

ARHITEKTURNO NAČRTOVANJE PASIVNE HIŠE

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

V zadnjem letu se je pojem pasivna hiša že precej uveljavil, čeprav veliko ljudi še zdaleč ne ve, kako pasivna hiša deluje in še bolj, kako jo narediti. Še enkrat – pasivna hiša je zgradba, ki ga ogrevanje potrebuje manj kot $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, torej manj kot 1,5 l kurilnega olja na kvadratni meter letno. To so tako nizke potrebe po toploti, da klasični ogrevalni sistem ni več potreben – zgradba ne potrebuje peči, radiatorjev, termostatskih ventilov, cevi, cisterne za kurivo itd. Da se lahko odpovemo klasičnemu sistemu ogrevanja pa mora biti pasivna hiša pravilno načrtovana in izvedena.

Pri zasnovi pasivne hiše je zelo pomembno, da že od prvih začetkov sodelujejo strokovnjaki z različnih področij. Poleg arhitekta, ki da zgradbi ustrezno likovno podobo in funkcionalno zasnovo, ter statikom, ki preveri nosilnost konstrukcije, sta nujno potrebna še gradbeni fizik in projektant strojnih inštalacij. Gradbeni fizik določi pravilno sestavo konstrukcijskih elementov in preveri energijsko učinkovitost zgradbe, projektant strojnih inštalacij pa predvidi ustrezen sistem prezračevanja in ogrevanje zgradbe. Pasivna hiša namreč zahteva dokaj kompleksno obravnavo, saj je zelo optimirana, zato je doslednost v vseh fazah nujna.

S stališča arhitekta je seveda najpomembnejša arhitekturna zasnova. Prve pasivne hiše, najstarejša je iz leta 1991, so imele precej enostavne oblike. Teoretična dognanja, da je potrebno zgradbo zasnovati tako, da skorajda nima več toplotnih izgub, so namreč najlažje v praksi dokazali z reševanjem preprostih detajlov. Z leti so detajli za preprečevanje toplotnih mostov in zagotavljanje zrakotesnosti postali tako dovršeni, da je možna tudi precej razgibana arhitekturna podoba hiše, pa kljub temu dosežemo standard pasivne hiše. Tako so odveč skrbi, da bo uvajanje standarda energijsko varčnih zgradb poslabšalo podobo arhitekturne krajine. Tudi sedaj smo lahko kritični do marsikatero zgradbo, ki pa je poleg tega še energetsko potratna.

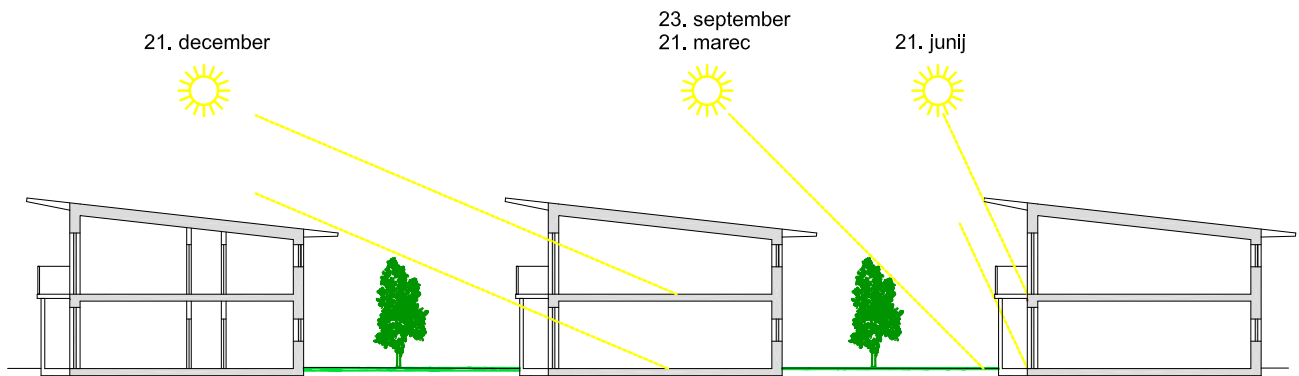
Načela arhitekturne zasnove pasivne hiše

Orientacija

V energijsko bilanco pasivne hiše so vključeni tudi toplotni dobitki, med katerimi so najpomembnejši dobitki sončnega obsevanja. Količina dobitkov sončnega obsevanja je odvisna od orientacije fasade, letnega časa in dnevnega gibanja sonca. Vzhodna fasada je najintenzivneje obsevana zjutraj, zahodna pa popoldne. Južna fasada je poleti obsijana manj kot vzhodna in zahodna, nasprotno pa je pozimi obsevanje na južni fasadi intenzivnejše kot na vzhodni in zahodni.

Pri izbiri zemljišča za gradnjo je treba upoštevati, da je za pasivno hišo najugodnejše, če je umeščena na južno orientirano zemljišče. Južna orientacija v hladnih delih leta omogoča maksimalno izrabo sončne energije in s tem kar do 40-odstotni doprinos k ogrevanju zgradbe. Pasivna izraba sončne energije ima torej ugoden vpliv na skupno toplotno bilanco zgradbe. Odklon zgradbe za 10° od južne orientacije energijsko število poslabša za $0,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{K})$. Zaradi tega se priporoča odklon od juga največ za $\pm 20^\circ$. Na južni fasadi se zaradi sončnih dobitkov priporočajo večje zastekljene površine.

Poleg orientacije zgradbe je za izrabo dobitkov sončnega obsevanja pomembno, da sončni žarki dosežejo hišo. Zasenčenje zgradbe z visokimi drevesi ali sosednjimi zgradbami znižuje učinkovitost dobitkov sončnega obsevanja. Razmaki med zgradbami morajo biti dimenzionirani glede na nizki vpadni kot zimskega sončnega sevanja. V bližini južne, vzhodne in zahodne fasade so lahko zasajena listopadna drevesa. Poleti so njihovi listi sončna zaščita, pozimi, ko odpadejo, pa sonce lahko sije na zgradbo.



Razmak med objekti je določen z zimskim vpadnim kotom sonca – zgradbe ne smejo zasenčiti sosednji objekti ali gosto rastlinje.

Oblika zgradbe

Največ toplote zgradba običajno izgublja skozi zunanji ovoj. Čim večja je površina zunanjega ovoja, tem večje so tudi toplotne izgube. Glavna postavka pri pasivni hiši je torej omejevanje toplotnih izgub skozi zunanji ovoj na čim manjšo mero. Do njih prihaja po celotnem ovoju zgradbe. Za zmanjšanje teh toplotnih izgub je zelo pomembno, da je zunanjih površin glede na volumen objekta čim manj. Razmerje med površino in volumnom se izraža s t. i. **faktorjem oblike**. Ta je najugodnejši takrat, ko je objekt kompakten in enostaven. Posebej ugoden faktor oblike je pri kvadratnih, okroglih, osemkotnih in elipsastih oblikah.

Pasivne standarde je sicer mogoče doseči tudi pri razčlenjenem ovoju zgradbe, vendar je cena za to precej višja. Pogosto obstaja prepričanje, da mora imeti pasivna hiša enokapnico ali ravno streho. Na splošno oblika strehe za delovanje pasivne hiše nima bistvenega pomena. Res pa je, da sta taki obliki strehe dober kompromis med uporabno površino in površino objekta. Pri hiši z enokapno ali ravno streho, ki sta orientirani na jug, je zaradi večjih površin fasade tudi večje sprejemanje sončnega sevanja pozimi.

Enodružinska prostostoječa pasivna hiša ima sorazmerno velik delež zunanjih površin glede na volumen. Ugodnejše oblikovne faktorje ima strnjena zazidava in veliki pasivni objekti.



Poslovna zgradba Energy base na Dunaju ima kompaktno obliko in ugoden oblikovni faktor.



Enodružinske hiše v Purkersdorfu v bližini Dunaja imajo enostavno kockasto obliko z ozelenjeno enokapnico.



Pasivna hiša v Schwarzbachu, okrogla tlorisna zasnova zgradbe daje ugoden oblikovni faktor.

Toplotna hierarhija

Toplotne izgube skozi steno so tem večje, čim večja je temperaturna razlika med obema površinama. Za zmanjšanje toplotnih izgub v zgradbi je smiselno na severni strani, kjer je temperatura na zunanji steni najnižja, predvideti prostore z nižjo temperaturo (npr. stopnišče, shrambo in druge pomožne prostore). Na južno fasado mejijo dnevni prostori, ki zahtevajo višje temperature in se dogrevajo s sončno energijo.

Že v fazi načrtovanja mora biti predvideno, kakšen temperaturni režim bo v kleti. Če je klet znotraj toplotnega ovoja zgradbe, potem mora biti ves čas ogrevana (in dobro izolirana). Če pa je neogrevana, mora biti zunaj toplotnega ovoja zgradbe. V tem primeru mora biti pritličje nad kletjo v celoti ustrezno izolirano (tudi pod nosilno steno). Težava so stopnice, kjer je treba predvideti sistem prekinitve toplotnega mostu in toplotnoizolacijska vrata. Enostavnejša je rešitev z zunanjim dostopom do kleti. Zunaj toplotnega ovoja so lahko tudi stopnišča in hodniki, še posebej pri večstanovanjskih objektih, kjer sicer predstavljajo velik del volumna objekta.



Večstanovanjska pasivna hiša v Freiburgu, stopnišče stanovanjske pasivne hiše je zunaj toplotnega ovoja.



Vrstna hiša v Darmstadtu ima vhod v hladno klet, ki je pod hišo in zunaj toplotnega ovoja, od zunaj (pogled s terase med gradnjo).

Optimalna sestava zunanjega ovoja

Za pasivne hiše je primerna večina gradbenih tehnologij. 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 lahкими 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.



Masivna gradnja iz zidakov je 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. K masivnim konstrukcijam se velikokrat šteje tudi zidake iz polistirena, v katere se na gradbišču vlije beton.

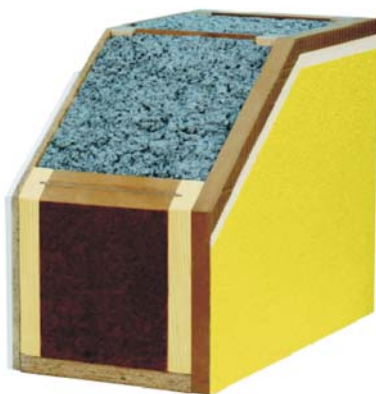
Za doseganje standarda pasivne gradnje enoslojne stene brez toplotne izolacije ne pridejo v poštev.

Toplotna izolacija iz kamene volne na opečni steni.

Pri t.i. **lahkih konstrukcijah** je najpogostejša uporaba lesa in sicer v obliki prefabriciranih elementov. Največ se uporabljajo: sistem stebrov in prečk, leseni okvirji, sistem baloon frame, konstrukcije iz masivnega in žebljanega lesa, votli elementi iz trislojnih plošč, nosilni elementi iz lesenega ogrodja itd. Med nosilno leseno konstrukcijo je toplotna izolacija iz različnih gradiv. Lahke konstrukcije so lahko izvedene v delavnici v obliki stenskih elementov, ali pa so v celoti sestavljene na gradbišču.



a



b



c

Modeli stenskih konstrukcij za pasivne hiše slovenskih proizvajalcev montažnih hiš

- a) okvirna konstrukcija iz masivnih stolk, vmes toplotna izolacija iz lesnih vlaken, na zunanji strani dodatna plast toplotne izolacije in omet, na notranji strani instalacijska ravnina z vmesno toplotno izolacijo in mavno-cementna plošča (arhiv Jelovica)
 b) stenska konstrukcija iz lesenih I-nosilcev, vmes toplotna izolacija iz celuloznih kosmičev (arhiv Lumar)
 c) masivna lesena stena s toplotno izolacijo iz lesnih vlaken na zunanji strani (arhiv Riko-hiše)

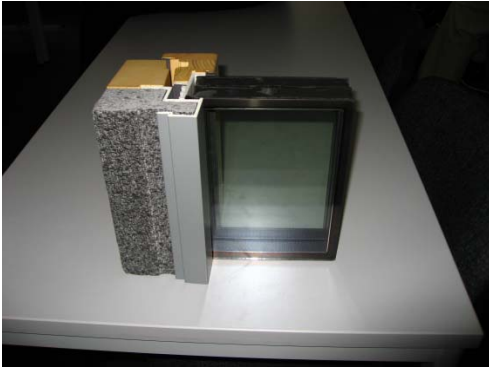
Ovoj pasivne hiše ima dobre toplotnoizolacijske lastnosti: vsi gradbeni elementi morajo imeti faktor toplotne prehodnosti $U \leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, pri enodružinskih hišah se priporoča celo nižje vrednosti ($U \leq 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Debelina toplotne izolacije je odvisna od gradiva in sestave stene ter znaša od 25 do 40 cm. 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 sta največ v uporabi ekspanzirani in ekstrudirani polistiren pa tudi penjeni polietilen in penjeni poliuretan. V zadnjih letih umetna gradiva uspešno nadomeščajo naravna toplotnoizolacijska gradiva kot so celulozna vlakna, lesna vlakna, kokosova vlakna, lan, konoplja, ovčja volna, pluta ... tudi slama.

Okna in vrata

Posebej za pasivno hišo so bila razvita specialna okna s trislojno zasteklitvijo, z nizkoemisijскими nanosi in plinom argonom v medstekelnem prostoru ter dodatno toplotno zaščitenim okvirjem. Te zasteklitve imajo dve prednosti:

- v srednji Evropi prepustijo okna pozimi več sončne energije v prostor kot toplote iz prostora;
- površinske temperature na notranji strani so tudi v zimskem času trajno tako visoke, da ne nastanejo niti občutna zmanjšanja sevalne toplote niti moteči slap padajočega hladnega zraka ob oknu.

Za preprečevanje poletnega pregrevanja morajo imeti zastekljene površine ustrezno sončno zaščito.



Model okna za pasivno hišo: trislojna zasteklitev in lesen okvir, ki ima na zunanji strani dodatno plast toplotne izolacije.

Zgradba brez toplotnih mostov

Ovoj zgradbe ni sestavljen samo iz pravilnih elementov, kot so ravne stene in streha. Mnogo več je na ovoju robov, vogalov, stikov in prebojev, kjer se pojavijo konstrukcijski toplotni mostovi. Za zgradbe, ki imajo toplotno izolacijo v standardu pasivne hiše, pomeni tudi samo eden nezmanjšan toplotni most bistveno motnjo skupnega koncepta. Da se odpravi toplotne mostove, je potrebno že v fazi načrtovanja z detajli preveriti vsa kritična mesta. Najpogosteje so to: priključek podstavka zgradbe proti neogrevani kleti oz. temelju, balkonske plošče, statično pogojeni preboji toplotne izolacije v steni, priključek stene na streho, atika, vgradnja oken in vrat v stensko konstrukcijo itd. Problematike reševanja toplotnih mostov se je treba lotiti kompleksno. Tako kot načrtovanje je pomembna tudi skrbna izvedba.

Zrakotesnost

Velik del toplotnih izgub v običajnih zgradbah povzročajo tudi netesna mesta v zunanjem ovoju. Zato mora biti zunanji ovoj pasivne hiše izveden zrakotesno. Za zagotavljanje zrakotesnosti je potrebno paziti na natančno načrtovanje, ki vključuje izdelavo vseh detajlov in njihovo izvedbo. Njeno učinkovitost se kontrolira s testom Blower Door. Pri masivnih objektih se tesnost doseže npr. z neprekinjenim notranjim ometom. Pri lahkih konstrukcijah iz lesa se na notranji strani vgradi parna ovira, ki hkrati predstavlja tudi zrakotesno ravnino. Poleg izbire primerne sistema tesnjenja so pomembni tudi stiki med posameznimi elementi. Za stikovanje se uporabljajo tesnilni trakovi in profili, lepilni trakovi, mehanske pritrditve ipd. Posebno pozornost je potrebno nameniti tudi zrakotesni vgradnji oken in vrat.



Pasivna hiša v Darmstadtu med gradnjo. Zrakotesnost zagotavljajo OSB-plošče, stiki med posameznimi elementi so skrbno zalepljeni.

Članek je bil objavljen v reviji Gradbenik, januar 2009.