

# GRADNJA PASIVNE HIŠE – MONTAŽA NA GRADBIŠČU (4. DEL)

## PASIVNA HIŠA V ROŽNI DOLINI V LJUBLJANI – MONTAŽA KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV NA TEMELJNO PLOŠČO

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

V dosedanjih treh prispevkih o gradnji montažne pasivne hiše, ki jo v Rožni dolini v Ljubljani gradi prof. dr. Martina Zbašnik-Senegačnik s Fakultete za arhitekturo Univerze v Ljubljani, smo predstavili osnovna izhodišča in projekt hiše, temeljenje oziroma izdelavo Seismic temeljne blazine ter načrtovanje in izvedbo toplotnega ovoja stavbe.

Že zelo dolgo se ukvarjam s promocijo energijske učinkovitosti stavb in izobraževanjem študentov, arhitektov, projektantov in laikov o tej temi. Po letih dela na tem področju je prišel na vrsto tudi družinski projekt – v Rožni dolini v Ljubljani gradimo družinsko pasivno hišo. Na lokaciji stare hiše smo začeli graditi novo.

Glede na kratek čas, ki smo ga namenili gradnji, smo se odločili za montažno leseno pasivno hišo in med številnimi zaupanja vrednimi podjetji iz Konzorcija pasivna hiša izbrali podjetje Lumar IG d.o.o. Izkušnje, ki so nastale ob nastajanju lastne pasivne hiše, delim v obliki prispevkov

na straneh revije Gradbenik. Morda bodo komu v pomoč in spodbudo.

### Preseganje standarda

Pasivna hiša po energijski učinkovitosti precej presega zahteve iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah. Na žalost največkrat pozabljamo, da pravilnik predpisuje najnižji standard, ali - povedano drugače - slabše od tega, kar je zapisano v pravilniku, se ne sme graditi. Hvaliti projekt s tem, da hiša dosega zahteve, ki jih predpisuje država, torej nima posebnega smisla. Bolj korektna do investitorjev bi bila izvedba projekta, ki vključuje vse trenutno znanje in komponente na trgu in izgradnja energijsko optimalne stavbe, kar pasivna hiša gotovo je.

Ob nekaj višjih stroških gradnje nastane stavba, ki bo potrebovala za ogrevanje zelo malo energije. Kot se je izkazalo tudi v našem primeru – po izračunu PHPP smo dosegli razred A1 (energija za ogrevanje  $Q_H \leq 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ). Tudi izračun je pokazal, da vlaganje denarja v dodatne ukrepe za še manjšo rabo energije za ogrevanje ne bi imelo učinka.

Zunanji ovoj pasivne hiše v Rožni dolini je dobro toplotno izoliran, brez toplotnih mostov in zrakotesen. Posamezni neprosojni konstrukcijski elementi ovoja imajo toplotno prehodnost  $U$  pod  $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , okna in vhodna vrata pa  $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Taka



Dovoz velikega kamiona s konstrukcijskimi elementi za pasivno hišo

sestava, skupaj z učinkovitim sistemom mehanskega prezračevanja z regeneracijo toplote izstopajočega zraka, bo omogočala porabo energije za ogrevanje hiše pod  $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ . Preračunano v kurivo to pomeni manj kot en liter kurilnega olja oz. manj kot en kubični meter zemeljskega plina na kvadratni meter na leto.

### Natančna izdelava

Konstrukcijski elementi za pasivno hišo v Rožni dolini so nastali v delavnici podjetja Lumar IG v Mariboru. Njihova izdelava mora biti zelo natančna, da je montaža na gradbišču enostavna in predvsem hitra.

Posamezni elementi so že dokaj zaključeni: stene imajo že vgrajeno stavbno pohišstvo, fasadna toplotna izolacija je ar-



Dvigovanje konstrukcijskih elementov z avtodvigali s kamiona na ulici preko okoliških preprek na gradbišče





Montaža stenskih elementov na temeljno ploščo



Dostava steklene volne Isovter za streho pasivne hiše



Polaganje elementa medetažne konstrukcije na steno prve etaže

Sestavljena je iz dveh plasti XPS-a po 12 cm, povezuje ju dvostransko samolepilna bitumenska hidroizolacija FIBRANhydro SEISMIC. Tako sestavljena plošča preprečuje toplotni most med stavbo in zemljo. Plošča mora biti izdelana zelo natančno – dopustna so le minimalna odstopanja: višinsko odstopanje  $\pm 5,0$  mm, dolžinsko odstopanje  $\pm 10,0$  mm in odstopanje diagonale temeljne plošče  $\pm 10,0$  mm. Pred montažo je predstavnik podjetja Lumar IG ploščo preveril in potrdil ustreznost dimenzij.



Transport toplotne izolacije na hišo

### Montaža pasivne hiše na gradbišču

Nastajanje hiše je dolg proces, vsaka faza zahteva razmislek in končno odločitev. In pride tudi dan, ko začne hiša fizično rasti, iz abstraktne predstave nastaja materialna oblika. V primeru montažne hiše do materializacije pride že v delavnici, kjer izdelajo elemente, jih naložijo na velik(e) kamion(e) (v našem primeru so bili štirje) in pripeljejo na končno lokacijo.



Pasivna hiša je dobila strešno konstrukcijo iz žebeljanih nosilcev



Kovinske ojačitve (sivi nosilci) in zvočna izolacija med stropniki medetažne plošče

Trenutek, ko se kamion zjutraj pripelje do parcele, kjer čaka pripravljena temeljna plošča, je veličasten, tudi čustven, prisoten je tudi strah, ali so bile odločitve pri nastajanju projekta prave. Ideje, ki so nastajale v glavi in se prelile na papir, bodo kmalu postale novi dom ...

problem dostopa kamiona z montažnimi elementi. Upravičeno. Dimenzije kamiona so presegale možnost uvoza na dvorišče.

mirana z lepilom in armirno mrežico, na notranji strani stene je instalacijska ravnina, v kateri so že vgrajene cevi za napeljavo instalacij (elektrika, voda, kanalizacija). V notranjih stenah so podometni splakovalni kotlički za WC, nosilno ogrodje za montažo WC školjke, inštalacijske razdelilne omarice za talno ogrevanje ... Elementi medetažne konstrukcije imajo vgrajeno kameno volno za zvočno zaščito pred zvokom v zraku. Notranje površine zunanjega ovoja so, razen proti strehi, povsod zaključene z mavčno kartonsko ploščo.

Temeljna plošča oz. Seismic temeljna blazina za pasivno hišo je bila izdelana kakšen teden pred montažo hiše. Pod armiranobetonsko ploščo debeline 25 cm je blazina FIBRANxps toplotne izolacije.



Pasivna hiša je s kovinskimi sidri pritrjena na temeljno ploščo



Zasilna kritina – zaščita pred dežjem





Parna ovira na stropu proti strešni konstrukciji je pritrjena na spodnji del žebeljanih nosilcev



Razrez steklene volne pred vgradnjo med žebeljane nosilce



Polaganje 50 cm steklene volne Isover,  $\lambda = 0,032 \text{ W/(mK)}$ , med žebeljane nosilce strešne konstrukcije,  $U = 0,068 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Sekundarna kritina in strešniki na prezračevani strehi

Alternativa je bila parkiranje na ulici, kar je za dva dni onemogočilo uporabo cestišča več sosedom. Izkazali so se z neverjetno strpnostjo, za kar si zaslužijo vso pohvalo. Na večini gradbišč nimajo take sreče.

Težave z logistiko ne povzročajo samo ozke ulice in velikost kamionov, temveč tudi sosednji objekti, drevesa in kabli električne in telefonske napeljave. In tudi to je rešljiv problem. Pred kamioni z montažnimi elementi za hišo sta prispeli dve avtodvigali. Eno je imelo nalogo dvigniti tovor z Lumarjevega kamiona in ga preko sosedovega veličastnega jesena prenesti na dvorišče, z drugim pa so elemente preko kabla električne napeljave postavili na temeljno ploščo.

Stenske elemente so z uporabo avtodvigala postavili na točno določeno mesto na temeljno ploščo oz. plast hidroizolacije, ki ločuje beton in les. Stene imajo utore za



Toplotna izolacija XPS na spodnji površini previsa

sidra, s katerimi so jih mojstri fiksirali v armiranobetonsko ploščo. Za premoščanje večjih obremenitev zaradi previsa zgornje etaže so v konstrukcijo vgradili kovinske nosilce in stebre. Na postavljene in med



Stenski elementi že v delavnici dobijo temeljni nanos tankoslojnega ometa, na montažnih stikih je še vidna plošča OSB



Na montažne stike med stenskimi elementi se vgradi fasadna toplotna izolacija



Temeljni nanos tankoslojnega ometa na fasadi





Obloga napušča s ploščami XPS

seboj povezane stene prve etaže so položili elemente medetažne konstrukcije. Vse to je bilo postavljeno v enem delovnem dnevu.

Naslednji dan je sledila montaža sten druge etaže in strešna konstrukcija iz žebeljanih nosilcev. Proti večeru je streha dobila zasilno kritino. Proizvajalec poskrbi, da ne pride do namočenja in poškodb v primeru padavin. Nič ne sme biti prepuščeno naključju ... Zaradi tega je bil vikend, ki je sledil, veliko bolj miren. Na strešno slame sicer nismo namestili smrečice, kot je pri slovenskih novogradnjah v navadi, pustili



Prva zdravica s sosedi, ki so s svojo strpnostjo pripomogli k pozitivnemu vzdušju ob gradnji

smo jo, da v gozdu še raste. Kljub temu pa smo odprli šampanjec!

### Dodelava

V tednih, ki so sledili, so se na zunanjem in notranjem ovoju stavbe izvajala dodelavna dela. Najprej je končno obliko in sestavo dobil strop nad nadstropjem: pod žebeljanimi strešnimi nosilci je bila vgrajena parna ovira in nato med nosilci 50 cm debela plast steklene volne Isover s toplotno prevodnostjo  $\lambda = 0,032 \text{ W/(mK)}$ . S tem je bila strešna konstrukcija pripravljena, da dobi kritino. Začela so se tudi

dodelavna dela na stenah, krpanje montažnih stikov. Na stikih med posameznimi stenskimi elementi, izdelanimi v delavnici in spojenimi na gradbišču, je bilo potrebno na zunanji in notranji strani vgraditi toplotno izolacijo in nato na zunanji strani izdelati finalni tankoslojni omet, na notranji strani pa pritrditi manjkajočo mavčno kartonsko ploščo. Končno so odstranili gradbene odre in pasivna hiša je začela dobivati zunanjo končno podobo.

Seveda delo še ni bilo končano, potrebnih je bilo še precej delovnih korakov. O tem pa v naslednjih prispevkih.