

STENSKE KONSTRUKCIJE PASIVNIH HIŠ

Prof.dr. Martina Zbašnik-Senegačnik, u.d.i.a., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo

Število pasivnih hiš se drastično povečuje. V Avstriji imajo precej blizu 5000 pasivnih hiš. Po predvidevanjih bo tam letos že vsaka četrta novogradnja v pasivnem standardu. Na Dunaju so v oktobru 2009 pričeli s projektom izgradnje največjega stanovanjskega naselja na svetu, imenovanega Eurogate. V dveh letih bo na 22 ha nastalo 740 stanovanj v pasivnem standardu, ki jih trenutno načrtuje šest različnih arhitekturnih birojev. Končna izgradnja stanovanjskega naselja, ki bo obsegala 1700 stanovanj in nudila dom 4000 do 5000 ljudem, je predvidena do leta 2016.

V Sloveniji je lansko leto nastalo približno 50 hiš, ki za ogrevanje potrebujejo manj kot 15 kWh/(m²a). Kratek vpogled pokaže, da zaenkrat največji delež obsega gradnja z lesom, zanimiv je tudi sistem iz zidakov iz polistirena. Čedalje bolj pogosta postaja masivna gradnja z zidaki. Poudariti je potrebno, da taka slika trenutno izbranih sistemov gradnje ne pomeni tudi v resnici hierarhije primernih tehnologij gradnje. Za pasivne hiše so namreč primerne vse vrste konstrukcij.

Konstrukcije poševnih streh so, tako kot pri običajnih hišah, tudi pri pasivnih lahke. Med nosilnimi lesenimi špirovci ali I-profilu je toplotna izolacija, na notranji strani parna ovira, na zunanji sekundarna kritina in kritina. Za temelje oz. temeljno ploščo nadomestila za armirani beton skorajda ni, obstajajo pa različni načini vgradnje. In seveda debela plast toplotne izolacije.

Zato pa je veliko različnih vrst konstrukcij za zunanje stene. Uporabljajo se masivne in lahke konstrukcije. Izbira je odvisna od osebne naklonjenosti investitorja in večinoma od cene. Enake rezultate je mogoče doseči z masivnimi in lahkimi konstrukcijami, prav tako tudi z različnimi gradivi. Velikokrat je odločilno znanje projektantov in izvajalcev – delo je možno učinkoviteje opraviti z materiali in postopki, ki so jih že vajeni.

Masivne stene

Masivna gradnja iz zidakov je v tujini še vedno najbolj razširjen način gradnje – tudi pri pasivnih hišah. Pri masivnih sestavih je nosilna konstrukcija iz opečnih zidakov, opečnih zidakov, polnjenih s perlitom, in zidakov iz betona ali lahkega betona. Na zunanji strani je ustrezno debela plast toplotne izolacije. Za doseganje standarda pasivne gradnje enoslojne stene brez toplotne izolacije niso primerne. Stene pasivnih hiš so lahko tudi iz betona, na gradbišču vlite v prefabricirane opažne elemente (izgubljen opaž). Na zunanji strani ima stena ustrezno plast toplotne izolacije. Stene iz betona imajo dobro zrakotesnost.

Za izdelavo masivnih nosilnih sten so na trgu na voljo tudi posebni opažni elementi iz polistirena. Elementi imajo na zunanji strani debelejšo plast polistirena, na notranji pa tanjšo. Na mestu se sestavijo, v odprtine se namesti potrebna armatura, nato se odprtine zalijejo z betonom. Gradnja je enostavna, tudi s toplotnimi mostovi so manjše težave.



Slika 1: Masivna stena – opečni zid in zunanja toplotna izolacija iz mineralne volne in ekstrudiranega polistirena



Slika 2: zidaki iz polistirena so široki 100 cm, v vmesno odprtino se namesti armaturo in zalije z betonom (na sliki v primerjavi z velikostjo prenosnega telefona)

Debelina masivne nosilne stene je odvisna od statičnih zahtev. Fasadna obloga je kot pri običajnih hišah lahko prezračevana ali neprezračevana. Problem lahko nastane pri težjih fasadnih oblogah, ki se pritrjujejo na nosilno steno s posebnimi sidri. Ta morajo biti zaradi debelejšje toplotne izolacije daljša, zaenkrat pa jih na trgu še ni dovolj. Poleg tega sidra predstavljajo toplotni most v konstrukciji stene.

Lahke stene

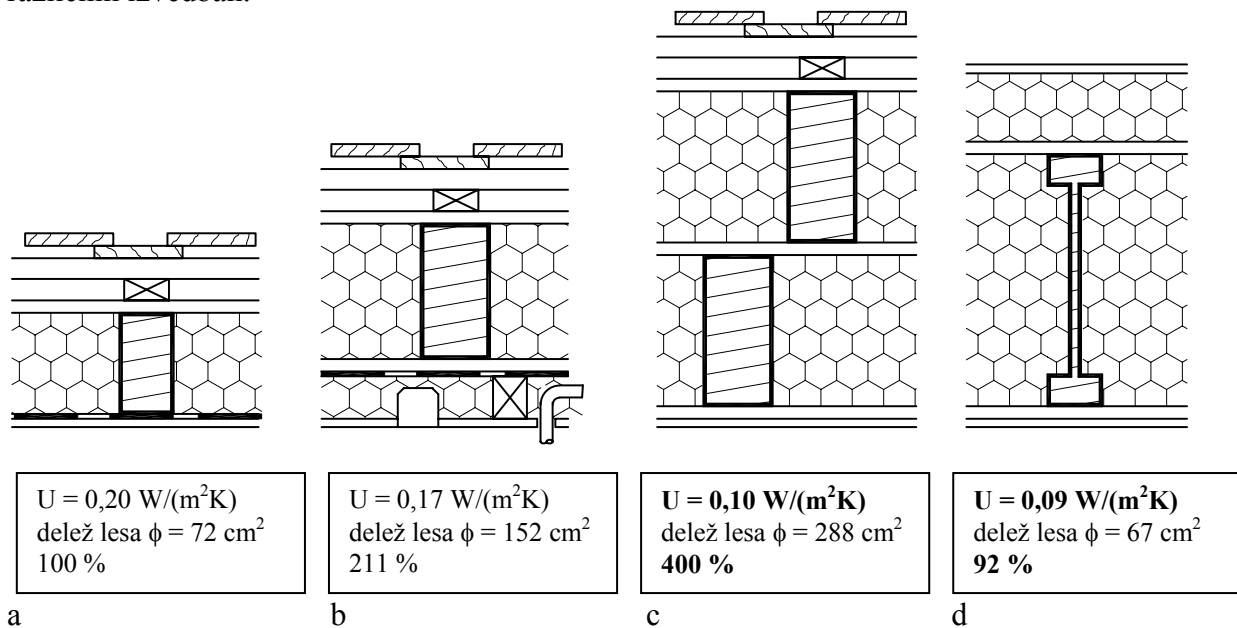
Iz klasične tehnologije gradnje iz lesa so se razvili različni sistemi, ki so primerni tudi za doseganje pasivnega standarda. Prednost teh načinov gradnje je v tem, da toplotna izolacija ni pritrjena na steno na zunanji strani, temveč je nameščena med lesno konstrukcijo. Na ta način se pri leseni zgradbi doseže enako toplotno izolativnost z manjšo debelino stene.

Osnovni način gradnje pasivne hiše iz lesa predstavljata sistem stebrov in prečk ter sistem lesenih okvirjev. Vmesni prostor je lahko zapolnjen z mineralno volno, ovčjo volno, toplotno izolacijo iz celuloznih kosmičev, lesnih vlaken ali lanu. Stene pasivnih hiš so debelejšje od običajnih, kar se doseže na različne načine. Globina stebrov in prečk je največ 16 cm, kar ne nudi steni pasivne hiše zadostne toplotne izolativnosti. Zato je potrebno stensko konstrukcijo sestaviti iz več plasti (ravnin). Na zunanji strani dobi stena dodatno plast toplotne izolacije, ki je lahko hkrati nosilka fasadnega ometa. Namesto ometa je primerna tudi prezračevana fasadna obloga iz lesa ali drugih gradiv. Na notranji strani stene se pred parno oviro (ki je hkrati tudi zrakotesna ravnina) namesti t.i. instalacijsko ravnino, ki jo tvori dodatna plast toplotne izolacije na steni. Drug način je sestavljanje stene iz dveh ravnin stebrov, ki sta zamaknjeni, da lesena konstrukcija ne bi tvorila toplotnega mostu (sl. 3).



Slika 3: Nosilni leseni stebri v steni pasivne hiše so postavljeni z zamikom v dveh ravninah, da se prepreči toplotni most.

Delež masivnega lesa v steni je sorazmerno velik. Ker ima les večjo toplotno prevodnost kot toplotna izolacija med nosilno konstrukcijo, predstavlja v steni toplotne mostove, ki znatno poslabšajo njeno toplotno izolativnost. Slika 4 prikazuje toplotne prehodnosti lahkih lesenih sten pri različnih izvedbah.



Slika 4: Lahke stenske konstrukcije – standardu pasivne hiše ustrežata primera c in d.

Za doseganje standarda pasivne hiše ($U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) morajo imeti lahke konstrukcije debelejšo plast toplotne izolacije, kar zahteva večji delež lesa ali pa I-nosilec.

Zunanja stena, ki ustreza pasivnim standardom, zahteva precejšnje debelino in s tem tudi precejšen delež lesa. Racionalizacijo pri njegovi porabi predstavljajo leseni I-nosilci (imenovani tudi TJI-nosilci ali dvojni T-nosilci). Patentirani nosilci so sestavljeni iz zgornje in spodnje letve iz masivnega lesa, vmes pa je stojina iz lesnih gradiv (vezana plošča, OSB plošča – plošča iz usmerjenih iveri). Zaradi manjšega prereza imajo I-nosilci manjši vpliv na toplotno prehodnost stene. Med I-nosilce je običajno vpihana toplotna izolacija iz celuloznih kosmičev. Stena iz I nosilcev ima v primerjavi s pravokotnimi masivnimi stebri do 20% boljše toplotno izolativnost – ob visoki statični nosilnosti. Leseni I-nosilci se izdelujejo v višini 20 do 50 cm.



Slika 5: Leseni I-nosilci: masivne letve in stojina iz plošč iz usmerjenih iveri

Da dosežejo zmanjšanje toplotnega mostu lesene konstrukcije v steni, proizvajalci iščejo različne ukrepe. Eden takih je konstrukcija iz lesenih letev, med katerimi je vpihana celulozna toplotna izolacija (sl. 6).



Slika 6: Modeli stenskih konstrukcij za pasivne hiše tujih proizvajalcev montažnih hiš – med lesene nosilne elemente se vstavi toplotna izolacija

Toplotna izolacija

Debelina toplotne izolacije je odvisna od gradiva in sestave stene ter znaša 25–40 cm (včasih tudi več). Kot toplotnoizolativna gradiva so pri pasivni hiši primerna vsa obstoječa tovrstna gradiva – umetna anorganska in organska ter naravna. Od umetnih anorganskih gradiv so primerne mineralne volne, penjeno steklo. Od umetnih organskih toplotnoizolativnih gradiv se največ uporabljajo ekspanzirani in ekstrudirani polistiren, penjeni polietilen in penjeni poliuretan. V zadnjih letih se namesto umetnih gradiv uporabljajo naravna toplotnoizolacijska gradiva kot so celulozna vlakna, lesna vlakna, kokosova vlakna, lan, konoplja, ovčja volna, pluta ... in tudi slama. Toplotna izolativnost večine omenjenih gradiv (razen slame) je približno enaka.



Slika 7: Vgrajevanje toplotne izolacije iz slame v lahko stensko konstrukcijo iz lesa; stenski elementi so bili izdelani v delavnici in sestavljeni na gradbišču

Za vgrajevanje toplotne izolacije se pri pasivnih hišah uporabljajo podobni načini kot pri običajnih zgradbah, vendar so zaradi debelejšje plasti toplotne izolacije nekoliko prirejeni. Pritrjevanje se izvaja z lepljenjem, sidranjem, žebljanjem, vijačenjem, vgrajevanjem s pomožnimi letvicami ali vpihovanjem.

Izbor toplotne izolacije je v prvi vrsti odvisen od nosilne konstrukcije. Na masivno steno se toplotnoizolacijske plošče ali lamele lepijo, sidrajo, žeblijo itd. Pri lahkih konstrukcijah je mogoče toplotno izolacijo (celulozne in lesne kosmiče, ovčjo volno, konopljo) tudi vpihovati med nosilne elemente. Na ta način toplotna izolacija dobro zapolni prostor, pri tem pa ni špranj, skozi katere bi uhajala toplota. Mehkejšje toplotne izolacije potrebujejo za pritrjevanje podkonstrukcijo.

Toplotne izolacije se med seboj razlikujejo tudi po ceni in ekološki komponenti. Koncept pasivne hiše že v izhodišču pomeni tudi prijazen odnos do okolja. Pri izboru gradiv je treba upoštevati, da so ti naravni, proizvedeni z minimalno količino vgradne energije in nimajo negativnih vplivov na človeka in okolje v celotnem življenjskem ciklusu, ki obsega proizvodnjo, vgradnjo, uporabo in odstranitev.

Sklep

Izbira tehnologije gradnje ni ključna za zagotavljanje standarda pasivne hiše. Plast toplotne izolacije mora imeti ustrezno debelino – toplotna prehodnost vseh gradbenih elementov mora biti največ $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, pri prostostoječi enodružinski hiši se priporoča celo pod $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Pri načrtovanju in izvedbi je bistven neprekinjeni toplotni ovoj po celotnem prerezu zgradbe – na stenah, strehi in tleh proti terenu. Toplotni ovoj pasivne hiše mora biti v celoti izveden brez toplotnih mostov in zrakotesno – ne glede na to, iz kakšnega gradiva je.