

## PRIMUS 137 – PASIVNA KUĆA U PRAKSI

Broj pasivnih kuća u Sloveniji raste. Tomu su pridonijeli brojni promocijski događaji, izobrazba struke i javnosti, razvojna usmjerenost unutar poduzeća i financijski poticaj Eko sklada koji nepovratnim financijskim sredstvima potiče gradnju energijski učinkovitih kuća, koje će ubuduće postati standard. Koncept pasivnih kuća danas je vrlo dobro poznat, veliki broj građevina u inozemstvu potvrđuje energijsku učinkovitost i visoku stambenu ugodnost. Unatoč tomu veliki se broj ljudi još pita jesu li podaci o minimalnoj potrošnji i maksimalnoj udobnosti realnost izvedene građevine.



Pasivna kuća Primus 137

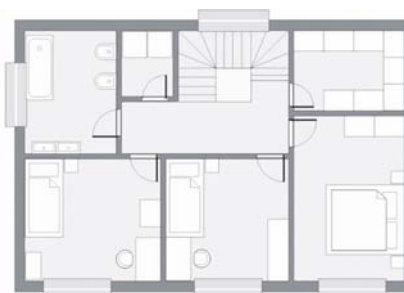
Pasivna kuća Primus 137 izgrađena je 2009. godine. Kuća je nadograđena u razred *Plus energetske kuće* jer na krovu ima 62,5 m<sup>2</sup> sunčanih kolektora. Za sada je to prva slovenska kuća koju je certificirao *Passivhaus institut Darmstadt* iz Njemačke. Investitor, slovenski gimnastičar Mitja Petkovšek, u njoj boravi već godinu dana. Na osnovi praćenja potrošnje i izvršenih detaljnih mjerenja, podaci dobiveni PHPP (*Passive House Planning Package*) proračunom mogu se usporediti s onima dobivenim mjerenjem.

Moderna, suvremena osnova kuće Primus slijedi koncept energijski učinkovite gradnje. Kompaktni je tlocrt zasnovan tako da se spavaći i dnevni prostor velikim staklenim površinama otvaraju prema jugu.



Tlocrt prizemlja

spoja vanjskih podrumskih zidova, podne ploče i montažne konstrukcije. Uz odgovarajući toplinski i zrakonepropusni plašt pri gradnji pasivnih kuća bitna je i gradnja bez toplinskih mostova. Uz tipske detalje

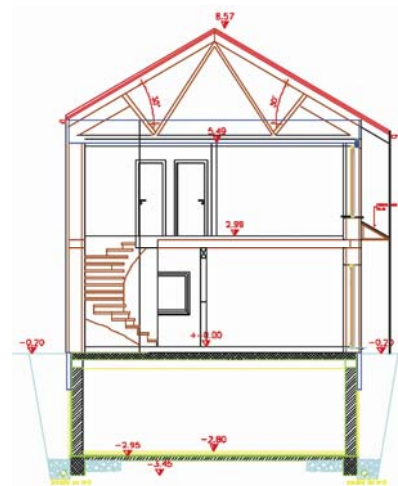


Tlocrt kata

Ravne linije pročelja i kompaktna graditeljska osnova s čistim detaljima smanjuju mogućnost pojava toplinskih mostova. Nadstrešnica iznad prizemlja, koja se preko nadozida prvog kata povezuje s dvostrešnom konstrukcijom odličan je primjer detalja u funkciji. S jedne strane osigurava dodani prostor za sunčane elektrane, a istodobno zasjenjuje stambene prostore u prizemlju. Dimenzija nadstrešnice projektirana je tako da duboko u prostor pušta nisko zimsko sunce, a ljeti štiti od prekomjernog zagrijavanja.

Precizno projektiranje potkrijepljeno je PHPP proračunom na osnovi kojega se tražilo energijski najučinkovitije rješenje. Jedna od osnovnih vodilja pri gradnji bila je osiguranje neprekinutoga vanjskoga toplinskog i zrakonepropusnog plašta. Građevina ima negrijani podrum koji je izuzet iz toplinskoga plašta kuće te su i stube koje vode u podrum izvan građevine. Toplinski se plašt završava na armiranobetonskoj ploči između podruma i prizemlja, a pri projektiranju i izvedbi ključan je bio detalj

koji se javlja pri gradnji svake pasivne kuće, kao što su ugaoni spoj vanjskih zidova, spoj zidne i stropne konstrukcije te zidne i krovne konstrukcije, posebno su važni detalji ugradnje prozora. Analizom toplinskih mostova detalj prozora se optimizirao tako da je utjecaj toplinskih mostova minimalan i odgovara kriterijima *Passivhaus instituta*. Vrijednost je ugrađenog prozora, uzimajući u obzir toplinski most,  $U_w < 0,85$  W/m<sup>2</sup>K.



Poprečni presjek građevine

Za gradnju kuće upotrijebljen je konstrukcijski sustav *Lumar Pasiv*, drveni sustav izoliran prirodnom toplinskom izolacijom na osnovi celuloze i drvenih vlakana koja na sebe vežu ugljični dioksid i smanjuju njegovo ispuštanje u okolinu. Nosiva su konstrukcija I nosači izolirani upuhivanom celuloznom izolacijom, za pročelje su upotrijebljene drvenovlakanaste pročeljne ploče. Na unutarnjoj je strani konstrukcija obložena OSB (*Oriented strand board*) pločama koje ujedno služe kao zrakonepropusna ravnina i kao parna brana. Krovna je konstrukcija drvena, za toplinsku su izolaciju upotrijebljeni slobodno nasuti celulozni pramčići. S donje je strane konstrukcija zatvorena OSB pločama te protupožarnim gips-kartonskim pločama. Uz građevnu stolariju od troslojnoga izolacijskog stakla, u kuću su ugrađeni prijenosnici topline za vraćanje topline izlaznoga zraka (rekuperacija) što osigurava ugodnost prostora. Jedan od kriterija pasivne kuće jest da temperatura obodnih površina zimi mora biti samo za 4,2° niža od prosječne temperature zraka u prostoru.

Elementi kuće su predgotovljeni u proizvodnoj hali, a izvedbeni detalji dorečeni već u projektiranju te je gradnja bila brza i čista. Pri montaži najveća je pozornost usmjerena pravilnoj izvedbi detalja i uporabi zrakonepropusnih traka koja je pri takvoj gradnji obvezna. Rezultat kvalitetnoga rada potvrdilo je mjerenje *Blowerdoor testom* kojim je gornja dopuštena vrijednost za pasivne kuće  $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ . *Blowerdoor test* služi za mjerenje propusnosti zraka u građevini, tako da se na vrata ugrađuje ventilator koji stvara razliku tlaka od 50 Pa u odnosu na vanjski zrak. Sva vrata i prozori moraju biti zatvoreni da bi se dobilo stvarno stanje propusnosti građevine. Kroz konstrukciju građevine zrak prodire van zbog razlike u tlakovima te se označava s  $n_{50}$ , a to je broj volu-

mena zraka koji se izmijeni kod razlike tlaka 50 Pa u jednom satu.

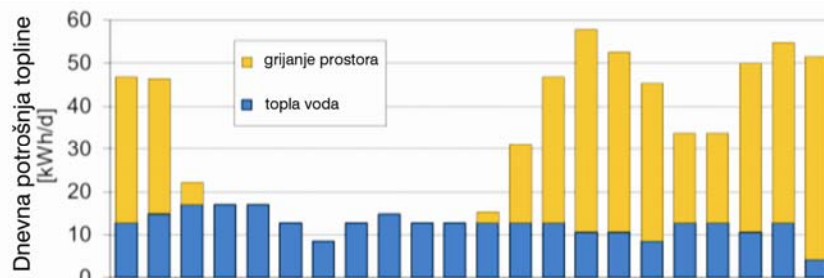
Fotonaponski su moduli na krovu, koji su dio sunčane elektrane, integrirani u krovnu konstrukciju, smješteni na južnome dijelu krova i na nadstrešnici iznad prizemlja. Predviđena proizvodnja električne energije je 8.000 kWh na godinu.

Proračunana potreba za toplinom za grijanje sukladno PHPP proračunu jest 14 kWh/m<sup>2</sup> na godinu, što uzimajući u obzir 137 m<sup>2</sup> stambene površine znači 1.918 kWh topline, tj. za lakše razumijevanje oko 190 litara loživoga ulja na godinu kako bi se kuća grijala na taj energent. Koncept pasivne kuće zasnovan je tako da se zbog minimalne specifične snage kuće griju toplozračno, ugrađenim prijenosnicima topline uz vraćanje topline izlaznoga zraka. Po principu da se dobrim toplinskim plaštom osigura maksimalno iskorištavanje unutarnjih izvora, ljudi i uređaja u kući. Tako bi se i kuća Primus mogla grijati toplozračno, no u dogovoru s izvođačima strojarskih instalacija u kuću je ugrađen kom-

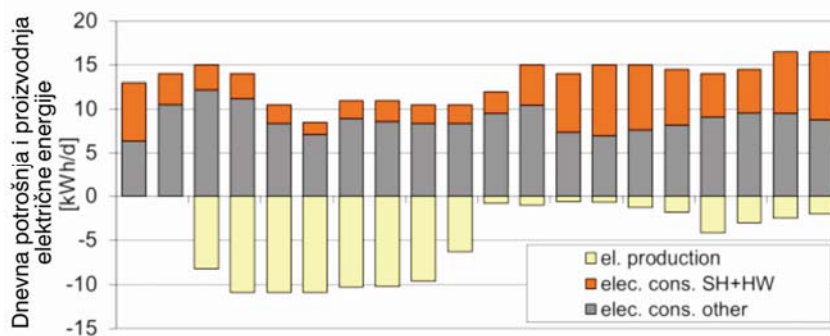
paktni uređaj koji ujedinjuje sustav prijenosa topline (rekuperatore) i toplinsku crpku koja osigurava toplinu za pripremu tople sanitarne vode te, prema potrebi, još nešto topline za rad podnoga grijanja.

Investitor je od početka stanovanja u kući točno pratio potrošnju energije za grijanje i pripremu tople vode. Ocijenjeni troškovi grijanja za godinu dana su 50 eura, a dodatnih 60 eura su troškovi pripreme tople sanitarne vode. U razmaku od 2. do 23. veljače 2011. detaljno su se mjerile temperatura i kvaliteta zraka. Kvaliteta se zraka mjerila sadržajem ugljičnoga dioksida. Dodatno se mjerila i količina proizvedene električne energije.

Rezultati su pokazali da se u određenim uvjetima pasivna kuća grijala samo energijom sunca. Početkom mjernog razdoblja bilo je sunčano vrijeme što se vidi i iz količine proizvedene električne energije. U tom je razdoblju noćna temperatura bila oko -5°C, a dnevna oko 10°C. Iz grafa 1. vidi se da u tom razdoblju grijanje uopće nije bilo potrebno.



Dnevna potrošnja topline za grijanje i pripremu sanitarne tople vode



Dnevna potrošnja i proizvodnja električne energije

Unutarnja temperatura u prostoru, koja je uvijek bila iznad 20°C, održavala se isključivo na osnovi pasivnog grijanja kroz velike staklene površine, toplinska je crpka u to vrijeme osiguravala samo toplu sanitarnu vodu. Stoga je iz grafa 2. vidljivo da je potrošnja električne energije u to vrijeme za kućanstvo bitno veća od potrošnje električne energije za pripremu tople vode. Magla na kraju mjerenoga razdoblja uzrok je veće dnevne potrošnje topline za grijanje. Iako je i u tom razdoblju potrošnja minimalna jer je potrošena električna energija za kućanstvo još uvijek veća od potrošene električne energije za grijanje i pripremu tople vode. Mjerenja su pokazala da je sadržaj ugljičnog dioksida u prostoru relativno konstantan, s prosjekom između 600 i 800 ppm (*parts per million*) te maksimalnom vrijednosti 1200 ppm. To je sukladno europskim normama gdje je gornja dopuštena vrijednost 1500 ppm koja u mjernom razdoblju nije pređena.

Mjerenjima je potvrđeno da pasivne kuće uz minimalnu potrošnju energije osiguravaju maksimalno ugodno stanovanje. Manja potreba za toplinom za grijanje, konstantna unutarnja temperatura, visoka površinska temperatura obodnih površina, kvalitetan zrak i ugodna stambena klima karakteristike su pasivne kuće koje djeluju i u praksi. O ugodnosti stanovanja rekao nam je nešto i investitor Mitja Pekovšek na kraju razgledavanja kuće. Nakon što neko vrijeme živi u pasivnoj kući misli da je odluka o gradnji upravo takve kuće pravilan odabir. Iako su čuli mnogo predrasuda o stanovanju u pasivnoj kući, njegova obitelj u kući živi sasvim uobičajeno, samo udobnije, ugodnije i jeftinije. Jedna od predrasuda bila je o otvaranju i zatvaranju prozora, naime pogrešno se misli da se u pasivnoj kući prozori ne smiju otvarati. Ono je dopušteno, ali nije potrebno. Samostalno je prozračivanje odlično jer se ne mora razmišljati o otvaranju prozora. Gosti

su uvijek nanovo oduševljeni zrakom u kući. Trošak energije za grijanje je zanemariv (50 – 60 eura na godinu). Sunčani i unutarnji dobici su zaista veliki sa znatnim utjecajem na energijsku bilancu kuće. Kada za hladnoga zimskoga dana sja sunce potreba za grijanjem drastično se smanjuje i stojeći pokraj prozora ne može se zaključiti da je vani hladan dan.

Pasivna kuća *Primus 137* rezultat je višegodišnjeg razvoja u tvrtki *Lumar IG d.o.o.* i 2009. je predstavljala sljedeći korak u razvoju pasivnih kuća u Sloveniji. Kvalitetu kuće, uz certifikat *Passivhaus instituta*, potvrđuje i priznanje *Zelena misija* na natječaju za energijski najštedljivije kuće u 2011. u Sloveniji. Pravilnim projektiranjem i kvalitetnom izvedbom, pasivne kuće i u praksi daju odlične rezultate.

Tanja Vrančić

Izvor:

Zbornik *Pasivna kuća–sada i ovdje*