

HIŠA 2030 – SLOVENSKA NIZKOENERGIJSKA HIŠA PRIHODNOSTI

HOUSE 2030 – SLOVENIAN CONTEMPORARY LOW-ENERGY HOUSE

Danijel Zorec, dipl. inž. arh. (UN)

daniel.zorec@gmail.com

Univerza v Mariboru, Fakulteta za

gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo

Smetanova ulica 17, 2000 Maribor

ZNANSTVENI ČLANEK

UDK 502.171:728.37(497.4)

Povzetek | Cilj vsake dobre nizkoenergijske varčne hiše je čim večji izkoristek solarnih dobitkov in čim manjše toplotne izgube, kar pa je glede na obsežnejše steklene površine in menjavo letnih časov težko nadzorovati. V Sloveniji se glede na klimatski položaj pojavita dve neugodnosti, saj moramo svoje domove pozimi ogrevati, poleti pa ohlajevati. Pričujoči projekt enodružinske stanovanjske hiše pomeni inovativen kompromis med toplotnimi izgubami in solarnimi dobitki ne samo med koledarskim letom, temveč že v intervalu dan-noč. Rešitev se skriva v premičnem izolativnem ovoju, ki inovativno istočasno rešuje problem toplotnih izgub in morebitnega pregrevanja. Članek zajema osnovno idejo oziroma koncept, opis osnovne konstrukcije in sestave elementov, analizo dnevne svetlobe in izračun kazalnikov porabe energije.

Ključne besede: arhitektura, lesena nizkoenergijska hiša, pasivna hiša, premični ovoj

Summary | The aim of any successful low-energy house is to maximize solar gains and minimize heat losses, which is difficult to control mainly due to extensive glass surfaces and changing of the seasons. According to the climatic situation in Slovenia, there are two main disadvantages: the first is that we have to heat our homes in the winter, and the second is that we need to cool them in the summer. The following single-family house project offers an innovative compromise between heat losses and solar gains not only during the course of the year but also within the day-night interval. The solution can be found in the movable shell, which innovatively resolves the problems of heat losses and overheating at the same time. The paper presents the basic idea, describes the basic structure and the composition of main structural elements, daylight analysis and calculation of energy balances.

Key words: architecture, wooden low-energy house, passive house, movable shell

1 • UVOD

V članku je predstavljen zmagovalni projekt študentskega razvojnega projekta Hiša 2030 (sliki 1 in 2), ki se je izvajal pretežno v letnem študijskem semestru v študijskem letu 2013/14 na Fakulteti za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo na Univerzi v Mariboru v tesnem sodelovanju z naročnikom projekta, s podjetjem Jelovica hiše, d. o. o. Zmagovalni projekt z imenom Hiša Aktiva je bil izdelan v študentski sestavi Tomaž Pažek, Uroš Pokeržnik in Danijel Zorec pod mentorstvom izr. prof. dr. Vesne Žegarac Leskovar, red. prof. dr. Miroslava Premrova in asist. Maje Žigart (Žegarac, 2015). Pozneje sta sledili optimizacija in nadgradnja projekta skupaj s preostalimi štirimi izbranimi projekti; projektu pa se je pridružil tudi Tadej Medved kot konzultant za gradbeno konstrukcijo hiše. Cilj študentskega razvojnega projekta Hiša 2030 je bila lesena energetsko učinkovita hiša, ki dosega standard pasivne hiše ali standard boljše nizkoenergijske hiše, obenem pa smo združili energetski koncept z arhitekturnim oblikovanjem in atraktivno obliko, ki bi že na prvi pogled razkrila obnašanje hiše ob različnih podnebnih spremembah. Energetsko učinkovita gradnja zahteva pravilno izkoriščanje solarnih dobitkov, vendar pa pri velikih steklenih površinah, ki so osnovni pogoj za solarne dobitke, nastane nevarnost pregrevanja objekta in tudi večjih transmisijskih izgub skozi steklene površine. Zaradi menjavanja letnih časov je problem še toliko težje nadzorovati. V Sloveniji se namreč glede na vremenske razmere pojavita dve neu-



Slika 1 Pogled na severno fasado hiše.



Slika 2 Pogled na južno fasado hiše.

godnosti, saj je treba naše domove pozimi ogrevati, poleti pa ohlajati. Če izhajamo iz navedenega, bi bila idealna hiša tista, ki ima veliko steklenih površin, kadar želimo hišo segreti s solarnimi dobitki, in manj steklenih površin, kadar obstaja nevarnost transmis-

ijskih izgub skozi steklene površine, ter še dodatno možnost senčenja ob sončni pripeki, ko obstaja možnost pregrevanja. Takšne modifikacije s klasično gradnjo hiš niso mogoče. Ali sploh obstaja rešitev, ki ponuja kompromis med različnimi neugodnostmi?

2 • OSNOVNA IDEJA TER FUNKCIONALNI IN ENERGIJSKI KONCEPT

Hiša Aktiva sledi trendom sodobne slovenske družine, saj omogoča fleksibilnost prostorov in se s tem prilagaja njihovim potrebam v življenjskem ciklu družine. Omembe vreden je prostor, ki mu sami lahko določimo vsebino. Lahko je domača pisarna, soba za stare starše, soba za goste, dodatna otroška soba ali soba za biljard. Dizajn hiše je produkt združitve moderne tehnologije, oblik in materialov, ki so v skladu s tradicijo in okolju prijazni. Hiša je navidezno po etažah sestavljena iz dveh pravokotno postavljenih volumnov. Moderno pritličje z ravno streho je oblečeno v leseno fasado, volumen s tradicionalno dvokapnico pa je prekrit s fasadnimi ploščami.



Slika 3 Pogled na izpostavljeni stekleni del hiše.

S tem se ustvarja kontrast med sodobnim in tradicionalnim, kar se predvsem odraža v izbiri strehe in materialov. Kakovostna nizkoenergijska varčna zasnova pa še dodatno izboljšuje bivalno kvaliteto (slike 3, 4 in 5).

Odgovor na že zastavljeno vprašanje, kako najti kompromis med toplotnimi izgubami in solarnimi dobitki, se skriva v premičnem izolacijskem ovoju. Idealna je namreč zasnova hiše s čim večjim deležem steklenih površin (slika 3), ampak le takrat, ko potrebujemo solarne dobitke za ogrevanje. Čim manjši delež steklenih površin pa potrebujemo, kadar želimo preprečiti toplotne izgube ali pregrevanje objekta. Ti dve skrajnosti se ne izmenjujeta le med letnimi časi, temveč že v intervalu dan-noč ali celo zgolj nekaj ur. S pomičnim ovojem lahko tako senčimo in dodatno izoliramo glavni bivalni prostor hiše ter uspešno kljubujemo problemu toplotnih izgub in morebitnega pregrevanja.

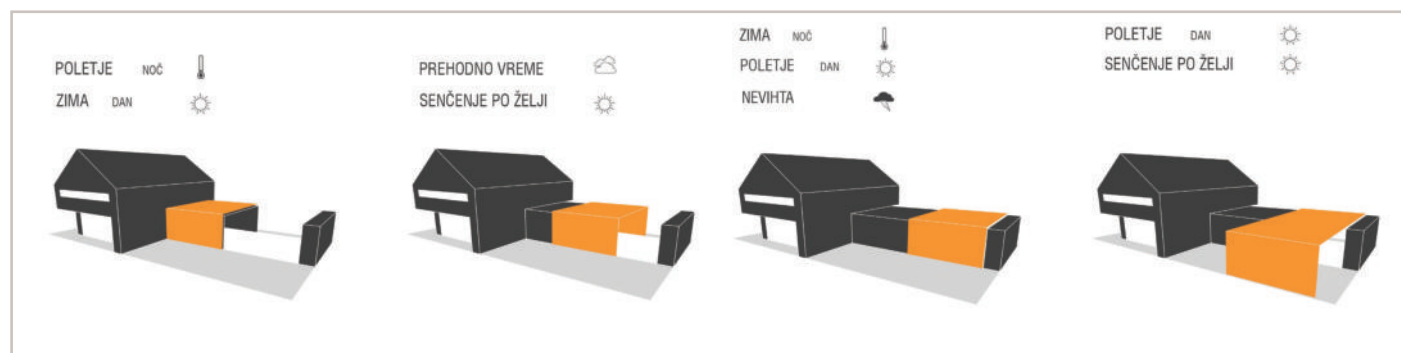
Kadar želimo poleti glavni stekleni bivalni prostor senčiti, ga prekrijemo z ovojem (slika 6). Enako naredimo pozimi, ko želimo zmanjšati toplotne izgube. Če pa želimo pozimi ob sončnih dnevih pridobiti solarno energijo, stekleni del izpostavimo sončnim žarkom. Enako lahko naredimo ob poletnih večerih, ko zaide sonce, s čimer ohladimo glavni bivalni del hiše. Tudi v primeru slabega vremena oz.



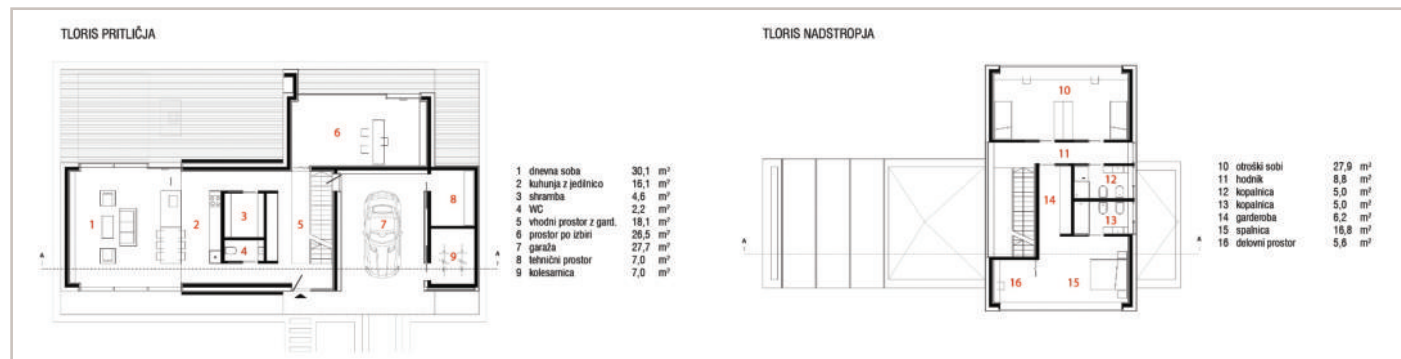
Slika 4 Pogled na osenčeno teraso hiše.



Slika 5 Glavni bivalni prostor hiše.

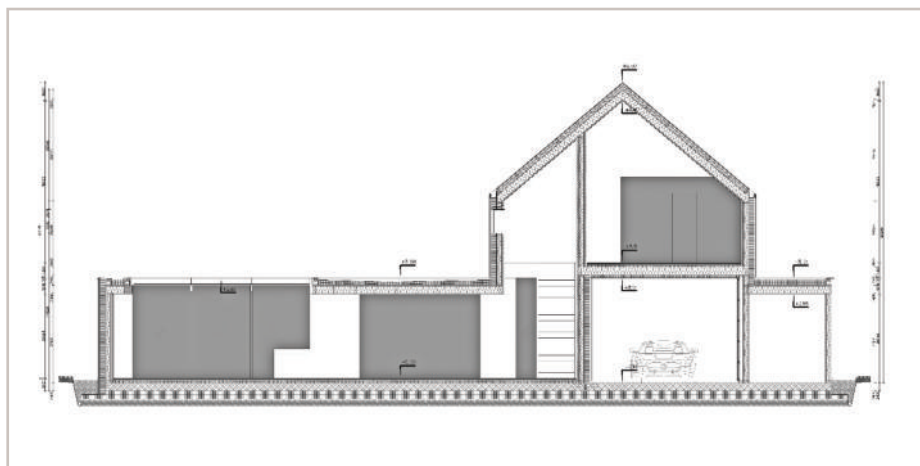


Slika 6 Funkcija premičnega ovoja.



Slika 7 Tloris pritličja in tloris nadstropja.

neurja ali daljše odsotnosti bivalni del lahko zaščitimo z ovojem. Ovoj se lahko tudi iztegne v pravokotni smeri na dolžino objekta, s tem pa dobimo senčeno teraso. Severna stena ovoja ima svoja vodila in lahko samostojno odpre severni del steklenega dela hiše (npr. v vročih poletnih dnevih, ko je preostali del steklenega volumna prekrit). Južna stena ovoja deluje tudi kot membrana, in ne prepušča neposredno vročih sončnih žarkov, ki padajo pod visokim kotom. Seveda se največja učinkovitost ovoja lahko doseže le s pravilnim in smotnim premikanjem ovoja. Ovoj pa nima le funkcije zmanjšanja energetskih izgub in preprečitve pregrevanja, temveč skozi igro premikanja pozitivno vpliva na doživljanje ambijenta.



Slika 8 **Vzdolžni prerez.**

3 • OSNOVNA KONSTRUKCIJA IN SESTAVE ELEMENTOV

Ker je bil cilj projekta energetsko učinkovita hiša (sliki 7 in 8), smo se avtorji prav tako odločili, da za konstrukcijski material uporabimo les, kar je tudi osnovni konstrukcijski material podjetja Jelovica, d. d. Za nosilno konstrukcijo hiše se predvideva okvirni velikopanelni sistem, stekleni bivalni del hiše pa je kombinacija lesenega skeletnega sistema z nosilnim steklom. Kot že rečeno, je tudi del fasade iz lesenih letev. V lesu se pa obenem skriva še neizkoriščen potencial trajnostnega razvoja slovenskega gradbeništva in gospodarstva. Osnovna konstrukcija termičnega ovoja hiše je sestavljena iz trenutno aktualnih standardnih kompozitnih elementov podjetja Jelovica, d. d. (slika 9) Za lesene konstrukcijske elemente splošno tudi velja, da imajo višjo toplotno izolativnost od sestav, uporabljenih pri klasični gradnji pri enaki debelini primerjanih elementov. Najbolj kompleksen del hiše – premični izolativni ovoj – je jeklena konstrukcija, prekrita z leseno fasado. Premični sistem je vzpostavljen preko posebnih kovinskih vodil in ležajev, ki so skriti v tleh na obeh straneh steklenega dela in na strehi pritličnega dela hiše. Največji energetski učinek s premičnim ovajem dosežemo, če njegovo vodenje prepustimo pametnemu hišnemu sistemu, ki predvsem na vremenske razmere samodejno prilagaja položaj ovoja. Za zdaj se še precej neznano področje premičnih sistemov v Sloveniji v veliki meri že uporablja v Nemčiji, Avstriji in Švici, sploh pri premičnih strešnih membranah. Tehnologijo premične dvokapne strehe uporablja tudi Sliding House, ki jo je projektiral britansko arhitekturno biro dRMM. Premične panele si

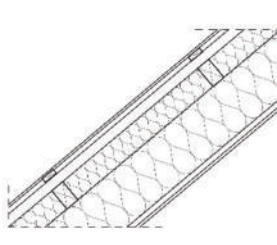
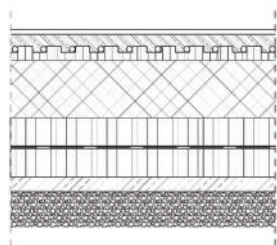
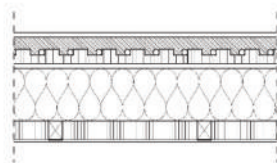
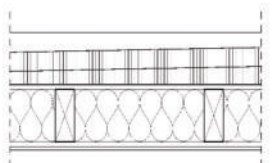
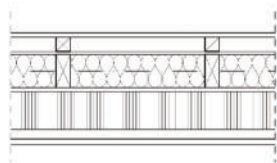
sestava	D [mm]	[W/mK]
ZUNANJA STENA		
masivno - vanjsna ploča	125	0,320
izolacija iz lesnih vlaknen	60	0,048
lesena konstrukcija	60	0,130
gipsna ploča	0,2	
cementno - iverna ploča	12	0,300
izolacija iz lesnih vlaknen	140	0,048
lesena konstrukcija	140	0,130
cementno - iverna ploča	16	0,300
lepilo	1	
izolacija - kamena vlna - FKG	160	0,038
prečazni valci s podkonstrukcijom	40	
prefa Reynobond fasadne ploče	10	0,290
	4912	U=0,132 W/m ² /K

sestavna	D [mm]	[W /mK]
RAVNA STREHA		
fibran xps 300-L	80	0,035
cementni estrih	50	2,100
hidroizolacija	5	
nadkrovná izolacija xps	20-80	0,035
OSB ploča	20	0,130
izolacija iz lesnih vlaken	220	0,048
lesena konstrukcija	220	0,130
parkna zavora	0,2	
stropne deske	62	0,130
mavčno kartonska ploče	125	0,0910
429,7 - 489,7		U=0,256 W /m ² K

sestava	D [mm]	[W/mK]
MIDETAŽNA PLOŠĆA V STIKU Z ZUNANOSTJO		
parket vijloga cementnega razreda	20	0,130
cementni estrih	50	2,100
plošča za TO STIROTERMAL Silent	60	0,040
OSB plošča	20	0,130
izolacija iz lesnih vlaken	220	0,048
lesena konstrukcija	220	0,130
izolacija - kamena volna -FKL	80	0,038
prefa Reynobond fasadna plošča	10	0,290
	460,0	U=0,11W/m ² K

sestava	D [mm]	[W/mK]
TLA PROJEKTI TERENU		
parietni vsipga cementnega razreda	20	0,130
cementni estrih	50	1,400
plošča za TO STROTERMAL Silent	60	0,040
AB termalna plošča	250	2,100
ločne folije		
FIBRAMOR 400-L	80	0,035
elastomer na bitumenska hidroizol	5	
FIBRAMOR 400-L	80	0,035
podbeton	6	2,300
utrdeno nasutje -debelina po zahtevih geometrija		
	5510	U=0,157 W/m ² K

sestava	D [mm]	[W / mK]
POŠEVNA STREHA		
pešča Reynobond fasadne plošče	10	0,290
strešna letve	22	0,130
vodilne letve	40	0,130
para propadna folija	0,25	
šumsk.	200	0,150
izolacija lesna vlakna	220	0,048
letve	100	0,130
izolacija - lesna vlakna	100	0,048
parna zapora	0,2	
stropne deske	22	0,130
mavčno katronska pločila	125	0,210
	427,8	U=0,122W / m ² K



Slika 9 Sestave elementov termičnega ovoja.

prav tako lasti ameriška hiša LumenHAUS, ki je leta 2010 zmagala na evropskem Solar Decathlonu v Madridu. Oba navedena primera sta veljala tudi za zgled pri projektiranju hiše Aktiva.

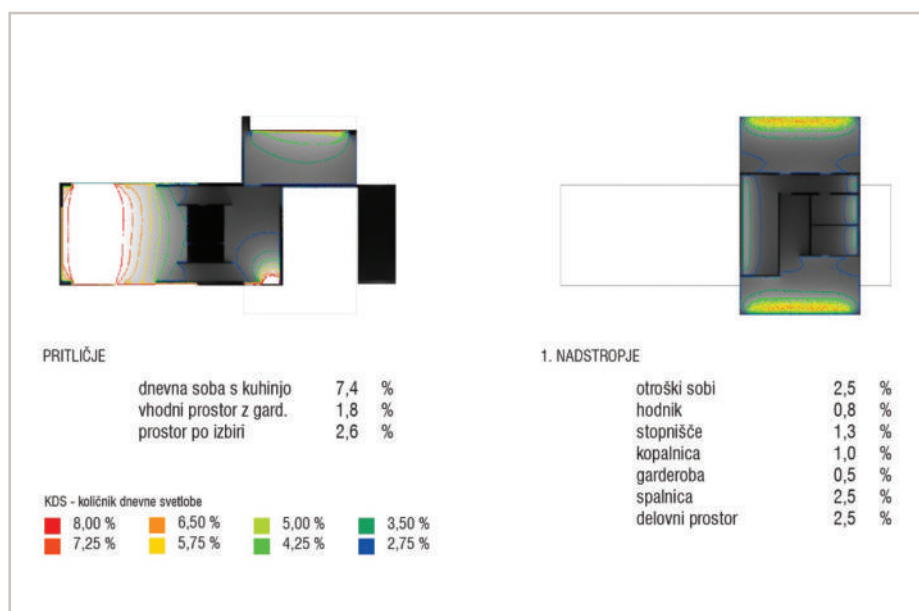
Na objektu je uporabljena troslojna zasteklitev Guardian Flachglas (konfiguracija 4-12-4-12-

E4 mm, $U_{\text{glass}} = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$, 80-% prepustnost svetlobe) in okenski okvirji proizvajalca Schüco - Corona SI 82 ($U_{\text{frame}} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$). Med izdelovanjem projekta so bili izračunani tudi drugi parametri, kot sta AGAW (odstotek površine steklenih površin glede na površino posameznega zidu glede na orientacijo) in

faktor oblike (razmerje med površino in prostornino toplotnega ovoja), ki v našem primeru znaša $0,52 \text{ m}^{-1}$. Ti parametri so že hitri kazalniki energetske učinkovitosti geometrije objekta. Celotna kvadratura hiše znaša $214,6 \text{ m}^2$, površina ogrevane površine hiše pa znaša $172,9 \text{ m}^2$.

4 • ANALIZA DNEVNE SVETLOBE

Pri projektu se je izdelala tudi analiza dnevne svetlobe z računalniškim programom Velux Daylight Visualizer 2 (slika 10). Ključni produkt računalniške simulacije so povprečni količniki dnevne svetlobe (KDS), ki so se izračunali za vsak prostor posebej. Količnik dnevne svetlobe (KDS) je razmerje med osvetljenostjo na točki v prostoru in osvetljenostjo vodoravne nesenčene zunanje ravnine in se določa v odstotkih. Običajno se računa na višini 85 cm od tal, kar predstavlja povprečno višino delovne površine. Meri se pri oblačnem nebu, nanj pa ne vpliva orientacija objekta, čas ali ura dneva. Prostori s KDS 5 % ali več se štejejo za pretežno primerno osvetljene prostore za normalno opravljanje del. Za prostore s KDS med 2 in 5 % velja, da so zadovoljivo osvetljeni, vendar je potrebna dodatna umetna osvetlitev pri natančnejših opravilih. Če pa je KDS nižji od 2 %, velja, da je prostor premalo osvetljen za izvajanje opravil brez dodatne umetne svetlobe.



Slika 10 Analiza dnevne osvetlitve posameznih prostorov.

5 • IZRAČUN KAZALNIKOV PORABE ENERGIJE

Ustreznost energetske učinkovitosti hiše se je preverilo z računalniškim orodjem Passive House Planning Package (PHPP). Izračun in preveritev energetske učinkovitosti hiše s PHPP je tudi ključnega pomena, kadar želimo zaprositi za subvencije in olajšave pri EKO skladu. Z vnosom vseh ustreznih podatkov v PHPP (kot so vse dimenzije objekta, sestave konstrukcijskih elementov, karakteristike stavbnega pohištva, rekuperatorja, lokacijski podatki in orientacija ter drugi ključni podatki) računalniško orodje izdela navidezen objekt in vrne podatke, med katerimi sta ključna

podatka o specifični letni potrebi po energiji za ogrevanje (Q_{NH}) in specifični letni potrebi po energiji za hlajenje (Q_{NC}). Za določitev razreda energetske učinkovitosti hiše (boljša pasivna hiša A1/standardna pasivna hiša A2/nizko-energijska hiša B1/B2 itd.) se po veljavnih standardih upošteva le podatek specifične letne potrebe po energiji za ogrevanje (Q_{NH}). V našem primeru znaša specifična letna potreba po energiji za hlajenje (Q_{NC}) $3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, specifična letna potreba po energiji za ogrevanje (Q_{NH}) pa $8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Glede na zadnje omenjeni podatek spada hiša Aktiva med

boljše pasivne hiše. Skupno hiša za ogrevanje in ohlajevanje porabi $11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Pri tem je treba omeniti, da uporaba računalniškega orodja PHPP ni idealna v primeru kompleksnih arhitekturnih zasnov, kot je hiša s premičnim ovojem. PHPP namreč razpolaga s podatki v mesečni in letni metodi, v našem primeru pa se modifikacije ovoja hiše dogajajo že v nekajurnem intervalu, zato je nemogoče upoštevati vse možne kombinacije ovoja. Avtorji projekta sicer predpostavljamo, da bi s pravilnim oz. smiselnim premikanjem ovoja (npr. z uporabo pametnega hišnega sistema) idealno dosegli še nekoliko ugodnejše rezultate. Dodatno energijsko bilanco lahko izboljšamo še z uporabo sistema fotovoltaike in drugih sistemov obnovljive energije.