

GRADNJA PASIVNE HIŠE – PREZRAČEVANJE IN OGREVANJE (6. DEL) PASIVNA HIŠA V ROŽNI DOLINI V LJUBLJANI DOBIVA KONČNO PODOBO

Besedilo in fotografije:
prof. dr. Martina Zbašnik-Senegačnik,
Fakulteta za arhitekturo
Univerze v Ljubljani

V Rožni dolini v Ljubljani je konec poletja 2019 Lumar IG d.o.o. začel z gradnjo enodružinske pasivne hiše. V nekaj mesecih je hiša počasi dobivala končno podobo, posamezni koraki tega procesa so bili predstavljeni v prejšnjih petih številkah revije Gradbenik.

Pasivna hiša mora imeti energijsko neprehoden toplotni ovoj – z debelo plastjo toplotne izolacije, posebej za ta namen razvitimi okni in vhodnimi vrati z odlično toplotno izolativnostjo, celoten ovoj pa mora biti izveden brez toplotnih mostov in zrakotesno. Na ta način zmanjšamo transmisijske in prezračevalne izgube toplote na minimalno mero. Poleg tega je potrebno poskrbeti za oskrbo stavbe s svežim zrakom in za ogrevanje.

Prezračevanje

Zrakotesen ovoj sicer preprečuje nekontrolirane prezračevalne toplotne izgube, s tem pa tudi dotok svežega zraka, ki ga v stavbi nujno potrebujemo. Da bi zagotavljali sveži zrak, bi morali odpirati okna veliko bolj pogosto, kot smo navajeni, še posebej pozimi. To je praktično težko izvedljivo, pa tudi izredno neracionalno. Z odvajanjem izrabljenega zraka iz prostora odvajamo toploto, kar zmanjšuje toplotno ugodje v prostoru in večja zahteva po ogrevanju. Zaradi nezadostnega prezračevanja postane zrak slabe kakovosti, na notranji strani zunanjih sten stavbe lahko prihaja do kondenzacije vlage in pogosto do pojava plesni.

Da bi zmanjšali toplotne izgube zaradi prezračevanja, hkrati pa dosegli optimalno kvaliteto zraka, je v skladu s standardom pasivna hiša obvezna vgradnja sistema kontroliranega mehanskega prezračevanja z vračanjem toplote od-



Pasivna hiša v Rožni dolini, marec 2020

padnega zraka (t. i. rekuperacija). To pomeni, da topli odpadni zrak odda toploto hladnemu vstopajočemu zraku, kar dodatno zmanjšuje toplotne izgube zaradi prezračevanja. Poleg tega ima sistem tudi filtre, ki dovedenemu zraku odvzamejo pelod in prah, kar je velika prednost za alergike.

Delovanje prezračevalnega sistema v pasivni hiši

Prezračevalna naprava dovaja sveži zrak v t. i. »dovodne« prostore (dnevna soba,

jedilnica, spalnice, delovna soba), izrabljen zrak pa odvaja iz »odvodnih« prostorov, obremenjenih z vlago in vonjavami (kuhinja, stranišče, kopalnica, lahko tudi pomožni prostori).

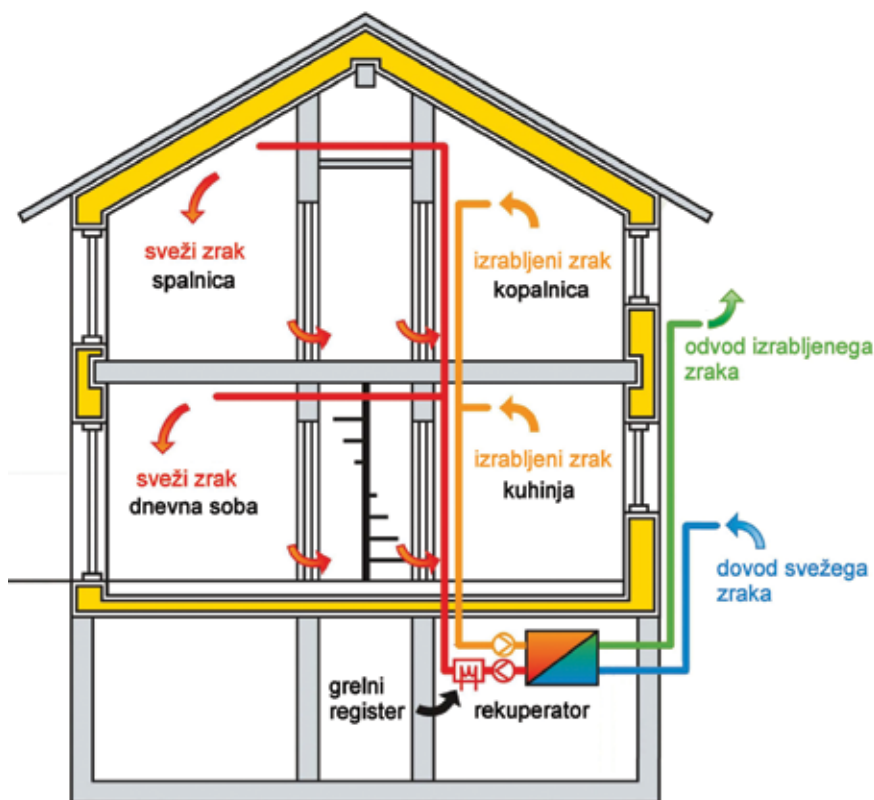
Zunanji sveži zrak se zajema zunaj objekta skozi zaščitno rešetko na fasadi ali na strehi, nato pa po dobro toplotno izoliranih ceveh dovede do prezračevalne naprave. Pred vstopom se v filtru izločijo prašni delci. V prenosniku toplote (imenovanem tudi rekuperator) se sveži zrak predgreje s toploto odpadnega zra-

ka, ki se izsesava iz stavbe. Od tu gre ogreti sveži zrak prek razvodnega sistema v dovodne prostore. Izrabljeni zrak se zajema v odvodnih prostorih in po kanalih odvede do prezračevalne naprave. V prenosniku toplote odda toploto svežemu in hladnemu dovodnemu zraku, nakar se po dobro toplotno izoliranih ceveh odvede na prosto.

Zrak se dovaja v prostor preko difuzorjev na stropu ali steni, vedno v višini nad 200 cm. Za doseganje enakomerne razporeditve zraka po prostoru dovod in odvod zraka ne smeta biti preblizu skupaj. Najbolje ju je postaviti v prostoru diagonalno. Med dovodnimi in odvodnimi prostori mora biti omogočen ustrezen pretok zraka. Najbolj enostavna pot za



Difuzor za dovod svežega zraka v »čiste« prostore - dnevna soba, spalnice in otroške sobe (a) in difuzor za dovod zraka iz »umazanih« prostorov - kuhinja, kopalnica, shrambe, tehnični prostori (b)



Shema delovanja kontroliranega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka

Prezračevalna naprava se postavi v suh prostor. Najprimernejše mesto je znotraj toplotnega in tesnjenege ovoja zgradbe, in sicer v pomožnih prostorih v pritličju, kleti ali na podstrešju.

Sodobni prenosniki toplote v prezračevalnih napravah imajo že zelo visoke izkoristke in skoraj v celoti izrabijo toploto izstopajočega zraka (tudi nad 90 %). Tako večina toplote ostane v stavbi, ob tem pa je zrak v prostoru vedno svež.

Delovanje prezračevalne naprave je popolnoma nemoteče - zrak se skozi



Vstopno ustje za dovod svežega zraka (levo) in izstopno ustje za odvod izrabljenega zraka iz hiše (desno) sta pokrita s pokrovom z mrežico.

Kanali za dovod in odvod zraka so fleksibilne cevi, ki se vgradijo v toplotno izolacijo pod talnim estrihom, pod stropom ali v steni.

pretok zraka je reža pod vrati, ki je nekoliko večja kot običajno - do 1,5 cm.



Razvod cevi za prezračevanje poteka po tleh zgornje etaže.

prostor pomika brez šumov in počasi, njegovega gibanja ni mogoče zaznati. Navadno prezračevalne naprave obratujejo na treh jakostnih stopnjah: na najnižji ponoči in takrat, ko nas ni doma, na srednji pri normalnih aktivnostih v prostorih čez dan in na najmočnejši stopnji, ko dobimo obiske – ali če se nam zgodi nesreča v kuhinji ...

Poudariti je potrebno, da prezračevalna naprava ni klimatska naprava, o kateri ima veliko ljudi pomisleke. Ta namreč ves čas obdeluje isti zrak, ki je v hiši. Pri mehanskem prezračevanju pa v stavbo ves čas prihaja sveži zrak od zunaj in se v prenosniku toplote le ogreje (ali ohladi) s toploto izrabljenega toplega zraka, ki stavbo zapušča.

Ogrevanje

Kvaliteten, dobro načrtovan in izveden ovoj stavbe, in prezračevanje, ki izrablja toploto izstopajočega zraka, omogoča v pasivni hiši le malo toplotnih izgub. Zaradi tega so potrebe po toploti za ogrevanje tako majhne, da klasični ogrevalni sistemi z radiatorji niso več potrebni. Pri pasivni hiši se lahko uporablja t. i. toplozračno ogrevanje.

Zrak, ki se s prezračevalno napravo dovaja v bivalne prostore, se v hladnih dneh nekoliko dogreje. Pri nas se zaradi klimatskih razmer poleg dogrevanja dovodnega zraka večinoma vgradi še dodatni aktivni ogrevalni sistem. To je lahko kamin majhnih toplotnih moči (največ 2 kW do 3 kW), ki ima vgrajen hranilnik toplote (npr. 500 kg betona ali šamota). Šarm kamina je poleg prijetne »sevalne« toplote še pogled na ogenj, kar ustvarja domačnost. Pri nas se, razen na Primorskem, najpogosteje uporablja sistem talnega ogrevanja, kot vir toplote pa toplotna črpalka, ki zagotavlja toploto za ogrevanje stavbe in tudi sanitarne vode.

Prezračevanje in ogrevanje v hiši v Rožni dolini

Tudi družinska pasivna hiša, ki je nastala v Rožni dolini v Ljubljani, je začela dobivati končno podobo. V nekaj tednih od montaže so sodelavci podjetja Lumar IG, ki jo gradi, zaključili z izvedbo toplotnega ovoja – stavba ima dobro toplotno izolirano temeljno ploščo (izdelalo jo je podjetje S Plan d.o.o.), stene in streho, ovoj ima sklenjeno toplotnoizolativno plast, zrakotesno ravnino in je brez toplotnih mostov (Gradbenik 1-2, 2020). S



Montaži hiše sledi najprej razvod vodovodnih in električnih instalacij, ki potekajo po plošči



Cevi za prezračevanje spodnjih prostorov potekajo po tleh zgornje etaže (levo dovod zraka v spalnico in desno odvod zraka iz kuhinje, oboje v pritličju).



Sveži zrak se v zgornje prostore dovaja preko difuzorjev na stenah.

tem so se toplotne izgube zmanjšale na 11 W/m², kar je več, kot lahko nadomesti toplozračno ogrevanje. Potrebovali bomo dodatni ogrevalni sistem.

Za dotok svežega zraka v naši hiši bo skrbel prezračevalna naprava z rekupe-ratorjem, ki je nameščena v tehničnem prostoru. Izbrana je bila prezračevalna naprava s certifikatom Passivhaus Instituta dr. Wolfgang Feist z učinkovitim



Prezračevalne cevi iz posameznih prostorov so priklopljene na razdelilni kolektor ob prezračevalni napravi. Ta ima vlogo brezšumne razdelitve toka zraka in dušenje zvoka, kar preprečuje prenos zvoka po ceveh med posameznimi prostori. Cevi za prezračevanje so iz PVC. To so rebraste gibke cevi premera 7 cm, v primeru večjega pretoka zraka se vzporedno vgradi več cevi.



Cevi za prezračevanje so položene v plast zvočne izolacije.

izkoristkom regeneracije toplote 85 %. Vgrajeni entalpijski izmenjevalnik bo v hladnih zimah zmanjševal pojav presu-hega zraka. Večina razvoda cevi poteka po medetažni konstrukciji – za prezračevanje zgornjih prostorov potekajo cevi po tleh medetažne konstrukcije do stene in nato vertikalno po steni do višine nad 2 m. Za prostore v pritličju pa potekajo po tleh zgornje etaže do preboja navzdol. Difuzorji za dovod in odvod zraka so torej v zgornji etaži na steni, v spodnji pa na stropu. Cevi za prezračevanje so obdane in prekrte z zvočno izolacijo EPS v skupni debelini 11 cm. Prazna mesta ob ceveh, ki nastanejo zaradi razreza plošč EPS, se zapolnijo s stirobetonom (beton z vmešanimi kroglicami EPS). Zvočna izolacija je prekrita z ločilnim slojem (npr. PE folija), ki jo ob polaganju mokrega estriha ščiti pred navlaženjem.

Nad zvočno izolacijo oz. ločilno plastjo potekajo cevi talnega ogrevanja, položene so na sistemske tirnice, skupna dolžina cevi je 1400 m! Ob zunanjih stenah hiše, pred okni in zunanjimi vrati ter nad previsom stavbe so cevi zgoščene, saj v teh predelih prihaja do večjih toplotnih izgub. V vsaki etaži je nameščena razdelil-

na omarica talnega ogrevanja z desetimi vejami. Pred vgradnjo estriha je izvajalec opravil tlačni preizkus.

Pasivno hišo v Rožni dolini ogreva toplotna črpalka zrak/voda z integriranim 200-litrskim bojlerjem za sanitarno vodo in 50-litrskim zalogovnikom. Ogrevalni sistem bo aktiven predvsem ponoči in ob oblačnem vremenu. Ob sončnih dnevih bo prostore ogrevala sončna energija, ki bo vstopala skozi velike zastekljene površine. Za ogrevanje bo sicer potrebno zelo malo energije. Za primerjavo – za slabih 50 m² velik dnevni prostor (dnevna soba, kuhinja, jedilnica) bo npr. zadostoval toplotni tok 500 W, kar ustreza npr. učinku petih klasičnih 100 W žarnic na žarilno nitko ...

Talno ogrevanje v naši hiši je imelo med gradnjo še eno funkcijo – sušenje estriha. Najdaljši postopek v fazi gradnje obsega prav čas sušenja estriha. Vsaj 3 mesece traja, da je estrih dovolj suh za vgradnjo parketov in drugih talnih oblog. Malo ga je mogoče skrajšati z ogrevanjem. Postopek sušenja z ogrevanjem estriha v pasivni hiši v Rožni dolini je trajal skoraj 3 tedne. V predbožičnem času je temperatura vode v ceveh talnega ogrevanja narasla na 42 °C, zrak v prostoru pa precej nad 30 °C. Nato je sledila faza mirovanja toplotne črpalke, da se je temperatura znižala na 18 °C. Vmes so bili pa novoletni prazniki in ravno pravšnja temperatura za zdravico s prvimi gosti naše hiše.

Tako, glavni gradbeni posegi so bili z možnostjo aktiviranja prezračevalnega in ogrevalnega sistema v naši pasivni hiši zaključeni. Sledilo je polaganje talnih oblog in keramike, vgradnja sanitarne keramike, notranjih vrat, stopnic, finomontaža strojnih instalacij ter slikopleskarska dela. Vmes je bila potrebna še izvedba komunalnih priključkov, ki je hišo povezala z javnim električnim, vodovodnim in kanalizacijskim omrežjem, kar je izvedlo podjetje S Plan d.o.o.

Podjetji Lumar IG d.o.o. in S Plan d.o.o. sta vsa dela zaključili v zelo kratkem času in naša hiša je bila pripravljena na prevzem in nato vselitev. Tega smo se zelo veselili, saj smo se lahko spet vrnili domov. Naša pasivna hiša je namreč nastala na lokaciji stare hiše, zato smo se morali začasno odseliti. Res je komaj verjetno – od odselitve, kateri je sledilo rušenje stare hiše in takoj nato izvedba temeljne plošče ter montaža in dodelava



Razvod talnega ogrevanja iz razdelilne omarice v zgornji etaži – cevi so položene na plast zvočne izolacije, zaščitene z ločilnim slojem.



Strojna vgradnja estriha na cevi talnega ogrevanja



Prezračevalna naprava (levo) in notranji del toplotne črpalke z bojlerjem z zalogovnikom toplote



Prvi je talno ogrevanje (med fazo sušenja estriha, ko so se tla dobro ogrela) preizkusil domači muc Oliver.



Med novoletnimi prazniki je bil čas za zdravico z lepimi željami za leto 2020



Zunanja enota toplotne črpalke z uparjalnikom za odvzem toplote iz okolice (v našem primeru zrak), v katerem se delovna snov (hladilo) pri nizki temperaturi upari in s egreje s toploto iz okolice.

nove pasivne hiše, je minilo komaj osem mesecev. Seveda vsa dela še niso popolnoma zaključena. Še nekaj časa bomo hišo opremljali, v posebno veselje pa nam bo snovanje zunanje ureditve.

Selitev v pasivno hišo je prinesla nove strokovne izzive. Glede na to, da že zelo dolgo aktivno sodelujem pri promoviranju

pasivne hiše in izobraževanju študentov arhitekture, arhitektov in drugih projektantov, so ti vezani na analizo pridobljenih izkušenj med gradnjo in z bivanjem v pasivni hiši. O tem pa v kakšnem prispevku čez nekaj mesecev, ko se bomo v novem domu ustalili.

Stroški električne energije pasivne hiše Zbašnik-Senegačnik v Rožni dolini

Poraba elektrike med 17. februarjem in 15. marcem 2020 je bila 290 kWh oz. slabih 50 EUR. V zajeti strošek sodi delovanje toplotne črpalke za ogrevanje prostorov (190 m² ogrevane površine) in sanitarne vode, delovanje prezračevalnega sistema in vse naprave, ki jih imamo v gospodinjstvu štirih članov družine.