

# ENERGETSKO VARČNA (PASIVNA) HIŠA PETEK

dr. Franci Petek

## POVZETEK

*V prispevku predstavljamo kako smo gradili svojo pasivno hišo. Glavni vzrok za odločitev take gradnje je bila želja čim manj z ogrevanjem in hlajenje obremenjevati okolje na eni strani, na drugi strani pa dolgoročno zmanjšati stroške delovanja hiše. Odločili smo se za leseno skeletno gradnjo. Ker smo tudi sicer želeli biti obdani z zdravimi materiali smo pri obodni steni uporabili materiale na osnovi lesa: Agepan fasadne in strešne plošče ter Trendisol celulozne kosmiče kot izolacijsko polnilo. Zrakostesnost smo dosegli s parno oviro Eko natur ali OSB ploščami, stike pa smo zatesnili z Air stop trakom. Uporabili smo visoko kakovostno stavbno pohištvo z skupno vrednostjo  $U = 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tako smo dosegli, da obod hiše nikjer nima  $U < 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , izmerjena zrakostesnost pa je  $n_{50} = 0,9$ . Hiša nima klasične centralne ogrevalne napeljave pač pa centralni prezračevalni sistem, ki je povezan na kombinirano napravo, ki opravlja več funkcij: prezračuje, ogreva, hladi in greje vodo. Lokacija hiše omogoča dobro osončenost hiše, kar smo z orientacijo hiše in ustreznimi steklenimi površinami v zimskem času želeli čim bolj izkoristiti.*

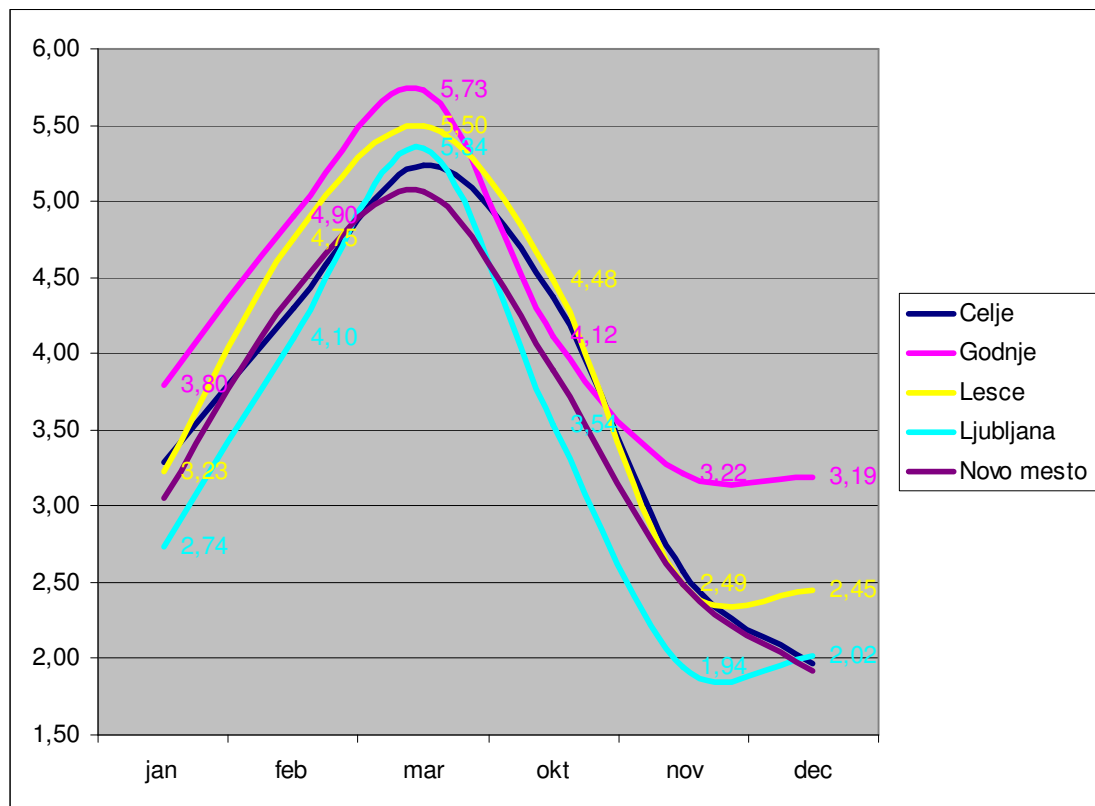
## 1. ZAKAJ ENERGETSKO VARČNA (PASIVNA) HIŠA?

Z ženo Polono sva že od same ideje o družinski hiši vedela, da bova gradila hišo, ki bo vsaj v osnovi lesena. S tem izhodiščem sva nekako zadovoljila najinim kriterijem, da naj bo hiša vsaj delno narejena iz lokalnih materialov ter takih, ki manj obremenjujejo okolje. Energetska varčnost hiše je bila prav tako v ospredju, vendar o pasivni hiši takrat še nisva razmišljala. Kot geografa pa sva oba prepričana, da prav vsak posameznik s svojim delovanjem v pokrajini lahko prispeva k čim manjšemu obremenjevanju okolja in prav pri gradnji hiše lahko dolgoročno zelo veliko pripomoremo k temu.

Bolj ko je zorela predstava kakšno hišo želiva bolj sva bila prepričana, da je sedaj najboljša in najcenejša prilika narediti energetsko varčno hišo. Prelomni trenutek je bilo srečanje z g. Mirom Škvorcem iz Eko produkta, ki je predlagal, da nama zgradi 3 litrsko hišo, saj pasivne hiše praviloma nimajo kleti oz. je težko doseči tesnost in pravilno izolacijo stavbe proti kleti brez toplotnih mostov, če detajli niso vnaprej načrtovani. Ker pa smo se odločili za najboljša Internormova okna in vhodna vrata je kasneje padla odločitev, da dodamo še 10 cm izolacije in vseeno poskusimo narediti hišo v pasivni izvedbi. Od tu naprej se je tudi za naju začelo učenje kaj točno je pasivna hiša, kako deluje, kakšne zahteve potrebuje. Teoretični izračuni potrebne energije za vzdrževanje želene temperature v tako grajeni hiši (na podlagi najinih načrtov hiše seveda), so naju prepričale, da bo taka naložba še kako smiselna, čeprav naj bi hiša po izračunih porabila nekaj več energije kot bi jo, če bi bila projektirana kot pasivna. Vendar so razlike v porabi tako nizke, da smo se odločili, da bomo razliko krili s kaminom, ki smo ga tako ali tako želeli imeti. Pomembno je bilo, da sva sredstva, ki sva jih imela za celotno gradnjo tako prerazporedila, da se je razlika v ceni zaradi debelejše in boljše izolacije ter boljšega stavbnega pohištva izgubila na račun manj dragih finalnih slojev (tla) in opreme hiše (osvetlitev, kopalnice, pohištvo).

## 2. ORIENTACIJA HIŠE – OSNOVA IZKORIŠČANJA SONČNE ENERGIJE

Še preden smo se odločili, da bomo gradili pasivno hišo, smo veliko skrb posvetili orientaciji hiše na ravni parceli. Lokacija namreč omogoča veliko izkoriščanje neposredne sončne energije saj ima za slovenske razmere veliko ur sončnega obsevanja na leto, kar nam potrjuje tudi slika 1 za meteorološko postajo Lesce (ki je 3 kilometre oddaljena od lokacije hiše). Na južni strani parcele v bližini ni visokih ovir, okoliško rastje predstavljajo listavci, ki pozimi prepuščajo sončne žarke, poleti pa ustvarjajo senco.



Slika 1: Primerjava povprečnega dnevnega števila ur sončnega obsevanja v jesenskih in zimskih mesecih med letoma 2000 in 2005 za izbrane slovenske meteorološke podatke (ARSO 2000 – 2005)

Za izhodišče smo postavili zahtevo, da bi v zimskem času, ko je sonce nizko na obzorju, »spustili« v hišo čim več neposredne sončne energije, poleti pa čim manj. Zato smo sleme strehe obrnili v smeri vzhod – zahod, daljšo južno steno smo 10° zamaknili iz juga proti zahodu ter sredino zamaknili izven osnovne linije in celoten izbočeni del oddeli v stekla. Nasprotno smo na severno fasado namestili le vhodna vrata ter dva majhna okna, ki osvetljuje in po potrebi zračita stranišče in shrambo, odpovedali pa smo se tudi frčadi in namesto nje v kopalnico speljali sončno cev, ki osvetljuje zgornjo kopalnico.

Že prvo zimo se je izkazalo, da sonce ob ne preveč oblačnih dneh v osrednji odprti prostor hiše sije od sončnega vzhoda do zahoda (14. februarja na primer od 7.30 do 17.10) in s tem sam uspe ogrevati celotno (!) hišo in ne le osrednji prostor v katerega sije. Nasprotno se je izkazalo, da tudi septembra (prej poleti še nismo bivali v hiši) sonce v osrednji prostor komaj posije (okna (še) nimajo zastorov), razen seveda zgodaj zjutraj skozi vzhodna okna, kar pa je ob bolj hladnih jutrih tudi prijetno.



*Slika 2: Pogled z juga: hiša je na ravnini brez visokih ovir na jugu, izbočeni del osrednjega prostora v hiši je obdan v stekla.*



*Slika 3: V zimskih mesecih skozi velika stekla pride dovolj neposredne sočne svetlobe, ki uspe ogreti celotno hišo, ne le osrednjega prostora v katerega sije.*

### 3. OSNOVNI VGRAJENI MATERIALI SO LESENI ALI NAREJENI NA BAZI LESA

Osnovna skletna konstrukcija je iz lepljenega lesa. Z zunanje strani smo jo zaprli z Agepan THD ploščo debeline 8 cm na katero smo kasneje nanесли paroprepustni tankoslojni fasadni omet Marmorit, ki ploščo ščiti pred vremenskimi vplivi, hkrati pa ekstremno prepušča vodno paro. Med leseno konstrukcijo smo vgradili 18 cm Trendisol izolacije. Na notranji strani stene je vgrajena parna ovira Eko natur ali OSB plošče, kjer so stiki tesnjeni z Airstop lepilnim trakom, ki ima 30 let garancije. Na notranji strani smo naredili še inštalacijski kanal, ki smo ga zapolnili s 14 cm Trendisola. Tako je skupna debelina izolacije 40 cm, skupna debelina stene pa 43 cm (!). Ker sprva nismo načrtovali pasivne gradnje temveč 3 litrsko smo na talno ploščo predvideli le 15 cm TI, zato smo naknadno izolirali še strop kleti z dodatnimi 5 cm izolacije. V streho smo ravno tako vgradili 40 cm Trendisol izolacije, kot sekundarno kritino pa smo uporabili Agepan ploščo, ki še dodatno izboljša fazni zamik prehoda toplote (vir: Ekoprodukt).



*Slika 4: Pogled iz severovzhoda: lesena skeletna gradnja čaka na fasadne plošče, sekundarna Agepan kritina pa na strešnike.*

Tesnosti stavbe smo namenili kar veliko časa, saj smo dodatno tesnili vse stike tako sten na temeljno ploščo, kot stik stena – streha. Poseben poudarek smo namenili tesnjenju oken ter stikovanju različnih materialov. Moram priznati, da smo zaradi nenačrtovanih detajlov vseeno mislili, da bo njihovo reševanje med gradnjo lažje in enostavnejše. Danes mi je popolnoma jasno zakaj mora biti v pasivni hiši vsak detajl skrbno načrtovan, kar pa lahko naredimo šele takrat, ko imamo potrebne izkušnje.

Kljub vsem težavam, ki smo jih sproti reševali je danes hiša narejena v skladu s pričakovanji. Vse obodne površine imajo  $U < 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Hiša nima toplotnih mostov, Okna imajo  $U = 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ , steklo  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Zanimivo je, da se ob mrzlih jutrih stekla orosijo na zunanji strani, na notranji strani pa so kljub temu prijetno topla. Izmerjena zrakotesnost je  $n_{50} = 0,9$  in je malenkost slabša od pričakovane, vendar

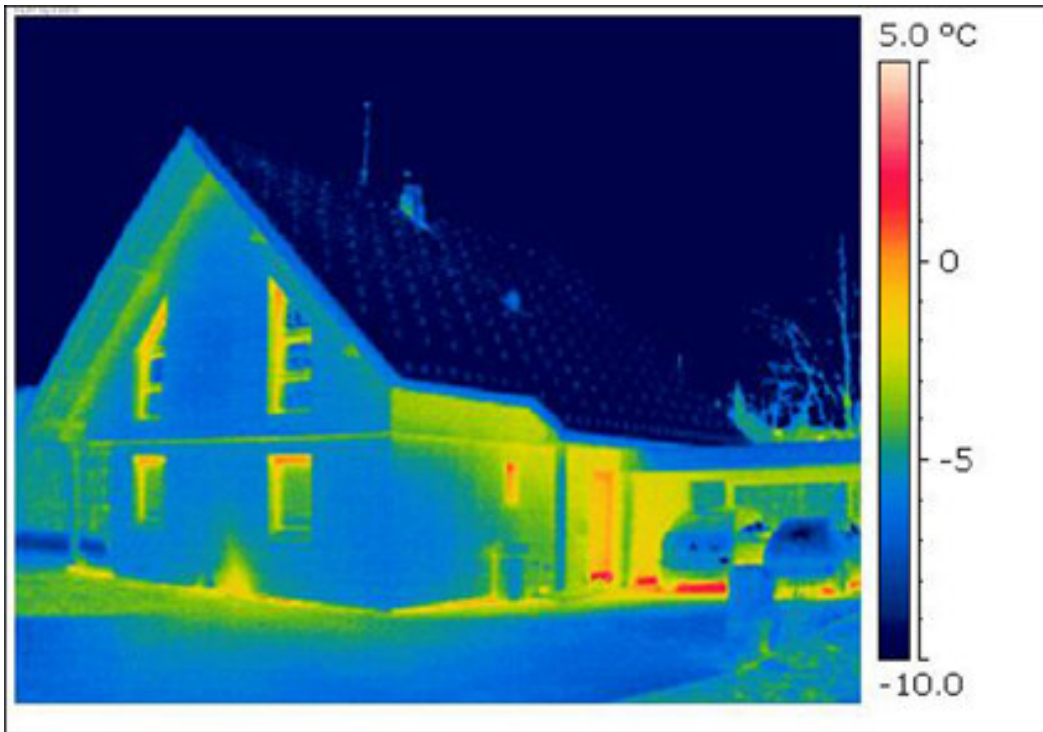
je potrebno upoštevati, da ima hiša klet ter da smo se med samo gradnjo odločili, da hiša ne bo 3 litrska temveč pasivna, zato določenih detajlov enostavno nismo mogli optimalno rešiti, kar pa ne pomeni, da so narejeni slabo. To nam je potrdila tudi termografija celotne hiše.



*Slika 5: Za parno oviro je zunanja stena že napolnjena s celuloznimi kosmiči, stiki med različnimi materiali ter odprtine v parni oviri pa zatesnjeni z Air stop trakom.*



*Slika 6: Veliko pozornosti je bilo namenjene izolaciji in tesnjenju detajlov pri stavbnem pohištvu: preko komprimiranega traku, ki se prilega neravninam, je nameščen še hidroizolacijski trak.*



Slika 7: Fotografija s termično kamero kaže na stabilno temperaturo zunanjega oboda hiše (Foto: Praznik M., ZRMK, december 2006).

#### 4. CENTRALNI PREZRAČEVALNI SISTEM IN REALNO PORABLJENA ENERGIJA

Hiša ima namesto klasičnega centralnega ogrevanja (radiatorsko ali talno v povezavi s kotlom ali zalogovnikom toplote) nameščen zgolj centralen prezračevalni sistem, katerega osnova je kombinirana prezračevalna naprava.



*Slika 8: Kombinirana prezračevalno – grelna naprava: vhodni zrak se pozimi predogreje, poleti pa predohladi preko izmenjevalca toplote, ki je povezan z 200 m klasičnega zemeljskega kolektorja.*

Z izračunom po PHPP smo izračunali toplotne izgube 9,5 W/m<sup>2</sup> oz. potrebno moč naprave 1700 W. Iskali smo izoliranosti hiše primerno napravo, ki bo hišo prezračevala, ogrevala in hladila. Pri izbiri je bila pomembna zahteva cena vgrajenega sistema in naprave, ki je temeljila na podlagi dejstva, da bomo (smo) več investirali že v samo energijsko učinkovitost zgradbe ter, da si želimo kamin. Odločali smo se med dvema možnostma: kompaktna naprava ali posamezne rešitve prezračevanja in ogrevanja. Žal smo ugotovili, da resnih izkušenj s strojnimi inštalacijami za zahteve take hiše v Sloveniji ni veliko, smo se na koncu odločili za Vitotres 343 podjetja Viessmann, saj smo menili, da so še najbolj zanesljiv partner pa tudi cena je bila relativno ugodna. Moč naprave je sicer 1,5 kW in je premajhna za pokrivanje celotnih potreb zato razliko pokrivamo s kaminom. Naprava ima rekuperator zraka, 250 l boljer, toplotno črpalko zrak-zrak, možnost namestitve sončnih kolektorjev, možnost namestitve dodatne zanke za radiatorje ter dodatni grelec 2 - 6 kWh. Naprava ima možnost zgolj prezračevanja ali pa tudi ogrevanja, kar pomeni, da takrat v prostor prihaja ogret zrak (do 44 °C). Izkazalo pa se je, da na ta način lahko zadovoljivo dogrejemo zgornje, manjše prostore, osrednjemu prostoru v hiši (cca 55 m<sup>2</sup>) pa se na ta način ohrani temperatura. Kadar so sončni dnevi tako ali tako ne rabimo dogrevanja (niti s prezračevanjem), kadar pa so oblačni in mrzli dnevi, pa si največkrat pomagamo z majhnim kaminom (kaminski vložek narejen posebej za pasivne hiše), ali najpreprostejšim električnim oljnim radiatorjem (2kWh). Eno ali drugo telo ponovno uspe ogreti celotno hišo, saj toplota iz spodnjega prostora preko odprtega stopnišča prehaja v zgornje prostore, če le odpremo vrata.



*Slika 9: Naj bolj prijetno opravilo lastniku hiše predstavlja kurjenje ognja v kaminu: vgrajeni kaminski vložek ima toplozračno napo, ki ogreva dve šamotni steni, to pa tudi v mrzlih dneh zadostuje za ogrevanje celotne hiše.*

## 5. ZA KONEC

Naša družina se v hiši počuti zelo dobro. V mesecih, ki smo jih preživeli v hiši, smo v primerjavi s prejšnjimi bivališči razliko občutili predvsem v ugodju bivanja. Ta gre verjetno predvsem na račun dokaj stabilne vlažnosti, ki se večinoma giblje med 40 % in 50 %. Zato tudi pri temperaturah okrog 20° C ni občutiti hladu oziroma je bivanje prijetno. S tem smo dobili potrditev za pravilno izbiro para prepustnih materialov.

Opazili pa smo, da je v hiši potrebno zagotavljati redno vzdrževanje temperature, čeprav je za to potrebno zelo malo energije. V dneh pred novim letom smo odšli od doma za nekaj dni, pri tem pa namenoma izklopili prezračevalno napravo, niti nismo pustili prižganega električnega radiatorja. Zunanja temperatura je bila prav v teh dneh ves čas pod lediščem, vreme pa je bilo oblačno. Ko sem se po treh dneh vrnil je temperatura v hiši padla malo pod 15° C

Zima je tudi pokazala, da je potrebno ustrezno dokončati stopnišče v klet, saj je vhodna veža ne le zaradi odpiranja vhodnih vrat (te tehtajo 120 kg in naši mali otroci jih nemalokrat pustijo odprte, ampak to je del resničnega življenja, kar sicer pri teoriji delovanja pasivnih hiš pač ne moreš upoštevati), bolj hladna od sosednjega osrednjega prostora tudi zaradi nedokončane izvedbe zrakotesnosti stopnišča iz kletne strani, potrebno bi bilo namestiti tudi ustrezna vrata, ki ločujejo kletno stopnišče in vhodno vežo.

Veliko prihranka pri strošku energije (elektrike), ki že sedaj ni visok pa si obetamo predvsem z nameravano namestitvijo sončnih kolektorjev, ki bodo namesto toplotne črpalke v sončnih dnevih ogrevali sanitarno vodo, ob viških pa tudi radiatorske lestve v kopalnicah. S tem bomo zadovoljili potrebo po nekoliko višjih temperaturah v kopalnicah, kar trenutno počnemo izključno z električnim grelnikom.

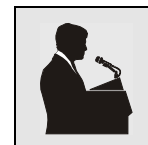
Za konec pa naj razočaram vse tiste, ki ste mnenja, da je v pasivni hiši potrebno živeti drugače. Mi tega nismo občutili, in to kljub temu, da so v hiši trije majhni otroci. Nismo obremenjeni s teoretičnimi zahtevami in si tega niti ne želim. Veseli pa me, da je delovanje hiše že sedaj poceni, tudi zaradi tega, ker to pomeni, da manj obremenjujemo naše ljubo okolje.

## 6. LITERATURA

1. ARSO 2000 - 2005, *Meteorološki letopis Slovenije za leta 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 in 2005, Mesečne vsote trajanja sončnega obsevanja, Agencija Republike Slovenije za Okolje, Urad za meteorologijo, Ljubljana.*
2. *Ekoprodukt*, <http://www.ekoprodukt.si>, prebrano 9. 3. 2007.

### O PREDAVATELJU

Mag. Tomaž FATUR, univ. dipl. inž. el.



*Franci Petek je v javnosti znan predvsem kot bivši smučarski skakalec in svetovni prvak iz leta 1991. Sicer je leta 1998 diplomiral, leta 2002 magistriral in leta 2004 doktoriral iz geografije na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Zaposlen je kot raziskovalec na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU, kjer ima naziv znanstvenega sodelavca. Prvenstveno se ukvarja s preučevanjem rabe in sprememb rabe tal v Sloveniji, regionalno geografijo ter geografijo podeželja.*