

HIŠA SONČNE SVETLOBE: EKSPERIMENT POVE VEČ KOT TISOČ IDEJ



Slika 1
Vhod, pogled s severa

Matjaž VALENČIČ, energetski svetovalec

Sunlighthouse, Hiša sončne svetlobe, je ena od šestih objektov projekta Model Home 2020, s katerim skupina Velux sodeluje v razvoju trajnostne gradnje. Hiša je vizija, kako graditi okolju prijazno z ničelnimi emisijami CO₂ in obenem z visoko stopnjo bivalnega ugodja. Upoštevano je bilo celostno projektiranje, ki enakovredno združuje rabo energije, bivalno ugodje in vpliv na okolje.

Hiša sončne svetlobe je eksperiment, ki dokazuje, da lahko stavba proizvede več energije, kot je porabi za svoje delovanje. Oskrbuje se izključno z obnovljivimi viri energije, zato je uvrščena med CO₂ nevtralne stavbe. Bivalno udobje temelji na naravni svetlobi in svežem zraku. Vsi materiali so skrbno izbrani, brez škodljivih snovi. To je pomembno, saj preživimo 90 % svojega časa v zaprtih prostorih. Kakovost življenja, svež zrak in naravna svetloba so vsaj tako pomembni kot energijska učinkovitost in zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. To vodilo je bilo upoštevanje tudi pri načrtovanju in gradnji hiše, energijski učinkovitosti niso podredili kakovosti bivanja!

Hiša sončne svetlobe je predstavljena na spletnih straneh www.velux.si¹ in www.velux.com². Gradnja je trajala od pomladi do jeseni 2010 in je dokumentirana³. Stavba je postavljena na strmi razgibani gradbeni parceli velikosti 1000 m², zraven pa pripada še 300 m² gozda. Del stavbe je podkleten. Stoji na pasovnih temeljih in AB temeljni plošči, izolirani z 20 cm XPS, nad njo dvignjen pod, izoliran s 30 cm neobdelane lanene volne. Ni treba poudarjati, da je grajena brez toplotnih mostov. V stenah in poševni strehi je toplotna izolacija iz ovčje volne (volna, oprana z milom, z dodano zaščito proti moljem⁴) in iz celuloznih kosmičev⁵. Materiala je priporočil inštitut IBO⁶, ki se ukvarja z okolju prijazno gradnjo.

Koristna površina meri 166 m², skupaj s kletjo pa 201 m².

Arhitektura zelo dobro upošteva tri ključne parametre aktivne hiše: energijsko učinkovitost, vpliv na okolje in notranje bivalno udobje. Posamezne poteze ne dajejo videza funkcionalnosti (odpiranje nekaterih oken, možnost čiščenja ...), a so potrebne zaradi toplotnih dobitkov, želje po osvetlitvi z naravno svetlobo in zaradi skrivanja pred neželjenimi pogledi sosedov – s tega vidika so funkcionalne kot celota. Arhitekta Mathias Hein in Juri Troy sta oblikovala značilen videz hiše z vgradnjo treh strešnih oken v jaške, ki predstavljajo vir svetlobe in toplote namesto vidne povezave z okolico. Sodelavci so bili arhitekti iz Donau-Universität Krems in strokovnjaki iz IBO Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie. Vsi izračuni, vrednotenje in predlogi so temeljili na gradbeni fiziki, ovrednotenju dnevne svetlobe, ekologiji, izbiri materialov in konstrukcij, energetski bilanci, optimizaciji rabe in proizvodnje energije, inteligentni hišni tehniki, CO₂ bilanci in energijskem certificiranju.

V vsakem prostoru je vsaj eno okno, ki ga je možno odpreti ročno in s tem zagotoviti neposredni stik z zunanostjo. Svež zrak je zagotovljen s prezračevalno napravo in v kombinaciji z naravnim prezračevanjem, notranjo klimo je možno prilagoditi uporabniku. Nekatera vertikalna



Slika 2
Strelovod, skrit za leseno fasado

okna so opremljena z elektromotornimi pogoni v sklopu nadzorovanega krmiljenja odpiranja/zapiranja oken in nočnega prezračevanja. Vsa okna imajo samočistilni nanos, ki omogoča manj pogosto čiščenje.

Hiša ima leseno fasado in kritino, smrekove deske niso oblane niti premazane. Pričakovano je, da bodo dobile naravno zaščito in postale svetlo sive, zdržale bodo preko 30 let. Pod deskami je na fasadi vetrna zapora, na strehi pa hidroizolacijska folija.

Čprav govorimo o plus-energijski hiši, stavba ni kompaktna. Razgibana oblika je podrejena povezavi notranjosti z zunanostjo in visoki stopnji bivalnega ugodja. Je dokaj razčlenjena, ob bivalnih prostorih je atrij, ki se z velikimi steklenimi površinami zliva z notranostjo in ob ugodnih vremenskih pogojih omogoča bivanje na prostem, hkrati pa s premišljeno obliko skriva stanovalce pred neželenimi pogledi sosedov. Razpored in število strešnih oken sta prilagojena nujno potrebnim toplotnim dobitkom (okno v poševnini zajema več toplote kot v vertikali), doseganju zelenega nivoja dnevne svetlobe in razgledu. Posebnost te hiše je vgradnja strešnih oken v jaskše: to je kompromis med odpiranjem prostorov v dnevni svetlobi in skrivanjem pred neželenimi pogledi sosedov. Na modelu Hiše sončne svetlobe je v bila v laboratoriju prikazana simulacija osvetljevanja prostorov.

Ne le zunanost, tudi konstrukcija in notranost hiše sta iz masivnega lesa, predvsem smreke, ki je zrasla v bližnjih gozdovih. Neobičajno je videti fasado, streho ali vhodna vrata, obložena s surovimi neobdelanimi letvami. Tudi vsa notranost je lesena, vse notranje stene, tla, stopnice, strop, celo vse vgrajeno pohištvo je iz masivnega lesa ...

Hiša sončne energije proizvede več energije, kot jo rabi za svoje delovanje. Presežek energije 12,2 kW h/m² letno je pridobljen iz obnovljivih virov in predstavlja 24 % delež potrebne energije za delovanje objekta (slika 12).

Dnevna svetloba zagotavlja stanovalcem optimalne pogoje za njihovo zdravje in dobro počutje (sliki 13 in 14). Povprečni količnik dnevne svetlobe je najmanj 5 % v vseh bivalnih prostorih. Skupna površina oken Hiše dnevne svetlobe je 42 % površine tal.

Senzorsko nadzorovano odpiranje oken na različnih višinah omogoča učinkovito naravno prezračevanje, kar zagotavlja prijetne bivalne pogoje spomladi, poleti in jeseni, nočno ohlajevanje in zmanjšuje rabo električne energije za delovanje rekuperacije (slika 15). Mehanskega hlajenja ni, zadoščajo zunanja senčila na oknih in



Slika 3
V laboratoriju dnevne svetlobe na Donau-Universität Krems so na modelu merili spreminjanje osvetljenosti prostorov za celo leto



Slika 5
Hodnik z lesenimi oblogami in ogromnim oknom proti jugovzhodu



Slika 6
Okenska rešetka iz masivnih lesenih letev preprečuje vstop nepovabljenim gostom ob nočnem prezračevanju

Slika 8
Jugovzhodna fasada z velikimi steklenimi površinami, kletna terasa je umaknjena v stavbo





Slika 9
Celotna jugozahodna strešina je prekrita s fotovoltaičnimi moduli in sprejemniki sončne energije



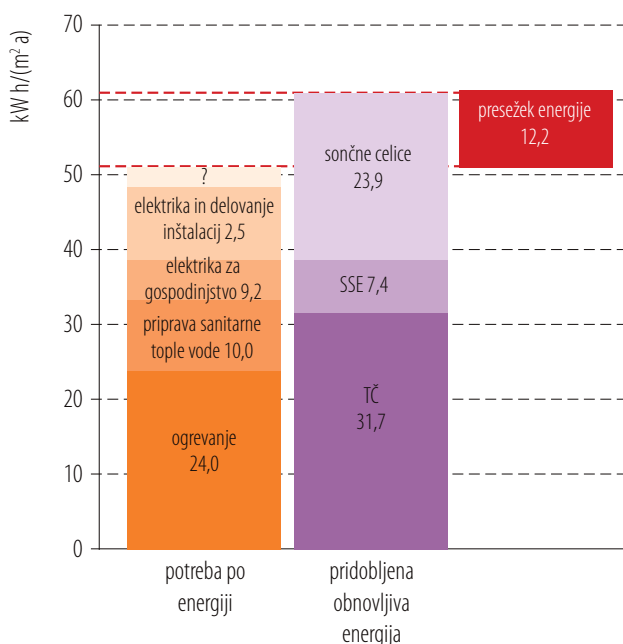
Slika 10
Fotovoltaični moduli so prirezani tako, da je streha povsem izkoriščena



Slika 11
Severovzhodna strešina in fasada sta prekriti z neobdelanimi deskami

naravno prezračevanje. Pozimi deluje mehansko prezračevanje z vračanjem toplote in izkoriščanjem toplote zemlje, poleti pa deluje mehansko prezračevanje z izkoriščanjem hladu zemlje. Površina SSE je 8 m² in pokrije 70 % potreb po energiji za toplo vodo. Fotovoltaični moduli merijo 45 m², priključna moč je 7,6 kW.

Pomivalni in pralni stroj sta priključena na toplo vodo, namesto sušilnega stroja je kotiček za sušenje perila, luči so varčne, prižiganje je nadzorovano.



Slika 12
Energetska bilanca

Kompaktna enota Drexel und Weiss (slika 16): rekuperator + TČ zemlja/voda 3,3 kW, (COP 4,3):

- ogrevanje (talno gretje, le v kopalnicah, kjer so dodani kopalniški radiatorji),
- delno ogrevanje sanitarne vode s toplotno črpalko.

V strojnici je tudi hranilnik toplote, črpalke za deževnico, črpališče za odpadno vodo (klet je pod nivojem zunanje kanalizacije), črpalke za slanico ...

Elektroinštalacij je veliko, kabli, ki čakajo na kabelskih policah ali v razdelilnih omaricah, pa sporočajo, da elektroinstalacijska dela še niso končana (slika 17). Šele ko bodo uporabniki potrdili ustrezno delovanje sistemov, bo eksperimentalna gradnja zaključena. Šele ko bo celoten sistem usklajen s potrebami uporabnika, bo eksperimentalna gradnja zaključena. Monitoring delovanja stavbe, proizvodnje in raba energije se bo odvijal v testnem obdobju enega leta, z vselitvijo štiri članske družine. Merilo se bo tudi ter počutje uporabnikov, kar bo dalo celovit odgovor na funkcioniranje objekta in počutja uporabnikov v realnosti.

Prezračevanje, krmiljenje Window Master (slika 18):

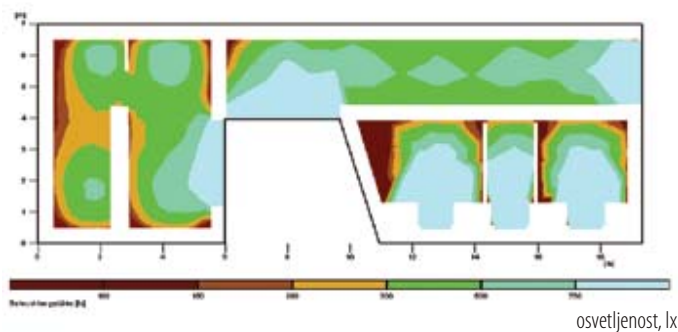
- inteligentno krmiljenje oken,
- mehanska prezračevalna naprava z izkoristkom toplote odpadnega zraka 85-93 %,
- regulacija glede na merjene parametre zraka.

V stavbi je precej senzorjev, ki merijo kakovost zraka, temperaturo, osvetljenost ...

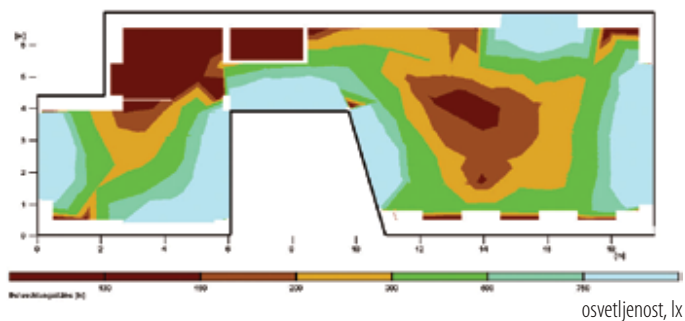
Strešna okna so lesena, plastificirana, z aluminijasto zunanjo obrobo (slika 19). Zasteklitev je troslojna, namesto s kriptonom je polnjena z argonom, $U_w = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, $U_g = 0,7/(\text{m}^2 \text{ K})$, $U_f = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, $g = 46 \%$, $t_v = 67 \%$, $\psi = 0,06 \text{ W}/(\text{m K})$. Tovrstna okna so že nekaj časa naprodaj tudi v Sloveniji.

Fasadna okna so raznolika. Največja so fiksna, vendar je v vsakem prostoru vsaj eno, ki ga je mogoče ročno odpirati. Zanimivo je okno, ki se odpre navzgor tako, da se pojavi rega tudi na zgornjem delu okenskega krila, kar omogoča boljše prezračevanje prostora.

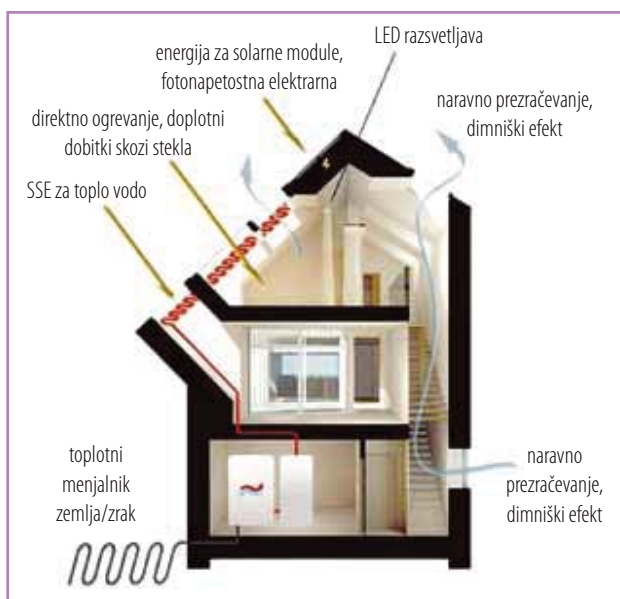
Poseben poudarek je na poletni toplotni zaščiti. Večina vertikalnih oken in vsa strešna okna imajo transparentna senčila. Stavba ima veliko toplotno akumulacijo, masa je vgrajena v stenah (mavčne plošče in lesene plošče), v tleh (lesen parket, lepljen na panele z mavčno oblogo), v stropu (masiven les) in v kletnih stenah (beton). Ponoči je možno samodejno hlajenje



Slika 13 Količina dnevne svetlobe v nadstropju



Slika 14 Količina dnevne svetlobe v pritličju



Slika 15
Naravno
ogrevanje in
hlajenje



Slika 16
Kompaktna
enota

z nadzorovanim prezračevanjem, podnevi pa se dovedeni zrak ohladi s hladom zemlje. Predvideno je tudi listnato drevje pred atrijem, ki pa še ne nudi dovolj sence.

Stena v pritličju je lesena, široka 55 cm, prefabriciran element. Sestavlja jo: lesena obloga 2 cm, mavčna plošča 2,5 cm, v inštalacijski ravnini je ovčja volna (7,5 cm), parna ovira je iz OSB plošč, toplotna izolacija je celuloza (28 cm), na zunanji strani je MDF plošča 1,6 cm, črna tyvek UV odporna folija, 4,6 cm debele vertikalne letve, 4 cm debele horizontalne letve in 3 cm debela obešena fasada iz 6 do 8 cm širokih neobdelanih smrekovih letev.

Stena v kleti, ki meji na zunanji zrak, je iz slagstar⁷ ekološkega betona debeline 19 cm, v opaž vloženi XPS plošč 6 cm, 19 cm mehkih lesenih vlaknenih plošč, črne tyvek UV odporne folije, 4 cm debelih vertikalnih letev, 4 cm debelih horizontalnih letev in 3 cm debele obešene fasade iz 6 do 8 cm širokih neobdelanih smrekovih letev. Z notranje strani je beton viden.

Bi želeli postati lastnik prve avstrijske CO₂ nevtralne hiše? Prodajna cena, skupaj z velikim zemljiščem in popolno opremo znaša 850.000 EUR, davek je zajet v ceno. Vendar bo moral novi lastnik eno leto spremljati rabo energije, prav tako pa bo odpiral vrata radovednim obiskovalcem, zato se je možno dogovoriti za znaten popust. ■

Slika 18
Sobni senzor



- [1 http://www.velux.si/za_stroko/uporabni_nasveti/innovativni_projekti/sunlight/sunlight.aspx](http://www.velux.si/za_stroko/uporabni_nasveti/innovativni_projekti/sunlight/sunlight.aspx)
- [2 http://www.velux.com/sustainable_living/model_home_2020/sunlighthouse/](http://www.velux.com/sustainable_living/model_home_2020/sunlighthouse/)
- [3 http://www.velux.at/ueber_velux/sunlighthouse/aktuelles/](http://www.velux.at/ueber_velux/sunlighthouse/aktuelles/)
- [4 http://www.woolin.at/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=3&lang=en](http://www.woolin.at/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=3&lang=en)
- [5 http://www.isocell.at/de/hauptmenue/produkte/daemmstoffe/zellulosedaeummung/was-ist-isocell.html](http://www.isocell.at/de/hauptmenue/produkte/daemmstoffe/zellulosedaeummung/was-ist-isocell.html)
- [6 http://www.ibo.at/de/index.htm](http://www.ibo.at/de/index.htm)
- [7 http://www.slagstar.at/front_content.php](http://www.slagstar.at/front_content.php)



Slika 19
Odprto fasadno okno z
vertikalnim odpiranjem

Viri:
- slike 12, 13 in 14: Velux,
- slike 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 11, 15, 16, 17, 18 in 19: Matjaž Valenčič.