

# GRADNJA PASIVNE HIŠE – TEMELJENJE (2. DEL)

## PASIVNA HIŠA V ROŽNI DOLINI V LJUBLJANI – IZDELAVA SEISMIC TEMELJNE BLAZINE

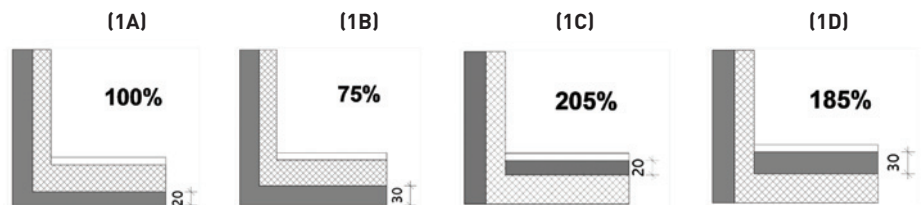
Besedilo in fotografije:  
**Prof. dr. Martina Zbašnik-Senegačnik,**  
Fakulteta za arhitekturo  
Univerze v Ljubljani

Največ toplote stavba izgublja skozi zunanji ovoj – tudi skozi temeljno ploščo. Pri pasivni hiši je zato velik poudarek na toplotni izolativnosti ovoja na stiku s terenom.

S prispevkom nadaljujem predstavitev izdelave temeljne plošče za lastno pasivno hišo v Rožni dolini v Ljubljani, ki sem jo začela v prejšnji številki revije Gradbenik. Odločitev za lastno hišo v standardu pasivne hiša ni bila težka, ne nazadnje sem že pred dobrim desetletjem napisala knjigo Pasivna hiša, izdala jo je Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani. Po dolgem obdobju izobraževanja strokovnjakov in laikov je nastopil čas, da teorijo potrdim v lastni praksi. Tudi pri izdelavi temeljne plošče, ki mora biti pri pasivni hiši zelo dobro toplotno zaščiten.

### Kakovostna izolacija brez toplotnih mostov

Pasivna hiša ima zelo kakovosten toplotnoizolacijski ovoj brez toplotnih mostov. Del ovoja se stika tudi s terenom, kjer so temperaturna nihanja sicer precej manjša kot na stiku stavbe z zunanjim zrakom. Pod nivojem tal redko pride do zmrzovanja,



**Slika 1: Toplotne izgube skozi temeljno ploščo se spreminjajo v odvisnosti od debeline toplotne izolacije in njene lege – pod AB ploščo ali na njej**

medtem ko se okoliški zrak pozimi lahko ohladi do 20 ali celo več stopinj po ničlo. Kljub temu, da temperatura okolice pod temeljno ploščo nikoli ni tako nizka, kot je na ostalem delu ovoja stavbe, pa tu prihaja do velikih toplotnih izgub, saj talna konstrukcija na stiku z zemljino obsega veliko površino. To je razlog, da mora biti temeljna plošča ustrezno toplotno izolirana.

Standard pasivne hiše zahteva za vse elemente zunanjšega ovoja stavbe, tudi za temeljno ploščo, toplotno prehodnost  $U$  največ  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Konstrukcija

mora biti izvedena brez toplotnih mostov (linijska toplotna prehodnost  $\psi \leq 0,01 \text{ W}/(\text{mK})$ ).

Debelina toplotne izolacije pod temeljno ploščo je odvisna od zelene energijske učinkovitosti pasivne stavbe. Največja dovoljena toplotna prehodnost  $U$  ni edini pogoj, končno sestavo konstrukcij zunanjšega ovoja se definira z izračunom toplotne bilance stavbe z orodjem Passivhaus Projektierungspaket (PHPP). Raba energije za ogrevanje pri pasivni hiši ne sme preseči  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .



**2: Izdelava opaža za podložni beton**



**3: Vlivanje podložnega betona na utrjeno podlago**



**4: Dostava materiala za Seismic temeljno blazino**



**5: Polaganje prve plasti toplotne izolacije FIBRANxps 400-L**



**6: Polaganje hidroizolacije FIBRANhydro Seismic pravokotno na plošče toplotne izolacije FIBRANxps**



**7: Bitumenski trakovi hidroizolacije se med seboj prekrivajo, na stiku se bitumen zmehta s toplim zrakom in zagladi.**



**8: Trakovi hidroizolacije popolnoma prekrijejo prvo plast FIBRANxps 400-L.**

Z večanjem debeline toplotne izolacije se zmanjša toplotna prehodnost temeljne plošče. Dodatnih 10 cm toplotne izolacije (z 20 na 30 cm) npr. zmanjša toplotne

izgube skozi temeljno ploščo kar za četrtino, kar je znaten doprinos k toplotni bilanci (slika 1, primera 1A in 1B).

Poleg debeline toplotne izolacije je za preprečevanje toplotnih izgub pomembna tudi pozicija toplotne izolacije. Z gradbeno-fizikalnega stališča je po celotnem obodu stavbe, tudi na stiku s terenom, najbolj primerno vgraditi toplotno izolacijo na zunanjo stran konstrukcije, saj se na ta način učinkovito izognemo toplotnim mostovom. S tem omogočamo stavbi visoko stopnjo toplotne izolativnosti.

Primer (slika 1): če je 20 cm toplotne izolacije vgrajene na AB ploščo (primer 1C), nastane pod steno toplotni most, toplotne izgube plošče so več kot dvakrat večje v primerjavi s sestavo, ki ima toplotno izolacijo pod ploščo (primer 1A). S povečanjem debeline toplotne izolacije na AB plošči z 20 na 30 cm (primer 1D) ima temeljna plošča še vedno 85 % več toplotnih izgub, kot jih ima v primeru 1A z 20 cm toplotne izolacije.

### Toplotna bilanca pasivne hiše v Rožni dolini

Za pasivno hišo v Rožni dolini je bila na podlagi izdelanega načrta izračunana toplotna bilanca z orodjem PHPP, ki je pokazala, da je s standardnimi sestavi zunanje ovoja možno doseči rabo energije za ogrevanje 12,8 kWh/(m<sup>2</sup>a). Kar je seveda zelo dobra pasivna hiša.

Izziv nam je bil dodatno zmanjšati rabo energije – z minimalnimi izboljšavami na toplotnem ovojju stavbe smo jo znižali na 9,8 kWh/(m<sup>2</sup>a). Potrebni ukrepi: manjša toplotna prevodnost toplotne izolacije v ovoju stavbe ( $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$ ), večja debelina toplotne izolacije na strehi (50 cm namesto prej predvidenih 40 cm) in dodatnih 8 cm toplotne izolacije pod temeljno ploščo – namesto v prvotnem izračunu predvidenih 16 cm je pod temeljno ploščo 24 cm toplotne izolacije XPS s toplotno prevodnostjo  $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$ .

Dodatni ukrepi so podražili investicijo, razlika v ceni pa bo nekaj več kot bo zaradi tega izboljšanja toplotnega ovoja višja finančna spodbuda Eko sklada j.s., ker hiša sodi v višji energijski razred. Poudarjam, to je bil izrazito osebni izziv, ki je verjetno bolj prestižne kot racionalne narave.

### Seismic toplotna blazina

Za hišo v Rožni dolini je bilo izbrano temeljenje na Seismic toplotni blazini. Osnova je FIBRANxps toplotna izolacija, ki omogoča



**9: Vse instalacijske cevi se oblepi s hidroizolacijo**



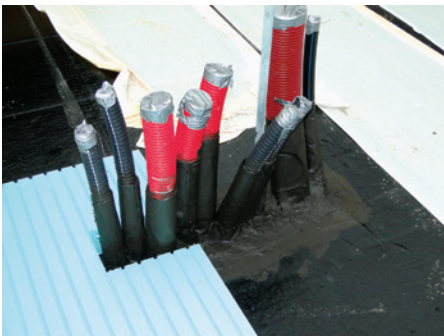
**10: Opaž za armiranobetonsko ploščo – površina AB plošče je manjša od površine spodnje plasti XPS. S tem se zmanjša nevarnost zmrzovanja pod temeljno ploščo, katere spodnja kota je na cca -50 cm.**



**11: Polaganje druge plasti FIBRANxps SEISMIC 400-L, ki ima na zgornji površini utore za boljše oprijemanje betona**

visoke tlačne obremenitve in je odporna na vlago in vodo. Pod temeljno armiranobetonsko ploščo debeline 25 cm je blazina iz FIBRANxps toplotno izolacijskih plošč s tlačno trdnostjo 400 kPa. Toplotna izolacija je položena v dveh plasteh po 12 cm, med seboj ju povezuje dvostransko samolepilna bitumenska hidroizolacija FIBRANhydro Seismic T-1,8sk/sk, ki je posebej prilagojena za tovrstno sistemsko rešitev.

Relativno tanka, 1,8 mm debela membrana ščiti stavbo pred navlaženjem, hkrati pa zlep dve plasti XPS v sovprijeten, enovit sloj. Za stikovanje trakov hidroizolacije je potreben preklap. Preklopi bitumenskih trakov se izvedejo z uporabo vročega zraka. Ko se bitumen na robu hi-



**12: Druga plast toplotne izolacije z izrezom okrog inštalacijskih cevi. Prazna mesta se zapolni s poliuretansko peno, da se zmanjša toplotni most.**



**13: Zaključeno polaganje druge plasti FIBRANxps SEISMIC 400-L**



**14: Armatura na blazini XPS Seismic**



**15: Skriti opaž ob inštalacijskih cevah**

droizolacije z mehča, se stik zagladi z gladilko. Segrevanje bitumenske plasti mora biti izvedeno zelo pazljivo, da ne pride do taljenja hidroizolacije ali XPS-a.

Plošče XPS Seismic imajo robove v obliki črke »L«, kar omogoča stikovanje brez

toplotnih mostov. Spodnja plast toplotne izolacije ima gladko površino, da se nanjo bolje prilepi hidroizolacija. Zgornja površina zgornje plasti toplotne izolacije FIBRANxps SEISMIC 400-L ima za boljši oprijem in večjo stično površino zarezane utore, da vanje steče beton in poveže toplotnoizolacijsko plast z AB ploščo.

Vsi sestavni elementi Seismic temeljne blazine so spojeni med seboj, zato bo v primeru potresa temeljna plošča delovala kot enovit konstrukcijski element. Upamo seveda, da tega v praksi ne bomo nikoli občutili.

### Izdelava temeljne plošče

Osnova za izdelavo kakovostne temeljne plošče je dobro pripravljen in utrjen teren, predstavljen je bil v prispevku v prejšnji številki revije Gradbenik. Izdelava temeljne plošče se začne s polaganjem opaža za 15 cm debelo plast podložnega betona. Ko se beton strdi, je pripravljen za polaganje toplotno izolacijskih plošč FIBRANxps in Seismic sistemske rešitve.

Polaganje je zaradi »L« profila roba plošč enostavno. Na položeno prvo plast XPS se po odstranitvi zaščitne folije nalepi hidroizolacija. Hidroizolacija mora biti skrbno izvedena na vseh ceveh, ki prebadajo temeljno blazino. Zaščitna folija ostane na hidroizolaciji do polaganja druge plasti XPS-a.

Temeljna plošča za pasivno hišo v Rožni dolini se je izdelovala v visoki poletni vročini, ki je lahko problematična. Stiki med posameznimi trakovi hidroizolacije lahko začnejo pokati. Pri visokih temperaturah zraka je treba ploščo senčiti, preverjati stike med posameznimi trakovi hidroizolacije in jih po potrebi pred polaganjem druge plasti toplotne izolacije segreti z vročim zrakom in zagladiti.

Pasivna hiša v Rožni dolini ni podkletena, torej je spodnji nivo Seismic temeljne blazine nad nivojem morebitnega zmrzovanja, na globini cca -50 cm. Da se izključi možnost zmrzovanja pod zunanjim robom AB plošče, je površina spodnje plasti toplotne izolacije večja od zgornje in prekrita s hidroizolacijo, ki se bo v nadaljevanju povezala z vertikalno hidroizolacijo na AB plošči.

Pred polaganjem druge plasti toplotne izolacije se naredi opaž v dimenzijah AB plošče. Nato se s hidroizolacije pazljivo odstrani folija in nanjo prilepi druga plast toplotne izolacije FIBRANxps SEISMIC 400-L z utori na zgornji strani.

Na drugi sloj XPS-a se položi armaturo po armaturnem načrtu.

Konstrukcija je pripravljena za vlivanje betona. V primeru pasivne hiše v Rožni dolini je debelina plošče 25 cm, predvsem zaradi velikega števila prebojev inštalacij. Po enodnevnem strjevanju betona je plošča pripravljena za razopaženje.



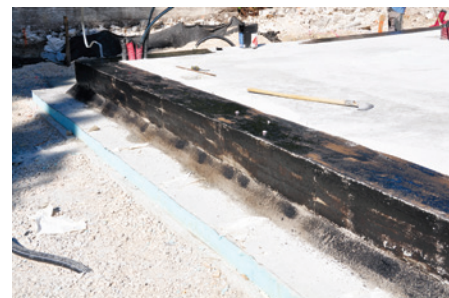
**16: Vlivanje betona za temeljno ploščo**



**17: Razopažena temeljna plošča**



**18: Betonska »posteljica« na prehodu iz vertikalne v horizontalno ravnino preprečuje poškodbe hidroizolacije zaradi posedanja zemljine.**



**19: Vertikalne površine AB plošče in ploskve pod lesenimi stenski elementi so obdelane s hladnim bitumenskim premazom.**



**20: Vertikalna hidroizolacija ob AB plošči se spoji s horizontalno na prvi plasti XPS-a.**

Na površinah, kjer bo prišlo do stika AB plošče in lesene konstrukcije, mora biti izveden ločilni sloj (hladni bitumenski premaz na suhi in čisti površini betona, nanj pa privarjeni bitumenski trakovi), ki ločuje obe gradivi.

Na robovih Seismic temeljne blazine se vgradi vertikalno hidroizolacijo. Za blažitev ostrega kota hidroizolacije na prehodu z vertikalne v horizontalno površino na spodnji plasti XPS, kjer lahko pride do trganja hidroizolacije zaradi zemeljskih posedkov, smo kót zapolnili z betonom. Možna je tudi vgradnja kotnikov iz XPS.

Pred lepljenjem bitumenskih trakov hidroizolacije je treba površino betona očistiti in premazati s hladnim bitumenskim premazom. Na hidroizolacijo se s poliuretanskim lepilom prilepi toplotno izolacijo z gladko površino, kot npr. FIBRANxps 300-L, ki preprečuje toplotni most na zunanjem robu AB plošče, hkrati pa hidroizolacijo ščiti pred mehanskimi poškodbami.

Za preprečitev zastajanja vode ob XPS-u se namesti čepasta folija, teren okrog hiše pa zravna z nasutjem.



**21: Seismic temeljna blazina s položeno vertikalno hidroizolacijo**

Temeljna plošča za pasivno montažno hišo mora biti izdelana izredno precizno, dovoljeno je višinsko odstopanje  $\pm 5,0$  mm, dolžinsko odstopanje  $\pm 10,0$  mm in odstopanje diagonale temeljne plošče  $\pm 10,0$  mm.

Kakovostno pripravljena temeljna plošča je s tem primerna za naslednjo fazo gradnje pasivne hiše – montažo prefabriciranih konstrukcijskih elementov. Pasivna hiša v Rožni dolini je bila montirana konec avgusta. Gradnja bo predstavljena v naslednji številki revije Gradbenik.



**23: Poravnava terena z nasutjem okrog Seismic temeljne blazine**



**22: Na XPS smo dodatno položili čepasto folijo, ki poskrbi, da voda ne zastaja ob stavbi.**



**24: Zavoji toplotne izolacije FIBRANxps so primerni tudi kot podstavek za priložnostno zakusko ob zaključku ene od gradbenih faz.**

**Pasivna hiša  
Zbašnik-Senegačnik  
bo odprta za ogled v času  
Dnevvov pasivne hiše,  
v soboto, 9. novembra med  
10.00 in 12.00.**

**Prijave na [info@lumar.si](mailto:info@lumar.si).**

Več informacij o  
Dnevih pasivne hiše 2019 na  
[www.fa.uni-lj.si/konzorcijph](http://www.fa.uni-lj.si/konzorcijph),  
klik na Dnevi pasivne hiše.



[www.energijskiscit.si](http://www.energijskiscit.si)