ekspanzirani polistiren EPS - izdelan v kalupu	40 - 60	
Les - smreka, bor	70	
Ekstrudirani polistiren XPS	80 - 200	
Bitumen	1.200 - 1.500	
Bitumenska lepenka	2.000 - 2.500	3 - 10
Bitumenski trakovi (n.pr. Izotem)	2.000 - 20.000	50 - 100
Okensko steklo	10.000	300 - 400
PVC folije	10.000 - 42.000	2 - 10
Polimermodificirani bitumenski trakovi (npr. Izotekt, Izoelast)	40.000 - 60.000	100 - 250
Polietilenske folije visoke gostote HDPE	80.000	10 - 20
EPDM (Etilen-propilen-kavčuk) trakovi	100.000	150
Bitumenski trakovi z vložkom kovinskih folij (npr. Bitalbit)	200.000 - 400.000	1.500
Kovinske folije	600.000 - neskončno	> 100
Popolne parne zapore		> 500

S_d - vrednost

S_d vrednost (v nemško govorečem svetu S_d -Wert) je zmnožek koeficienta prehoda vodne pare z debelino materiala v metrih, torej je enota dolžinski meter [m]. S_d vrednost je bila uvedena predvsem za izredno tanke (folije, plošče ...) in za nehomogene gradbene materiale. Karakteri od teh materialov nimajo konstantnih debelin, so reliefne strukture, so dezimirani in mnogi izmed njih so posebej mikro-perforirani, s čimer je dosežena paropropustnost ob hkratni vodonepropustnosti. Manjšo S_d vrednost (običajno precej manj kot 0,5 m) imajo paropropustni materiali (tudi paropropustne sekundarne kritine in protivetrne zaščite), parne ovire imajo to vrednost od 2 do 7 m, parne zapore pa preko 50 m, v primerih slabo propustnih zaključnih slojev streh ali sten pa potrebujemo parne zapore z S_d vrednostjo 1000 m in več. Žal desetkrat manjša S_d vrednost folij ne omogoča tudi desetkrat boljšega »dihanja sten« oziroma tolikokrat večje odvajanje notranje vlage skozi konstrukcijski sklop v okolico. Posebej pa desetkrat večja paropropustnost toplotno izolacijskega materiala ne predstavlja tudi desetkrat večjo paropropustnost celotnega konstrukcijskega sklopa, saj so še kako pomembni ostali materiali in njihova paropropustnost (to posebej velja za osnovne in zaključne fasadne omete, ki morajo imeti dve večinoma nasprotujoči si lastnosti: dobro paropropustnost ob hkratni visoki vodoodbojnosti).

Pri večslojnih konstrukcijah je izrednega pomena vrstni red posameznih slojev. V idealnem primeru naj bi se paropropustnost slojev povečevala padala iz notranjosti v smeri proti zunanosti objekta. Splošno pravilo velja, da ne nastopajo težave, v koli-



Pri večslojnih konstrukcijah je izrednega pomena vrstni red posameznih slojev. Paropropustnost slojev naj bi se povečala iz notranjosti proti zunanosti objekta.

kor imajo lahke konstrukcije na notranji strani sloj parne ovire z vsaj sedemkrat večjo vrednostjo S_d kakor zunanji paropropustni sloj. Če je to razmerje manjše, lahko prihaja do kondenzacije vodne pare pri difuzijskem prehodu. Če je to razmerje bistveno večje, pa je lahko narobe v poletnem času, ko je potek toplote in vlage obrnjen in posebej intenziven v primerih klimatiziranih objektov, čeprav sodobna tuja literatura zatrjuje, da so težave s kondenzacijo v poletnem času močno potencirane in v splošnih praktičnih primerih ne predstavljajo težav. Kolikšno S_d vrednost določenega elementa konstrukcijskega sklopa potrebujemo pokaže izračun difuzije vodne pare, ki ga izvedemo v skladu s predpisi, kot je to opisano v standardu SIST 1025 (npr. z računalniškim programskim orodjem TEDI in TOST).

Viri:

Spisek literature je dostopen pri avtorju članka.