

Toplotna izolacija fasade

NEP Slovenija, november 2012



Zamislimo si, koliko časa, spraševanja, preverjanja, svetovanja, pomerjanja, iskanja razprodaj, popustov ali kredita smo pripravljeni vložiti pred nakupom relativno minljive garderobe v vrednosti nekaj 100 €. Popolnoma drugače poteka izbor pri stanovanjski ali poslovni zgradbi, četudi je toplotna izolacija fasade tista "obleka", ki nas bo „večno“ varovala pred zimskimi nevšečnostmi in poletno pripeko. Kako torej poteka izbiranje oblačila zgradbe, vredne 10.000 €, ki nam bo omogočala prijetno bivanje 30 – 50 let? Praviloma se družinski blagajnik (tudi podjetniški niso ravno radodarni) težko odloči za investicijo prihrankov v izolacijo fasade. Ko pa se, prepusti odločitev o izbiri materiala in debelini izolacije lokalnemu zidarju z 20 leti prakse in praviloma pomankljivim znanjem, ki ga "100% uspešno" pokaže tudi pri izvedbi. Neizolirani balkoni, slab stik strešne in fasadne toplotne izolacije, neizolirane špalete, neizolirani temelji, lepilo med stiki plošč, sidra na površini,...so samo najbolj kričeči primeri "sfušane" fasade. Poglobljen razmislek je potreben, saj se samo s kvalitetno toplotno izolacijo oboda stavbe doseže največje prihranke in visoko kvaliteto bivanja. Vrednost (ne)kvalitetnega bivanja najbolj poznajo tisti, ki imajo zaradi slabe izvedbe vlažne zidove, plesen in nenehno vlečenje hladu od zunanjih zidov.

Obodni zid

Toplotna izolacija fasade je sestavni del oboda stavbe. Skupaj z zidom (konstrukcijo) tvori neločljivo celoto. Investitorji želijo čim tanjši in poceni, a optimalno izoliran obod stavbe. Iz barvne tabele je razvidno, da ima pri tanjši toplotni izolaciji material in debelina obodnih sten še nek vpliv na skupno toplotno izolativnost. Pri 15 – 20 cm izolacije pa je ta vpliv zanemarljiv. Na obodu stavbe si želimo čim manjši koeficient toplotne izolativnosti (U), zato naj zunanji zidovi zadostijo le vsem statičnim in protipožarnim zahtevam, toplotno izolativnost pa naj prevzame toplotna izolacija.

Zunanja stena	Topl. prev. λ	Deb. zidu [cm]	Brez IZOLACIJE	STIROPOR								EPS-F	
				4	5	6	8	10	12	15	18	20	
Votli opečni blok (MB)	0,32	19	1,31	0,56	0,49	0,43	0,36	0,30	0,26	0,22	0,19	0,17	
		29	0,93	0,48	0,42	0,38	0,32	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	
Polna opeka	0,68	25	1,86	0,64	0,55	0,48	0,39	0,32	0,28	0,23	0,19	0,18	
		38	1,37	0,57	0,50	0,44	0,36	0,30	0,26	0,22	0,19	0,17	
Beton	2,04	16	4,03	0,78	0,65	0,56	0,43	0,36	0,30	0,24	0,21	0,19	
		20	3,73	0,77	0,65	0,55	0,43	0,35	0,30	0,24	0,20	0,19	
Betonski blok	0,74	19	2,34	0,69	0,59	0,51	0,40	0,33	0,29	0,23	0,20	0,18	
		29	1,78	0,63	0,54	0,48	0,38	0,32	0,27	0,23	0,19	0,18	
Porobeton	0,16	20	0,70	0,41	0,37	0,34	0,29	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	
		30	0,49	0,33	0,30	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17	0,15	0,14	
Termo blok	0,22	28	0,69	0,41	0,37	0,34	0,29	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	
		38	0,53	0,34	0,31	0,29	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,14	

V tabeli so vrednosti koeficienta toplotne prehodnosti $U = W/m^2K$ brez toplotne izolacije (rdeči stolpec) ter z različnimi debelinami (4 – 20 cm) toplotne izolacije. Upoštevana λ je 0,041 W/mK. Tabela pokaže povprečno letno porabo energenta za 1 m² zunanje stene, izdelane iz različnih gradbenih materialov s toplotno izolacijo in brez nje. Vrednost koeficienta toplotnega prehoda U (W/m²K) pomnožena s 100, približno pove kolikšna bo poraba kWh/leto, pomnožena z 10, pa kolikšna bo poraba m³ zemeljskega plina oziroma litrov kurilnega olja.

Izračuni

Premišljene odločitve sestave oboda stavbe prinesejo nižje stroške enkratne investicije in vsakoletnih stroškov ogrevanja. Začnimo z **debeline obodne stene**. Recimo, da stane m³ zidu iz opečnega bloka 150 €. Če zidamo z 19 cm (namesto z 29 cm), nas stane m² zidu 33% manj (100 €). Poleg tega pridobimo v vsaki etaži 4 m² (pri stavbi 10 x 10 m), ki bi se drugače izgubili v zidu.

Poraba/cm toplotne izolacije	Brez	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	Pasivna hiša
kWh	39.300	14.700	9.000	6.600	5.100	3.000
litri kurilnega olja	3.930	1.470	900	660	510	300

V tabeli je letni izračun porabe kWh in litrov kurilnega olja za hišo, grajeno iz modularnega bloka 19 cm (300 m² obodnih sten in 200 m² ogrevanih površin). Ko se stavba izolira z 20 cm toplotne izolacije je letni prihranek 34.200 kWh ali 3.420 litrov kurilnega olja.

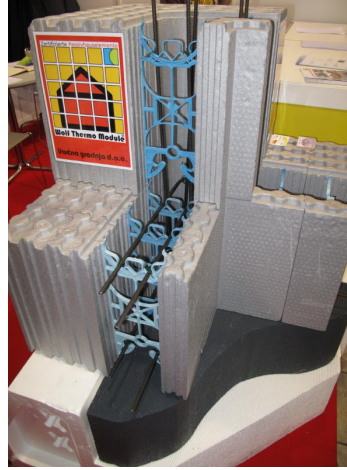
Sodobne tankoslojne fasade omogočajo kvalitetno izdelavo zaključnega sloja, ki po vseh kriterijih zadosti po trdnosti, zaščiti in estetiki, ne glede na material toplotne izolacije.



»Zidaki« iz toplotne izolacije

Ena od možnosti gradnje obodnih sten - ki hkrati združijo nosilnost, toplotno izolativnost in toplotno akumulacijo - so »zidaki« iz toplotne izolacije (običajno ekstrudirani polistiren ali neopor). Ideja je preprosta in učinkovita. Elemente položimo skupaj, v sredico vstavimo armaturo in zalijemo z betonom. Gradnja je primerna za vse vrste, velikosti in višine stavb. U-vrednosti (toplotna prehodnost) se manjšajo z debelino:

- debelina zidu 25 cm, $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
- debelina zidu 31,25 cm, $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- debelina zidu 37,5 cm, $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$
- debelina zidu 43,75 cm, $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$



Toplotna izolacija zidanih obodnih sten

Pri energetskem svetovanju ločeno izpostavljamo tri različne plasti obodnega zidu, kjer vsaka opravlja svojo funkcijo. Kot je razvidno iz nadaljevanja ni dobro mešati ali združevati teh treh funkcij.

1. Osnova stavbe je obodni (zunanji) nosilni zid, danes pogosto iz modularne opeke 29 cm. Statično, varnostno in akumulacijsko zadostuje **19 cm**, kar zelo priporočamo. Obvezne vertikalne AB vezi so predpisane v nosilnih zidovih in te dejansko "nosijo" hišo. Pri 19 cm zidu se ne vgrajuje oblikovnikov (vogalnikov), temveč se vezi betonira v opažu. Prihranek je občuten. Ob tem, da je m^2 zidu cenejši za 33% (obračun zidu je vedno na m^3), pridobimo v vsaki etaži še cca 4 m^2 koristne površine. Tretjinski dobiček (nestrošek) tako vložimo v debelejšo toplotno izolacijo.
2. Sledi **toplotna izolacija fasade na zunanji strani**. Danes zakonsko predpisan minimum $U = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$. S **15 cm** debelo toplotno izolacijo ga – ne glede na λ – vedno dosežemo. Osebnostno priporočam najmanj 20 cm ($U = 0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$). Pri dilemi ali 15 ali 20 cm velja, da vsak nadaljni cm podraži m^2 gotove fasade le za 1.7%. Dejansko torej stane m^2 gotove fasade z 20 cm izolacije le 8 – 10 % več kot iz 15 cm. Vsi navedeni podatki veljajo za "staro" izolacijo, kjer je λ okrog 0.041 W/mK. Na trgu so že nove, z izboljšano izolativnostjo, ki imajo λ okrog 0.032 W/mK. Najbolj znan predstavnik je Neopor (črn stiropor). Ta je lahko tanjši (16 cm namesto 20 cm), saj je okrog 20% bolj izolativen, prav toliko je tudi dražji. Najnovejše izolacije že dosegajo λ okrog 0.022 W/mK. V izolacijskem smislu je 10 cm take izolacije enako 20 cm "stare" z λ 0.041 W/mK. Pri izboru materiala je vedno vprašljiva optimalna izbira, na katero (pre)večkrat vpliva predvsem cena, pozablja pa se na parozadrževalnost, kvaliteto izvajalcev, garancijo,...
3. Estetska merila so pomembna pri izboru **zaključnega sloja**. Poleg tega, da je "lep" mora predvsem kvalitetno **zaščititi** izolacijo pred mehanskimi poškodbami in vplivom vremena. Danes prevladujejo tankoslojne fasade, "sendvič" je odšel na smetišče zgodovine, prav tako debeloslojne fasade. Vse pogostejše pa se pojavljajo prezračevane fasade, ki omogočajo učinkovito odvajanje kondenzirane vlage iz zunanje plasti toplotne izolacije.



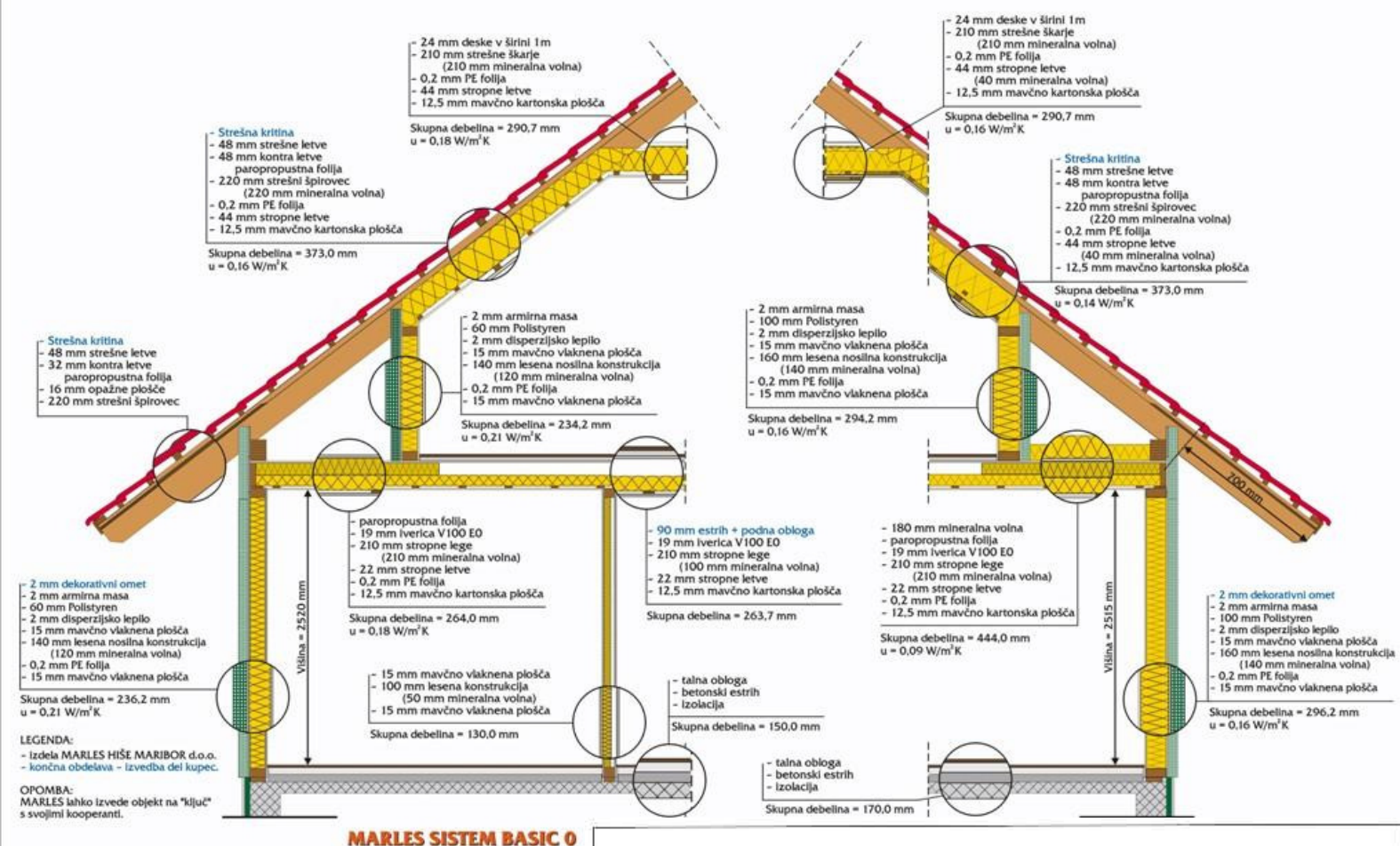
Ker so okna montirana ravno z zunanjo linijo zidu, so špalete narejene iz toplotne izolacije, kar pomeni brez toplotnega mostu. Neopor na levi fotografiji – imenovan tudi črni stiropor - je novejša toplotna izolacija z λ 0.032 W/mK. Ker ima 20 % boljšo izolativnost kot izolacije z λ 0.041 W/mK je lahko tanjša za 20% (16 cm namesto 20 cm). Na gornji fotografiji pa so prikazane vse potrebne plasti fasade, vključno z vgradnjo okna in dvojno mrežico na vogalih okenske odprtine. Material je XPS, ki se zaradi višje cene pri fasadah manj uporablja. Nepogrešljiv pa je pri toplotni izolaciji temeljev in sten v zasutem delu stavbe.

Montažne in lesene hiše

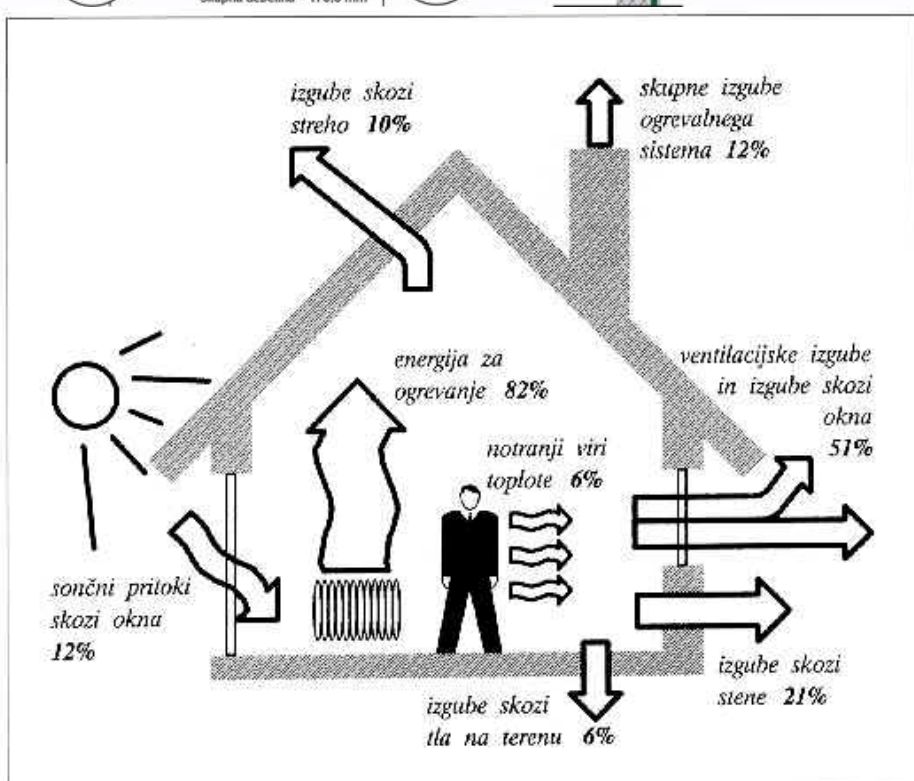
V članku res obravnavamo fasade, a stavbo moramo vedno razumeti kot celoto. To lahko primerjamo s človeškim telesom in zdravjem ter dobrim počutjem.

Montažne in lesene hiše spadajo med energijsko varčne hiše. Odvisno od želja investitorja, so na trgu dostopne različno energetske varčne (potratne) hiše. Merilo za energetske učinkovitost je poraba kWh na m² ogrevane površine na leto, meri se s faktorjem toplotne prehodnosti (U). Ekvivalent za porabo je liter kurilnega olja, ki ima 10 kWh. Tako porabi 5 litrska hiša 50 kWh, pasivna pa 15 kWh. Oglejmo si, kako z naraščajočo debelino obodne stene pada poraba energije za ogrevanje:

- Hiša z zunanjo steno 24 cm ima $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar jo uvršča v 5 – 7 litrski razred.
- Hiša z zunanjo steno 30 cm ima $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar jo uvršča v 3 – 5 litrski razred.
- Pasivna hiša z zunanjo steno 50 cm ima $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar jo uvršča v 1.5 litrski razred.



Shema mest in deleža toplotnih izgub ter zunanjih in notranjih dobičkov stavbe. Kvalitetna toplotna izolacija oboda stavbe in pasivna izraba sončne energije prinaša največje dobičke (nestroške).



Materiali

Vsi podatki v tem članku, ki se nanašajo na debeline toplotnih izolacij ali njihovo izolativnost, veljajo za "staro" toplotno izolacijo z λ (lambda) 0.041 W/mK. Lambda je oznaka za valovno dolžino v fiziki, pri toplotnih izolacijah njena vrednost označuje toplotno prevodnost (toplotno izolativnost) materiala. Manjša ko je vrednost, večja je izolativnost, kar pomeni manjšo potrebno debelino. Na trgu so nove izolacije z izboljšano izolativnostjo. Novejše – kot je Neopor, imenovan tudi "črni stiropor" - imajo $\lambda = 0.032$ W/mK. Iz tega sledi, da je lahko tanjša (16 cm namesto 20 cm). Finančno je učinek enak, saj je nova za cca 20 % dražja. Pri najnovejših izolacijah z $\lambda = 0.022$ W/mK proizvajalec zagotavlja, da je 8 cm enako izolativno kot 15 cm izolacije z $\lambda = 0.041$ W/mK.



Za zidane stavbe se danes največ uporablja kamena in steklena volna ter penjeni in ekstrudirani polistiren. Na levi fotografiji so lamele iz kamene volne na fasadi pred zaključnim slojem. Ekstrudirani polistiren (XPS) je idealen material za toplotno izolacijo zidov in temeljev v zasutem delu stavbe (srednja fotografija spodaj). Velikokrat se uporabi tudi za cokel, kar ni napačno, je pa nepotrebno (desna fotografija spodaj). Spodaj levo je predstavljen penjeni polistiren (EPS) v dveh oblikah z enako izolativnostjo. Spodnji je bel »klasični« z $\lambda = 0.041$ W/mK in debelino 10 cm, nad njim je črni Neopor z $\lambda = 0.032$ W/mK in debelino 8 cm.

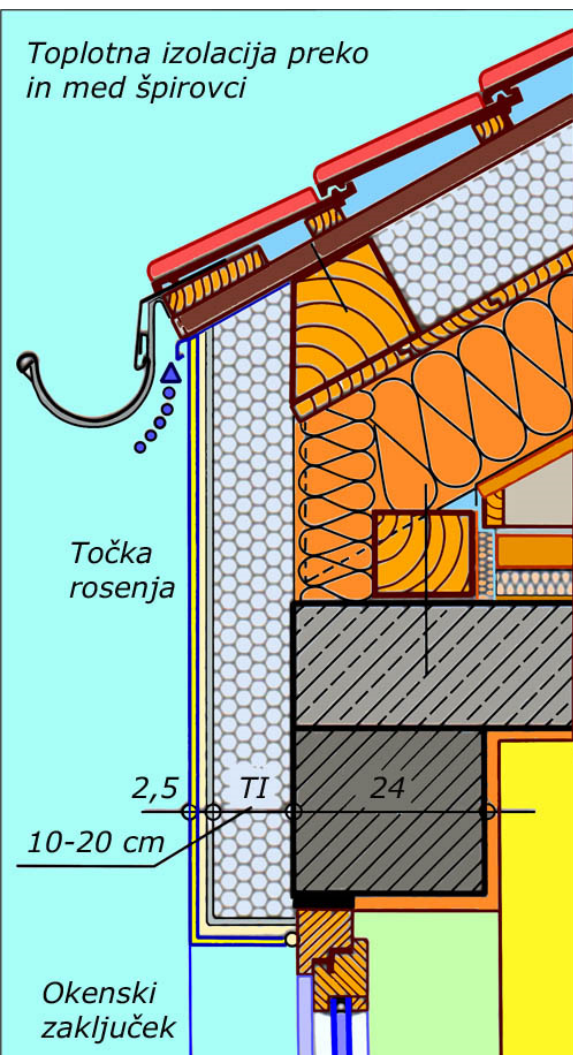


Tovarne so danes sposobne izdelati zelo različne obodne in predelne stene, ter ostale elemente lesenih in montažnih stavb. Na fotografijah predstavljene stene zadovoljijo vsako željo. Investitorji se – kot v samopostrežbi – odločajo na podlagi toplotno izolacijskih zahtev. Z debelino stene narašča izolativnost. Tako je stena za pasivno hišo debela 50 cm, koeficient toplotne izolativnosti $U = 0.09$ W/m²K. Tanjše stene imajo sorazmerno slabšo toplotno izolativnost.



Kvaliteten stik strešne in fasadne izolacije

Še vedno je ta detajl najpogostejše slabo in nepopolno narejen. Tekst ob skici in fotografijah opisuje pomanjkljivosti ter podaja rešitve. Kvalitetne rešitve pa prikazuje skica na desni.



Na levi je skica stika fasadne in strešne toplotne izolacije okrog kapne lege pri kateri opazimo več pomanjkljivosti:

1. Ni razvidna rezervna kritina, ki jo vedno damo na gornjo (sivo) toplotno izolacijo v 5 cm prezračevani sloj. Če je tu lesno vlaknena plošča je rešitev dobra.
2. Običajno se uporabi eno vrsto toplotne izolacije, pri dveh damo stiropor spodaj, volno pa zgoraj. Plasti vedno sestavljamo tako, da je najmanj parozadrževalna zunaj.
3. Deske med toplotnima izolacijama (med sivim in oranžnim) onemogočajo osuševanje, zato jih tu nikoli ne dajemo.
4. Parna ovira (nad stropno oblogo, desno od kapne lege) se zaključi »v zraku«. Pravilno je, da se zaključi na legi in tako zatesnjena preprečuje vstop notranje zračne vlage v toplotno izolacijo. Prav tako ima vlogo protivetrne zaščite (zatesnjenost stavbe).
5. Lesena prizma (desno od žleba, nad deskami) je tu popolnoma odveč. Ne služi ničemer, samo zmanjšuje izolativnost na stiku strešne in fasadne toplotne izolacije.



Dobra, a nepopolna rešitev. Nezazidan prostor okrog kapne lege in v špiči bo omogočil povezavo strešne toplotne izolacije s fasadno. Edina pomanjkljivost je previsoko zaključen zid v špiči in na notranjih predelnih stenah. Optimalna višina zaključka je 2 cm nad spodnjim delom toplotne izolacije. Če je ta debela 40 cm in se dotika rezervne kritine (ta gre neposredno na špirovce z gornje strani) je višina zaključka zidu 38 cm pod vrhom špirovca. Tudi kapno lego bi bilo smiselno podložiti za toliko, da se pridobi ta višina (okrog 25 cm).



Slaba rešitev

Notranji pogled na detajle bodočega stika strešne in fasadne toplotne izolacije, ki bodo s toplotnimi mostovi povzročali izgube toplote, nekontrolirano ventilacijo zraka in (zagotovo) plesen.



Detalji

Hudič je vedno v detajlih. Pri izdelavi fasade moramo biti pozorni – ob hkratni kontroli izvajalca - predvsem na detajle pri okenskih in vratnih špaletah, na stik fasadne in stropne toplotne izolacije mansardnega stanovanja, kvalitetno izvedeno toplotno izolacijo prostora okrog temeljev, vključno z vertikalno in horizontalno drenažo. Tu nastajajo najbolj problematični in najtežje rešljivi toplotni mostovi. Enako problematična so vsa hladilna rebra, kot je balkon. Tega vedno toplotno izoliramo s spodnje in gornje strani. Pri zunanjem stavbnem pohištvu je optimalno, da se montira ravno z zunanjo linijo zidu, v tem primeru je špaleta narejena iz toplotne izolacije.

Izpostavimo le slabe primere

- Zunanje stopnice – vpete v obodni zid – bodo povzročile enake težave kot neizoliran balkon. S prenosom hladu preko zida v notranjost, se bo na toplotnem mostu kondenzirala notranja vlaga, tej sledi plesen.
- Detajli okrog stavbnega pohištva so izjemno pomembni. Na fotografiji je predstavljena slaba rešitev.
- Dvig vlage čez 2 metra za opleskom (sinkolit), ki preprečuje normalni prehod vlage ven.
- Nepopolni vogal in velike reže stikov niso odraz mojstra, lastnik bo tu zgubljal toploto, fasada bo "pisana".
- Elektro in druge omarice na fasadi so tudi toplotni mostovi.
- Neizolirana zidana osnova za leseno hišo brez toplotne izolacije podhlaja tlak v stanovanju.
- Umazanija na fasadi lahko povzroči alge, glive, plesen, ali lišaji.
- Pritisk zunanje vode na stavbo se odraža v belem puhastem materialu, imenovanem soliter.
- Na fasadi so vidni stiki med ploščami ter glave sider.
- Če se pločnik (trotoar) dotika zidu je hladilno rebro (kot balkon).



Hiše iz slame

Eden od novejših trendov je tudi gradnja stavb s slamo. Poznavalci tega področja izpostavljajo veliko prednosti, med drugim tudi dobre toplotno izolacijske lastnosti takih obodnih sten. Te niso slabe, a so 2 – 3 slabše. Slama naj bi imela toplotno prevodnost od 0,090 do 0,130 W/mK, »klasične« toplotne izolacije pa imajo 0,041 W/mK. To pomeni, da naj bi bila tudi 2 – 3 krat debelejša od »klasične« toplotne izolacije za isto toplotno izolativnost.



Zgodovinske fasade

Vedno, vselej in povsod gre toplotna izolacija na zunanjo stran stavbe. Na notranji strani toplotno izoliramo le izjemoma. Ena od izjem je lahko bogato okrašena fasada. Naše bivalno okolje sestavljajo tudi stavbe z izrazito oblikovano fasado, ki odraža dobo gradnje. Na secesijski stavbi iz fotografije bi bil »greh« toplotno izolirati obod stavbe z zunanje strani. V tem primeru se odločimo za notranjo izolacijo (če je notranjost brez pomembnega oblikovanja). Za manjšo potrošnjo energije lahko poiščemo možnosti v kvalitetni zasteklitvi, toplotni izolaciji stropa proti hladni podstrehi, regulaciji ogrevanja in zamenjavi energenta.



Prezračevana fasada



Bližnji pogled pokaže na strukturo zaključnega sloja fasade iz PVC lamel. Prezračevana fasada je tehnično najboljša, saj omogoča hitro in učinkovito odvajanje vse vlage, ki se – pri prehodu iz bivalnih prostorov skozi toplotno izolacijo – kondenzira na zunanji plasti izolacije. Zato je potrebno zagotoviti vstop zraka v 5 cm prezračevalni sloj spodaj in izstop zgoraj. Pred desetletjem je bila to relativno pogosta rešitev (najbolj poznane so prezračevane fasade obzidane z belo silikatno ali rdečo fasadno opeko). V zadnjem času se take skoraj ne delajo več, saj so relativno drage, zunanji zid le zaščiti izolacijo, nima pa nobene vloge pri izolativnosti celotne stene. Zidane prezračevane fasade so zelo podobne "sendvič" zidu, ki pa se popolnoma opušča. Zaradi enostavnosti in cenenosti so jih nadomestile prezračevane fasade, kjer za zunanjo plast lahko uporabimo katerikoli material, ki je odporen na atmosferske vplive. Običajno je to keramika, kamen, les, eternit plošče, PVC lamele itd.



Energetski svetovalec:
Bojan Žnidaršič, 041 830 867

Swiss Contribution



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra