



Pasivna hiša v Rožni dolini v Ljubljani

IZKUŠNJE Z BIVANJEM V PASIVNI HIŠI VSA PRIČAKOVANJA SO BILA URESNIČENA IN DALEČ PRESEŽENA

Besedilo:
prof. dr. Martina Zbašnik-Senegačnik, u.d.i.a.,
Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani

- Pasivna hiša je trenutno optimalna energijsko
- učinkovita stavba, razmerje med ceno gradnje
- in prihranki energije za doseganje toplotnega
- ugodja v hiši je pri tej energijsko učinkoviti
- hiši najboljše. Višja investicija v večje
- prihranke energije za ogrevanje in hlajenje ne
- prinese sorazmernega ekonomskega učinka.

Pasivna hiša je po definiciji stavba, ki za ogrevanje letno zahteva največ 15 kWh na kvadratni meter ogrevane površine. Preračunano v kurivo to znaša 1,5 litra kurilnega olja oz. 1,5 kubičnega metra plina na kvadratni meter na leto. Za primerjavo – stavbe brez toplotne izolacije, ki so bile grajene v šestdesetih in sedemdesetih letih, rabijo lahko tudi 10-krat več energije. Tudi za ogrevanje stavb, grajenih po trenu-

tno veljavnem pravilniku, potrebujemo od 3 do 4-krat več energije kot v pasivni hiši.

Poudariti je potrebno, da zakonodaja določa minimalni standard, slabše od predpisane se ne sme graditi. Vsak gospodaren investitor bi torej moral imeti interes zgraditi čim boljše stavbo. Tako, ki ne bo že čez nekaj let izstopala po visokih stroških za ogrevanje. Na trgu so komponente po sprejemljivih cenah, imamo tudi dovolj znanja

za načrtovanje, svetovanje in gradnjo. Ni razloga, da odločitev za gradnjo (ali prenovo) ne bi vključevala energijsko najučinkovitejših standardov. Slovenija te odločitve spodbuja tudi z nepovratnimi finančnimi spodbudami, ki jih dodeljuje Eko sklad j.s. za skoraj nič-energijske stavbe (kot se pri nas formalno imenuje pasivna hiša).

S področjem pasivnih hiš se ukvarjam že 15 let, najprej s pridobivanjem znanj s

študijem tuje literature, nato z udeležbo na seminarjih na Passivhaus Institutu v Darmstadt pri dr. Wolfgangu Feistu, ki je pasivno hišo razvil. Od takrat se trudim posredovati znanja tako študentom na Fakulteti za arhitekturo kot tudi strokovni in laični javnosti.

Pred nekaj leti je nato dozorela ideja, da v Ljubljani v Rožni dolini postavimo družinsko pasivno hišo. Odločili smo se za gradnjo montažne lesene hiše. Zgrajena je bila v samo šestih mesecih, vanjo smo se vselili konec februarja 2020, tik pred izbruhom pandemije. V njej torej živimo leto in pol in v tem času smo si nabrali kar nekaj izkušenj z bivanjem tako v zimskih kot v poletnih razmerah.

Karakteristike pasivne hiše v Rožni dolini

Z izračunom PHPP (Passive House Planning Package – izračun energijske bilance objekta) in nato dodatnimi ukrepi in optimizacijo smo dosegli rabo energije za ogrevanje pasivne hiše $9,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Zunanja stena je lahka lesena konstrukcija s toplotno izolacijo iz kamene volne. Debelina stene znaša $40,6 \text{ cm}$, toplotna prehodnost $U = 0,109 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. V strešni konstrukciji je 50 cm steklene volne s toplotno prevodnostjo $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{mK})$. Toplotna prehodnost $U = 0,068 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Tla proti terenu so toplotno zaščitena s 24 cm toplotne izolacije XPS, toplotna prehodnost temeljne konstrukcije je $U = 0,097 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Okna imajo toplotno prehodnost $U = 0,74 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, vhodna vrata $U = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Toplotni ovoj za pasivno hišo je brez toplotnih mostov. Zrakotesnost pasivne hiše znaša $n_{50} = 0,34 \text{ h}^{-1}$ – v eni uri se bo pri 50 Pa podtlaka ali nadtlaka zamenjalo 34 odstotkov zraka (minimalna zahteva za pasivno hišo je $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$).

Za dotok svežega zraka v naši pasivni hiši skrbi prezračevalna naprava z rekuperatorjem z učinkovitim izkoristkom regeneracije toplote 85% in z entalpijskim izmenjevalnikom, ki v hladnih zimah zmanjšuje pojav presuhega zraka.

PHPP izračun, v katerega se poleg karakteristik vseh elementov ovoja stavbe vnese še površine posameznih konstrukcij zunanjega ovoja, orientacijo in klimatske razmere ter način prezračevanja, kaže, da so transmisijske toplotne izgube naše pasivne hiše v Rožni dolini zelo nizke, samo $10,7 \text{ W}$ na kvadratni meter. Potrebe po toploti zagotavlja toplotna črpalka zrak/voda z integriranim 200 -litrskim bojlerjem

za sanitarno vodo in 50 -litrskim zalogovnikom. Toplotna črpalka pozimi ogreva stavbo, poleti pa omogoča tudi hlajenje.

Prezračevanje

Prezračevanje še vedno buri duhove. Pasivna hiša mora biti zrakotesna, sicer bi skozi špranje v toplotnem ovoju prehajal zrak, kar bi povečevalo toplotne izgube, še vedno pa ne bi zagotavljalo ustreznih količin svežega zraka. Svež zrak zato v stavbo dovajamo mehansko in kontrolirano. (Hladen) zunanji zrak gre najprej v prenosnik toplote (imenovan tudi rekuperator), kjer prejme toploto (toplega) izstopajočega zraka. Nato gre po ceveh v posamezne »čiste« prostore

no kakovost zraka po vsej hiši. Raba energije za delovanje prezračevalne naprave je tako nizka, da ni razloga za improvizacijo.

Večno vprašanje je tudi hrup zaradi prezračevanja. Delovanje prezračevalne naprave se sliši samo pri viru, torej v tehničnem prostoru, kjer je locirana. Dotok svežega zraka skozi difuzorje v dovodnih prostorih je popolnoma neslišno. Tudi gibanja zraka se ne občuti.

V stavbah, ki imajo vgrajen prezračevalni sistem, se relativna zračna vlaga pozimi lahko precej zniža, kar bi lahko predstavljalo nelagodje. V dveh zimah, ki smo jih preživel v pasivni hiši, tega problema nismo zaznali. Del težav odpravi entalpijski izmenjevalnik



Temperatura ogrevanja je v vseh prostorih nastavljena na $22 \text{ }^\circ\text{C}$. V prehodnih obdobjih se prostori ogrevajo s toploto sonca, ogrevalni sistem se vklopi samo takrat, ko je oblačno ali ko sonce zaide.

(dnevna soba, spalnica, otroške sobe...), od tu pa v »umazane« (kuhinja, kopalnica, shrambe, garderobe, stopnišča ...).

Iz teh prostorov se zrak spet odvaja v cevi in v rekuperator, kjer odda toploto vstopajočemu zunanjemu zraku. Na ta način imamo v prostorih ves čas svež in topel zrak. Po mojem osebnem mnenju je prav kakovost zraka najvišja dodana vrednost pasivne hiše. Oken pozimi zaradi zračenja ne odpiramo, kar pa ne pomeni, da smo hermetično zaprti v hišo. Ne nazadnje – vrata na teraso odpremo vsaj dvajsetkrat na dan našemu mačku Oliverju, ki se ne ozira na težnjo po zmanjševanju toplotnih izgub. Prezračevalni sistem je vklopljen skozi vse leto, tudi poleti, ko imamo radi odprta okna. S tem zagotovimo enakomer-

v prezračevalni napravi, ki vlago, ki bi z izrahljenim zrakom sicer odšla iz stavbe, zadrži in vrne v stavbo. Nekaj vlage zagotovi redno kuhanje obrokov. Za dodatno vlago poskrbimo s sušenjem perila na zraku v tehničnem prostoru, ki se pozimi posuši skoraj tako hitro, kot se je v stari hiši v sušilnem stroju ... Nekaj vlage prispevajo tudi rastline, ki jih je z vsakim obiskom več ...

Vzdrževanje prezračevalnih cevi

Pogosta dilema pred odločitvijo za prezračevalni sistem v hiši so cevi, ki naj bi bile po prepričanju mnogih okolje za nemoten razvoj raznih organizmov. Po letu in pol izkušenj pritrjujem strokovnjakom in potrjujem moje trditve – cevi so čiste. Gojišče za



Toploto za talno ogrevanje zagotavlja toplotna črpalka zrak-voda.

organizme vseh vrst so vlažna in neprezračevana mesta, zrak v ceveh pa je preveč suh, da bi bil primerno okolje zanje. Na začetku cevi se sicer pod difuzorjem lahko nabere tanka plast prahu, ki pa sega samo kakšnih 10-15 cm v notranjost cevi in se ga enkrat letno z lahkoto odstrani s suho krpo.

Trenutno pri nas v kuhinji še vedno izvajamo »eksperiment«, zaenkrat nimamo nape nad štedilnikom, zrak v celoti odvaja prezračevalni sistem. Tudi v kuhinji cev za odvodni zrak ni bolj umazana od cevi v kopalnici ali tehničnem prostoru. Menim, da je odločitev za nabo lahko prepuščena posameznikom, odvisna pa je tudi od načina in vrste kuhanja. Pri nas peko mesa in rib na žaru, kar predstavlja največji vir maščob v zraku, opravimo zunaj na prostem.

Prezračevalna naprava ima dva filtra – za vstopajoči in izstopajoči zrak, ki ju je treba zamenjati približno dvakrat na leto. Potrebo po menjavi javi naprava sama. V nekaj mesecih se predvsem zunanji filter precej umaže, kar pomeni, da je preprečil zunanji umazaniji, da bi prišla v notranjost hiše. Spomladi isti filter preprečuje tudi vdor cvetnega prahu v notranjost. Učinkovitost je bila potrjena tudi pri nas, saj ima polovica družine seneni nahod. Težav zaradi cvetnega prahu v notranjosti ni, nastopijo pa takoj po izhodu iz hiše.

Preprečevanje pregrevanja notranjih prostorov

Pri pasivnih hišah je pomemben delež toplote v toplotni bilanci tudi sončna energija, ki se dovaja v prostore skozi zasteklitve. Zaradi tega se spodbuja oblikovanje velikih steklenih površin na južni, vzhodni in zahodni fasadi. Tudi naša pasivna hiša ima največ zasteklitvev orientiranih proti jugu. Poleti ta toplota ni dobrodošla, zato imamo takrat v času direktnega sončnega sevanja spuščene zunanje žaluzije.

Tako kot smo bili navajeni v stari hiši, imamo v vročih dneh v spalnicah radi ponoči odprta okna, nato zjutraj za kakšno uro odpremo vsa ostala okna, da hišo čimbolj shladimo. Preko dneva so okna večinoma zaprta. Na ta način smo letos tudi v dnevih vročinskih valov v hiši vzdrževali prijetne temperature. K temu je veliko pripomoglo tudi 50 cm toplotne izolacije iz kakovostne steklene volne na strehi. Letošnji vročinski valovi so bili relativno kratki – še preden bi se notranjost lahko pregrela, je prišlo do ohladitev, zato hlajenje s toplotno črpalko ni bilo potrebno. Je pa to dobrodošla rezerva za prihodnja vroča obdobja.

Stroški vzdrževanja toplotnega ugodja

V naši pasivni hiši prostore ogrevamo s talnim ogrevanjem, toploto zagotavlja toplotna črpalka zrak-voda. Temperatura ogrevanja je v vseh prostorih nastavljena na 22 °C. Dodatni ogrevalni vir predstavlja sonce, ki toploto pošilja v hišo preko zasteklitve. V prehodnih sezonah se prostori ogrevajo s toploto sonca, ogrevalni sistem se vklopi samo takrat, ko je oblačno ali ko sonce zaide. Stroški za ogrevanje naše pasivne hiše so zelo nizki, evidentirani so v ceni električne energije. Vanjo je zajetih več porabnikov – prezračevalni in ogrevalni sistem za 190 m² kondicioniranih površin, razsvetljava, topla sanitarna voda, vse naprave v štiričlanskem gospodinjstvu (hladilnik, zamrzovalna omara, pralni stroj, gospodinjski aparati, štedilnik za redno kuhanje, zelo pogosta uporaba pečice, TV, nekaj računalnikov, ki delujejo večino dneva). V zadnjem letu in pol, ko smo bili zaradi epidemije veliko doma, so bili pogosti porabniki energije tudi varilni aparat in električno ročno orodje, saj smo v novi hiši marsikaj postorili tudi sami.

Zanimiva je poraba električne energije (in strošek zanjo). Odvisna je od letnega časa in predvsem sončne energije, ki je trenutno na voljo. Porabo redno spremljamo in vsak mesec evidentiramo. V zimskih obdobjih od 15. XI. – 14. XII. 2020 in 15. I. – 14.

II. 2021, ko je bilo v Ljubljani predvsem oblačno, smo porabili po 640 kWh. Mesečni strošek za električno energijo je bil 110 EUR, kar predstavlja doslej najvišji znesek. Najnižja poraba je bila 255 kWh v obdobju 15. VI. – 14. VII. 2021 (strošek 43 EUR). V ostalih mesecih se mesečna poraba giblje med 300 kWh in 400 kWh.

Zanimivo je spremljanje porabe električne energije v zimskih mesecih, ko variira glede na količino sončnega obsevanja. V obdobju 15. X. – 14. XI. 2020, ki velja že za ogrevalno sezono, je bilo veliko sonca, zato je bila poraba 382 kWh električne energije. Da je poraba energije za ogrevanje močno odvisna od sončnega sevanja skozi okno, kažejo tudi podatki za zimske mesece v začetku leta 2021. V času od 15. I. – 14. II. je bilo večinoma oblačno, poraba 638 kWh. Od 15. II. – 14. III. 2021, ko je bilo veliko sončnih dni, poraba 358 kWh. 15. III. – 14. IV. je bil sicer prvi pomladanski mesec, ki pa je bil letos deževen, zato poraba 405 kWh. Tudi od 15. IV. – 14. V. je bilo precej deževno, poraba pa 347 kWh, torej skoraj toliko kot v obdobju od 15. II. – 14. III.

Ugotovimo lahko, da v sončnem vremenu, ne glede na letni čas in zunanje temperature, toplotna črpalka zelo malo deluje. Če upoštevamo, da skozi vse leto v hiši živimo štiri osebe ter več ali manj na enak način porabljamo električno energijo za bivanje, lahko izračunamo, da je mesečni strošek za ogrevanje 190 m² ogrevanih površin v najhladnejših mesecih z oblačnim vremenom največ 60 EUR.

Naj na koncu na kratko povzamem svojo izkušnjo – odločitev za pasivno hišo je bila prava (o čemer sicer nikoli ni bilo dvoma). In ja, vsa pričakovanja so uresničena in daleč presežena. Bivanje v pasivni hiši ni nekaj, česar bi se bilo treba naučiti. V njej lahko delamo vse tisto, kar delamo v hišah tudi sicer. Drugačno je bivanje zgolj zaradi kakovosti, ki nam ga nudi. Stalno svež in topel zrak nas spremlja enakomerno po vsej hiši. Velike zastekljene površine nudijo veliko svetlobe, hkrati pa povezujejo notranjost stavbe z okolico. In ob vsem tem ni nepomemben še nizek strošek za zagotavljanje tega bivalnega ugodja.

Bivanja v pasivni hiši se ni bilo treba naučiti. V njej lahko delamo vse, kar delamo v hišah tudi sicer. Drugačno je bivanje zgolj zaradi kakovosti, ki nam ga nudi.