

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

PREDNOSTI IN SLABOSTI PASIVNE HIŠE

ŠPELA JUG

VELENJE, 2019

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

PREDNOSTI IN SLABOSTI PASIVNE HIŠE

ŠPELA JUG
Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: doc. dr. Franc Žerdin
Somentor: viš. pred. dr. Boris Salobir

VELENJE, 2019

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Visoke šole za varstvo okolja **Špela Jug** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Prednosti in slabosti Pasivne hiše.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Advantages and disadvantages of Passive house.

Mentor: **doc. dr. Franc Žerdin.**

Somentor: **viš. pred. dr. Boris Salobir.**



Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

☎: 03 898 64 10 | ☎: 03 89864 13 | ✉: info@vsvo.si

www.vsvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Špela Jug, z vpisno številko 34110022,

študent/ka dodiplomskega / podiplomskega (obkrožite) študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom

Prednosti in slabosti pasivne hiše,

ki sem ga izdelal/a pod mentorstvom doc. dr. Franca Žerdina in

somentorstvom viš. pred. dr. Borisa Salobirja.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- da oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Valentina Volavšek, prof. slovenščine in zgodovine;
- da dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- da sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

V Velenju, dne _____

 podpis avtorice

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, doc. dr. Francu Žerdinu, in somentorju, viš. pred. dr. Borisu Salobirju, za strokovno svetovanje, potrpežljivost in spodbudo pri nastajanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi mojim staršem, ki so me skozi vsa leta šolanja podpirali in spodbujali.

Posebna zahvala pa gre sestri Evi, ki mi je vedno stala ob strani in tako pripomogla k izdelavi te diplomske naloge.

IZVLEČEK

V diplomskem delu smo empirično vrednotili prednosti in slabosti pasivne hiše. Glavno prednost pasivne hiše predstavlja predvsem nižja poraba energije, iz česar sledijo tudi nižji mesečni stroški za energente ter manjši vpliv na okolje. Negativni vidik pa sta suh zrak, ki povzroči draženje oči, in hrup, ki ga povzročajo prezračevalni sistemi ter višji stroški gradnje, katere pa lahko deloma zmanjšajo subvencije Eko sklada. V splošnem lahko zaključimo, da je glede na vse pridobljene podatke pasivna hiša lahko na dolgi rok ugodnejša izbira, ki zmanjša naš vpliv na okolje.

Ključne besede: Pasivna hiša, okolje, ogljični odtis, stroški, udobje.

ABSTRACT

In this diploma work, we empirically evaluated the advantages and disadvantages of the passive house. The main advantage of the passive house is primarily lower energy consumption, which is also followed by lower monthly costs for fuel and less impact on the environment. The negative aspect is dry air that causes eye irritation and noise caused by ventilation systems and higher construction costs, which can partially be reduced by Eco Fund subsidies. In general, we can conclude that, in view of all the obtained data, a passive house can in the long run be a financially more favourable choice, which also reduces our impact on the environment.

Key words: Passive house, environment, carbon footprint, costs, comfort.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1.	OPIS PROBLEMA, KI GA NAMERAVAM V DELU RAZISKATI	1
1.2.	NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA	1
1.2.1.	<i>Namen</i>	1
1.2.2.	<i>Cilji</i>	1
1.3.	HIPOTEZE DIPLOMSKEGA DELA.....	1
1.4.	METODE IN MATERIALI DELA.....	1
1.4.1.	<i>Metode dela</i>	1
1.4.1.	<i>Materiali dela</i>	1
2	DEFINIRANJE POJMA »PASIVNA HIŠA«	2
2.1	OPIS PASIVNE HIŠE	2
3	STANDARadni POGOJI ZA POSTAVITEV PASIVNE HIŠE	3
3.1	ORIENTACIJA	3
3.2	OBSEVANOST S SONCEM	3
3.3	IZPOSTAVLJENOST VETRU.....	3
3.4	OBLIKA STAVBE	3
3.5	IZBIRA USTREZNE DEBELINE TOPLOTNE IZOLACIJE	3
3.6	ENERGIJSKO UČINKOVITA OKNA IN VRATA.....	4
3.7	GRADNJA BREZ TOPLOTNIH MOSTOV	4
3.8	ZRAKOTESNOST	4
4	RAZPOLOŽLJIVOST KOMUNALNE INFRASTRUKTURE	5
4.1	STROŠEK KOMUNALNEGA PRISPEVKA.....	5
4.1.1	<i>Primer izračuna komunalnega prispevka</i>	6
5	KLJUČNI DEJAVNIKI ZA IZGRADNJO PASIVNE HIŠE	8
5.1	EKONOMSKI DEJAVNIKI	8
5.1.1	<i>Manjši letni strošek za dobavo energije</i>	8
5.1.2	<i>Subvencije za pasivno gradnjo</i>	9
5.2	UDOBNOSTNI DEJAVNIKI	10
5.2.1	<i>Toplotno udobje</i>	10
5.2.2	<i>Kvaliteta zraka</i>	13
5.2.3	<i>Zdravstveni vidik</i>	14
5.3	OKOLJSKI DEJAVNIKI	15
5.3.1	<i>Ogljični odtis</i>	15
5.3.2	<i>Drugi vplivi na okolje</i>	17
6	PRIMERJAVA PASIVNE HIŠE S KONVENCIONALNIM TIPOM HIŠE	19

6.1	OGREVANJE IN PORABA ENERGIJE	19
6.2	EKONOMSKA PRIMERJAVA	20
6.3	PRIMERJAVA UDOBJA BIVANJA.....	23
7	POPULARNOST GRADNJE PASIVNE HIŠE V SLOVENIJI.....	26
8	DISKUSIJA IN SKLEPI	34
9	POVZETEK	36
10	SUMMARY	37
11	VIRI, LITERATURA.....	38
12	PRILOGE	40

KAZALO GRADIVA

Grafi

Graf 1: Primerjava dnevne porabe energije glede na tip hiše v primeru raziskave v Avstraliji (Truong in Garvie 2017).....	9
Graf 2: Porazdelitev temperature v pasivni hiši glede na število ur in prikaz deležev, ko je bila temperatura v in izven udobnega območja (Truong in Garvie 2017)	11
Graf 3: Temperaturne variacije med sobami v pasivni hiši, v primerjavi z zunanjimi temperaturami (Truong in Garvie 2017).....	12
Graf 5: Vpliv senčenja in zračenja na temperature v pasivni hiši v poletnih mesecih (Mlakar in Štrancar 2011)	13
Graf 6: Delež stanovanjskih enot, glede na tip prezračevanja, s stanovalcem, ki se je pritožil zaradi zdravstvenih težav (Hasselaar 2008)	15
Graf 9: Dodatni specifični stroški glede na tip hiše (Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove 2008).	21
Graf 10: Dodatni stroški posameznega tipa hiše ob konstantnih cenah energentov (Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove 2008).....	22
Graf 11: Dodatni stroški posameznega tipa hiše ob naraščajočih cenah energentov(Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove 2008).....	23
Graf 12: Ocena kvalitete bivanja v konvencionalnih in nizko energijskih hišah v zimski sezoni, 2013 (Holopainen in sod. 2015)	24
Graf 13: Ocena kvalitete bivanja v konvencionalnih in nizko energijskih hišah v poletni sezoni, 2013 (Holopainen in sod. 2015).	25
Graf 14: Odgovori na vprašanje 1 v anketi: Ali ste že slišali za besedno zvezo "pasivna hiša" in vsaj okvirno veste kaj pomeni?	26
Graf 17: Odgovori na vprašanje 5 v anketi: V kolikor bi se v prihodnosti odločili za gradnjo hiše, kakšna je možnost da bi bila pasivna?	28
Graf 19: Odgovori na vprašanje 8 v anketi: Kaj so glavni razlogi, da ne razmišljate o gradnji pasivne hiše?	29
Graf 20: Odgovori na vprašanje 9 v anketi: V kolikor ste gradili pasivno hišo, se odločate z gradnjo pasivne hiše ali pa ste dokaj prepričani, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna, kako bi razvrstili vaše motivacije/prioritete za to odločitev? Razvrstite od 1 - najpomembnejši dejavnik do 3 - najmanj pomemben dejavnik.....	30
Graf 21: Odgovori na vprašanje 10 v anketi: Eko Sklad ponuja subvencije do približno 25.000 EUR ali več kot 10 % vrednosti gradnje pasivne hiše. Glede na to dejstvo, kakšna je možnost, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna?.....	31

Graf 22: Starost anketirancev.....	31
Graf 23: Statistična regija.....	32
Graf 24: Najvišja zaključena izobrazba	32
Graf 25: Mesečni prihodki gospodinjstva.....	32
Graf 26: Število oseb v gospodinjstvu	33
Graf 27: Število otrok (mlajših od 15 let) v gospodinjstvu	33

Tabele

Tabela 1: Razčlenitev stroškov komunalnega prispevka - primer A.....	6
Tabela 2: Razčlenitev stroškov komunalnega prispevka - primer B.....	6
Tabela 4: Najvišji zneski nepovratnih sredstev na kvadraten meter novogradnje ali nakupa pasivne hiše glede na energijsko učinkovitost in izolacijski material (Poziv 2017).....	10
Tabela 10: Skupni izpusti CO ₂ glede na način ogrevanja v primeru klasične in pasivne hiše (Dodoo in Gustavsson 2013).....	16
Tabela 11: Rezultati LCA pasivne hiše v Italijanskem mestu Perugia (Proietti in sod. 2013).	17
Tabela 12: Potreba po energiji v konvencionalni in pasivni hiši (Dahlstrøm in sod. 2012)	19
Tabela 13: Primerjava stroška hiše in stroška za porabljeno energijo pri različnih tipih hiše (Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove 2008)	21

1 UVOD

1.1 Opis problema, ki ga nameravam v delu raziskati

Preden se odločamo za gradnjo nove hiše ali obnovo stare, je potreben temeljit premislek o tem, kaj se nam bolj izplača, katera gradnja nam bo prinesla dolgoročne koristi, v kakšni hiši se bomo mi in naši družinski člani počutili najbolje in na koncu, koliko časa bomo za gradnjo potrebovali in kakšne so možnosti subvencioniranja.

1.2 Namen in cilji diplomskega dela

1.2.1 Namen

V ospredju želim predstaviti prednosti in slabosti pasivne hiše ter narediti primerjavo s konvencionalnim tipom hiše.

1.2.2 Cilji

C1: Raziskati in analizirati primernost okolja za izgradnjo pasivne hiše.

C2: Določiti faktorje, ki vplivajo na odločitev izgradnje pasivne hiše – določitev okoljskih, družbenih, finančnih in zdravstvenih faktorjev.

C3: Raziskati in primerjati gradbene in življenjske karakteristike med pasivno hišo in konvencionalnim tipom hiše.

C4: Raziskati gibanje trenda popularnosti gradnje pasivnih hiš med prebivalci Slovenije.

1.3 Hipoteze diplomskega dela

H1: Življenje v pasivni hiši je s stroškovnega, zdravstvenega in življenjsko-udobnega vidika boljše kot v konvencionalnem tipu hiše.

H2: Popularnost gradnje pasivnih hiš je med prebivalci Slovenije zaradi finančnih razlogov nizka.

1.4 Metode in materiali dela

1.4.1 Metode dela

V prvi fazi bo potrebno raziskati prednosti in slabosti gradnje in življenja v pasivnih hišah. Za ugotovitev mnenja prebivalcev Slovenije o gradnji in življenju v pasivnih hišah bo potrebno izvesti anketo in na objektivni način pridobiti podatke.

1.4.2 Materiali dela

Diplomsko nalogo bom lahko izdelala s pomočjo računalniške opreme in analizo pridobljenih podatkov ankete.

2 DEFINIRANJE POJMA »PASIVNA HIŠA«

Okoljska politika stremi k zmanjševanju porabe energije tudi na področju gradnje. Glavni razlog za to je naraščanje porabe energije in naraščanje izpustov ogljikovega dioksida v okolje. Zavest o energetske varčni gradnji prodira tako na raven posameznika, držav in skupnosti kot tudi na različne ravni industrijskih in gradbenih panog. Razvoj in številne rešitve je na svojem področju ustvarila tudi inženirska stroka na nivoju zasnove in gradnje objektov. Med energetske varčno gradnjo sodijo naslednje hiše:

- nizkoenergijske hiše,
- pasivne hiše,
- nič energijske hiše,
- energijsko samozadostne hiše,
- plus energijske hiše in
- trilitrska hiša.

2.1 Opis pasivne hiše

Ta je najbolj optimalna energijsko varčna hiša, saj ne zahteva klasičnih grelnih teles (peči, radiatorji, termostatski ventili, kotli itd.). Letna poraba energije za ogrevanje ne presega 15 kWh/m². To pomeni, da ustreza letni porabi ~1,5 litra kurilnega olja, ~1,6 litra zemeljskega plina ali ~2,4 litra utekočinjenega naftnega plina na kvadratni meter ogrevane površine (Knez, 2016).

Pasivna hiša je energijsko varčna stavba, ki s svojimi lastnostmi zagotavlja potrebno bivalno udobje brez klasičnih ogrevalnih sistemov, vsa potrebna toplota pa se v prostore dovaja preko prezračevalne naprave, ki zagotavlja tudi vračanje toplote izrabljenega zraka. Skupna poraba primarne energije je lahko največ 120 kWh/(m²a) (Kovačević, 2016).

Projektni izračun ustreznosti pasivne hiše se opravi s programskim orodjem PHPP'07. Za gradnjo ali nakup pasivne hiše je v Sloveniji mogoče pridobiti nepovratno finančno spodbudo v obliki subvencije. Edina formalna merila za izpolnjevanje nizkoenergijskega standarda objektov v Sloveniji izdaja Eko sklad. Pasivna hiša je samozadostna zgradba, funkcija in videz sta tradicionalna. Obstajajo pa manjše omejitve pri tlorisni zasnovi in obliki. Pomembno je, da je zunanjih površin glede na volumen objekta čim manj (Zbašnik-Senegačnik, 2008).

Pasivno hišo bomo v naslednjih poglavjih primerjali s konvencionalno hišo, ki smo jo definirali glede na način ogrevanja. Pasivna hiša po definiciji ne potrebuje konvencionalnega načina ogrevanja, kar predstavlja glavno razliko s konvencionalno hišo. Slednjo definiramo na način, da ima konvencionalen način ogrevanja (<http://www.fa.uni-lj.si/default.asp?id=2497>).

3 STANDARADNI POGOJI ZA POSTAVITEV PASIVNE HIŠE

Ko se načrtuje pasivna hiša, je potrebno upoštevati tako pasivne kot aktivne ukrepe. Pasivne ukrepe predstavljajo:

- izraba naravnih danosti okolja:
 - orientacija oziroma lega stavbe, osenčenost oz. osončenost, izpostavljenost vetru;
 - primerna arhitekturna zasnova
 - oblika zgradbe – čim bolj kompaktna in enostavna,
 - optimalna debelina toplotne izolacije,
 - vgradnja energijsko učinkovitih oken in vrat, ki ustrezajo standardom pasivne gradnje,
 - gradnja brez toplotnih mostov,
 - zrakotesnost.
- (Povzeto po Knez, 2016).

3.1 Orientacija

V energijsko bilanco pasivne hiše so vključeni tudi toplotni dobitki, med katerimi so najpomembnejši dobitki sončnega obsevanja. Količina dobitkov sončnega obsevanja je odvisna od orientacije fasade, letnega časa in dnevnega gibanja sonca. Pri izbiri zemljišča za gradnjo je treba upoštevati, da je za pasivno hišo najugodnejše, če je umeščena na južno orientirano zemljišče. Južna orientacija v hladnih delih leta omogoča maksimalno izrabo sončne energije in s tem kar do 40-odstotni prispevek k ogrevanju zgradbe. Pasivna izraba sončne energije ima torej ugoden vpliv na skupno toplotno bilanco zgradbe. Razmaki med zgradbami morajo biti dimenzionirani glede na nizki vpadni kot zimskega sončnega sevanja. V bližini južne, vzhodne in zahodne fasade so lahko zasajena listopadna drevesa.

3.2 Obsevanost s soncem

Vzhodna fasada je najintenzivneje obsevana zjutraj, zahodna pa popoldne. Južna fasada je poleti obsijana manj kot vzhodna in zahodna, nasprotno pa je pozimi obsevanje na južni fasadi intenzivnejše kot na vzhodni in zahodni.

3.3 Izpostavljenost vetru

Drug pomemben dejavnik je veter. Potrebno je oceniti, ali je parcela vetrovna, saj to lahko vpliva na energetske dejavnike in bivalne razmere. Dokaj učinkovito lahko tovrstne probleme rešimo s pravilno postavitvijo in zasnovo hiše ter temu primerno zasnovo okrasnega in zelenjavnega vrta, pristopnih poti ipd.

3.4 Oblika stavbe

Za zmanjšanje teh toplotnih izgub je pomembno, da je zunanjih površin glede na volumen objekta čim manj. Razmerje med površino in volumnom se izraža s tako imenovanim faktorjem oblike. Ta je najugodnejši takrat, ko je objekt kompakten in enostaven. Posebej ugoden faktor oblike je pri kvadratnih, okroglih, osemkotnih in elipsastih oblikah (Zbašnik-Senegačnik, 2009).

3.5 Izbira ustrezne debeline toplotne izolacije

Ovoj pasivne hiše ima dobre toplotnoizolacijske lastnosti: vsi gradbeni elementi morajo imeti faktor toplotne prehodnosti $U \sim 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, pri enodružinskih hišah se priporočajo celo nižje

vrednosti ($U \sim 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Debelina toplotne izolacije je odvisna od gradiva in sestave stene ter znaša od 25 do 40 cm. Kot toplotnoizolacijska gradiva so pri pasivni hiši primerna vsa obstoječa tovrstna gradiva – umetna anorganska in organska ter naravna. Od umetnih anorganskih gradiv so primerne mineralne volne, penjeno steklo. Od umetnih organskih toplotnoizolacijskih gradiv sta največ v uporabi ekspandirani in ekstrudirani polistiren pa tudi penjeni polietilen in penjeni poliuretan. V zadnjih letih umetna gradiva uspešno nadomeščajo naravna toplotnoizolacijska gradiva, kot so celulozna vlakna, lesna vlakna, kokosova vlakna, lan, konoplja, ovčja volna, pluta (Zbašnik-Senegačnik, 2009).

3.6 Energijsko učinkovita okna in vrata

Posebej za pasivno hišo so bila razvita specialna okna s trislojno zasteklitvijo, z nizkokemisijskimi nanosi in plinom argonom v medsteklenem prostoru ter dodatno toplotno zaščitenim okvirjem. Te zasteklitve imajo dve prednosti:

- v srednji Evropi prepustijo okna pozimi več sončne energije v prostor kot toplote iz prostora;
- površinske temperature na notranji strani so tudi v zimskem času trajno tako visoke, da ne nastanejo niti občutna zmanjšanja sevalne toplote niti moteči slap padajočega hladnega zraka ob oknu.

Za preprečevanje poletnega pregrevanja morajo imeti zastekljene površine ustrezno sončno zaščito (Zbašnik-Senegačnik, 2009).

3.7 Gradnja brez toplotnih mostov

Ovoj zgradbe ni sestavljen samo iz pravilnih elementov, kot so ravne stene in streha. Mnogo več je na ovoju robov, vogalov, stikov in prebojev, kjer se pojavijo konstrukcijski toplotni mostovi. Za zgradbe, ki imajo toplotno izolacijo v standardu pasivne hiše, pomeni tudi samo eden nezmanjšan toplotni most bistveno motnjo skupnega koncepta. Da se odpravi toplotne mostove, je potrebno že v fazi načrtovanja z detajli preveriti vsa kritična mesta. Najpogosteje so to: priključek podstavka zgradbe proti neogrevani kleti oz. temelju, balkonske plošče, statično pogojeni preboji toplotne izolacije v steni, priključek stene na streho, atika, vgradnja oken in vrat v stensko konstrukcijo itd. Problematike reševanja toplotnih mostov se je treba lotiti kompleksno. Tako kot načrtovanje je pomembna tudi skrbna izvedba (Zbašnik-Senegačnik, 2009).

3.8 Zrakotesnost

Velik del toplotnih izgub v običajnih zgradbah povzročajo tudi netesna mesta v zunanjem ovoju. Zato mora biti zunanji ovoj pasivne hiše izveden zrakotesno. Za zagotavljanje zrakotesnosti je potrebno paziti na natančno načrtovanje, ki vključuje izdelavo vseh detajlov in njihovo izvedbo. Njeno učinkovitost se kontrolira s testom Blower Door. Pri masivnih objektih se tesnost doseže npr. z neprekinjenim notranjim ometom. Pri lahkih konstrukcijah iz lesa se na notranji strani vgradi parna ovira, ki hkrati predstavlja tudi zrakotesno ravnino. Poleg izbire primerne sistema tesnjenja so pomembni tudi stiki med posameznimi elementi. Za stikovanje se uporabljajo tesnilni trakovi in profili, lepilni trakovi, mehanske pritrditve ipd. Posebno pozornost je potrebno nameniti tudi zrakotesni vgradnji oken in vrat (Zbašnik-Senegačnik 2009).

4 RAZPOLOŽLJIVOST KOMUNALNE INFRASTRUKTURE

Komunalna infrastruktura je nujni in sestavni del vsakega naselja, saj zagotavlja in zadovoljuje temeljne pogoje za bivanje in delo. Pod komunalno opremljenost zemljišča sodijo:

- vodovod,
- električni vod,
- kanalizacija,
- plin,
- telefon,
- cestna infrastruktura.

Po aktualnem Zakonu o urejanju prostora (Uradni list RS, št. 61/17) se šteje, da je zemljišče komunalno opremljeno, ko je komunalna infrastruktura, ki zagotavlja najmanj oskrbo s pitno vodo in energijo, odvajanje odplak in odstranjevanje odpadkov ter dostop na javno cesto, zgrajena in predana v upravljanje izvajalcu javne službe.

Če gre za območje, ki je namenjeno individualni gradnji, je komunalna infrastruktura že predvidena in jo je treba zgolj realizirati in financirati. Izgradnja komunalne infrastrukture se financira iz občinskega komunalnega prispevka. Gradnjo priključkov na objekte in omrežja komunalne infrastrukture pa zagotavlja investitor oziroma lastnik objekta, ki ga priključuje.

4.1 Strošek komunalnega prispevka

Komunalni prispevek je plačilo dela stroškov opremljanja zemljišč z lokalno komunalno infrastrukturo (vodovoda, kanalizacije, ceste itd.), ki ga zavezanec za plačilo komunalnega prispevka plača občini. Skladno z aktualnim Zakonom o prostorskem načrtovanju komunalni prispevek predstavlja plačilo dela stroškov gradnje komunalne opreme. Ta sredstva se zato v občinah namenijo izgradnji komunalnega omrežja. Komunalni prispevek v skladu z zakonom plača vsak posameznik, ki želi zaprositi za gradbeno dovoljene novogradnje. Ob plačilu komunalnega prispevka občina jamči investitorju, da mu je oziroma mu bo omogočen priklop na omrežje lokalne komunalne infrastrukture.

Komunalni prispevek se izračuna iz enačbe. V njej so vključeni različni faktorji, najpoglavitejša dejavnika pa sta velikost objekta in parcela. Višino komunalnega prispevka določa Pravilnik o merilih za odmero komunalnega prispevka (Uradni list RS, št. 95/07 in 61/17 – ZUreP-2). Če pogledamo podrobno, se merila za odmero komunalnega prispevka nanašajo na površino stavbnega zemljišča, na neto tlorisno površino objekta, opremljenost stavbnega zemljišča s komunalno opremo in na namembnost objekta. Površina stavbnega zemljišča pomeni velikost parcele. Če parcele ni mogoče določiti, se površina stavbišča (to je prostor, ki ga na parceli zaseda objekt) množi s faktorjem 1,5. Delež parcele, ki se upošteva za komunalni prispevek, je med 30 in 70 odstotki. Neto tlorisna površina objekta je seštevek vseh tlorisnih površin objekta, torej brez sten, napuščev in nadstrešnic. Delež neto tlorisne površine pri izračunu komunalnega prispevka je lahko od 30 do 70 odstotkov.

Investitor lahko komunalni prispevek plača vnaprej, torej preden je oddal vlogo za izdajo gradbenega dovoljenja. Druga možnost pa je, da v vlogi za pridobitev gradbenega dovoljenja občini poda zahtevo za odmero komunalnega prispevka. Ko je komunalni prispevek plačan, se smatra, da so bili plačani vsi stroški priklopa objekta na komunalno opremo. Kar pomeni, da razne takse za priključitev niso sprejemljive.

Višine komunalnega prispevka so od občine do občine različne. Praksa kaže, da so praviloma komunalni prispevki višji v mestnih naseljih, medtem ko so mnogo nižji na območjih izven naselij, torej na območjih razpršene gradnje, čeprav obstajajo tudi izjeme. Trenutno se nahajamo v situaciji, kjer se komunalni prispevki med občinami nerazumno razlikujejo. Cene se zato gibljejo med 2.300 in 25.000 evrov (MojMojster.net, 2018).

4.1.1 Primer izračuna komunalnega prispevka

- **Primer A – Občina Logatec, tik ob komunalni infrastrukturi**

Hiša neto tlorisne površine 200 m², parcela velikosti 600 m²

Tabela 1: Razčlenitev stroškov komunalnega prispevka – primer A

Opis	Cp [€]	Dp [€]	Ct [€]	Dt [€]	Faktor	Indeks	Skupaj [€]
Cestno omrežje	5,37	0,30	22,13	0,70	1,00	1,0000	4.064,96
Kanalizacija Logatec	2,09	0,30	7,49	0,70	1,00	1,0000	1.425,34
Vodovod	0,97	0,30	3,79	0,70	1,00	1,0000	703,78
Prostori za ravnanje z odpadki	0,08	0,30	0,35	0,70	1,00	1,0000	63,70
Javne površine in parkirišča	0,13	0,30	0,52	0,70	1,00	1,0000	96,22
Skupaj [€]							6.354,00

- **Primer B – Občina Logatec, 1,9 km iz mesta Logatec**

Hiša neto tlorisne površine 200 m², parcela velikosti 600 m²

Tabela 2: Razčlenitev stroškov komunalnega prispevka – primer B

Opis	Cp [€]	Dp [€]	Ct [€]	Dt [€]	Faktor	Indeks	Skupaj [€]
Cestno omrežje	5,37	0,30	22,13	0,70	1,00	1,0000	4.064,96
Vodovod	0,97	0,30	3,79	0,70	1,00	1,0000	703,78
Prostori za ravnanje z odpadki	0,08	0,30	0,35	0,70	1,00	1,0000	63,70
Javne površine in parkirišča	0,13	0,30	0,52	0,70	1,00	1,0000	96,22
Skupaj [€]							4.928,66

Legenda:

- Cp: obračunski stroški, preračunani na m² parcele na obračunskem območju za posamezno vrsto komunalne opreme;
- Dp: delež parcele pri izračunu komunalnega prispevka (min. 0,3, max. 0,7; Dp + Dt = 1);
- Ct: obračunski stroški, preračunani na m² neto tlorisne površine objekta na obračunskem območju za posamezno vrsto komunalne opreme;

- Dt: delež neto tlorisne površine objekta pri izračunu komunalnega prispevka (min. 0,3 in max. 0,7; $D_p + D_t = 1$);

(Povzeto po MojMojster.net, 2018).

5 KLJUČNI DEJAVNIKI ZA IZGRADNJO PASIVNE HIŠE

Dejavnike za izgradnjo pasivne hiše bi lahko v grobem razdelili na tri večje skupine, glede na motivacijo posameznika:

- ekonomski dejavniki,
- udobnostni dejavniki,
- okoljski dejavniki.

Vsi dejavniki se načeloma nanašajo na idejo gradnje, ki pomeni učinkovitejšo rabo energije, kjer pri udobnostnih dejavnikih to upoštevamo tudi v smislu izboljšane kvalitete zraka, manjših temperaturnih nihaj in podobno.

5.1 Ekonomski dejavniki

Ekonomski dejavniki se lahko delijo glede na številne vidike prihranka porabe energije v primeru pasivne hiše kot tudi upoštevajoč subvencije s strani nacionalnih ali občinskih skladov, ki spodbujajo bolj trajnostno gradnjo, tudi v smislu gradnje pasivnih stavb.

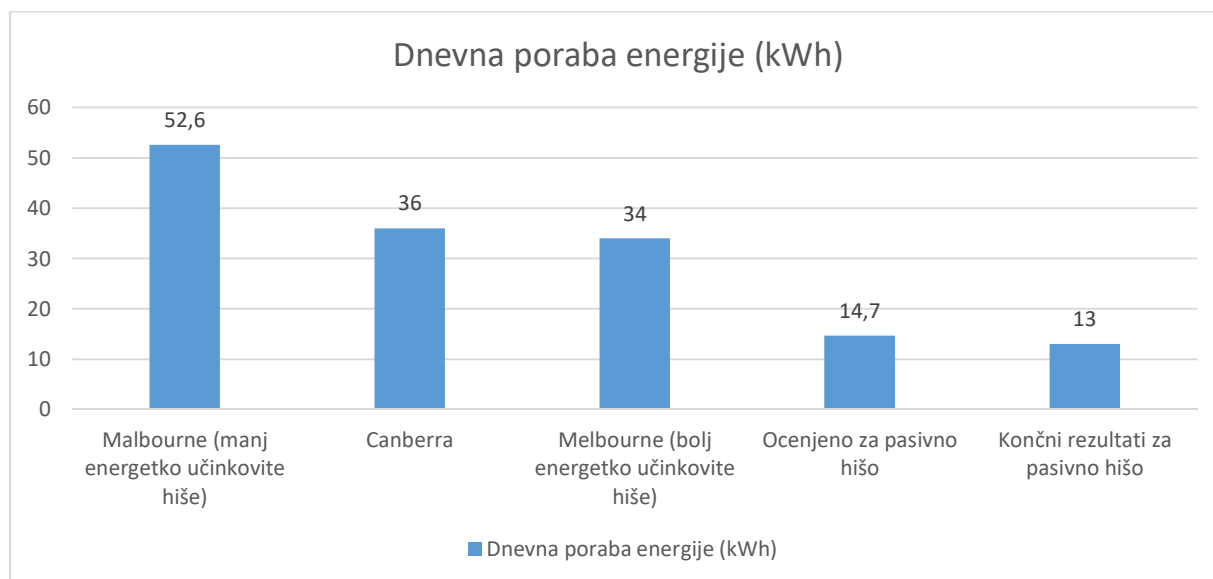
Prihranki energije so lahko veliki v primeru pasivne stavbe, kar je načeloma eden izmed glavnih faktorjev pri odločanju o gradnji. Prihranke energije lahko dosežemo z ustreznimi sistemi rekuperacije zraka, zadostno toplotno izolacijo, učinkovitimi načini ogrevanja in podobno.

5.1.1 Manjši letni strošek za dobavo energije

Raziskava, opravljena v Avstraliji (Truong in Garvie, 2017), je pokazala, da je bila poraba pasivne hiše v 12-mesečnem obdobju opazno manjša kot pri ostalih hišah v okolici. Povprečna poraba pasivne zgradbe v mestu Chifley je bila 13 kWh na dan, kar je bilo 64 % manj kot povprečna poraba hiš v Canberri, katere so prejele najvišje nacionalne ocene pri prihrankih porabe energije, in 62 % manj kot v Melbournu. Prvotne simulacije raziskovalcev o porabi energije pa se niso skladale s končnimi ugotovitvami, ker so bile vrednosti porabljene energije opazno manjše, kot so bila njihova predvidevanja. Poraba je bila tisto leto manjša za 12 %, po popravku izračunov glede na vremenske pogoje pa so prišli do zaključka, da je poraba 6 % manjša, kot so bila predvidevanja. Ti dodatni prihranki pa niso bili enakomerno razporejeni glede na porabo energije, vendar so bili prihranki na področju porabe energije za razsvetljavo, uporabo aparatov in sanitarno vodo opazno manjši od pričakovanih (poraba 7.9 kWh/m²/leto, kar je 28 % več od pričakovanega), prihranki pri ogrevanju prostorov pa znatno višji (13 kWh/m²/leto, kar je 92 % manj od pričakovanega). Potrebno je omeniti dejstvo, da so bile povprečne najnižje zimske temperature okoli -2°C in najvišje poletne 37°C, kar porabo bolj nagne v smeri hlajenja v poletnih mesecih.

Rezultati raziskave so tudi vidni na grafu 1, kjer je poraba »klasično«
grajene hiše v Melbournu znatno višja od pasivne gradnje. Pasivna hiša ima v tem primeru 75 % manjšo porabo energije, kar se večinoma tudi pretvori direktno v manjše stroške za plačilo porabljene energije. V kolikor primerjamo pasivno hišo z drugimi, prav tako energetsko bolj učinkovitimi zgradbami, pa je prihranek manjši, vendar vseeno preko 60 %.

Graf 1: Primerjava dnevne porabe energije glede na tip hiše v primeru raziskave v Avstraliji (Truong in Garvie, 2017)



5.1.2 Subvencije za pasivno gradnjo

Ekonomski dejavnik manjšega letnega stroška pri porabi energije brez dvoma igra pomembno vlogo pri odločanju o gradnji ali nakupu pasivne hiše. Vendar pa manjši letni strošek porabe ni edini dejavnik, prav tako je pomembno vzeti v zakup subvencije, ki so na voljo za gradnjo pasivne hiše.

V Sloveniji Eko Sklad od leta 2008 ponuja subvencije za gradnjo pasivnih zgradb. V letu 2008, ko je bil razpis prvič objavljen, so bile v okviru tega razpisa predmet predvsem eno- ali dvodružinske stanovanjske hiše, kjer se je višina subvencije določala glede na stroške, povezane z boljšo toplotno zaščito stavbe, energetsko varčnim pohištvo, ogrevalnim in s prezračevalnim sistemom, kakovostno gradnjo ter neto uporabno površino objekta. V dokumentu tudi navajajo, da so spodbude progresivne glede na energijsko učinkovitost do 35 kWh/m² in glede na delež naravnih oz. sintetičnih izolacijskih materialov. Najvišja možna subvencija v letu 2008 je znašala (za hišo z najmanj 75 % naravnih izolacijskih materialov, s potrebo po ogrevanju manjšo od 15 kWh/m² in površino 200 oz. 150 m²) 25.000 EUR. Na Eko sklad je prispelo 98 vlog za dodelitev nepovratnih sredstev za gradnjo stanovanjske stavbe v nizkoenergijski ali pasivni tehnologiji, od tega je bila izplačana ena spodbuda v višini 4.644 EUR za novozgrajeno nizkoenergijsko enodružinsko stanovanjsko hišo, ki je bila v času razpisa že v gradnji in je bila po vseh parametrih znotraj omejitev razpisa („Letno poročilo Eko sklada – 2008“, 2008).

V zadnjem desetletju se je situacija spremenila in je tudi število pasivnih hiš ter vlog za subvencionirano gradnjo veliko višje. Aktualni razpis (Poziv, 2017) Eko sklada tudi natančno določa kriterije za dodelitev nepovratnih sredstev kot tudi omejitve glede povratnih sredstev (kredita). Nepovratna sredstva se dodelijo za gradnjo ali nakup nove eno- ali dvostanovanjske pasivne zgradbe, v kolikor ima le-ta pravnomočno gradbeno dovoljenje in katere energijska učinkovitost, izračunana po metodi za pasivne zgradbe, ne presega 15 kWh/m². Ne glede na lokacijo pa se upoštevajo klimatski podatki za Ljubljano. V hiši mora biti tudi že vgrajeno zunanje pohištvo (okna, fiksne zasteklitve, balkonska vrata, vhodna vrata, ...) s toplotno prehodnostjo U

$\leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ in z najmanj troslojno zasteklitvijo. Dodatna sredstva so na voljo za leseno zunanje pohištvo, v višini 50 EUR/m², do največ 30 m² površine oz. največ 1.500 EUR (garažna in vhodna vrata niso del nepovratne finančne spodbude). Zahtevano je tudi centralno prezračevanje, ki ima v sistemu tudi rekuperacijo toplote z izkoristkom najmanj 80 %. Vsi generatorji toplote in hladu morajo imeti visoko energijsko učinkovitost. Neposredno ogrevanje stavbe in sanitarne vode z električno energijo pa ne sme presežati 10 % skupnih letnih energijskih potreb stavbe (razen v primeru samooskrbe z obnovljivih virov energije). Prav tako mora 50 % energije priti iz obnovljivih virov energije razen v primeru daljinskega ogrevanja ali SPT (soproizvodnja toplotne in električne energije) naprav z visokim izkoristkom. Obvezen pa je tudi preizkus zrakotesnosti stavbe. Višina spodbude se razlikuje glede na površino stavbe in energijske učinkovitosti, kar je tudi razvidno v tabeli 4, kjer so zgradbe razdeljene v tri skupine glede na delež naravnih, mineralnih ali sintetičnih izolacijskih materialov (sk. I – najmanj 70 % naravnih (les, celuloza), sk. II – najmanj 70 % mineralnih (steklena volna), sk. III – več kot 30 % sintetičnih (ekspandiran polistiren, ekstrudiran polistiren). Subvencija lahko predstavlja največ 30 % priznanih stroškov in največ do 150 m² ogrevane površine.

Tabela 3: Najvišji zneski nepovratnih sredstev na kvadratni meter novogradnje ali nakupa pasivne hiše glede na energijsko učinkovitost in izolacijski material (Poziv, 2017)

<i>Energijska učinkovitost stavbe Q_h [kWh/m²a]</i>	<i>Najvišji znesek na enoto EUR/m²</i>		
	<i>I. skupina</i>	<i>II. skupina</i>	<i>III. skupina</i>
≤ 10	125	100	75
≤ 15	105	80	65

Ekonomski dejavniki lahko predstavljajo pomemben faktor pri razmisleku o gradnji ali nakupu pasivne hiše. Energijski prihranki so lahko znatni in glede na dejstvo, da je v prihodnosti pričakovati rast cen vseh energentov, bi se ti prihranki relativno glede na investicijo v prihodnosti le še povečevali. To odločitev lahko malce spodbudijo tudi nepovratna sredstva Eko sklada, ki znižajo strošek do 13,7 % in naredijo celotno investicijo privlačnejšo ali pa vsaj deloma povrnejo višje stroške gradnje pasivne hiše napram klasični.

5.2 Udobnostni dejavniki

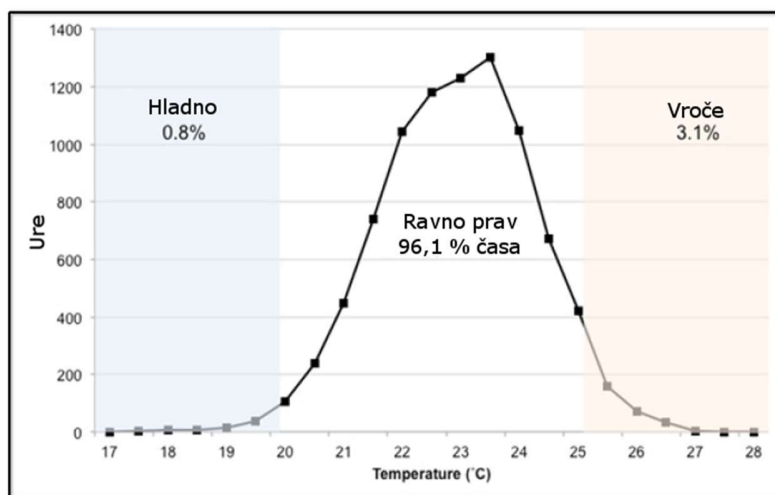
Poleg ekonomskih dejavnikov je pomemben vidik tudi udobje, zlasti z vidika bivalne temperature in kvalitete zraka. Pasivna hiša je po svoji zasnovi zrakotesna in ima v svoj prezračevalni sistem vgrajene različne sisteme filtriranja zraka in rekuperacije toplote. Zrakotesnost je tudi lahko zaščita pred previsoko zunanjo vlago in njenim vplivom na počutje. Številne raziskave so bile že opravljene na področju merjenja udobja v pasivni hiši.

5.2.1 Toplotno udobje

Že prej omenjena raziskava, opravljena v Avstraliji (Truong in Garvie, 2017), je tudi ocenjevala stopnjo udobja v pasivni hiši v mestu Chifley, kar so raziskovalci razdelili na dve področji – toplotno udobje, ki temelji na temperaturi v bivalnih prostorih, in kvaliteta zraka, ocenjena glede na koncentracije ogljikovega dioksida v prostoru. Ugotovili so, da je v 12-mesečnem opazovanem obdobju temperatura v 96,1 % časa ostala znotraj t. i. »udobnega območja«, kar so definirali kot temperatura med 20 °C in 25 °C. Izračun je predvideval višje temperature od 25 °C v prostorih 7,1 % časa in nižje 3,1 %, izkazalo pa se je, da je le 3,1 % temperatur preseglo 25 °C in le 0,8 %

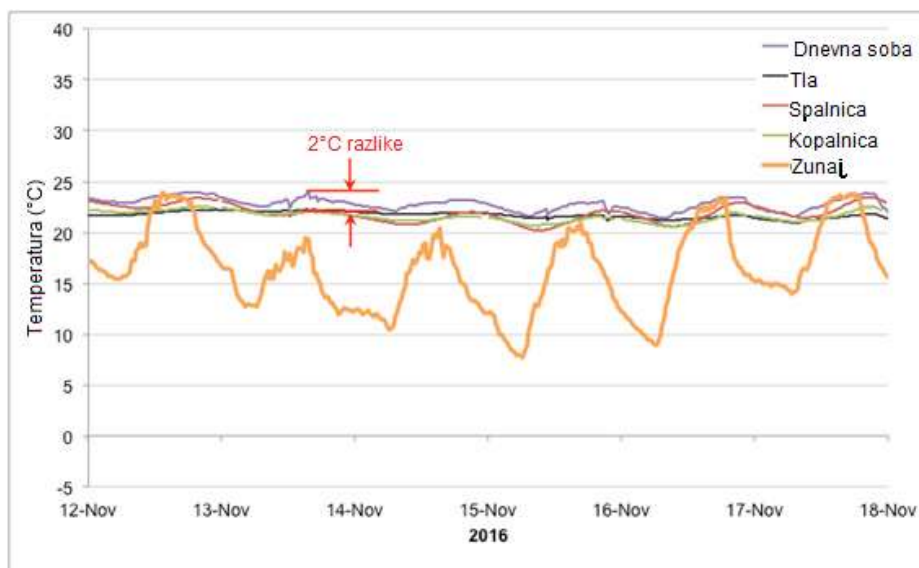
padlo pod 20 °C. Graf 2 tudi pokaže relativno dobro Gaussovo porazdelitev temperatur, kjer majhen delež temperatur pade v skrajne konce grafa. Glede na dejstvo, da je bila raziskava opravljena v Avstraliji, kjer poleti ni nenavadno, da temperature dosežejo 37 °C, je presenetljivo, da se v prostorih pasivne hiše temperatura skoraj nikoli ni dvignila nad 27 °C, le v 3,1 % pa je presegla 25 °C.

Graf 2: Porazdelitev temperature v pasivni hiši glede na število ur in prikaz deležev, ko je bila temperatura v in izven udobnega območja (Truong in Garvie, 2017)



Pomembna je bila tudi ugotovitev, da so bila nihanja med temperaturami v različnih sobah majhna (največ 2 °C), prav takšne so bile tudi spremembe med temperaturami pri tleh in v prostoru (manj kot 2 °C). Na grafu 3 so razvidne majhne variacije med temperaturami v sobah, zlasti v primerjavi z zunanjimi temperaturami. Opazno je, da je bila temperatura pri tleh, označena s črno črto (ang. »slab«), relativno konstantna in se ni veliko razlikovala s temperaturo v prostoru, kar pomeni, da ni prišlo do znatne stratifikacije temperature v prostorih.

Graf 3: Temperaturne variacije med sobami v pasivni hiši v primerjavi z zunanjimi temperaturami (Truong in Garvie, 2017)

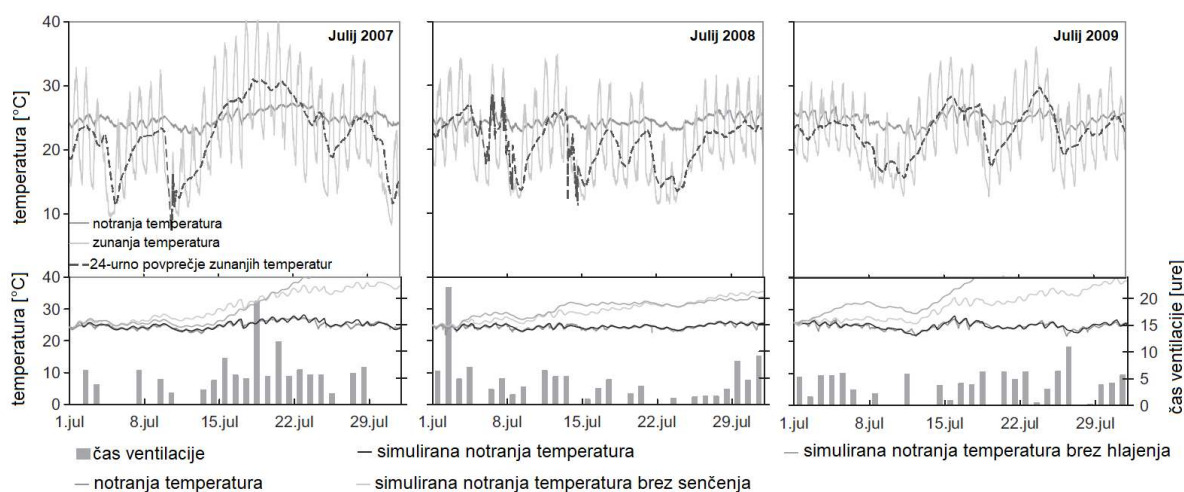


Druga raziskava (Wang in sod., 2017), ki je bila opravljena v Nemčiji, pa je še bolj natančno pogledala vpliv temperature in kvalitete zraka na udobje v pasivni hiši. Raziskovalci že uvodoma izpostavljajo pomen temperature za udobje stanovanca, zlasti ko govorimo o pasivni hiši, ki ima načeloma strogo regulirane temperaturne variance. Priporočene temperature v primeru ogrevanja so 20 °C do 24 °C in v primeru hlajenja 23 °C do 26 °C, v raziskavi pa ugotavljajo, da je tudi njihov vzorec pasivnih hiš v srednji Evropi imel povprečno normalizirano temperaturo 21,56 °C s standardnim odstopanjem 1,811 °C.

Konstrukcija pasivne hiše je zasnovana na način, da je čim bolj zrakotesna in čim več energije zadrži v prostorih. S tem pa se lahko tudi pojavijo problemi pregrevanja zraka, zlasti v vročih mesecih ali v toplejših klimatskih razmerah. Že omenjene raziskave (Wang in sod., 2017; Truong in Garvie, 2017) so ta vidik do določene mere obravnavale, raziskava v Sloveniji (Mlakar in Štrancar, 2011) pa se je tega izziva lotila na eni pasivni hiši predvsem z vidika energijskih tokov.

V pasivni hiši so računali energijske izgube z algoritmom, ki je namenjen ravno temu, ter primerjali rezultate z izmerjenimi.

Graf 4: Vpliv senčenja in zračenja na temperature v pasivni hiši v poletnih mesecih (Mlakar in Štrancar, 2011)



Na grafu 5 je razvidno, da je bilo zračenje najbolj uporabljeno v dnevih, ko so bile temperature podnevi najvišje, temperaturna nihanja pa tudi do 15 K. Razvidno je tudi, da so stanovalci aktivno zračili prostore še nekaj časa po koncu vročinskega vala, da so kar se da hitro znižali temperature v prostorih. Simulirane temperature na spodnjih grafih prikazujejo, kako bi se temperature spreminjale brez senčenja ali brez kakršnega koli hlajenja prostorov. V juliju 2007, ko so temperature dosegale 40 °C, bi se brez tehnik hlajenja prostorov temperature v hiši dvignile preko 40 °C, tako pa so ostale nekje do 28 °C. Brez senčenja na vzhodu in zahodu pa bi temperature počasi naraščale tekom celotnega opazovanega obdobja. Simulacija je pokazala, da bi v juliju 2009 temperature prav tako presegle 40 °C, v kolikor senčenje ne bi bilo uporabljeno.

Raziskovalci zaključijo, da nočno zračenje prostorov z odpiranjem oken in aktivno senčenje prostorov tekom dneva, strateško glede na pozicijo sonca, lahko znatno vplivajo na temperaturno udobje v pasivni hiši. Brez uporabe tehnik hlajenja pa bi v relativno kratkem času prišlo do velikega pregrevanja prostorov. Sicer pa ta raziskava kaže, da je gradnja pasivnih hiš mogoča tudi v vročih in hladnih klimatskih razmerah, dokler so uporabljene ustrezne tehnike zagotavljanja udobne temperature. Pomemben faktor pa je tudi učenje stanovalcev, da se ustrezno odzovejo na spremembe pogojev zunaj.

5.2.2 Kvaliteta zraka

Podobno kot temperatura tudi kvaliteta zraka vpliva na udobje v prostoru in je odvisna od različnih faktorjev. Raziskave kvaliteto zraka večinoma merijo glede na koncentracijo ogljikovega dioksida, kar je načeloma tudi najlažje primerjalno ovrednotiti, ker je konstantna zunanja vrednost 400 ppm (part per million – delov na milijon).

Avstralska raziskava (Truong in Garvie 2017) je v pasivni hiši v Chifleyju ugotavljala koncentracije ogljikovega dioksida kot indikatorja za kvaliteto zraka. Hiša je imela mehansko ventilacijo z rekuperacijo toplote. Vse izmerjene koncentracije so bile znotraj »odlične« ali »dobre« kvalitete zraka po standardu EN 13779:2007 in so bile skoraj ves čas pod 1000 ppm. Tudi v primeru, ko so bila vrata in okna zaprta tri dni skupaj, so koncentracije ostale znotraj teh vrednosti. Odpiranje oken pa je hitro znižalo koncentracije ogljikovega dioksida, ki je na trenutke padel tudi pod 500

ppm. Ti izsledki kažejo na to, da je sistem mehanske ventilacije učinkovit in lahko (glede na to raziskavo) v pasivni hiši pričakujemo visoko kvaliteto zraka.

Tudi raziskava v Nemčiji (Wang in sod., 2017) izpostavlja, da mehanska ventilacija z volumskim pretokom 660 m³/h zagotavlja, da so koncentracije ogljikovega dioksida vedno pod 1350 ppm, kar zagotavlja zmerno dobro kvaliteto zraka. Izpostavljajo tudi, da ravno mehanska ventilacija omogoča hitro redčenje zraka in s tem znižanje koncentracij CO₂.

5.2.3 Zdravstveni vidik

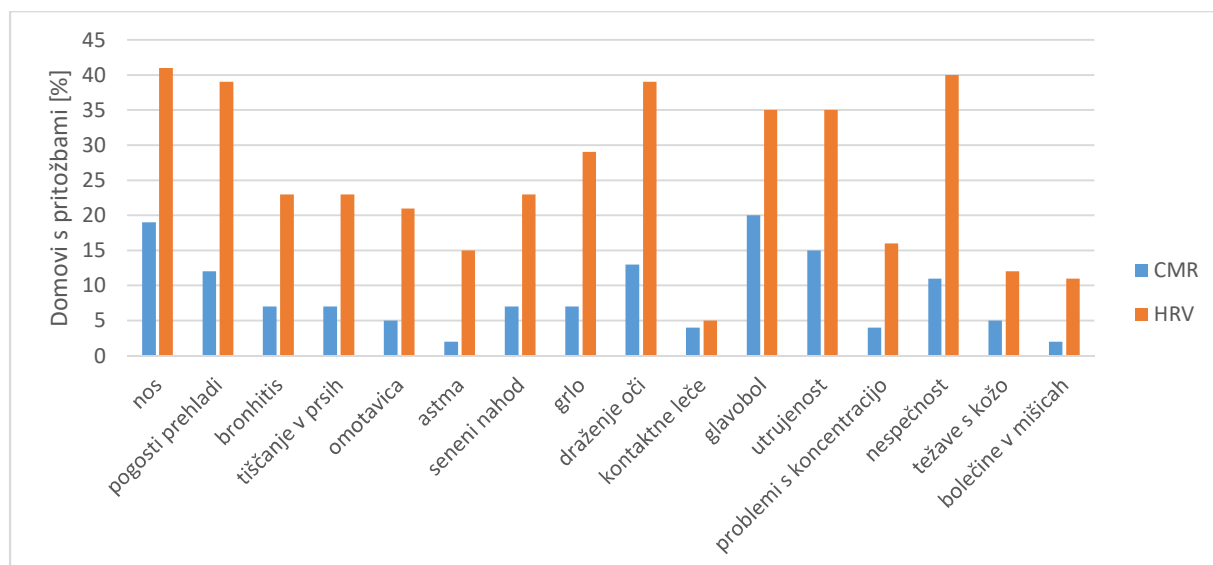
Zdravstveni vidik je neposredno vezan na kvaliteto zraka in primerno temperaturo. Kvaliteta zraka je širok pojem, vendar se vsi parametri v neki meri navezujejo na vpliv na zdravje človeka. Visoke koncentracije ogljikovega dioksida, hlapnih organskih spojin, delcev in drugih onesnažil negativno vplivajo na zdravje ljudi in posledično kvaliteto zraka ocenjujemo glede na koncentracijo različnih onesnažil v zraku. Prav tako temperatura (in z njo povezana relativna vlažnost) lahko vpliva na naše zdravje. V poletnih mesecih lahko visoke temperature v stanovanju pripeljejo tudi do vročinske kapi ali drugih zdravstvenih zapletov, onemogočajo kvaliteten spanec in s tem povezane zdravstvene težave, v zimskih mesecih pa nizke temperature lahko povzročajo podhladitev in druge težave. Od temperature in vlažnosti je tudi odvisna rast plesni in drugih organizmov v prostorih, kateri posledično vplivajo na zdravje stanovalcev.

Pasivna hiša ima nekatere specifične lastnosti, ki lahko ključno vplivajo na zdravstveni vidik stanovanjskega objekta. Zrakotesnost in visoka stopnja toplotne izoliranosti lahko vplivajo na kvaliteto zraka in s tem na zdravje stanovalcev.

V oceni zdravstvenih tveganj v pasivnih in nizkoenergijskih hišah je Hasselar (Hasselaar, 2008) analiziral potencialne probleme, kot so pregrevanje, hrup zaradi instalacij, prisotnost legionele, slabo prezračevanje, zapleteni kontrolni mehanizmi in pomanjkanje fleksibilnosti prezračevalnih sistemov.

Na grafu 6 je razvidna primerjava deleža stanovanjskih enot, kjer se je vsaj eden izmed stanovalcev pritožil zaradi določenih zdravstvenih težav, glede na tip prezračevanja, kjer CMV predstavlja klasično mehansko zračenje (ang. Conventional mechanical ventilation) in HRV zračenje z rekuperacijo toplote (ang. Heat recovery balanced flow mechanical ventilation). V primeru rekuperacije toplote je pri vseh prijavljenih zdravstvenih težavah delež višji kot v primeru klasične ventilacije. Pri nespečnosti in razdraženih očeh so razlike zlasti velike. Nespečnost je lahko tudi posledica hrupa, ki ga sistem povzroča, ali pa je povezana s kvaliteto zraka. Hasselar izpostavi, da te probleme razloži slabo splošno prezračevanje.

Graf 5: Delež stanovanjskih enot glede na tip prezračevanja s stanovalcem, ki se je pritožil zaradi zdravstvenih težav (Hasselaar, 2008)



Jasno razvidno je, da so razlike relativno majhne in klasična ter pasivna hiša nimata opaznih razlik z vidika zdravja. Bodo pa na tem področju še potrebne dodatne raziskave.

5.3 Okoljski dejavniki

Eden izmed pomembnih razlogov, zakaj se sploh pogovarjamo o pasivni gradnji, je okoljski vidik, ki je zlasti pomemben z vidika porabe energije. V stanovanjih porabimo veliko količino energije tako za ogrevanje ali hlajenje samega stanovanja, za izgradnjo bivališča, njegovo obnavljanje in prenavljanje, uporabo električne energije in tople vode ter mnogo drugega. Naše bivališče predstavlja ključen dejavnik pri obravnavi našega vpliva na okolje.

5.3.1 Ogljični odtis

Klasična enodružinska hiša od začetka do konca svojega 50-letnega življenjskega cikla proizvede 1009,1 kg CO₂-eq/m² (Fenner in sod., 2018), kar pomeni, da enodružinska hiša s površino 100 m² v 50 letih proizvede več kot 50 ton CO₂-eq. Ta podatek velja za enodružinsko hišo v Španiji. Dvonadstropna hiša v Veliki Britaniji pa ima ogljični odtis še 3,5-krat višji in v 50-letnem obdobju proizvede skoraj 3,5 tone CO₂-eq na vsak kvadratni meter površine. Najmanjši ogljični odtis pa ima 8-nadstropna zgradba (v tem primeru na Švedskem), katera na leto proizvede dobrih 12 kg CO₂-eq/m² in v 50 letih 631 kg CO₂-eq/m². Avtomobil z izpusti CO₂ 120 g/km pri letno prevoženih 10.000 km proizvede 1,2 tone CO₂ na leto, omenjena 100 m² velika enodružinska hiša pa kar 2 toni na leto. Veliko prostora in časa namenimo skrbi glede naših transportnih navad in njihovega vpliva na okolje, kar je seveda pravilno, ker znaten del izpustov toplogrednih plinov prispevajo prevozna sredstva, vendar pa primerjalno gledano premalo pozornosti namenimo našim hišam in njihovem vplivu na okolje. Naša hiša ali stanovanje ima znaten vpliv tekom celotnega življenjskega cikla, za proizvodnjo cementa, opeke in drugih gradbenih materialov so potrebne velike količine energije, poraba energije v času, ko bivamo v tej zgradbi, je prav tako visoka, na koncu pa nam ostane še izjemno velik kup odpadkov, ki jih je potrebno obdelati, predelati ali ustrezno odložiti. Vsi te koraki zahtevajo določeno količino energije in imajo negativen vpliv na okolje.

Glede na izsledke omenjene raziskave (Fenner in sod., 2018) lahko tudi vidimo, da uporaba objekta predstavlja največji del ogljičnega odtisa. V primeru enodružinske hiše uporaba predstavlja 15 kg CO₂-eq/m² od skupnih 20,18 kg CO₂-eq/m², kar je skoraj 75 %. V primeru 8-nadstropne zgradbe pa uporaba predstavlja skoraj 50 %, sama gradnja hiše pa glede na skupen ogljični odtis le 4,3 % (27 od 631 kg CO₂-eq/m²). V tem vidiku lahko vidimo velik pomen pasivne gradnje in zmanjšanja porabe energije in ogljičnega odtisa v procesu uporabe objekta.

V raziskavi na Švedskem (Dodoo in Gustavsson, 2013) so izračunali in izmerili ogljični odtis pasivnih in konvencionalnih zgradb glede na tip ogrevanja v njihovem celotnem življenjskem ciklu (ang. LCA: Life-cycle assessment). Analizirali so porabo energije in ogljični odtis v zgradbi z lesenim okvirjem, ki je bila oblikovana glede na standarde pasivne gradnje ali klasične gradnje. Klasična hiša se sklada z omejitvami, ki jih ima Švedska glede porabe energije v stanovanjskih zgradbah, pasivna hiša pa prav tako izpolnjuje zahtevane kriterije.

Tabela 4: Skupni izpusti CO₂ glede na način ogrevanja v primeru klasične in pasivne hiše (Dodoo in Gustavsson, 2013)

	<i>Emisije CO₂ (kg CO₂/m²)</i>					
	Električno gretje		Toplotna črpalka		Daljinsko ogrevanje	
	Klasična	Pasivna	Klasična	Pasivna	Klasična	Pasivna
<u><i>Gradbena stopnja</i></u>						
<i>Proizvodnja materialov</i>	198	200	198	200	198	200
<i>Uporaba materialov</i>	20	20	20	20	20	20
Skupaj	218	220	218	220	218	220
<u><i>Uporaba zgradbe (50 let)</i></u>						
<i>Ogrevanje prostorov</i>	118	73	45	28	28	17
<i>Prezračevanje</i>	44	44	44	44	44	44
<i>Ogrevanje sanitarne vode</i>	73	73	28	28	17	17
<i>Električna energija</i>	219	219	219	219	219	219
Skupaj	454	409	336	319	308	297
<u><i>Zadnja stopnja</i></u>						
<i>Uničenje</i>	2	2	2	2	2	2
<u>Skupni CO₂ izpusti</u>	<u>674</u>	<u>632</u>	<u>556</u>	<u>541</u>	<u>528</u>	<u>519</u>

Tabela 4 predstavlja skupne emisije toplogrednih plinov celotnega življenjskega kroga pasivne in klasične zgradbe. Dejstvo je, da je stopnja gradnje hiše v vseh primerih skoraj enaka z vidika emisij, prav tako tudi končna stopnja uničenja ali razgradnje hiše. Najbolj variabilni del je vmesna stopnja, ko je hiša v uporabi. V primeru električnega ogrevanja je v tem primeru razlika med klasično in pasivno hišo le še dobrih 6 %, pri toplotni črpalki manj kot 3 % in pri daljinskem ogrevanju manj kot 2 %. Razlike glede na tip ogrevanja so relativno gledano tudi manjše, vendar še vedno znatno višje kot razlike med pasivno in klasično zgradbo. Pri klasični hiši je razlika med električnim ogrevanjem in toplotno črpalko več kot 17 %, med električnim ogrevanjem in

daljinskim ogrevanjem pa več kot 21 %. Tudi v primeru pasivne hiše so razlike visoke, skoraj 15 % pri toplotni črpalki napram električnem ogrevanju in skoraj 18 % pri daljinskem ogrevanju. Zaključimo lahko, da sprememba vira energije lahko pomeni veliko večji prihranek pri emisijah toplogrednih plinov kot »prehod« v pasivno zgradbo. Še vedno pa pri tako velikem številu gospodinjstev na svetu lahko tudi tistih 2–6 % pomeni veliko razliko v emisijah toplogrednih plinov. Ni potrebno, da je naša pozornost le na pasivni gradnji ali le na spremembi načina pridobivanja energije, vendar lahko izvajamo oba procesa hkrati in dosežemo še večje znižanje emisij toplogrednih plinov.

5.3.2 Drugi vplivi na okolje

Analize življenjskega kroga se lahko osredotočajo le na porabo energije in emisije toplogrednih plinov, lahko pa tudi zajamejo širši krog vplivov na okolje. LCA analiza pasivne hiše v Italiji (Proietti in sod. 2013) je dober primer, kjer je del raziskave tudi preučevanje vpliva na zakisljevanje (ZA), evtrofikacijo (EV) in fotokemični smog (FS) v vseh fazah gradnje in uporabe. Raziskava upošteva vse stopnje v življenjskem krogu pasivne hiše, od proizvodnje in priprave materialov za gradnjo, transporta materialov, gradnje objekta, uporabe objekta (70 let življenjske dobe) ter končne razgradnje. Uporabljeni so tudi različni scenariji pridobivanja energije in ravnanja z odpadki v končni fazi analize LCA. Pasivna hiša v tej raziskavi je locirana v Italijanskem mestu Perugia, kjer je podnebje podobno južnemu delu primorske regije v Sloveniji (Cfa po Köppen podnebni klasifikaciji – vlažno subtropsko ali zmerno toplo podnebje).

Rezultati raziskave so pokazali, da so izredno velik faktor pri skupnem vplivu na okolje energija, ki je uporabljena tekom faze uporabe zgradbe, ter gradbeni materiali. Obravnava pasivna hiša je posebna v nekaj vidikih:

- za proizvodnjo električne energije so uporabljeni paneli sončnih celic z nazivno močjo 6 kW, kar znatno spremeni energijsko bilanco tekom uporabe hiše,
- velik delež izolacijskega ovoja zgradbe so lesna vlakna, kar v fazi gradnje znatno zmanjša vpliv zgradbe na okolje,
- osnovna struktura zgradbe je jeklena in ne opečnata, kar v fazi razgradnje hiše predstavlja manjši vpliv na okolje zaradi načina selektivne razgradnje.

Uporabljeni indikatorji analize življenjskega kroga v tej raziskavi so skupna poraba energije (SPE), neobnovljivi viri energije (NVE), vpliv na klimatske spremembe (VKS), fotokemični smog (FS), zakisljevanje (ZA), evtrofikacija (EV). Rezultati so prikazani v Tabela 5.

Tabela 5: Rezultati LCA-pasivne hiše v Italijanskem mestu Perugia (Proietti in sod., 2013).

Indikator	Enota/m ² na leto	Pred uporabo	Uporaba	Po uporabi	Skupaj LCA
SPE	[MJ]	319,76	-173,11	-121,63	25,02
NVE	[MJ]	224,72	-135,9	-76,91	11,91
VKS	[kg CO ₂ ek.]	16,4	-9,29	-1,62	5,49
FS	[kg C ₂ H ₄ ek.]	0,01	-0,00261	-0,00345	0,00398
ZA	[kg SO ₂ ek.]	0,0638	-0,0623	-0,0001	0,0138
EV	[kg PO ₄ ³⁻ ek.]	0,0146	0,00440	-0,00148	0,0175

LCA analiza je pokazala, da posebne okoliščine, naštet v prejšnjem odstavku, znatno vplivajo na vse indikatorje, zlasti v fazi uporabe hiše. Uporaba fotovoltaičnega sistema, ki proizvede več energije, kot pa jo zgradba porabi, omogoči, da hiša sama tekom uporabe postane ponor energije. Vir električne energije v fazi uporabe tudi pomembno odloča o ostalih vplivih na okolje zaradi različnih emisij, ki nastajajo ob zgorevanju fosilnih goriv v elektrarnah.

Obravnavanje pasivne hiše je specifična z mnogih vidikov, vendar nam vseeno ponuja nekaj zaključkov. Predvsem je ponovno opazno, da lahko drugi ukrepi, kot so uporaba obnovljivih virov energije za proizvodnjo električne energije, uporaba biomase in recikliranih ali ponovno uporabljenih materialov, doprinesejo mnogo več k skupnemu znižanju vpliva na okolje kot status pasivne hiše same. Avtorji raziskave pa sicer zaključijo, da tudi v primeru, ko ne uporabimo fotovoltaičnih celic, poraba energije za ogrevanje predstavlja le 20–25 % vsega vpliva na okolje v fazi uporabe napram klasični gradnji, kjer je ta delež 80–90 %. Vidimo pa tudi izrazit prispevek, ki ga predstavljajo uporabljeni materiali pri gradnji pasivne hiše.

V splošnem pregled ključnih dejavnikov za izgradnjo pasivne hiše pokaže, da so kriteriji za to odločitve lahko različni. Vse raziskave pa načeloma kažejo, da je ob gradnji hiše vredno razmisliti o implementaciji sistemov, ki hišo naredijo 'pasivno'. Dolgoročne ekonomske in okoljske prednosti, ki izhajajo iz manjše porabe energije tekom uporabe objekta, lahko prevesijo tehniko k pasivni gradnji. Obravnavane raziskave v nekaterih primerih že svoje izsledke primerjajo s klasično gradnjo, vendar je pomembno narediti podrobnejšo primerjavo konvencionalne in pasivne gradnje z različnih vidikov.

6 PRIMERJAVA PASIVNE HIŠE S KONVENCIONALNIM TIPOM HIŠE

V prejšnjem poglavju smo ugotavljali, kakšne lastnosti ima pasivna hiša in kje potencialno lahko najboljše konkurira konvencionalni gradnji. Ključen vidik je bil poraba energije tekom uporabe zgradbe, vendar je pri kritičnem ovrednotenju potrebno pogledati širšo sliko vplivov na okolje. Opravljene so bile številne primerjalne analize lastnosti pasivnih in konvencionalnih zgradb, kjer so raziskovalci direktno primerjali različne vidike pasivne gradnje s konvencionalno. Že v 5. poglavju se je jasno pokazalo, da ima lahko na faktor »vpliva na okolje« večji vpliv vir energije ali tip gradbenega materiala kot pa sama »pasivnost« hiše. Direktne primerjave podobnih konvencionalnih in pasivnih tipov hiš nam lahko pomagajo izluščiti nekaj odgovorov na ključno vprašanje: Ali je pod enakimi pogoji pasivna hiša boljša za naše okolje, zdravje, počutje in finance, kot konvencionalna hiša?

6.1 Ogrevanje in poraba energije

Raziskovalci na Norveškem so primerjali pasivno in konvencionalno hišo z različnimi sistemi ogrevanja bivalnih prostorov in sanitarne vode (Dahlstrøm in sod., 2012). Obe hiši so modelirali na enak način, obe sta leseni gradnji, enodružinski in dvonadstropni, obe na isti lokaciji, strešna izolacija je na stropu drugega nadstropja (podstrešje je mrzlo), uporabnih površin je 187 m² in volumen ogrevanega zraka 446 m³. Obdobje opazovanja je bilo 50 let, v izračun pa so bili vzete vse stopnje življenjskega cikla zgradbe: gradnja, vzdrževanje, ventilacija, poraba energije in vode ter razgradnja v končni fazi. Predvideli so tudi, da bi bila poraba energije za ogrevanje sanitarne vode, luči in gospodinjske aparate enaka pri obeh zgradbah. V tabeli 12 vidimo, da se potreba po energiji primarno razlikuje pri ogrevanju prostorov. Tak rezultat je tudi pričakovan, ker je to tudi načeloma glavni motiv gradnje pasivne hiše – nižja poraba energije za ogrevanje prostorov.

Tabela 6: Potreba po energiji v konvencionalni in pasivni hiši (Dahlstrøm in sod., 2012)

Poraba energije (kWh/leto)	Konvencionalna hiša	Pasivna hiša
Ogrevanje prostorov	9.293	2.997
Rekuperiranje toplote (ventilacija)	617	454
Ventilatorji in črpalke	819	929
Sanitarna voda	5.572	5.572
Luči in aparati	5.409	5.409
Hlajenje	0	0
Skupaj	21.710	15.361
Skupaj na m ²	116	82

Simulacije so potekale pri štirih različnih načinih ogrevanja:

- električno ogrevanje za prostore in sanitarno vodo,
- peč na drva, ki pokrije 40 % ogrevanja prostorov, ostalo elektrika,
- solarni kolektor za vročo vodo, preostalo električna energija,
- toplotna črpalka voda-zrak, ki zagotavlja 75 % potreb po ogrevanju, ostalo elektrika.

Rezultati simulacije so pokazali, da je poraba energije v pasivni hiši kumulativno nižja za 24–38 % v primerjavi s konvencionalno hišo pri uporabi električne energije za ogrevanje. Tudi pri drugih virih energije je rezultat podoben. Največje razlike pa se pojavijo pri uporabi toplotne

črpalke, kjer je poraba energije pri pasivni hiši kar 40 % nižja, vpliv na klimatske spremembe pa je znižan za 30 %.

Opazno večjo porabo energije pa lahko opazimo pri pasivni hiši v stopnji gradnje objekta. Večja količina izolacijskih materialov, kot je kamena volna, več lesa, ki se uporabi pri gradnji, in trojno zastekljena okna pripomorejo k temu, da je vpliv na okolje pri pasivni hiši višji kot pri konvencionalni, vsaj v prvi fazi življenjskega cikla.

Avtorji raziskave tudi poudarjajo, da je ena izmed ključnih ugotovitev dejstvo, da se v splošnem poraba energije v konvencionalnih zgradbah zmanjšuje zaradi vedno višjih standardov, ki veljajo za vse zgradbe (Dahlstrøm in sod., 2012).

Liang in sod. so direktno primerjali pasivno in konvencionalno hišo v Veliki Britaniji v severovzhodni Angliji, kjer se hiši opazno razlikujeta z vidika ovoja zgradb, ventilacije, ogrevanja in kvalitete zraka v notranjosti (Liang in sod., 2017).

Rezultati po prvem letu opazovanja so pokazali, da konvencionalna hiša porabi približno 145 kWh/m² na leto, pasivna pa 64 kWh/m², povprečna temperatura v prvi je bila 17,7 °C (pozimi 16,1 °C) in povprečna relativna vlaga 64,2 %, v drugi pa 22 °C ter 45,5 % relativne vlažnosti. Pogoje so tudi simulirali v orodju za primerjavo LCA in ugotovili, da je bilo odstopanje v primeru konvencionalne hiše + 2,12 %, v primeru pasivne pa + 4,47 %, kar nam nakazuje, da so lahko orodja za simuliranje dokaj natančna in lahko z njimi delamo kvalitetne primerjave različnih scenarijev.

Raziskovalci so tudi izvedli scenarij, kjer bi konvencionalni hiši dodali dodatnih 150 mm izolacije, dodatno izolirali tla in strop ter zamenjali dvoslojna okna s trojno zastekljenimi. Ugotovili so, da bi za zagotavljanje 16 °C potrebovali 23,7 % manj energije, vendar pa bi v tem primeru lahko temperaturo dvignili na udobnih 20 °C, kar pa bi porabo energije povečalo na 154 kWh/m² na leto.

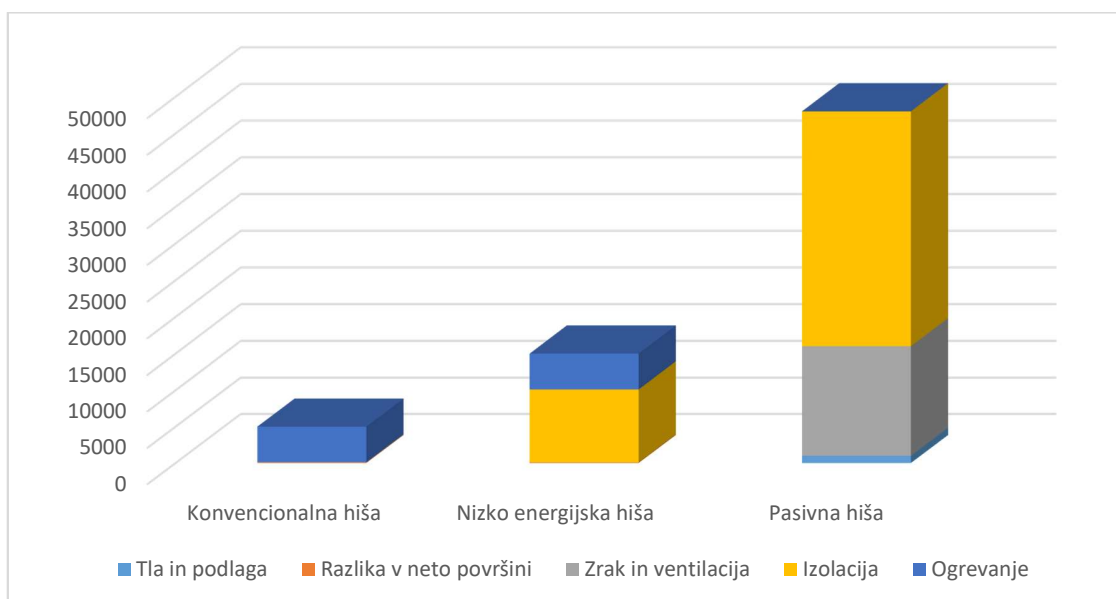
Iz rezultatov raziskave lahko vidimo, da so prednosti pasivne hiše še veliko več kot le dodatna izolacija. Pomembno prispevajo sama zasnova hiše, prezračevanje in rekuperacija toplote, pozicija oken, materiali, ki jih uporabimo, in drugi vidiki. Prav tako je jasno razvidno, da je kvaliteta bivanja (v tem primeru) opazno višja v pasivni hiši, kjer so udobne temperature in je stopnja vlažnosti dovolj nizka. Raziskava ne omeni ekonomskega vidika in tudi ni predmet te raziskave, vendar pa podatki jasno pokažejo, da je pasivna hiša v višjem finančnem rangu kot konvencionalna. Vprašanje pa je seveda, ali ti prihranki pri porabljeni energiji lahko nadomestijo znatno višji vložek v samo gradnjo.

6.2 Ekonomska primerjava

Že mnogokrat smo v prejšnjih poglavjih omenili ekonomski vidik gradnje pasivne hiše, vendar pa je, tako kot za okoljski vidik, potrebno pogledati direktno primerjavo med konvencionalno in pasivno hišo, da lahko kritično ovrednotimo, kateri pristop je primernejši.

Celovito ekonomsko primerjavo so opravili raziskovalci v Belgiji, kjer so primerjali konvencionalno, nizko energijsko in pasivno hišo (Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove 2008). V želji, da bi bila primerjava resnično le z vidika ekonomike, so uporabili le eno vrsto pridobivanja energije – zemeljski plin, ker, kot smo videli v prejšnjih poglavjih, lahko zamenjava vira energije znatno spremeni energijsko, finančno in okoljsko bilanco pri vseh tipih hiše. Prav tako je geometrija hiše enaka v vseh treh primerih, kjer je bivalnih površin skupaj 210 m², razlike pa so predvsem v materialih za gradnjo hiše.

Graf 6: Dodatni specifični stroški glede na tip hiše (Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove, 2008).



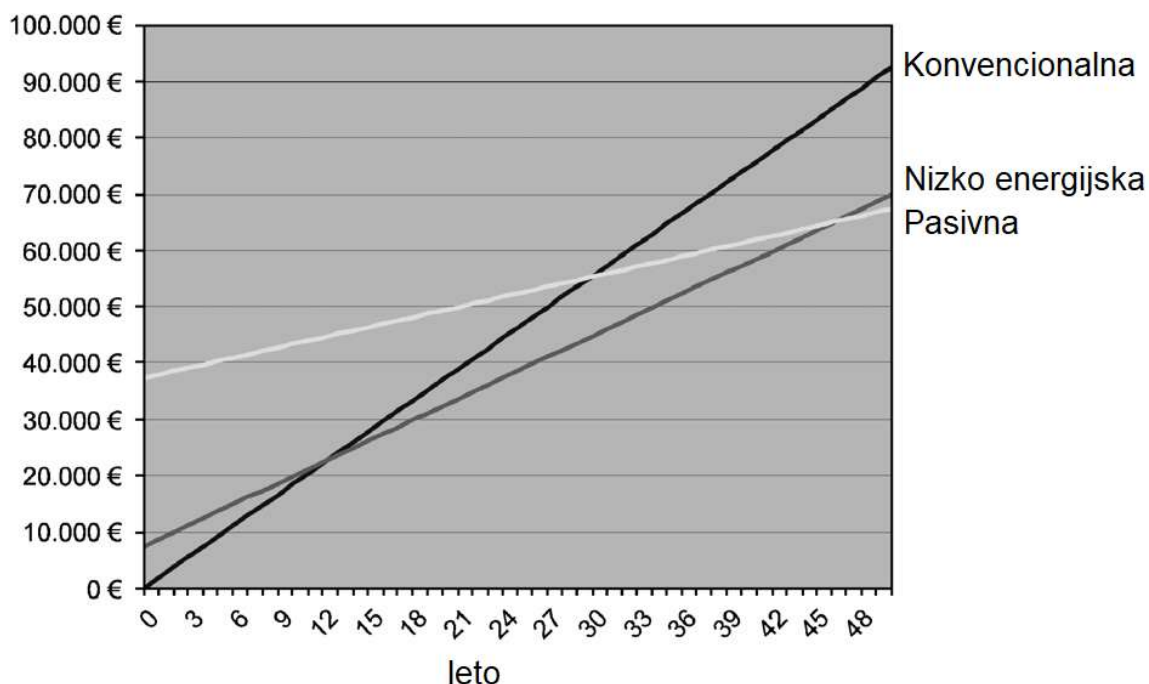
Na grafu 9 vidimo različne dodatne specifične stroške, ki nastanejo ob gradnji in uporabi posameznih tipov hiš. Rumeni del stolpca kaže strošek izolacije, ki je v primeru pasivne hiše znatno višji kot pri drugih dveh, prav tako pa je potrebno upoštevati strošek prezračevalnih sistemov in rekuperacije toplote.

Ključni vidik ekonomske primerjave različnih tipov hiš je tudi poraba energije. Avtorji raziskave so upoštevali ceno zemeljskega plina v Belgiji, ki je bila 0,04 €/kWh. S tem so lahko preračunali, kakšni so stroški porabe energije v vseh tipih hiš. Upoštevati pa je potrebno tudi spreminjanje cen energije v prihodnosti, kjer so avtorji raziskave predvideli dva primarna scenarija – konstantno ceno ter linearno naraščanje cen energentov. V tabeli 13 lahko vidimo, da poraba energije znatno pade med konvencionalno in pasivno hišo, pade pa tudi strošek energije. Konvencionalna hiša ima več kot 3-krat višji strošek za porabljeno energijo kot pasivna, vendar pa je cena konvencionalne hiše več kot 13 % nižja.

Tabela 7: Primerjava stroška hiše in stroška za porabljeno energijo pri različnih tipih hiše (Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove, 2008)

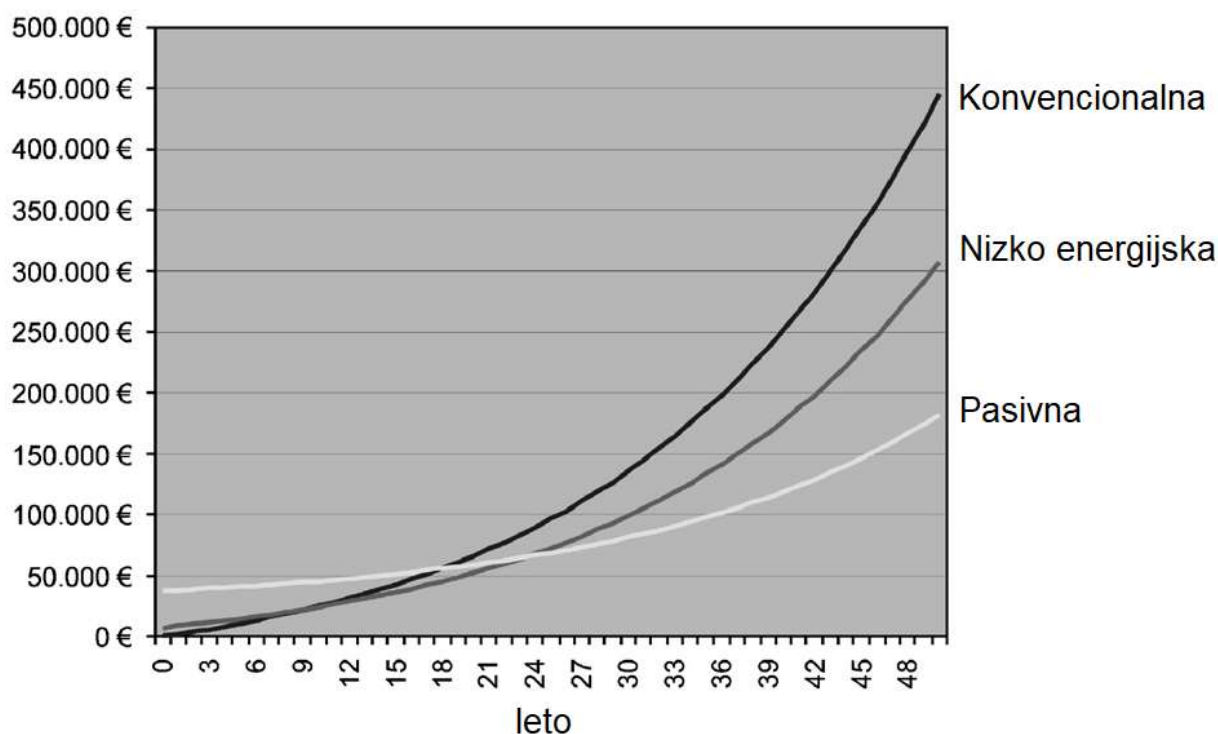
Tip hiše	Neto strošek (€)	Strošek za energijo (€)
Konvencionalni	243.470	1.849
Nizko energijski	250.859	1.248
Pasivni	280.801	600

Graf 7: Dodatni stroški posameznega tipa hiše ob konstantnih cenah energentov (Audenaert, De Cley, in Vankerckhove, 2008)



Graf 10 prikazuje dodatne stroške, ki nastanejo pri posamezni hiši, kjer je konvencionalna hiša v prvem letu pri 0 € in sta ostala dva tipa hiše obravnavana relativno na to vrednost. V tem grafu so predvidene konstantne cene energentov. Opazimo lahko, da je strmina krivulje v primeru konvencionalne hiše višja kot v primeru nizko energijske in pasive, vendar pa visoki začetni stroški gradnje pasivne hiše pripeljejo do povrnitve prvotnega vložka šele po 29,9 letih. V primeru nizko energijske hiše se ta točka pojavi pri 12,3 letih. Pasivna hiša pa nizko energijski postane konkurenčna šele po 47 letih. Drugi scenarij, ki so ga raziskovalci modelirali, pa je bilo z naraščajočimi cenami energentov, kjer se skupni stroški eksponentno povečujejo.

Graf 8: Dodatni stroški posameznega tipa hiše ob naraščajočih cenah energentov (Audenaert, De Cleyn, in Vankerckhove, 2008)



Na grafu 11 lahko vidimo, da pride do točke izenačenja skupnih dodatnih stroškov že relativno kmalu. Predvideno je, da bi stroški energentov naraščali z 10-odstotno stopnjo na letni ravni. Dodatni finančni vložki v nizko energijsko hišo se povrnejo v 9,5 letih, v pasivno pa v 18 letih. V tem primeru se pasivna hiša s finančnega vidika bolj splača po 24 letih v primerjavi z nizko energijsko hišo. Predvideti rast cen energentov v prihodnosti je izredno težko, zlasti za 20 let naprej. V kolikor želimo manj tvegati, je v tem primeru bolj sigurna naložba nizko energijska hiša, vendar pa trendi kažejo, da bodo cene zlasti fosilnih goriv v prihodnosti hitro naraščale in je upravičeno sklepati, da lahko rast cen preseže tudi 15 %. Tak scenarij pa je brez dvoma vreden razmisleka o gradnji pasivne hiše.

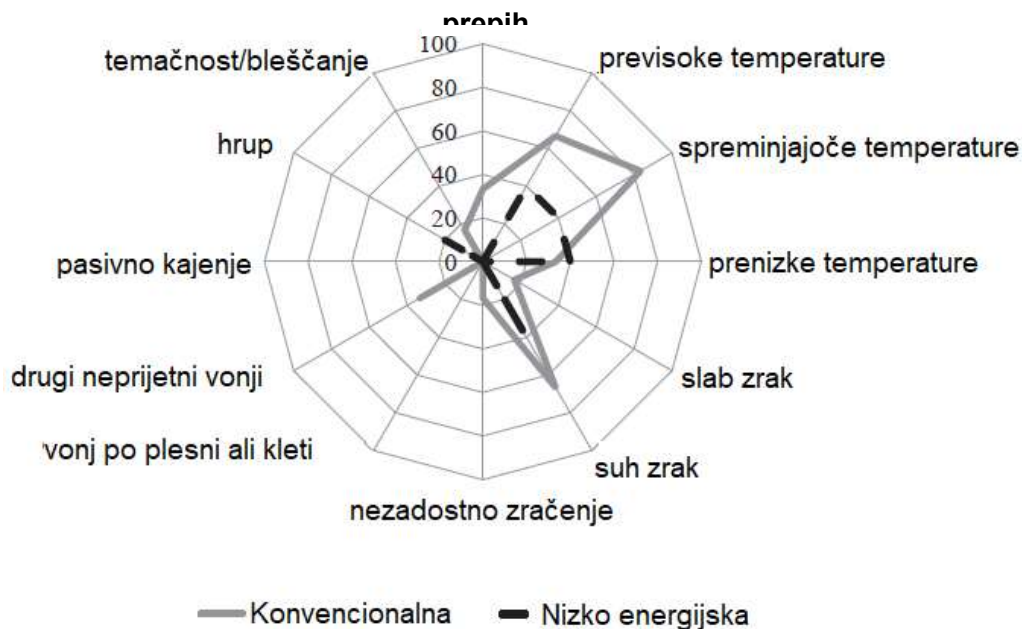
6.3 Primerjava udobja bivanja

V poglavju 5.2. smo že podrobno pogledali dejavnike, ki vplivajo na udobnost bivanja v pasivni hiši, kjer so nekatere raziskave pokazale, da imajo stanovalci včasih pritožbe zaradi pregrevanja ali suhega zraka, vendar se je v splošnem pasivna hiša izkazala za udobno bivališče.

Raziskovalci na Finskem so primerjali anketne rezultate, ki so jih pridobili z intervjuji stanovalcev v konvencionalnih in nizko energijskih hišah (Holopainen in sod., 2015). Izkazalo se je, da so stanovalci v nizko energijskih hišah višje ocenili udobje v svojem domu in so imeli manj pritožb nad kvaliteto zraka. Stanovalci v konvencionalnih zgradbah so se večkrat pritoževali glede spremenljivih temperatur v prostorih, zatohlega ali suhega zraka, nezadostnega zračenja, neprijetnih vonjav in slabe svetlobe.

Graf 9: Ocena kvalitete bivanja v konvencionalnih in nizko energijskih hišah v zimski sezoni, 2013 (Holopainen in sod., 2015)

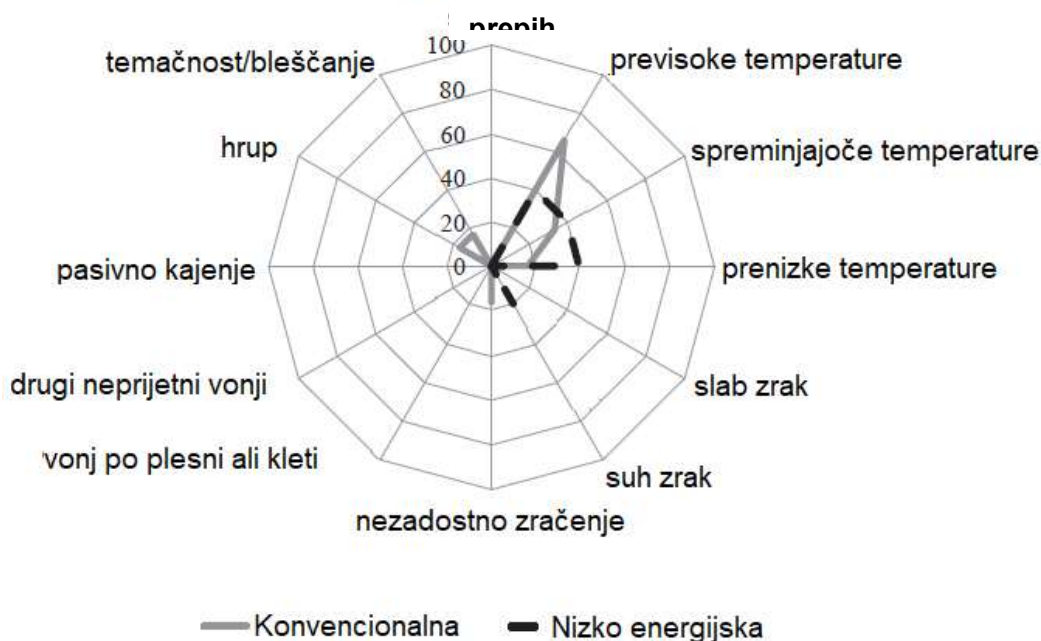
Vprašalnik: nizko energijske in konvencionalne hiše (n=5)
Ali vas je kateri od naštetih dejavnikov zmotil v zadnjih treh mesecih?
(zimski čas)



Graf 12 prikazuje moteče dejavnike, ki so jih izpostavili stanovalci v nizko energijskih in konvencionalnih hišah v zimskih mesecih. Opaziti je, da so oboji večkrat izpostavili problem temperatur (tako previsokih kot prenizkih oz. nihajočih temperatur) in suh zrak. Opaziti pa je, da se je znatno večji delež stanovalcev v konvencionalnih hišah pritožil nad omenjenimi dejavniki. V primeru nizko energijske hiše pa je opaziti manjši delež, ki se je pritožil nad hrupom, kar pa je najverjetneje posledica ventilacije oz. rekuperacije toplote. Ne glede na to, da je bil ta vprašalnik izveden za zimski čas, je opaziti, da je pritožb nad prenizkimi temperaturami relativno malo glede na ostale temperaturne dejavnike. Skoraj vsi stanovalci v konvencionalnih hišah so se pritožili nad spreminjajočimi se temperaturami, znaten delež pa tudi nad previsokimi temperaturami.

Graf 10: Ocena kvalitete bivanja v konvencionalnih in nizko energijskih hišah v poletni sezoni, 2013 (Holopainen in sod., 2015).

Vprašalnik: nizko energijske in konvencionalne hiše (n=5)
Ali vas je kateri od naštetih dejavnikov zmotil v zadnjih treh mesecih?
(poletni čas)



Graf 13 prikazuje enako kot graf 12, vendar v poletnih mesecih. V obeh skupinah so deleži pri vseh dejavnikih večinoma nižji, le delež stanovalcev v konvencionalnih hišah, ki jim je temperatura previsoka, ostaja enak. Stanovanci nizko energijskih hiš pa imajo v enakem deležu še vedno nekaj težav s spreminjajočimi se temperaturami.

Avtorji članka še izpostavljajo nekaj pomanjkljivosti njihovega pristopa, zlasti možna subjektivnost odgovorov. Stanovanci so morali sami oceniti, kateri dejavniki so jih najbolj motili, kar je lahko vedno povrženo določeni meri subjektivnosti. Primerneje bi bilo ovrednotiti določene empirične parametre, kot so koncentracija CO₂, prisotnosti hlapnih organskih spojin, prepriha, nihajočih temperatur, razlik temperatur pri tleh in stropu, osončenost, količina svetlobe, ki pride v prostor in podobno. Oba pristopa imata sicer svoje prednosti, večkrat se tudi subjektivne ocene izkažejo za dober indikator.

V splošnem pa lahko sklenemo, da so faktorji udobja, ekonomike in vpliva na okolje v primeru pasivne gradnje v večini boljši kot v primeru konvencionalne hiše. Zlasti je pomemben dolgoročni vidik, ker je poraba energije v primeru pasivne hiše višja v prvi fazi. Prav tako so v prvih letih lahko stroški pasivne hiše še vedno višji kot bi bili v primeru konvencionalne hiše. Po desetletju pa lahko vidimo, da se tehnika krepko prevesi na stran pasivne hiše. Stroški med uporabo so znatno nižji in vplivi na okolje v vseh vidikih nižji. Za udobnost pa lahko rečemo, da je vsaj enaka kot v konvencionalnih hišah.

7 POPULARNOST GRADNJE PASIVNE HIŠE V SLOVENIJI

Slovenija večinoma leži v območju zmernega podnebja, kjer imamo dokaj vroča poletja in hladne zime. Velika nihanja temperatur med letom zahtevajo tudi upoštevanje določenih specifik pri gradnji pasivne hiše, kjer je potrebno zagotoviti ustrezno hlajenje v poletnih mesecih in preprečevanje pregrevanja v zimskih mesecih. Zaradi velikih nihanj bi bila ravno v Sloveniji pasivna hiša ustrezna izbira, ker nizka prepustnost toplote skozi stene, strope in tla omogoča, da z relativno malo energije ohranjamo konstantne temperature v prostorih.

Želeli smo ugotoviti, kakšna je popularnost gradnje pasivnih hiš v Sloveniji, razloge, zakaj bi se posamezniki odločili za ali proti pasivni hiši, ali jih subvencije Eko sklada prepričajo v smer pasivne hiše in kateri so glavni motivacijski dejavniki za izbiro take hiše.

Spletno anketo smo opravili med 16.12. 2019 in 7. 3. 2019, kjer smo pridobili 249 odgovorov, od tega 149 ustreznih. Od ustrezno izpolnjenih anket jih je bilo 134 končanih in 15 delno izpolnjenih. Od vseh klikov na nagovor na prvi strani je 54 % anketirancev prišlo do konca ankete.

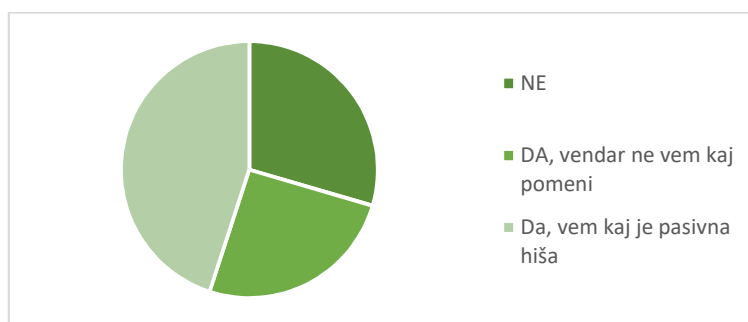
Z uvodnim nagovorom v anketi smo obrazložili naš namen izvajanja ankete in kaj želimo s pridobljenimi podatki narediti.

Prvo vprašanje je bilo splošno in se je nanašalo na poznavanje koncepta pasivne hiše:

Q1 – Ali ste že slišali za besedno zvezo "pasivna hiša" in vsaj okvirno veste, kaj pomeni?

- NE.
- DA, vendar ne vem, kaj pomeni.
- DA, vem, kaj je pasivna hiša.

Graf 11: Odgovori na vprašanje 1 v anketi: Ali ste že slišali za besedno zvezo "pasivna hiša" in vsaj okvirno veste, kaj pomeni?



Na prvo vprašanje je odgovorilo 149 anketirancev, od katerih jih 29,5 % ni vedelo, kaj pasivna hiša je, 25,5 % jih je že slišalo za besedno zvezo »pasivna hiša«, vendar ne vedo točno, kaj pomeni, skoraj 45 % pa jih je odgovorilo, da so že slišali za »pasivno hišo« in tudi vedo pomen besedne zveze.

Tretje vprašanje se je glasilo:

Q3 – Ali trenutno razmišljate o pričetku gradnje hiše v naslednjih 5 letih?

- DA
- NE

Sprva smo želeli ugotoviti, ali anketiranec želi v naslednjih letih graditi hišo, ker s tem tudi lažje razberemo njegove motivacijske faktorje pri izbiri tipa hiše. Glede na ta odgovor se potem anketa razdeli na dve smeri, kjer tiste, ki so odgovorili z »DA«, sprašujemo, ali razmišljajo o gradnji pasivne hiše, zakaj ne, zakaj da in podobno, od tistih, ki so odgovorili z »NE«, pa smo želeli izvedeti, če so že gradili hišo oz. ali jim je sam koncept pasivne hiše ustrezen.

Na vprašanje 3 je odgovorilo 145 anketirancev, od katerih jih 20,1 % razmišlja o gradnji hiše v naslednjih 5 letih, ostali pa o tem ne razmišljajo.

Tiste, ki so odgovorili, da ne razmišljajo o gradnji hiše, smo vprašali:

Q4 – Ali trenutno gradite hišo oz. ste jo gradili v zadnjih 10 letih?

- DA
- NE

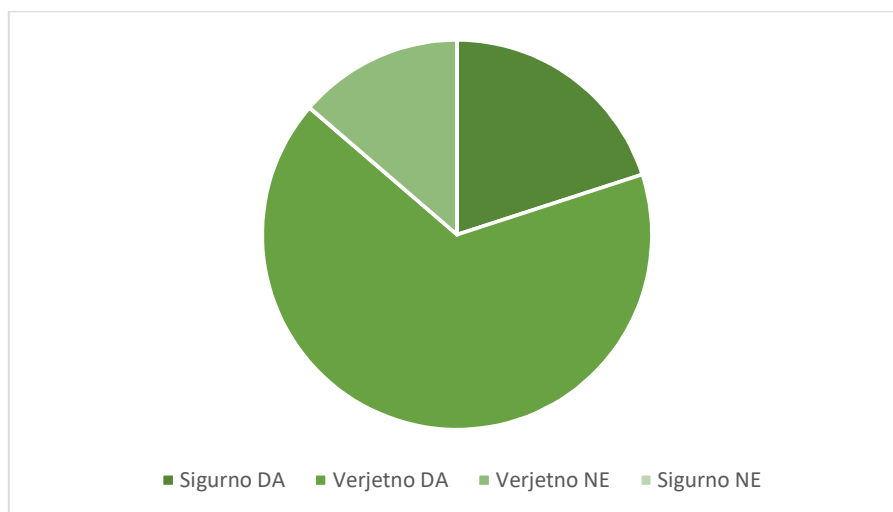
Le 15,8 % anketirancev je odgovorilo z »DA«, ostali ne gradijo hiše in je tudi v zadnjih 10 letih niso. Seštevek odgovorov »DA« iz vprašanja 3 in 4 nam da skupno številko 48, kar predstavlja število ljudi, ki bodisi gradijo hišo, so jo gradili v zadnjih 10 letih ali pa jo želijo graditi v naslednjih 5 letih. Skupno lahko vidimo, da je skoraj tretjina anketirancev v tem relativno ozkem časovnem oknu direktno povezana z aktivnostmi »gradnje hiše«.

Odgovor »NE« pri četrtem vprašanju pa je vodil na vprašanje:

Q5 – V kolikor bi se v prihodnosti odločili za gradnjo hiše, kakšna je možnost, da bi bila pasivna?

- Zagotovo DA
- Verjetno DA
- Verjetno NE
- Zagotovo NE

Graf 12: Odgovori na vprašanje 5 v anketi: V kolikor bi se v prihodnosti odločili za gradnjo hiše, kakšna je možnost, da bi bila pasivna?



Kar 86,3 % odgovorov na 5. vprašanje je bilo, da, v kolikor bi se odločili za gradnjo hiše v prihodnosti, bi obstajala realna možnost, da je ta hiša pasivna. Nihče ni odgovoril, da njihova hiša v prihodnosti zagotovo ne bi bila pasivna.

Za anketirance, ki so na vprašanje 4 odgovorili z »DA«, pa se je odprlo vprašanje:

Q6 – Je hiša, ki jo gradite ali ste jo gradili, pasivna?

- DA
- NE

Vseh 18 anketirancev, ki so odgovorili z »DA« na vprašanje 4, je odgovorilo na vprašanje 6. Le 2 od 18 sta odgovorila, da sta gradila ali gradita pasivno hišo. Skupno to pomeni, da 1,3 % vseh anketirancev aktivno gradi ali so gradili pasivno hišo. V kolikor bi to številko uporabili pri izračunu glede na celotno populacijo Slovenije, bi približno 26.000 ljudi živelo v pasivnih hišah. Ob tem predvidevamo, da je bila gradnja pasivnih hiš pred več kot 10 leti majhna. Prav tako je potrebno upoštevati, da so odstopanja pri relativno majhnem vzorcu (n = 149) lahko visoka in je zgornja ocena le približna.

Za vse, ki so odgovorili pozitivno na vprašanje 3 »Ali razmišljate o gradnji hiše v naslednjih 5 letih?« pa smo zastavili vprašanje:

Q7 – Ste že razmišljali, da bi bila hiša, katere gradnjo načrtujete v bližnji prihodnosti, pasivna?

- DA
- NE

Vseh 30 anketirancev, ki so odgovorili z »DA« v 3. vprašanju, je odgovorilo tudi na vprašanje 7. V tem primeru jih je tretjina odgovorila, da ne razmišljajo o tem, da bi bila njihova hiša pasivna, dve tretjini pa, da bi bila pasivna.

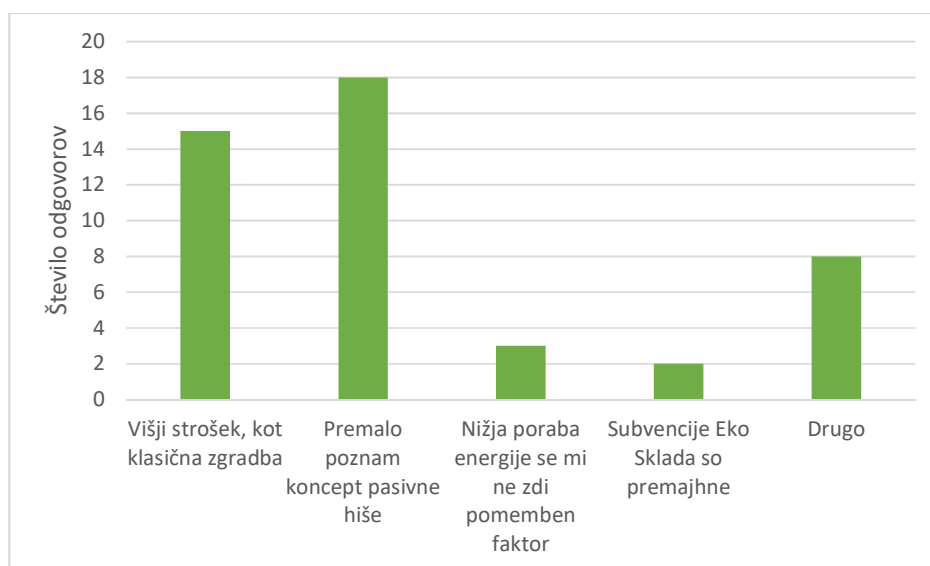
Tiste, ki so pri vprašanju 5 odgovorili, da verjetno ali zagotovo ne bodo gradili pasivne hiše, pri vprašanju 6, da hiša, ki jo gradijo ali so jo gradili, ni pasivna in pri vprašanju 7, da hiša, ki jo načrtujejo v prihodnosti, ne bo pasivna, smo vprašali:

Q8 – Kaj so glavni razlogi, da ne razmišljate o gradnji pasivne hiše?

Možnih je več odgovorov:

- Višji strošek, kot klasična zgradba.
- Premalo poznam koncept pasivne hiše.
- Nižja poraba energije se mi ne zdi pomemben faktor.
- Subvencije Eko sklada so premajhne.
- Drugo: _____

Graf 13: Odgovori na vprašanje 8 v anketi: Kaj so glavni razlogi, da ne razmišljate o gradnji pasivne hiše?



Skupno je 37 anketirancev odgovorilo na to vprašanje. Slaba polovica jih premalo pozna koncept pasivne hiše, petnajstim pa se zdi, da je strošek pasivne hiše višji v primerjavi s konvencionalno/klasično. Trem anketirancem ni pomemben vidik nižje porabe energije, dvema pa se zdijo subvencije Eko sklada prenizke. 8 jih je še odgovorilo drugo:

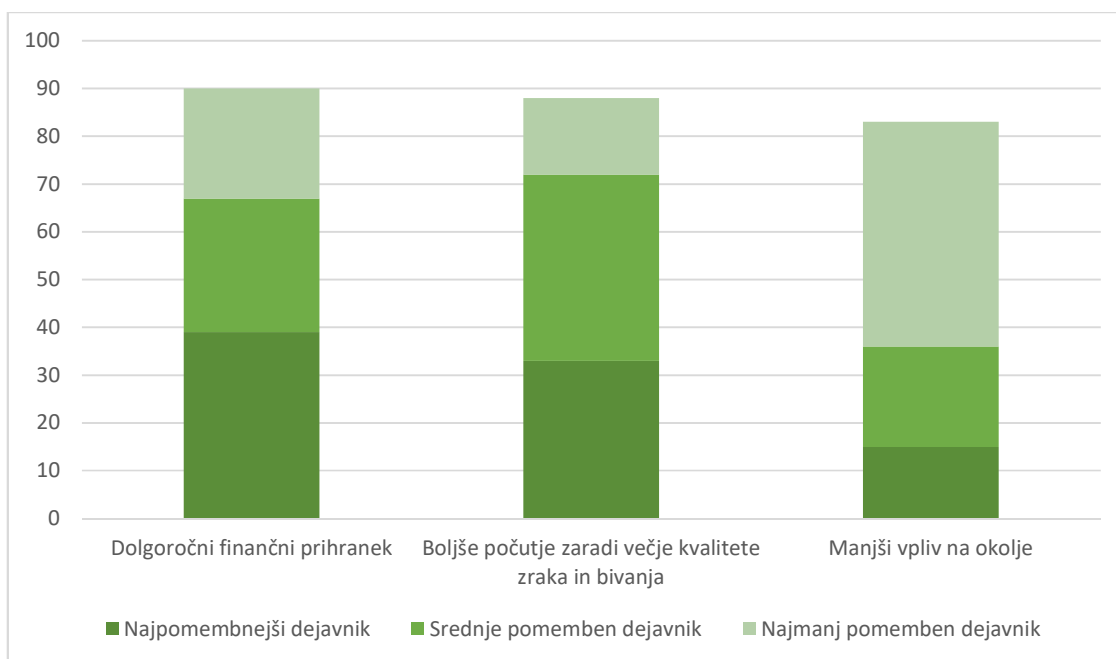
- »Gradim hišo iz naravnih materialov brez rekuperacije zraka.«
- »Dodali nadstropje.«
- »Sistem nam ne ustreza.«
- »Nadgradnja stare hiše.«
- »Ni najbolj optimalen način zame, veliko mi pomeni, da lahko odprem okno.«
- »Dokončujem že zgrajeno hišo.«

Želeli smo izvedeti še, kakšni so glavni motivacijski faktorji za tiste, ki so gradili, gradijo ali bodo gradili pasivno hišo. V kolikor so anketiranci v 5. vprašanju odgovorili, da bodo v prihodnosti zagotovo ali verjetno gradili pasivno hišo, v 6. vprašanju, da gradijo ali so gradili pasivno hišo, ali v 7. vprašanju, da bi bila hiša, katere gradnjo načrtujejo v prihodnosti, pasivna, so dobili vprašanje:

Q9 – V kolikor ste gradili pasivno hišo, se odločate za gradnjo pasivne hiše ali pa ste dokaj prepričani, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna, kako bi razvrstili vaše motivacije/prioritete za to odločitev? Razvrstite od 1 – najpomembnejši dejavnik, do 3 – najmanj pomemben dejavnik.

- Dolgoročni finančni prihranek
- Boljše počutje zaradi večje kvalitete zraka in bivanja
- Manjši vpliv na okolje

Graf 14: Odgovori na vprašanje 9 v anketi: V kolikor ste gradili pasivno hišo, se odločate z gradnjo pasivne hiše ali pa ste dokaj prepričani, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna, kako bi razvrstili vaše motivacije/prioritete za to odločitev? Razvrstite od 1 – najpomembnejši dejavnik, do 3 – najmanj pomemben dejavnik.



Od 90 anketirancev, ki so odgovorili na to vprašanje, jih je 39 kot najpomembnejši dejavnik izbralo »dolgoročni finančni prihranek«, še dodatnih 28 pa kot drugi najpomembnejši dejavnik. »Boljše počutje zaradi večje kvalitete zraka in bivanja«, dva od 90 v svojih odgovorih nista izbrala, od 88 odgovorov pa jih je 33 označilo kot najpomembnejši dejavnik, 39 pa kot drugi najpomembnejši dejavnik. Finančni prihranek in boljše počutje sta dobila povprečno vrednost 1,8 od 3 v skupnem seštevku (najpomembnejši = 1, najmanj pomemben = 3). Od 90 anketirancev jih 7 ni izbralo »manjšega vpliva na okolje«, od preostalih 83 jih je 15 ta dejavnik označilo kot najpomembnejši, 21 kot drugi najpomembnejši in 47 kot najmanj pomemben dejavnik. Skupna povprečna vrednost tega dejavnika znaša 2,4.

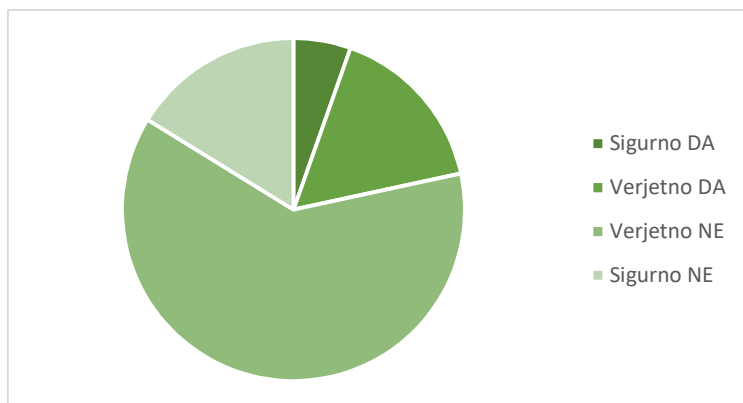
Zanimalo nas je tudi, ali bi višje subvencije Eko sklada prepričale skeptike, da se odločijo za pasivno gradnjo, zato smo vse, ki so odgovarjali na 8. vprašanje, preusmerili še na:

Q10 – Eko sklad ponuja subvencije do približno 25.000 EUR ali več kot 10 % vrednosti gradnje pasivne hiše. Glede na to dejstvo je kakšna možnost, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna?

- Zagotovo DA

- Verjetno DA
- Verjetno NE
- Zagotovo NE

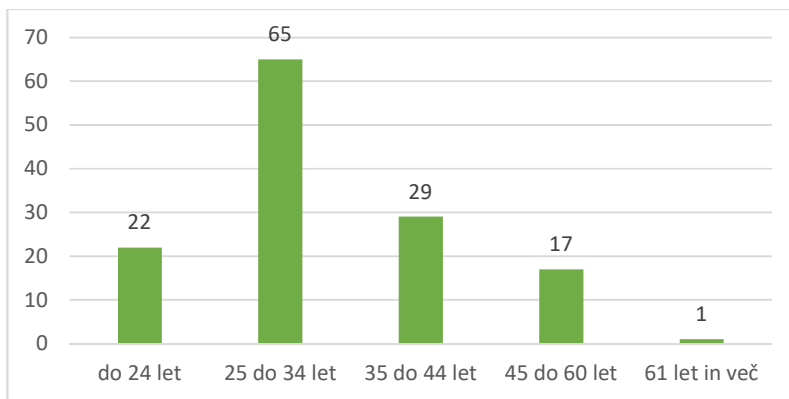
Graf 15: Odgovori na vprašanje 10 v anketi: Eko sklad ponuja subvencije do približno 25.000 EUR ali več kot 10 % vrednosti gradnje pasivne hiše. Glede na to dejstvo je kakšna možnost, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna?



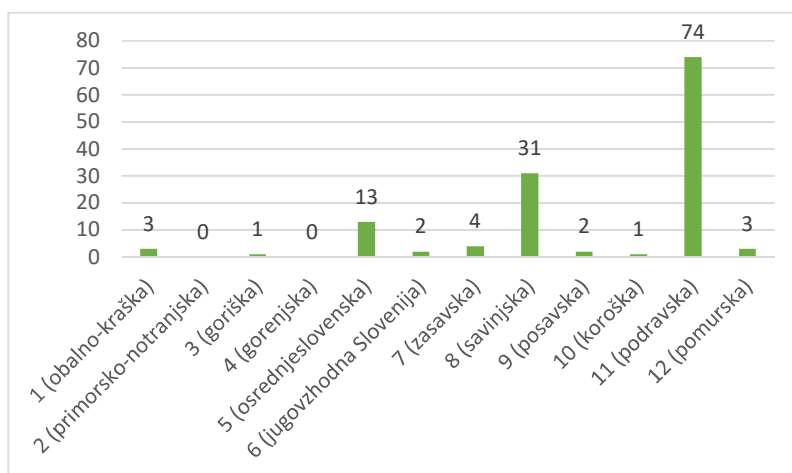
Več kot dve tretjini anketirancev je odgovorilo, da še vedno verjetno ali zagotovo njihova hiša ne bo pasivna. Od vseh 37, ki so v predhodnih vprašanjih odgovorili, da njihova hiša ne bo pasivna, so subvencija Eko sklada prepričale 2, ki sta zdaj odgovorila, da bo hiša zagotovo pasivna. Še dodatnih 6 pa jih zdaj razmišlja, da bo hiša verjetno pasivna.

Za konec smo zbrali še nekaj demografskih podatkov:

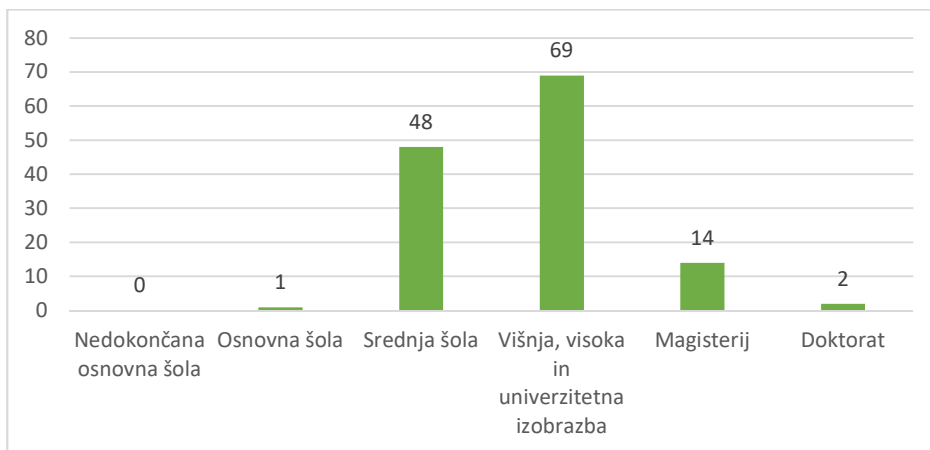
Graf 16: Starost anketirancev



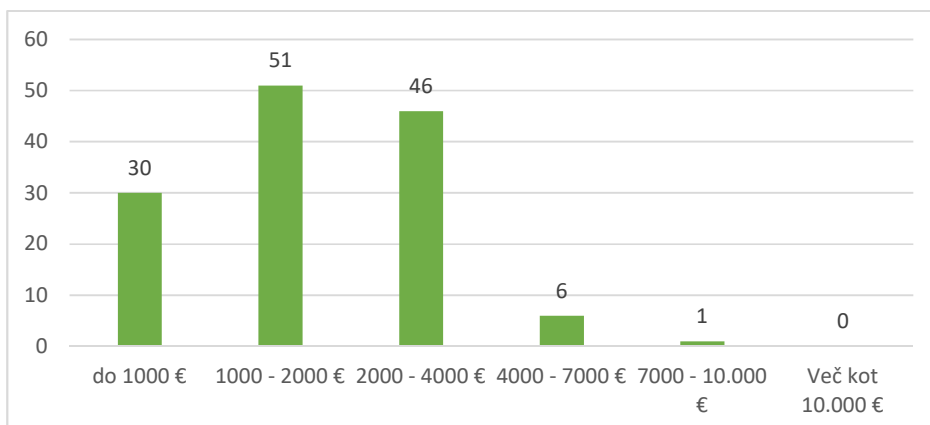
Graf 17: Statistična regija



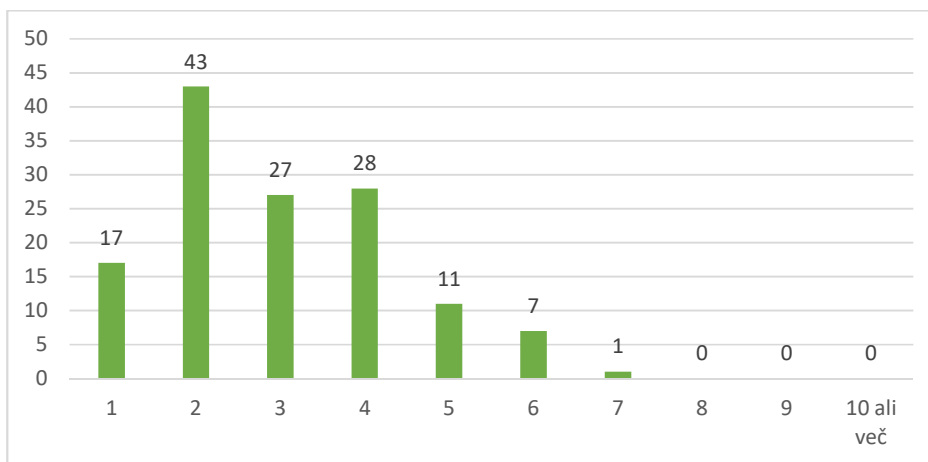
Graf 18: Najvišja zaključena izobrazba



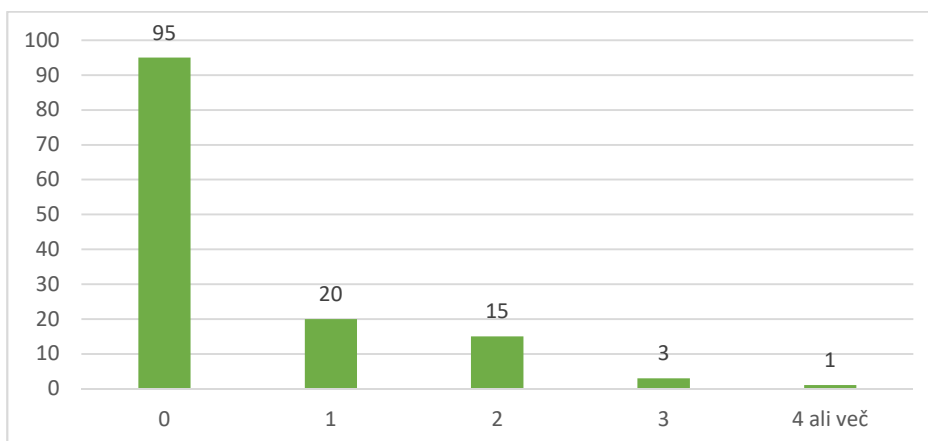
Graf 19: Mesečni prihodki gospodinjstva



Graf 20: Število oseb v gospodinjstvu



Graf 21: Število otrok (mlajših od 15 let) v gospodinjstvu



8 DISKUSIJA IN SKLEPI

Številni dejavniki odločajo o tem, ali se bo oseba odločila za gradnjo pasivne ali konvencionalne hiše, večina raziskav pa pokaže, da je primarni razlog ekonomski. Prihranki energije za relativno majhen dodatni vložek v samo hišo so lahko visoki, zlasti v obdobju, ko se zavedamo, da bodo stroški energije (verjetno) v prihodnosti rasli. Rezultati v pregledanih člankih prihranke energije prikažejo v večini večje kot 50 %, dodatni stroški za gradnjo pasivne hiše pa so 10–20 %. Simulacije so pokazale, da je lahko ob znatni rasti cen energentov pasivna hiša na mesečni ravni cenejša kot konvencionalna hiša, že po 7–10 letih. Izkaže se, da v primeru rasti cen energentov z 10-odstotno stopnjo s pasivno hišo v 50 letih prihranimo približno še za eno dodatno hišo.

Vidik okolja je večinoma prav tako vezan na nižjo porabo energije. Sicer so lahko v pasivni hiši uporabljeni tudi bolj naravni ali okolju prijazni materiali, ki so po razgradnji lahko reciklirani ali biorazgradljivi, vendar pa primarni vidik manjšega vpliva na okolje prihaja z manjše porabe energije. Velik del toplotne in električne energije v svetu še vedno prihaja z naslova fosilnih goriv, premoga, derivatov nafte ali zemeljskega plina, katerih zgorevanje v našo atmosfero sprošča velike količine ogljikovega dioksida. Pasivna hiša lahko zmanjša porabo energije za več kot polovico, kar v 50-letni dobi povprečne družinske hiše pomeni znatno zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov. Med vsemi dejavniki, ki vplivajo na odločitev o gradnji pasivne hiše, pa sicer vidik okolja pade načeloma na zadnje mesto. Rezultati naše ankete so pokazali, da anketiranci povprečno dajo vidiku udobja in ekonomike 1,8 točke, vidiku varovanja okolja pa 2,4 (kjer je 1 točka največ in 3 najmanj).

Okolje in ekonomika pa se nekako združita pri ukrepih Eko sklada, ki lahko zniža dodatne stroške, ki jih povzroči odločitev za pasivno hišo, na raven, ko je končna cena skoraj primerljiva ali pa so vsaj razlike majhne. V anketi smo ugotovili, da se nekateri ljudje celo premislijo, ko izvedo o ukrepih, ki jih ima Eko sklad na voljo. Skoraj četrtna ljudi, ki je predhodno odgovorila, da njihova hiša zagotovo ali verjetno ne bo pasivna, je po prejetju informacij o subvencijah Eko sklada odgovorila, da pa njihova hiša v prihodnosti zagotovo ali verjetno bo pasivna. Dve osebi od 37 odgovorov sta odgovorili, da so razlog za njihovo odločitev proti pasivni hiši prenizke subvencije Eko sklada.

Dejavnik udobja se je izkazal za dokaj pomemben vidik pri odločanju o gradnji pasivne hiše. Rezultati pregledanih raziskav so pokazali, da pasivna hiša v večini omogoča stabilne temperature skozi celo leto in relativno majhno razslojenost zraka v prostorih. Pokazale pa so se tudi nekatere negativne strani pasivne hiše, kot sta suh zrak in hrup zaradi centralnega prezračevalnega sistema. Stanovalci v pasivnih hišah sicer v večini niso imeli pritožb oz. tudi, če so se pojavile, so bile veliko manj pogoste kot v konvencionalnih hišah. Izpostavila bi pomislek v anketi, kjer je oseba želela odpirati okna oz. ji to veliko pomeni, pasivna hiša pa naj bi to preprečevala. Pasivne hiše načeloma ne preprečujejo ljudem, da odpirajo okna, v nekaterih pasivnih hišah je celo predvideno, da bodo ljudje poleti ponoči odpirali okna, da se lahko hiša ohladi in je poraba energije manjša tekom dneva. Rezultati ankete so pokazali, da več kot 60 % ljudi ne ve, kaj točno pasivna hiša je, dobra četrtna pa za to besedno zvezo še ni slišala. Neinformiranost ali slaba informiranost o številnih možnostih gradnje pasivne hiše, o subvencijah, ki so na voljo, ter o objektivnih prednostih in slabostih so tudi razlog, da se relativno malo ljudi odloča za gradnjo pasivne hiše. Udobje sicer anketiranci postavljajo nekje na sredino lestvice po pomembnosti, vendar je lahko dejstvo, da je nihanje temperatur manjše kot v konvencionalni hiši, dovolj, da pričnejo razmišljati o pasivni hiši.

Namen opravljene ankete je bil, da bi ugotovili, kako popularna je pasivna hiša v Sloveniji, koliko ljudi bi jo želelo graditi in zakaj. Ključna ugotovitev, poleg že zgoraj naštetih, je, da obstaja interes za gradnjo pasivnih hiš. Težko je oceniti, koliko ljudi iskreno odgovori v anketi, vendar se v končni fazi vseeno odloči za gradnjo konvencionalne hiše. Utemeljeno lahko sklepamo, da bi v primeru boljše informiranosti bile odločitve ljudi drugačne.

Anketiranci so bili sicer malce bogatejši od povprečja v Sloveniji, malce mlajši, boljše izobraženi in so v večini živeli v Podravski regiji. Pri interpretaciji rezultatov ankete je smiselno upoštevati te dejavnike. Sklepamo lahko, da bi bilo v primeru povprečnega anketiranca z nižjimi prihodki ali nižjo izobrazbo zanimanje za pasivno hišo manjše. Višja cena pasivne hiše je lahko odločilni faktor, da se posameznik ali družina ne odločijo za ta tip hiše, prav tako pa je pričakovati, da se bodo za pasivno hišo odločili boljše informirani posamezniki.

Na začetku tega dokumenta smo postavili dve hipotezi:

Komentar na prvo hipotezo: Rečemo lahko, da je, glede na pridobljene informacije, deloma potrjena. S stroškovnega vidika je pasivna hiša ugodnejša kot konvencionalna, ampak na dolgi rok. Ob gradnji hiše so namreč njeni stroški višji. Z vidika zdravja in udobja pa so informacije deljene. Temperature v prostoru so lahko stabilnejše in višje, vlažnost je lahko primernejša, vendar pa hrup in prepih v kombinaciji s suhim zrakom prav tako lahko povzročata neudobje in manjše zdravstvene težave, kot so suhe oči. Odgovor na to hipotezo je večplasten in kompleksen, zato je hipotezo težko potrditi ali ovreči.

Komentar na drugo hipotezo: Popularnost gradnje pasivnih hiš je načeloma (glede na podatke v omenjenih raziskavah) relativno visoka. Deloma lahko vidimo trend naraščanja popularnosti pri vedno več podeljenih subvencijah za gradnjo pasivne hiše, kar pa je vseeno pomanjkljiv podatek. Iz rezultatov ankete vidimo, da je v preteklosti pasivno hišo gradilo ali jo trenutno gradi le 1,3 % vprašanih. Kar dve tretjini tistih, ki načrtujejo gradnjo hiše v naslednjih 5 letih, pa odgovarja, da razmišljajo o gradnji pasivne hiše. To pomeni, da 13,4 % anketirancev v naši anketi resno razmišlja o gradnji pasivne hiše v naslednjih 5 letih. Od vseh ostalih, ki sicer ne razmišljajo o gradnji hiše v naslednjih 5 letih, pa bi jih, v kolikor bi se odločili za gradnjo hiše, kar 86 % verjetno ali zagotovo gradilo pasivno hišo. Rezultati nam pokažejo, da je zanimanje za gradnjo pasivne hiše visoko in še narašča, v kolikor dodamo še subvencije Eko sklada, pa se zanimanje še dodatno poveča. Pasivnih hiš sicer trenutno v Sloveniji, glede na število podeljenih subvencij, ni prav veliko, vendar pa je glede na rezultate ankete potencial še vedno visok. Očitno je popularnost pasivne hiše visoka ravno zaradi finančnih vidikov, zlasti po tem, ko oseba izve o znatnih prihrankih, ki so mogoči. Upoštevati pa moramo, da je bila anketa izvedena na relativno majhnem vzorcu, kjer je odstopanje v 95-odstotnem intervalu zaupanja več kot 8 % (v kolikor podatke preračunamo na celotno slovensko populacijo). Poleg tega je vzorec anketirancev tudi malce izkrivljen glede na starost, izobrazbo in prihodek.

9 POVZETEK

Pasivna hiša predstavlja odgovor na vedno večje zavedanje o tem, kako visoka poraba energije vpliva na naše finančno stanje in tudi na okolje. Nove tehnologije rekuperacije toplote, toplotno manj prevodna okna in vrata, kvalitetnejši materiali za gradnjo ter izolacijo hiše in večje zavedanje o pomenu naših dejanj za okolje so povzročili, da je pasivna hiša postala del vsakdanjega pogovora. Smiselno je empirično ovrednotiti prednosti in slabosti pasivne hiše. Glavno prednost pasivne hiše predstavlja predvsem nižja poraba energije, iz česar sledijo tudi nižji mesečni stroški za energente ter manjši vpliv na okolje. Udobje bivanja v pasivni hiši lahko vzamemo kot prednost, v kolikor gledamo predvsem na manjše nihanje temperatur v prostoru in nižjo vlažnost. Prednost so lahko tudi dodatne subvencije, ki jih zagotavlja Eko sklad za gradnjo pasivne hiše. Posledici rekuperacije toplote in mehanskega prezračevanja, ki znatno znižata porabo energije in bi naj tudi povečala udobje, pa sta lahko tudi bolj suh zrak, ki povzroči draženje oči, in hrup, ki ga ti sistemi povzročajo. To lahko brez dvoma vzamemo kot slabost pasivne hiše. Večja poraba materialov in dražji materiali, dražji gradbeni elementi ter kompleksnejše arhitekturno delo pa posledično prinesejo tudi višje stroške gradnje. Pasivna hiša je lahko opazno dražja kot konvencionalna, kar pa deloma spremenijo subvencije Eko sklada. Ta vidik lahko vzamemo kot delno slabost pasivne hiše. V splošnem lahko zaključimo, da je glede na vse pridobljene podatke pasivna hiša lahko na dolgi rok ugodnejša izbira, privlačnejšo pa jo naredijo še subvencije in zmanjšanje našega vpliva na okolje ter deloma tudi dejstvo, da pozitivno vpliva na naše udobje in počutje.

10 SUMMARY

The Passive House is the answer to the growing awareness of the impact high energy consumption has on our wallet and our environment. New heat recovery technologies, less heat-conducting windows and doors, better quality materials for building and insulation of the house, and greater awareness of the importance of our actions for the environment has led the passive house to become part of our everyday conversation. It is sensible to empirically evaluate the advantages and disadvantages of a passive house. The main advantage of the passive house is primarily lower energy consumption, which is also followed by lower monthly costs for energy and less impact on the environment. The comfort factor in a passive house can be taken as an advantage in view of the smaller fluctuations in room temperature and lower humidity. Additional subsidies can also be given by the Eco Fund for the construction of passive houses. The consequence of heat recovery and mechanical ventilation, which significantly reduces energy consumption and also presumably increases comfort, can also be dryer air, which causes eye irritation and noise caused by these systems. This can undoubtedly be taken as a passive house weakness. Increased material consumption and more expensive materials, more expensive building elements and more complex architectural work result in higher costs of construction. The passive house can be more expensive as a conventional one, which is partly changed by the Eco Fund's subsidies. This aspect can be taken as a partial weakness of a passive house. In general, we can conclude that in view of all the obtained data passive house can in the long run be a more favourable choice, which subsidies even more favourably, reduces our impact on the environment, and in part also positively affects our comfort and well-being.

11 VIRI, LITERATURA

- Audenaert, A., S. H. De Cleyn, in B. Vankerckhove. 2008. „Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses“. *Energy Policy* 36 (1): 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.09.022>.
- Dahlstrøm, Oddbjørn, Kari Sørnes, Silje Tveit Eriksen, in Edgar G. Hertwich. 2012. „Life cycle assessment of a single-family residence built to either conventional- or passive house standard“. *Energy and Buildings* 54 (november): 470–79. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.07.029>.
- Dodoo, Ambrose, in Leif Gustavsson. 2013. „Life cycle primary energy use and carbon footprint of wood-frame conventional and passive houses with biomass-based energy supply“. *Applied Energy* 112 (december): 834–42. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.04.008>.
- Fenner, Andriel Evandro, Charles Joseph Kibert, Junghoon Woo, Shirley Morque, Mohamad Razkenari, Hamed Hakim, in Xiaoshu Lu. 2018. „The carbon footprint of buildings: A review of methodologies and applications“. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94 (oktober): 1142–52. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.012>.
- Hasselaar, Evert. 2008. „Health Risk Associated with Passive Houses: An Exploration“. *Indoor Air* 2018 (avgust): 8.
- Holopainen, Rauno, Kari Salmi, Erkki Kähkönen, Pertti Pasanen, in Kari Reijula. 2015. „Primary energy performance and perceived indoor environment quality in Finnish low-energy and conventional houses“. *Building and Environment* 87 (maj): 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.01.024>.
- Knez, B. 2016. „Možnost gradnje samozadostne hiše v Sloveniji“, Univerza v Mariboru: Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo. Diplomsko delo., 2016.
- Kovačević, Z. 2016. „Tipi energetske učinkovitih in varčnih stavb“ 2016. <http://mroz.si/tipi-energetske-ucinkovitih-in-varcnih-stavb/>.
- „Letno poročilo Eko Sklada - 2008“. 2008. Eko Sklad. 2008. https://www.ekosklad.si/dokumenti/media/LetnaPorocila/LP_08_slo.pdf.
- Liang, Xinxin, Yaodong Wang, Mohammad Royapoor, Qibai Wu, in Tony Roskilly. 2017. „Comparison of building performance between Conventional House and Passive House in the UK“. *Energy Procedia*, Proceedings of the 9th International Conference on Applied Energy, 142 (december): 1823–28. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.570>.
- Mlakar, Jana, in Janez Štrancar. 2011. „Overheating in residential passive house: Solution strategies revealed and confirmed through data analysis and simulations“. *Energy and Buildings* 43 (6): 1443–51. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.02.008>.
- MojMojster.net. 2018. „Komunalni prispevek, Merila za odmero komunalnega prispevka in izračun.“ https://www.mojmojster.net/clanek/107/Komunalni_prispevek.
- Poziv, Javni. 2017. „Nepovratne finančne spodbude občanom za nove naložbe rabe obnovljivih virov energije in večje energijske učinkovitosti stanovanjskih stavb“, 21.
- Proietti, Stefania, Paolo Sdringola, Umberto Desideri, Francesco Zepparelli, Francesco Masciarelli, in Francesco Castellani. 2013. „Life Cycle Assessment of a passive house in a seismic temperate zone“. *Energy and Buildings* 64 (september): 463–72. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.05.013>.

- Truong, Harley, in Andrew M. Garvie. 2017. „Chifley Passive House: A Case Study in Energy Efficiency and Comfort“. *Energy Procedia*, Improving Residential Energy Efficiency International Conference, IREE 2017, 121 (september): 214–21. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.08.020>.
- Uradni list RS, št. 61/17, Zakon o urejanju prostora (ZUreP). b. d. Zakon o urejanju prostora (ZUreP).
- Uradni list RS, št. 95/07 in 61/17 – ZUreP-2, Pravilnik o merilih za odmero komunalnega prispevka. b. d. Pravilnik o merilih za odmero komunalnega prispevka.
- Wang, Yang, Jens Kuckelkorn, Fu-Yun Zhao, Hartmut Spliethoff, in Werner Lang. 2017. „A state of art of review on interactions between energy performance and indoor environment quality in Passive House buildings“. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72 (maj): 1303–19. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.039>.
- Zbašnik-Senegačnik, M. 2008. *Pasivna hiša*. Let. 2008. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo.
- . 2009. *Arhitekturno načrtovanje pasivne hiše*. Gradbenik.

12 PRILOGE

Priloga 1: Anketa o popularnosti gradnje pasivne hiše

Popularnost gradnje pasivne hiše v Sloveniji
--

Kratko ime ankete: Popularnost gradnje pasivne hiše

Dolgo ime ankete: Popularnost gradnje pasivne hiše
v Sloveniji

Število vprašanj: 17

Aktivna od: 16. 12. 2018

Aktivna do: 16. 03. 2019

Avtor: Špela Jug

Dne: 15.12. 2018

Dne: 16. 12. 2018

Pozdravljeni, moje ime je Špela Jug in sem študentka na Visoki šoli za varstvo okolja. V okviru diplomske naloge raziskujem popularnost gradnje pasivnih hiš v Sloveniji. Želim pridobiti kar se da kvalitetne informacije in vas vljudno vabim, da odgovorite na nekaj kratkih vprašanj na naslednjih straneh. Najlepša hvala za vašo pomoč!

Q1 – Ali ste že slišali za besedno zvezo "pasivna hiša" in vsaj okvirno veste, kaj pomeni?

- NE.
- DA, vendar ne vem, kaj pomeni.
- DA, vem, kaj je pasivna hiša.

Q2 – V kolikor ne veste, kaj točno je pasivna hiša, vas vabim, da si preberete kratek opis: Pasivna hiša je najbolj optimalna energijsko varčna hiša, ki ne zahteva klasičnih grelnih teles (peči, radiatorji, termostatski ventili, kotli itd.). Letna poraba energije za ogrevanje ne presega 15 kWh/m². To pomeni, da ustreza letni porabi ~1,5 litra kurilnega olja, ~1,6 litra zemeljskega plina ali ~2,4 litra utekočinjenega naftnega plina na kvadratni meter ogrevane površine. Je energijsko varčna stavba, ki s svojimi lastnostmi zagotavlja potrebno bivalno udobje brez klasičnih ogrevalnih sistemov, vsa potrebna toplota pa se v prostore dovaja preko prezračevalne naprave, ki zagotavlja tudi vračanje toplote izrabljenega zraka.

Q3 – Ali trenutno razmišljate o pričetku gradnje hiše v naslednjih 5 letih?

- DA
- NE

IF (1) Q3 = [2]

Q4 – Ali trenutno gradite hišo oz. ste jo gradili v zadnjih 10 letih?

- DA
- NE

IF (2) Q4 = [2] (NE)

Q5 – V kolikor bi se v prihodnosti odločili za gradnjo hiše, kakšna je možnost, da bi bila pasivna?

- Zagotovo DA
- Verjetno DA
- Verjetno NE
- Zagotovo NE

IF (3) Q4 = [1] (DA)

Q6 – Je hiša, ki jo gradite ali ste jo gradili, pasivna?

- DA
- NE

IF (4) Q3 = [1] (DA)

Q7 – Ste že razmišljali, da bi bila hiša, katere gradnjo načrtujete v bližnji prihodnosti, pasivna?

- DA
 NE

IF (5) Q5 = [3, 4] or Q6 = [2] or Q7 = [2]

Q8 – Kaj so glavni razlogi, da ne razmišljate o gradnji pasivne hiše?

Možnih je več odgovorov

- Višji strošek, kot klasična zgradba.
 Premalo poznam koncept pasivne hiše.
 Nižja poraba energije se mi ne zdi pomemben factor.
 Subvencije Eko sklada so premajhne.
 Drugo:

IF (6) Q7 = [1] or Q6 = [1] or Q5 = [1, 2]

Q9 – V kolikor ste gradili pasivno hišo, se odločate z gradnjo pasivne hiše ali pa ste dokaj prepričani, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna, kako bi razvrstili vaše motivacije/prioritete za to odločitev? Razvrstite od 1 – najpomembnejši dejavnik, do 3 – najmanj pomemben dejavnik.

Dolgoročni finančni prihranek

Boljše počutje zaradi večje kvalitete zraka in bivanja

Manjši vpliv na okolje

IF (7) Q8 = [Q8a, Q8b, Q8c, Q8d, Q8e]

Q10 – Eko sklad ponuja subvencije do približno 25.000 EUR ali več kot 10 % vrednosti gradnje pasivne hiše. Glede na to dejstvo je kakšna možnost, da bo vaša hiša v prihodnosti pasivna?

Zagotovo DA Verjetno DA Verjetno NE Zagotovo NE

Možnost:

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Q11 – Potrebujem samo še nekaj osnovnih demografskih podatkov.

Q12 – Starost

- do 24 let
- 25 do 34 let
- 35 do 44 let
- 45 do 60 let
- 61 let in več

Q13 – Statistična regija

- Obalno-kraška
- Primorsko-notranjska
- Goriška
- Gorenjska
- Osrednjeslovenska
- Jugovzhodna Slovenija
- Zasavska
- Savinjska
- Posavska
- Koroška
- Podravska
- Pomurska

Q14 – Najvišja zaključena izobrazba

- Nedokončna osnovna šola
- Osnovna šola
- Srednja šola
- Višja, visoka ali univerzitetna izobrazba
- Magisterij
- Doktorat

Q15 – Mesečni dohodki vašega gospodinjstva

- do 1000 €
- 1000–2000 €
- 2000–4000 €
- 4000–7000 €
- 7000–10.000 €
- več kot 10.000 €

Q16 – Število oseb v vašem gospodinjstvu

- 1
- 2
- 3
- 4

- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10 ali več

Q17 – Število otrok (mlajših od 15 let) v vašem gospodinjstvu?

- 1
- 1
- 2
- 3
- 4 ali več