

KONSTRUKCIJE ZIDOVA PASIVNE KUĆE

Broj se izgrađenih pasivnih kuća povećava. U Austriji je izgrađeno više od 5000 kuća, a po predviđanjima tamo će svaka četvrta kuća izgrađena u 2010. godini biti u pasivnom standardu. U Beču su u listopadu 2009. započeli s projektiranjem najvećega stambenog naselja s pasivnim kućama na svijetu, nazvanog *Eurogate*. U dvije će se godine na 22 ha površine izgraditi 740 stanova u pasivnom standardu koje trenutčno projektira šest različitih projektantskih ureda. Završetak izgradnje stambenog naselja koje će u konačnici imati 1700 stanova za četiri do pet tisuća ljudi predviđen je do 2016.

Nažalost, ne postoji podatak koliko je u 2009. u Hrvatskoj izgrađeno pasivnih kuća (općenito za Hrvatsku nema nikakvih evidencija), u susjednoj ih je Sloveniji približno 50 koje za grijanje trebaju manje od 15 kWh/(m²a). Kratak uvid pokazuje da se pasivne kuće grade blok-elemenatima, drvom, a zanimljiv je sustav opečnih elemenata i polistirena. Sve je češća masivna gradnja opekom. Valja istaknuti da su za pasivne kuće primjerene sve vrste konstrukcija.

Konstrukcije kosih krovova kod pasivnih su kuća, kao i kod običnih kuća, lagane. Između nosivih je drvenih rogova ili drvenih I profila toplinska izolacija, na unutarnjoj strani parna brana, na vanjskoj sekundarni krov i pokrov. Za temelje, tj. temeljnu ploču nadomjestka za armirani beton gotovo nema, postoje različiti načini ugradnje. I, naravno, debeli sloj toplinske izolacije.

Puno je različitih vrsta konstrukcija za vanjske zidove. Upotrebljavaju se masivne i lagane konstrukcije. Izbor ovisi o naklonjenosti investitora te najviše o cijeni. Jednaki se rezultati

postiću s masivnim i laganim konstrukcijama, kao i s različitim materijalima. Često je odlučujuće znanje projektanata i izvođača – radovi se mogu učinkovitije izvesti s materijalima i postupcima kojima ste vični.

Masivni zidovi

Masivna gradnja od blok-elemenata najrašireniji je način gradnje i za pasivne kuće. Kod masivnih je zidova nosiva konstrukcija od opečnih blokova, opečnih blokova punjenih perlitom, blokova od betona ili laganoga betona. Na vanjskoj je strani odgovarajuće debeli sloj toplinske izolacije. Za postizanje standarda pasivne gradnje jednoslojni zidovi bez toplinske izolacije nisu upotrebljivi. Zidovi pasivnih kuća mogu biti i od betona koji se na gradilištu ulijeva u

predgotovljene opladne elemente (izgubljeni oplata). Na vanjskoj strani zid ima odgovarajući sloj toplinske izolacije. Zidovi od betona imaju dobru zrakonepropusnost.

Za izvedbu masivnih zidova na tržištu su na raspolaganju posebni opladni elementi od polistirena. Ti elementi imaju na vanjskoj strani deblji sloj polistirena, na unutarnjoj tanji. Sastavljaju se na mjestu izvedbe, u otvore se stavlja potrebna armatura, a zatim se otvori zalijevaju betonom. Gradnja je jednostavna, a nema problema niti s toplinskim mostovima.

Debljina masivnoga nosivog zida ovisi o statičkim zahtjevima. Obloga pročelja može biti, kao kod običnih kuća, ventilirana ili neventilirana. Problem može nastati kod debljih



Masivni zid – opečni zid i vanjska toplinska izolacija od mineralne vune i ekstrudiranoga polistirena



Blok od polistirena širine 100 cm

obloga pročelja koje se učvršćuju na nosivi zid posebnim sidrima. Ona zbog deblje toplinske izolacije moraju biti dulja, no na tržištu ih zasađa nema dovoljno. Osim toga, sidra su toplinski most u konstrukciji zida.

Lagani zidovi

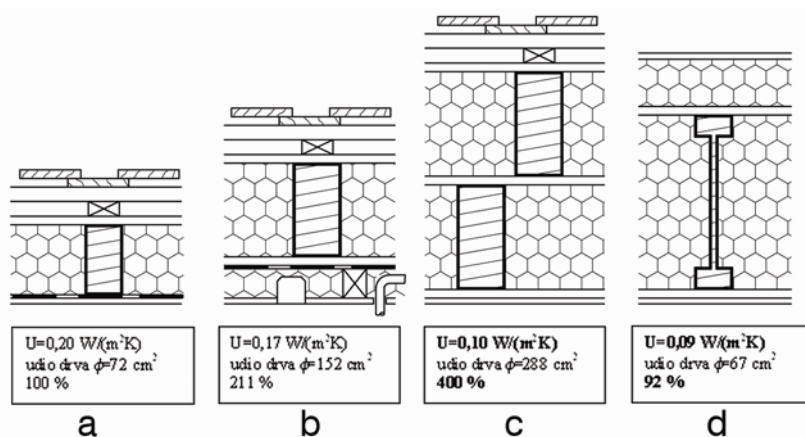
Od klasične tehnologije gradnje drvom razvili su se različiti sustavi koji su primjereni za postizanje pasivnoga standarda. Prednost je tih načina gradnje da toplinska izolacija nije pričvršćena za zid na vanjskoj strani već je smještena između drvene konstrukcije. Na taj se način kod drvene kuće postiže jednaka toplinska izolacija s manjom debljinom zida.

Osnovna konstrukcija pasivne kuće od drva jest sustav stupova i greda koji čine drvene okvire. Međuprostor se može ispuniti mineralnom vunom, ovčjom vunom, toplinskom izolacijom od celuloznih pramičaka, drvenih vlakana ili lana. Zidovi pasivne kuće deblji su od uobičajenih što se postiže na različite načine. Debljina stupova i greda najviše je 16 cm, a to zidu pasivne kuće ne osigurava dostatnu toplinsku izolaciju. Stoga je potrebno zidnu konstrukciju sastaviti od više slojeva. Na vanjskoj strani zid dobiva dodatni sloj toplinske izolacije koji često nosi pročelnu žbuku. Umjesto žbuke primjerena je i ventilirana obloga pročelja od drva ili drugih materijala.

Na unutarnjoj se strani zida ispred parne brane (koja je često i zrakonepropusna ravnina) izvodi tzv. instalacijski sloj koji je dodatni sloj toplinske izolacije na zidu. Drugi je način sastavljanja zida postavljanje stupova u dvije ravnine koje su izmahnute da drvena konstrukcija ne bi stvarala toplinski most.



Drveni I nosači



Toplinska provodljivost laganih zidnih konstrukcija

Udio masivnoga drva u zidu proporcionalno je velik. Kako drvo ima veću toplinsku provodljivost od toplinske izolacije između nosive konstrukcije, to stvara u zidu toplinske mostove koji znatno oslabljuju toplinsku izolaciju zida. Slika 3. prikazuje toplinske provodljivosti laganih drvenih zidova pri različitim izvedbama.

Vanjski zid koji odgovara standardu pasivne kuće zahtijeva popriličnu debljinu i time veći udio drva. Racionalizaciju pri njegovoj upotrebi pred-



Model zidne konstrukcije s drvenim letvama

ča u usporedbi s pravokutnim masivnim stupovima ima 20 posto bolju toplinsku izolaciju – uz visoku statičku nosivost. Drveni I nosači izrađuju se u visini 20 do 50 cm.

Kako bi se smanjili toplinski mostovi u drvenoj konstrukciji zida, proizvođači traže različita rješenja. Jedno je takvo rješenje konstrukcija od drvenih letava između kojih je upuhana celulozna toplinska izolacija.

Toplinska izolacija

Debljina je toplinske izolacije, ovisno o materijalu i sastavu zida, između 25 i 40 cm (često i više). Kao toplinskoizolacijski su materijali za pasivnu kuću primjereni svi materijali takve vrste – umjetni anorganski i organski te prirodni. Od umjetnih anorganskih materijala upotrebljavaju se mineralne vune i pjenjeno staklo. Od umjetnih organskih toplinskoizolacijskih materijala najviše se rabe ekspanzirani i ekstrudirani polistiren, pjenjeni polietilen i pjenjeni poliuretan. Posljednjih se godina umjesto umjetnih materijala upotrebljavaju prirodni toplinskoizolacijski materijali – celulozna vlakna, drvena vlakna, kokosova vlakna, lan, konoplja, ovčja vuna, pluto, čak i slama. Toplinskoizolacijska svojstva većine spomenutih

materijala (osim slame) približno je jednaka.

Za ugrađivanje toplinske izolacije pasivnih kuća rabe se slični načini kao kod uobičajenih građevina, iako su zbog debljeg sloja toplinske izolacije nekako pričvršćene. Pričvršćuju se lijepljenjem, sidrenjem, čavljanjem, vijcima, ugrađivanjem s pomoćnim letvicama ili upuhivanjem.



Postavljanje toplinske izolacije upuhivanjem

Izbor toplinske izolacije ovisi o nosivoj konstrukciji. Na masivan se zid toplinskoizolacijske ploče ili lamele lijepe, sidre, čavljaju. Pri laganim je konstrukcijama toplinsku izolaciju (celulozne i drvene pramičke, ovčju vunu, konoplju) moguće upuhivati između nosivih elemenata. Na taj način toplinska izolacija dobro zapuni prostor te nema pukotina kroz koje bi izlazila toplina. Mekše toplinske izolacije za pričvršćivanje trebaju potkonstrukciju.

Toplinske se izolacije međusobno razlikuju i po cijeni i po ekološkoj komponenti. Koncept pasivne kuće već u ishodištu znači i ugodnost za okoliš. Pri izboru materijala treba uzeti u obzir jesu li prirodni, proizvedeni s najmanjim mogućim utroškom energije i imaju li negativnih utjecaja na čovjeka i okoliš u cijelom vijeku trajanja koji obuhvaća proizvodnju, ugradnju, uporabu i odstranjivanje.

Zaključak

Izbor tehnologije gradnje nije ključan za osiguravanje standarda pasivne kuće. Sloj toplinske izolacije mora imati odgovarajuću debljinu – toplinska provodljivost svih građevnih elemenata mora biti najviše 0,15 W/(m²K), pri slobodnostojećoj se obiteljskoj kući preporučuje i ispod 0,1 W/(m²K). Pri projektiranju i izvedbi bitan je neprekinuti toplinski plašt po cijelom presjeku zgrade – na zidovima, krovu i podu prema terenu. Toplinski plašt pasivne kuće mora biti u cijelosti izveden bez toplinskih mostova i zrakonepropusno – bez obzira na to od kakvog je materijala.

Prof. dr. sc. Martina
Zbašnik-Senegačnik



Montaža toplinske izolacije od staklene vune