



Zagotavljanje zrakotesnosti stavbnega ovoja



Oprema za test zrakotesnosti (Blower door)

Sestavni del energijske učinkovitosti stavb je dobra zrakotesnost. To pomeni, da je nenadzorovano uhajanje toplote skozi konvekcijske toplotne mostove kot so različne rege in špranje kar najbolj zmanjšano. Postopke in materiale za zagotovitev ustrezne zrakotesnosti je treba načrtovati in ne prepustiti odločitvam na licu mesta med gradnjo. Konvekcija vodne pare je za nekaj velikostnih redov intenzivnejši proces od difuzije vodne pare. Že majhna špranja v notranjem ovoju je lahko vir nekaj deset m^3 vodne pare, ki vstopa v konstrukcijo, kondenzira in povzroča nepopravljive poškodbe.

Zrakotesnost v predpisih

Zrakotesnost je po PURES 2 predpisana oz. omejena navzgor. Čeprav samo **preizkušanje** zrakotesnosti ni navedeno kot **obvezen postopek**, iz zahtev pravilnika oz. pripadajoče tehnične smernice Učinkovita raba energije logično izhaja, da se bodo investitorji za tak preizkus vedno pogosteje odločali, da bi preverili **kakovost**, t.j. skladnost izvedbe z zahtevami zakonodaje. PURES 2 v svojem 9. členu tudi pravi, da je treba zrakotesnost nadzorovati oz. uravnati.

Zrakotesnost je s tehnično smernico predpisana za:

- stavbno pohištvo kot samostojen element in
- za stavbo kot celoto.

Konkretne zahteve

- zrakotesnost stavbe ali njenega dela brez mehanskega prezračevanja ne sme presegati treh izmenjav zraka na uro $n_{50} \leq 3 \text{ h}^{-1}$.
- za stavbo z mehanskim prezračevanjem z več kot 0,7-ratno izmenjavo zraka je zrakotesnost navzgor omejena na $n_{50} \leq 2 \text{ h}^{-1}$.
- pri nizkoenergijski gradnji je po praktičnih izkušnjah zrakotesnost $1,0 \leq n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$.
- za pasivne stavbe računane po metodi »PHPP« je vrednost omejena na $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$.

Vse vrednosti se nanašajo na tlačno razliko 50 Pa. Meritve se izvedejo po standardu SIST EN ISO 9972:2015.

Možne posledice slabe zrakotesnosti:

- večje toplotne izgube in s tem višja raba energije za ogrevanje stavbe;
- večja toplotna obremenitev v poletnem času in večje potrebe po hlajenju;
- znižanje površinskih temperatur na mestu konvekcijskega preboja, nevarnost površinske kondenzacije vodne pare in razvoja plesni;
- nevarnost kondenzacije vodne pare znotraj konstrukcije in s tem možnost gradbeno fizikalnih in mehanskih poškodb materialov in proizvodov;
- povečano gibanje zraka v prostoru, intenzivnejše odlaganje prahu, občutek prepaha;
- zmanjšana učinkovitost sistema mehanskega prezračevanja;
- nižja raven bivalnega ugodja v prostoru.

Ukrepi za ustrezno zrakotesnost:

- strokovno pravilna vgradnja stavbnega pohištva s tesnjenjem po celotnem obodu;
- zmanjšanje števila prebojev stavbnega ovoja (zračniki, električne instalacije ipd.);
- strokovno pravilno tesnjenje nujnih prebojev (namenske manšete in tesnilna

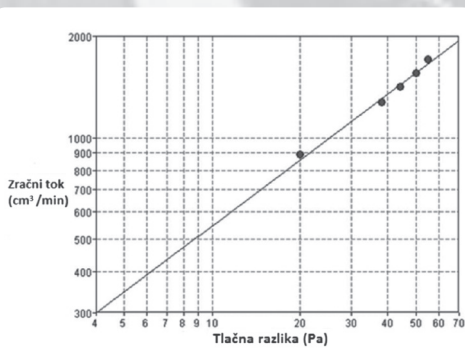
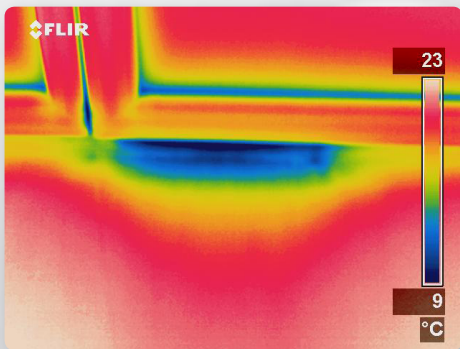


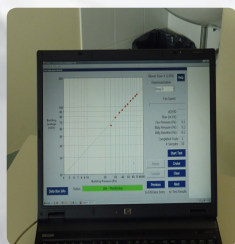
Diagram meritev zrakotesnosti



Odkrivanje netesnih mest z ročnim anemometrom



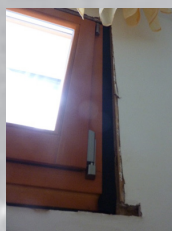
Netesna mesta prikaže tudi termografska kamera



Oprema za test zrakotesnosti (Blower door)



Neustrezno pritrjena parna ovira



Neustrezno izveden detalj vgradnje okna povzroča nekontroliran prehod zraka.

sredstva);

- trajna zatesnitev vseh preklonov vetrne ovire oz. parne ovire/zapore ter njenih priključkov na sosednje konstrukcije (zlasti pri strešnih konstrukcijah in pri lahki gradnji);
- izbira izdelkov (zračniki, dimniki ipd.) s protipovratnimi loputami za preprečevanje vdora hladnega zraka v stavbo.

Preverjanje zrakotesnosti

Zrakotesnost stavbe ali njenega dela določimo z meritvijo. Standardni postopek je izvedba t.i. **Blower door** testa skladno z zgoraj omenjenim standardom. Za izvajanje meritev se navadno ventilator namesti na vhodna vrata. V času meritve morajo biti vsa druga zunanja vrata in okna zaprta. Vrata med posameznimi prostori v stanovanju ali hiši v notranjosti objekta ostanejo odprta. S pomočjo ventilatorja se zrak iz objekta izsesa toliko, da se v stavbi ustvari podtlak (50 Pa). Če obstajajo netesni stiki v stavbnem ovoju, se bo zunanji zrak infiltriral v stavbo skozi njih. V primeru, da rezultati testiranja pokažejo, da v stavbi obstajajo netesna mesta, se med ustvarjanjem negativnega pritiska izvede skrben pregled objekta. Za natančno določitev netesnih mest si pomagamo z ročnim **anemometrom**, z IR termografsko kamero lahko pa izvedemo tudi preskus s **sledilnim plinom** (t.i. tracer gas metoda). Meritve zrakotesnosti naj bi se opravile, ko je stavba v uporabi. Pri lahkih oz. montažnih stavbah je meritev zrakotesnosti nujna že med gradnjo, ko še lahko popravimo napake v izvedbi. S tem lahko uhajanja zraka v zunanjem ovoju lažje lociramo in tudi z manj truda in nižjimi stroški saniramo.

Zrakotesnost merimo, da bi:

- preverili skladnost izvedbe z zahtevami predpisov in željami naročnika,
- poiskali napake oz. netesna mesta v ovoju in jih popravili,
- ugotovili dejansko stanje obstoječega objekta v obratovanju.

Zrakotesnost in mikroklima

Če ima stavba dobro zrakotesnost, to ne pomeni, da bo v njej slaba mikroklima, t.j. da bo notranji zrak nečist in prevlažen. Še manj je res, da taka stavba »ne diha«.

Ustrezno kakovost zraka v prostorih zagotovimo s pravilnim in rednim prezračevanjem, bodisi naravnim ali mehanskim, ne pa z netesnim ovojem stavbe.

Energetske učinkovitosti in dobrega bivalnega ugodja v stavbah ne dosežemo z različnimi špranjami in nezatesnjenimi regami. Menjave zraka skozi mesta netesnosti mnogokrat povzročajo nekontrolirane spremembe in onesnažen zrak in prah se mešata z zrakom v zaprtih prostorih.

Zrakotesnost pri masivni in lahki (montažni) gradnji

Zrakotesnost je pogosto projektantsko in izvedbeno težja naloga pri lahki gradnji, kjer je zračna zapora (večinoma tudi v funkciji parne ovire ali zapore) sestavni del stenskih in stropnih konstrukcij.

Nekateri potencialni viri težav pa so skupni tako masivnim kot lahkim stavbam: stik stavbnega pohištva z obodno konstrukcijo, okenske in vratne pripire, preboji za inštalacije skozi zunanji ovoj, zlasti pa toplotno izolirana poševna streha.