

DETAJLI V PASIVNI HIŠI – PREPREČEVANJE TOPLOTNIH MOSTOV IN ZAGOTAVLJANJE ZRAKOTESNOSTI

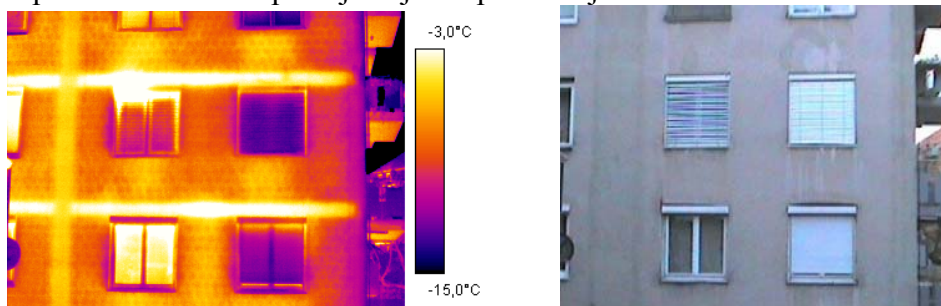
Izr. prof. dr. Martina Zbašnik-Senegačnik, u.d.i.a., UL Fakulteta za arhitekturo

Pasivna hiša je trenutno najoptimalnejša energijsko varčna hiša. Za ogrevanje potrebuje letno manj kot 1,5 l kurilnega olja na kvadratni meter površine, kar je 10- in večkrat manj kot v zgradbah, v katerih živimo danes. Za pokrivanje tako majhni potreb po toploti ne potrebuje klasičnega sistema ogrevanja z radiatorji, pečmi, termostatskimi ventili, cisternami itd. Prostore ogrevamo s toplim zrakom, ki ga največkrat ogreje toplotna črpalka. Seveda pa mora biti poskrbljeno, da so toplotne izgube močno omejene – kar se doseže z dobro toplotno izoliranim ovojem sten, strehe in tal proti terenu in toplotnoizolacijskimi okni in zunanji vrati. Vendar tudi to ne zadostuje, če ima zgradba toplotne mostove in špranje ter druga netesna mesta, skozi katera iz zgradbe nekontrolirano uhaja topel zrak.

Za preprečevanje toplotnih izgub skozi toplotne mostove in netesna mesta je potrebno poskrbeti že v začetni fazi načrtovanja. Vsi detajli morajo biti dovršeni v projektu na nivoju PZI, pred gradnjo dorečeni z izvajalcem in potem tudi skrbno izvedeni. Le doslednost v vseh procesih gradnje zagotavlja uspeh. Napake, storjene v katerikoli od faz, je namreč težko, včasih celo nemogoče odpraviti. Ceno za to pa na koncu plača investitor, ne le z denarjem, temveč lahko tudi z bivalnim neugodjem.

Preprečevanje toplotnih mostov

Toplotni mostovi so lokalno omejene površine na gradbenem elementu, kjer je povečan prehod toplote. Pojavljajo se na zunanjem ovoju zgradbe, in sicer zaradi napak in pomanjkljivosti pri načrtovanju in izvedbi. Skozi toplotno neustrezno zaščitene dele fasadnega ovoja lahko zgradba izgublja zelo veliko toplote. Pri zgradbah, ki so dobro izolirane, je delež toplotnih izgub skozi toplotne mostove še precej večji kot pri običajnih hišah.



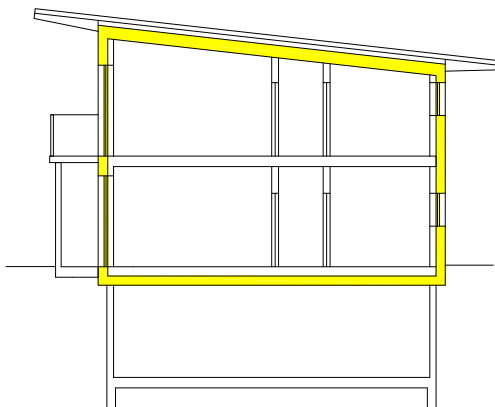
Termografska slika fasade – levo v infrardečem spektru (7–15 μm) in desno v vidnem spektru. Hladna mesta so vijolične barve, topla rdeče, oranžne in rumene. Topli deli so toplotni mostovi, skozi njih uhaja toplota. Srednje levo okno ima levo krilo odprto, kar se na posnetku pokaže kot najtoplejši del fasade, kjer uhaja največ toplote.

Pri pasivni hiši so najbolj problematični t.i. **konstrukcijski toplotni mostovi**. Nastanejo tam, kjer je prekinjen toplotni ovoj zgradbe. Največkrat so posledica slabo načrtovanih detajlov pri prebojih, previsih (konzolah), priključkih, rebrih, prekinitvah toplotne izolacije. Do takih konstrukcijskih napak pri pasivni hiši ne sme priti. Zgradbe morajo biti brez toplotnih mostov.

Vse morebitne toplotne mostove v zgradbi je treba preračunati s posebnimi dvodimenzionalnimi in tridimenzionalnimi izračuni. Rečeno na splošno – pri pasivni hiši se je treba izogibati toplotnim mostovom oz. jih čim bolj omejiti. Že manjši toplotni mostovi namreč povzročajo toplotne izgube, ki občutno ogrozijo celoten koncept pasivne hiše. **Osnovni princip gradnje pasivne hiše je »konstruiranje brez toplotnih mostov«.**

Toplotni mostovi v zgradbi močno povečajo porabo energije za ogrevanje. Poleg tega se poslabša tudi toplotno ugodje. Površinske temperature so na notranji strani elementa, ki predstavlja toplotni

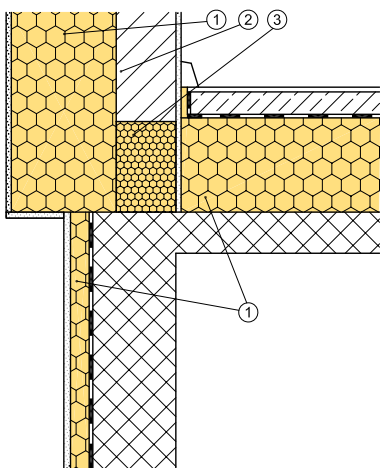
most, zaradi toplotnega mostu nižje kot na dobro izoliranih delih stene. Posledica hladnih površin je »vlek«, ki ga občutijo stanovalci. Nižje temperature notranjih površin na področju toplotnega mostu lahko povzročijo rosenje. Rosa nastane, kadar vlažen topel zrak naleti na hladno površino in se ohladi pod temperaturo nasičenja – rosišča. Na površine, ki so se s kondenzacijo vodne pare navlažile, se useda prah. Ta tvori v povezavi z lesom, lepilom tapet ali poslikavami idealno gojišče za spore in pogosto škodljive plesni za zdravje. Kondenzat lahko na toplotnih mostovih pri dolgotrajnem učinkovanju povzroči poškodbe na gradbenem elementu. Pri izrazitih toplotnih mostovih se lahko gradbeni elementi poškodujejo, npr. z rastjo plesni, hišne gobe, zaradi korozije, odpadanja ometa in malte, cvetenja oz. pri lesu z izgubo nosilnosti.



Pri načrtovanju objektov brez toplotnih mostov, ki ga zahteva standard pasivne hiše, je treba upoštevati osnovno načelo: **toplotnoizolativna plast (pri masivnih stenah v debelini najmanj 25 cm, pri lahkih konstrukcijah 35–40 cm) mora biti načrtovana tako, da brez prekinitve ovije hišo!**

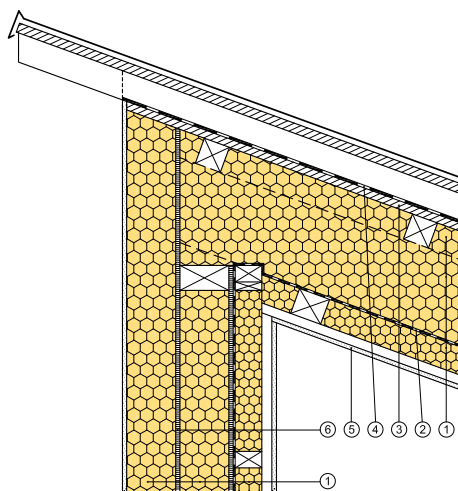
Toplotni ovoj zgradbe mora biti neprekinjen.

Pri gradbi se pojavljajo toplotni mostovi na različnih mestih: toplotni ovoj zgradbe se lahko prekine na podstavku proti temelju oz. neogrevani kleti, na priključku strehe na zunanjo steno, pri balkonih in previsih, ki so del notranje medetažne konstrukcije, pri vgradnji oken in vrat itd. V literaturi in na številnih spletnih straneh obstajajo rešitve za različne toplotne mostove, ki jih je mogoče uporabiti kot pomoč pri načrtovanju.



- 1 – toplotna izolacija
- 2 – masivna stena
- 3 – izolacijski podstavek, $\lambda = 0,12 \text{ W/(mK)}$

Priključek stene toplotnega ovoja zgradbe proti neogrevani kleti



- 1 – toplotna izolacija
- 2 – parna ovira
- 3 – opaž
- 4 – sekundarna kritina
- 5 – mavčnokartonska plošča
- 6 – iverna plošča

Stik strešne konstrukcije in lahke stene



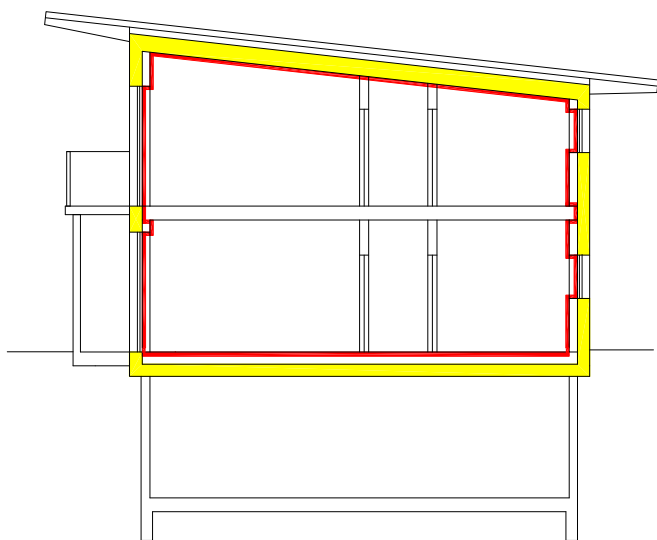
Točkovna pritrditev okna na zunanjo stran stene in postopek tesnjenja

Zrakotesnost

Z zrakotesnostjo označujemo intenzivnost nekontroliranega pretoka zraka skozi konstrukcijo v zgradbo ali iz nje zaradi tlačne razlike. Nekontrolirani pretok zraka se pojavlja v fugah, špranjah in drugih netesnih mestih na ovoju zgradbe. Trditev, da se skozi netesna mesta v zgradbi zagotavlja zadostno prezračevanje v prostorih, ni pravilna. Taka izmenjava zraka je namreč odvisna od tlaka vetra in temperaturnih razlik in največkrat ne zagotavlja kakovostne bivalne klime. Le pri izredno netesnih zgradbah, kjer ob močnem vetru že precej vleče, je v brezvetrnem času prezračevanje zadostno. Tako prezračevanje pa je nezanesljivo, pri tem prihaja do nekontroliranih toplotnih izgub in tudi do prenosa zvoka.

Pasivne hiše morajo imeti dobro izveden zrakotesen ovoj. Zgradbe se oskrbujejo z zrakom s prezračevalno napravo z vračanjem toplote odpadnega zraka. Prezračevanje deluje tako, da se sveži zrak dovaja v bivalne in spalne prostore in odvaja iz kuhinje, kopalnice in WC. Zaradi odsesavanja izrabljenega zraka nastane podtlak, zato v prostore skozi netesna mesta vdira hladen zunanji zrak. Ker se ta zrak pred vstopom v prostor ni ogrel v prenosniku toplote, se ob tem pojavijo neželene toplotne izgube.

Za doseganje zrakotesnega ovoja je treba natančno načrtovati vse stike gradbenih elementov. Tako kot toplotnoizolacijski mora biti tudi zrakotesni ovoj zgradbe popoln in brez prekinitev.



Zrakotesna ravnina v pasivni hiši mora popolnoma omejiti ogrevan volumen zgradbe, kot bi ga zarisali z neprekinjeno črto.



Test Blower Door

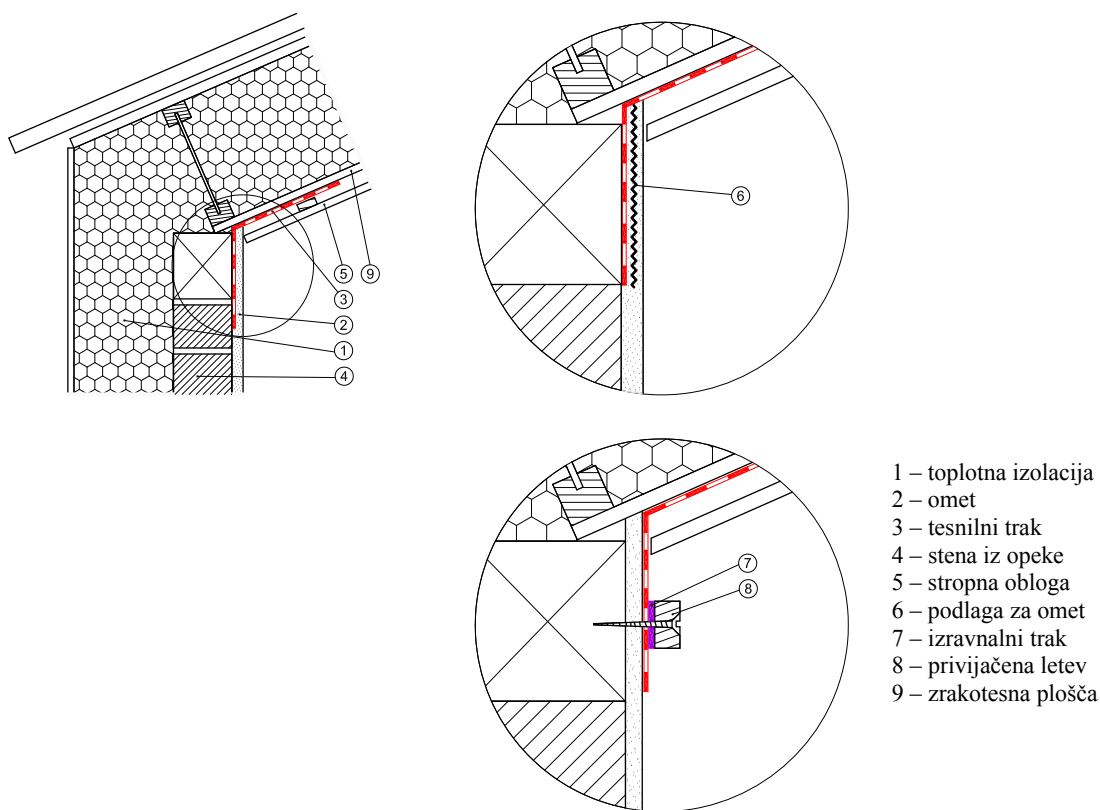
Učinkovitost zrakotesnega ovoja se kontrolira s testom Blower Door. Za ta test se v odprtino vrat namesti naprava z ventilatorjem, s katerim se v hiši ustvari nadtlak in podtlak in izmeri prehod zraka skozi konstrukcijo oz. netesna mesta. Za pasivne hiše je določena mejna vrednost $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$, kar

pomeni, da se pri tlačni razliki 50 Pa skozi vsa netesna mesta v zgradbi odvede ali dovede 0,6 celotnega notranjega volumna zraka v eni uri.

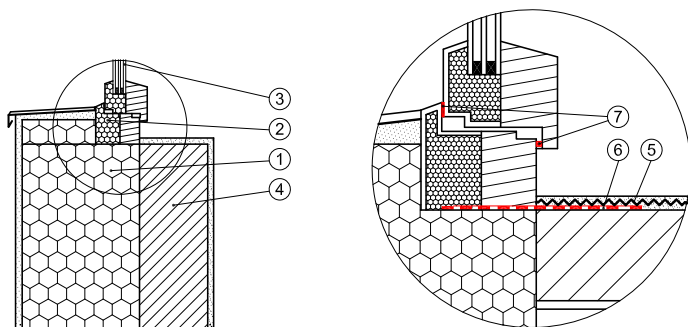
Zrakotesna ravnina je običajno na notranji zunanje oboje zgradbe. Dosežemo jo lahko z različnimi gradivi. Masivna stena iz opeke je zrakotesna, kadar ima skrbno izvedene fuge med zidaki in neprekinjen notranji omet, izveden od surovih tal (pred vgraditvijo estriha) do surovega stropa. Pri lahki konstrukciji kot zrakotesna plast lahko služi parna ovira. To so lahko različne folije ali plošče (OSB plošče, vezane plošče, DWD plošče...), kadar za to jamči proizvajalec. Posebnega pomena so stiki med posameznimi elementi in morajo biti prav tako zrakotesni. Za lepljenje se uporabljajo razni tesnilni in lepilni trakovi, ekspanzivni trakovi, tesnilni profili ipd.

Podobno kot pri detajlih za preprečevanje toplotnih mostov je tudi pri detajlih za zagotavljanje zrakotesnosti. Vsi detajli morajo biti domišljeni v fazi načrtovanja, še pred izvedbo jih mora potrditi tudi izvajalec. Kakovost izvedbe se (lahko tudi večkrat) kontrolira s testom Bower Door.

Pri zgradbi se pojavijo netesna mesta pri stikovanju posameznih elementov, ki predstavljajo zrakotesno ravnino (npr. stik med posameznimi folijami ali ploščami), pri stikih med posameznimi elementi (npr. pri medsebojnem stiku sten, strehe in stene...), pri vgradnji oken in vrat ipd. Tudi detajle za zrakotesnost je mogoče najti v literaturi in na spletu.



Stikovanje poševne strehe in zidane stene z notranjim ometom



Zrakotesna vgradnja okna v masivno steno

- 1 – toplotna izolacija
- 2 – toplotnoizolacijski okvir
- 3 – toplotnoizolacijsko steklo
- 4 – opečna stena
- 5 – podlaga za omet
- 6 – tesnilni trak
- 7 – okenska tesnila



Parna ovira predstavlja zrakotesno ravnino, če je dobro zlepljena z zanesljivimi lepilnimi trakovi.



Zrakotesnost zagotavljajo ustrezne OSB-plošče, pomembno je skrbno stikovanje z lepilnimi trakovi. Obvezna je tudi zrakotesna vgradnja okna.



Cevi morajo biti prilepljene na zrakotesno ravnino, da ne predstavljajo netesnih mest.

Pomembno sporočilo

Pasivna hiša ni nova tehnologija gradnje – je le skrbno načrtovana in izvedena nizkoenergijska hiša, ki se gradi tudi po trenutno veljavnih predpisih. Razlika je med načrtovanjem nizkoenergijske in pasivne hiše je ravno v dosledno načrtovanih in izvedenih detajlih, ki zagotavljajo minimalne toplotne izgube skozi zunanji ovoj. Zelo pomembno je, da se vsi sodelujoči strokovnjaki predhodno odgovorno poučijo o tem, kaj zahteva pasivna hiša. Le tako bo namreč uspeh zagotovljen. Kot že rečeno, pasivna hiša mora biti kot taka načrtovana že od vsega začetka, doslednost je potrebna v vseh fazah njenega nastajanja.

In še namig za stroko – investitorjev, ki poznajo pasivno hišo ravno toliko, da si jo želijo in so pripravljeni investirati vanjo, je ta trenutek več, kot strokovnjakov, ki bi jim to željo pomagali uresničiti.

Članek je bil objavljen v reviji Gradbenik, marec 2009.