

ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Raziskovalna naloga

LESENE PASIVNE HIŠE V SLOVENIJI

Področje: 16 arhitektura, gradbeništvo ali promet

Avtorji:

Mihael Arčan, S-4. b

Gašper Gabrovec, S-4. b

Mentorji:

Aleš Ferlež, mag. inž. energ.

Žan Podbregar, mag. inž. energ.

Boštjan Lubej

Celje, marec 2020

IZJAVA

Mentorji Aleš Ferlež, Žan Podbregar in Boštjan Lubej v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljamo, da je v raziskovalni nalogi naslovom Lesene pasivne hiše v Sloveniji, katere avtorja sta Gašper Gabrovec in Mihael Arčan:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisnimi pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

ZAHVALA

Zahvaljujeva se vsem, ki so kakorkoli pripomogli pri izdelavi raziskovalne naloge. Brez pomoči nama naloge ne bi uspelo narediti, pa naj je šlo le za spodbudne besede, majhno idejo ali pa nasvete in kritike. Najprej bi se zahvalila našima mentorjema Alešu Ferležu, mag. inž. energ. in Žanu Podbregarju, mag. inž. energ., za ves trud, čas, podporo in vztrajnost, ki sta jo vložila v izdelovanje raziskovalne naloge. Zahvalila bi se jima tudi za tehnični pregled naloge. Zahvala gre tudi profesorici za slovenščino za slovnični pregled in ravnateljici Simoni Črep, prof., ki podpira raziskovalno dejavnost na šoli.

LESENE PASIVNE HIŠE V SLOVENIJI

Ključne besede: lesene pasivne hiše, svet, Slovenija

POVZETEK

Vsako leto je vse več govora o učinku tople grede. Za učinkovito reševanje nastalih težav je med drugim potrebno zmanjšati porabo energije. Rešitev za zmanjšanje porabe energije pri stavbah je prav v gradnji pasivnih hiš, na katero se osredotočava tudi midva. V raziskovalni nalogi želiva karseda dobro in hkrati enostavno bralcem predstaviti lesene pasivne hiše, njene prednosti, prav tako pa tudi slabosti. Namen raziskovalne naloge pa je ugotoviti, kakšno je stanje pasivnih hiš v Sloveniji. To sva izvedla s pomočjo spletnega anketnega vprašalnika, ki sva ga poslala slovenskim podjetjem, ki se ukvarjajo z gradnjo lesenih pasivnih hiš. Ugotovila sva, da se zaradi vedno boljše ozaveščenosti ljudi o učinku tople grede tudi vsako leto več ljudi odloči za nakup oziroma postavitev lesene pasivne hiše.

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Hipoteze.....	2
1.2	Metoda raziskovalnega dela	2
1.3	Struktura raziskovalnega dela	2
2	LESENA PASIVNA HIŠA	3
2.1	Lesena hiša	3
2.1.1	Lesena gradnja.....	3
2.1.2	Prednosti in slabosti.....	4
2.2	Pasivna hiša	7
2.2.1	Standard pasivne hiše	7
2.2.2	Načrtovanje pasivnih zgradb	8
2.2.3	Ovoj zgradbe.....	11
2.2.4	Prednosti in slabosti.....	17
3	VRSTE PASIVNIH HIŠ	20
3.1	Masivna gradnja	20
3.2	Skeletna gradnja	21
3.3	Panelna gradnja	23
4	VZORČNE PASIVNE HIŠE	24
5	STANJE PASIVNIH HIŠ V SLOVENIJI.....	31
	Lesoteka hiše d.o.o., Slovenj Gradec	31
6	REZULTATI	38
7	PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE	42
8	ZAKLJUČEK	43
9	VIRI IN LITERATURA.....	44

10	PRILOGE	46
10.1	Anketa	46

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer dobre prakse lesene gradnje	3
Slika 2: Zaščita lesa	6
Slika 3: Umestitev pasivne hiše v naravni prostor	9
Slika 4: Shranjevanje toplote.....	10
Slika 5: Troslojna zasteklitev okna z lesenim okvirjem.....	13
Slika 6: Toplotni most	14
Slika 7: Tesnenje pasivne hiše.....	15
Slika 8: Sprejemnik sončne energije	16
Slika 9: Lesena pasivna hiša.....	18
Slika 10: Masivna gradnja.....	21
Slika 11: Primer skeletne gradnje.....	22
Slika 12: Panelna gradnja	23
Slika 13: Vzorčna pasivna hiša 1	24
Slika 14: Tloris vzorčne pasivne hiše 1	24
Slika 15: Vzorčna pasivna hiša 2	25
Slika 16: Tloris vzorčne pasivne hiše 2.....	25
Slika 17: Vzorčna pasivna hiša 3	26
Slika 18: Tloris vzorčne pasivne hiše 3.....	26
Slika 19: Vzorčna pasivna hiša 4	27
Slika 20: Tloris vzorčne pasivne hiše 4.....	27
Slika 21: Vzorčna pasivna hiša 5	28
Slika 22: Tloris vzorčne pasivne hiše 5.....	28
Slika 23: Vzorčna pasivna hiša 6	29
Slika 24: Tloris vzorčne pasivne hiše 6.....	29

Slika 25: Vzorčna pasivna hiša 7	30
Slika 26: Tloris vzorčne pasivne hiše 7	30
Slika 27: Hiša Lesoteka	31
Slika 28: Hiša Jaris	32
Slika 29: Hiša podjetja Jelovica hiše d.o.o.	33
Slika 30: Marles hiša	34
Slika 31: Hiša podjetja Lumar IG d.o.o.	35
Slika 32: Primer hiše Podjetje Masiva Pasiva d.o.o.	36
Slika 33: Pasivna hiša v Ivančni Gorici	36
Slika 34: Hiša Domeko	37

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Gradnja lesenih pasivnih hiš v zadnjih dveh letih	38
Graf 2: Vrste pasivnih hiš	39
Graf 3: Velikosti hiš	40
Graf 4: Gradnja hiš glede na slog grajenja	41

1 UVOD

V zadnjem času je vse več govora o škodljivem vplivu kurjenja fosilnih goriv in posledicah ozonske luknje, segrevanja ozračja oz. tople grede. Za učinkovito reševanje nastalih težav je potrebno zmanjšati porabo energije, saj bo le tako mogoče upočasniti katastrofalne posledice. V Sloveniji se poraba energije vsako leto poveča za 4 %, zato se tudi Slovenija tako kot druge države po svetu spopada z vprašanji, kako zadovoljiti vse večje potrebe po energiji, hkrati pa zmanjšati izpuste toplogrednih plinov, zmanjšati porabo fosilnih goriv in izpustov CO₂ v okolje.

Rešitev za zmanjšanje porabe energije pri stavbah je gradnja pasivnih hiš. Pasivne hiše omogočajo karseda malo porabo energije za delovanje stavbe, saj zaradi svojih lastnosti zelo malo energije oddajo v okolico in s tem povečajo prihranek vložene energije. Izkušnje, ki so se nabrale v dobrem desetletju pri načrtovanju in gradnji manjših, predvsem stanovanjskih pasivnih hiš, so dopustile razširitev na večje objekte z drugačnimi vsebinami v različnih urbanističnih kontekstih. V zadnjih letih je nastalo več poslovnih zgradb, otroških vrtcev, več družinskih hiš, javnih zgradb, sanacij domov za starejše občane ter celo cerkve, rekreacijske in industrijske zgradbe v pasivnem standardu. Govorimo lahko o novi generaciji pasivnih hiš – velikih pasivnih zgradbah.

1.1 Hipoteze

Cilj najine raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kakšno je stanje lesenih pasivnih hiš v Sloveniji.

V raziskovalni nalogi sva si postavila naslednje hipoteze:

- Število zgrajenih lesenih pasivnih hiš v Sloveniji se vsako leto poviša.
- V Sloveniji se za gradnjo lesenih pasivnih hiš največ uporablja tehnika masivne gradnje.
- Slovenci se najpogosteje odločajo za gradnjo hiš kvadrature od 150 m² naprej.
- Najbolj zaželen je moderni slog gradnje.

1.2 Metoda raziskovalnega dela

Zaradi vedno večjega zanimanja za to temo, sva imela za izdelavo raziskovalne naloge na voljo veliko strokovnih virov in literature. Večino virov, ki so nama omogočili izdelavo raziskovalne naloge, sva našla na spletu. V veliko pomoč nama je bila tudi seminarska naloga, ki je bila narejena preteklo šolsko leto, ki pa se je bolj osredotočila na splošen pogled na lesene pasivne hiše. Pri anketiranju nama je bila v veliko pomoč spletna stran www.1ka.si.

1.3 Struktura raziskovalnega dela

V prvem sklopu raziskovalne naloge sva raziskala strokovno literaturo na temo lesenih in pasivnih gradenj. V drugem sklopu sva z anketnim vprašalnikom pridobila podatke o gradnji lesenih pasivnih hiš od podjetji, ki te gradijo v Sloveniji.

2 LESENA PASIVNA HIŠA

2.1 Lesena hiša

2.1.1 Lesena gradnja

»Les kot gradbeni material ustvarja prijetno klimo in dobro počutje v stanovanju in je nepogrešljiv material za notranjo opremo. Je splošno dosegljiv in edini obnovljivi gradbeni material z izjemno čistim in energijsko varčnim življenjskim ciklom. Njegov posek je manjši od dopustnega. Za njegovo obdelavo in predelavo je potrebno malo energije, poleg tega akumulira CO₂. Pri sežigu odda les le toliko ogljikovega dioksida, kolikor ga je med rastjo v procesu fotosinteze prejel iz atmosfere. Drevesa in leseni izdelki lahko desetletja in stoletja skladiščijo ogljikov dioksid. Njihove ostanke lahko uporabimo za lesena tvoriva ali kot energent. Les je okolju najbolj prijazen in je material z najboljšim razmerjem med toplotno izolacijo in ohranjanjem toplote ter tako zmanjšuje stroške ogrevanja. Les diha, se prilagaja klimatskim spremembam in uravnava vlažnost zraka. Iz navedenih lastnosti lesa ugotovimo, da je les dobra izbira za gradnjo, ki omogoča najvišjo stopnjo predizdelave s hitro montažo. Vsekakor pa je pomembno tudi, da je les naraven, prepusten, antistatičen in elastičen [1]. «



Slika 1: Primer dobre prakse lesene gradnje

(Vir: <https://www.eninfo.si/2017/01/13/primer-dobre-prakse-lesene-gradnje-vecnamenski-objekt-na-kopah/>)

2.1.2 Prednosti in slabosti

Prednosti

Zdravje je najpomembnejša vrednota, življenje v leseno grajeni hiši pa je zdravo, saj ti objekti uravnavajo vlažnost zraka in ni možnosti razvoja plesni. V njej ni pogojev za nastajanje neprijetnosti, kot so alergije ali problemi povezani z dihalnimi motnjami. »Vlažnost zraka v leseni hiši pri sobni temperaturi zanaša od 55 do 65 odstotkov, medtem ko pri zidani hiši niha od 20 do 80 odstotkov. Kvaliteta bivanja je v leseni hiši odlična, saj se pri gradnji uporabljajo materiali, ki so ekološko neoporečni po sestavi in vplivu na človeka ter okolje. Les s svojim vonjem, barvo in strukturo še dodatno pozitivno vpliva na človekovo počutje [1]. «

Lesena gradnja je energijsko varčna tako v fazi proizvodnje kot tudi v fazi uporabe, saj so stroški obratovanja nizki. Je ekološko neoporečna in omogoča visok odstotek reciklaže vgrajenih materialov. V takšni gradnji se počutimo dobro pri 18-20 °C, medtem ko v masivnih stavbi šele pri 22-24 °C. Zgoraj omenjeni razlogi dokazujejo, da je lesena gradnja v skladu z načeli trajnostne gradnje.

Pomembna lastnost lesenih hiš je, da je gradnja prenesena z gradbišča v proizvodno halo, kjer poteka izdelava sestavnih delov v zaprtih in suhih prostorih, ter so vsi vgrajeni materiali in polizdelki zaščiteni pred vremenskimi razmerami. Skoraj vsi sestavni deli so narejeni v proizvodni hali, zato je takšna gradnja manj obremenjujoča za okolje, saj je manj odpadnega materiala in manj prevozov na gradbišče. Omogoča tudi večjo kontrolo kakovosti vgrajenih materialov in vseh procesov od načrtovanja do montaže. Takšna gradnja je industrijski proizvod, zato je podvržena mnogim notranjim in zunanjim presojam kakovosti neodvisnih inštitutov.

Pri lesenih hišah gre za hitro gradnjo. Proizvodnja sestavnih delov v hali skrajša čas montaže in zaključna dela lahko potekajo neposredno po montaži hiše, ki je v mnogih primerih končana že v tednu dni. Po zaključku vseh del je možna hitra vselitev, saj ni potrebe po dolgotrajnem sušenju.

Sodobne lesene hiše imajo dolgo življenjsko dobo. Mnogo je primerov, kjer so pravilno grajeni leseni objekti starejši od 700 let. V Sloveniji obstajajo proizvajalci, ki dajo 50-letno garancijo na konstrukcijo. Ob upoštevanju predpisov in standardov je tako zagotovljen vrhunski proizvod za več generacij [2].

Les je eden od potresno najvarnejših materialov. Ker je konstrukcija lahka, omogoča gradnjo na potresno ogroženih območjih. Les prenaša vlečno in tlačno ter upogibno silo. Poleg potresne varnosti je les dobro protipožarno odporen, saj masivni kosi lesa težko pogorijo. Les je gorljiv, vendar če ga primerjamo z betonom in jeklom, prevzema večje požarne obremenitve.

Gradnja sodobnih lesenih hiš je cenovno primerljiva s klasično gradnjo. Pomembna prednost je, da kupec prihaja v stik z enim izvajalcem, le-ta pa mu jamči za celoten objekt, kar je redko pri klasični gradnji.

Pri lesenih hišah je možna sprememba, ker gre za lahke lesene konstrukcije, ki so fleksibilne in se tako da hišo enostavno preurediti ali povečati. Slednje ji daje višjo uporabno vrednost skozi čas.

Slabosti

Številne poškodbe lesa povzročajo abiotski in biotski vplivi, saj jim je les neprestano izpostavljen. Abiotski dejavniki, kot so padavine, sončna svetloba, nizke in visoke temperature povzročajo na lesu poškodbe, ki postanejo vidne šele v nekaj letih, predvsem v obliki razpok, barvnih sprememb, kosmatosti in reliefnosti površine. »Hujše poškodbe povzročajo biotski ali biološki dejavniki, med katere štejemo lesne glive in insekte. V primeru dobre zaščite lahko vse vplive preprečimo. Takšen primer je zračno sušen les, ki je popolnoma varen pred okužbo z glivami in napadom insektov.

Les je zelo občutljiv na vlago, zato moramo upoštevati, v kakšno okolje ga bomo postavili. Predvsem je problem pri objektih, ki ne omogočajo zračenja. Z vlago se slabšajo njegove mehanske lastnosti in povečujejo možnosti nastanka poškodb zaradi lesnih škodljivcev, predvsem v razmerah, kjer je les v stiku s stalno vlago ali zaprt v zraku neprepustnem okolju [1]. «

Izobraževanje s področja lesene gradnje še ni dovolj dobro razvito. Primanjkuje usposobljenih projektantov, ki bi želeli projektirati lesene konstrukcije. S tem bi se povečalo število investitorjev lesene gradnje.

»Slabost lesene gradnje je tudi ta, da se pri lesenih montažnih hišah pogosto ne moremo zanašati na postopno financiranje gradnje, ki je pri klasičnih zidanih hišah zaradi dolgotrajnejše gradnje mogoča [2]. «

Težave so tudi na področja dostopnosti naravno sušenega in ob pravilnem času sekanega lesa. Slednje namreč edino zagotavlja manjšo porabo sredstev za zaščito lesa pred plesnijo in škodljivci.



Slika 2: Zaščita lesa

(Vir: <https://www.mojmojster.net//showfile.php?id=402674>)

2.2 Pasivna hiša

Koncept pasivne hiše je nastal leta 1991, ko je zasnovano zanj razvil Nemec dr. Wolfgang Feist. Na trgu so se pričele pasivne hiše pojavljati po letu 1998. »V prvih desetih letih gradnje je ocenjeno število objektov po svetu tega tipa znašalo med 15.000 in 20.000. Velika večina hiš je bila zgrajena v nemško govorečih deželah in v Skandinaviji. Avgusta 2010 je bilo približno 25.000 pasivnih hiš po svetu certificiranih (danes jih naj bi bilo preko 100.000), od tega večinoma v Evropi, medtem ko je število zgrajenih pasivnih hiš v Združenih državah Amerike znašalo le 13, nekaj deset pa jih je bilo v gradnji (danes je število hiš v ZDA okoli 1200). V Sloveniji smo prvo certificirano pasivno hišo dobili leta 2009 [3]. «

2.2.1 Standard pasivne hiše

»Pasivne hiše so tako kot druge hiše zgrajene po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabe energije v stavbah. Poudarek pri izvedbi pasivne hiše pa je pri visoko postavljenih zahtevah pri uporabljenih komponentah:

- toplotna zaščita: toplotna prehodnost U vseh gradbenih elementov znaša manj kot 0,15 W/(m²K), pri prostostoječi enodružinski hiši se priporoča celo pod 0,10 W/(m² K);
- izvedba brez toplotnih mostov ($\psi \leq 0,01$ W/(mK));
- izredna zrakotesnost, kontrolirana s tlačnim preizkusom po DIN EN 13829 – vrednost n 50 pri 50 Pa tlačne razlike ne sme presegati 0,6 h⁻¹ ;
- zasteklitve z U W pod 0,8 W/(m² K), pri visokem faktorju prehoda celotnega sončnega sevanja ($g \geq 50$ % po DIN 67507), tako da so tudi pozimi možni neto dobitki toplote;
- okenski okvirji z U F -vrednostjo pod 0,8 W/(m²K) po DIN EN 10077;
- poraba električne energije za pogon prezračevalne naprave $\leq 0,4$ Wh/(m³) prečrpanega zraka;
- najnižje toplotne izgube pri pripravi in distribuciji sanitarne vode;
- učinkovita izraba elektrike v gospodinjstvu.

Za doseganje standarda pasivne hiše je potrebno komponente smiselno povezati, le tako lahko zadostimo zahtevam. Značilne specifične vrednosti za pasivne hiše so:

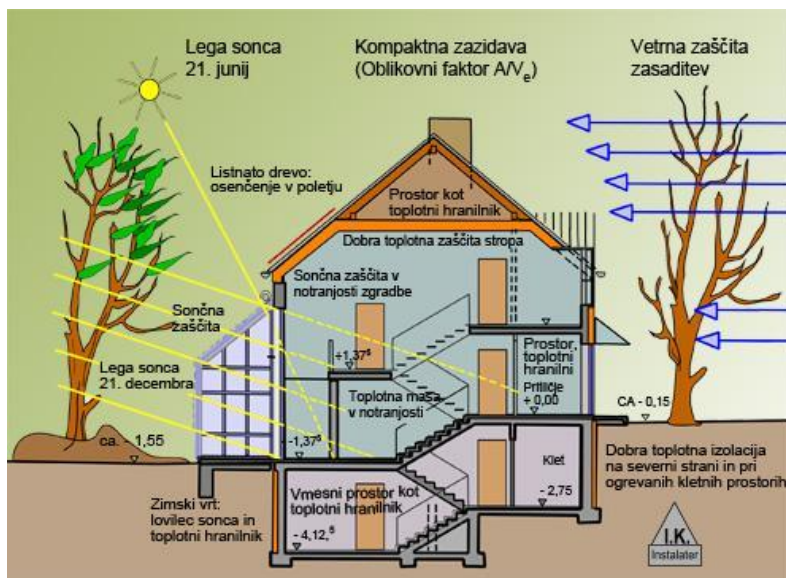
- letna potrebna toplota za ogrevanje $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$,
- skupna letna poraba primarne energije $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$,
- letna poraba električne energije $\leq 18 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$,
- toplotne izgube $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$,
- zrakotesnost $n \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ [3]. «

2.2.2 Načrtovanje pasivnih zgradb

Pri načrtovanju pasivne hiše je velikega pomena, da posamezne komponente hiše delujejo kot celota, saj šele kvalitetno izveden objekt da zadovoljive rezultate. »Bistvo je, da že pri načrtovanju pasivne hiše sodelujejo strokovnjaki z različnih področij, od arhitekta, ki da stavbi oblikovno, funkcionalno in tehnično zasnovo, do statika, ki preveri stabilnost konstrukcije. Potrebno je tudi sodelovanje gradbenega fizika, ki preveri energijsko učinkovitost stavbe in pravilno sestavo elementov ter sodelovanje projektanta strojnih inštalacij, ki se ukvarja s sistemi prezračevanja in ogrevanja stavbe. Le s sodelovanjem strokovnjakov in natančnostjo izvedbe dosežemo kvalitetno bivalno udobje in nizko porabo energije bodočim uporabnikom [4]. «

Orientacija

Pri hišah ima orientacija zelo pomembno vlogo, saj omogoča izrabo sončnega sevanja za namen ogrevanja. Količina sončevega sevanja je odvisna od letnega časa, gibanja sonca in orientacije objekta. Zjutraj, ko sonce vzhaja, je najintenzivneje obsijana vzhodna stena objekta, popoldne pa zahodna. Pozimi je bolj obsijana južna stena, poleti pa manj. Ta sevalna razmerja je potrebno upoštevati za učinkovito izrabo sončne energije na določenih stenah.



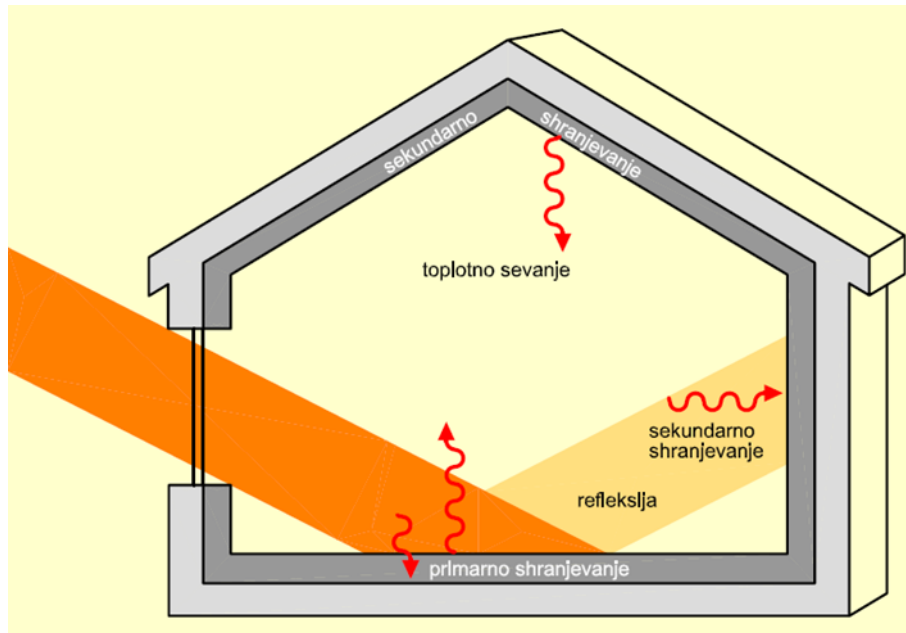
Slika 3: Umestitev pasivne hiše v naravni prostor

(Vir:

<https://www.instalater.si/files/images/Energijska%20zasnova%20za%20pasivni%20dom.jpg>)

Shranjevanje sončne energije

»Shranjevanje toplote je pri pasivnih objektih potrebno za izrabljanje sončnega sevanja, ko ga ni več na voljo. Stene objekta se preko dneva pregrejejo in toploto v stanovanje oddajajo preko noči. Masivna gradnja zaradi visoke specifične toplote zelo dobro akumulira toploto. Za učinkovito shranjevanje in oddajanje toplote v 24-urnemu ciklu dneva mora biti stena debela med 10 in 12 cm. Debelejše stene niso primerne, saj jih v času sončnega obsevanja pozimi ne ogreje dovolj. Najbolj primerni materiali za gradnjo sten so ilovica, glina, opeka, beton in silikatna opeka. Nobeno gradivo pa po kakovosti shranjevanja toplote ne dosega lastnosti vode [3]. «



Slika 4: Shranjevanje toplote

(Vir: https://www.pasivnagrada.com/wp-content/uploads/2012/12/pasivna_hisa_02_copy-300x223.jpg)

Oblika zgradbe

Za doseganje najmanjših vrednosti transmissijskih izgub je potrebno upoštevati tudi obliko zgradbe. Pri tem je zelo pomemben faktor oblike zgradbe, ki izraža razmerje med zunanjo površino in volumnom zgradbe. Zunanjih površin mora biti kar se da malo glede na volumen objekta. Najbolj ugodne oblike zgradb so zato okroglih, kvadratnih, osem-kotnih, elipsastih oblik. Doseganje standardov za pasivne zgradbe nam omogoča tudi razčlenjanje ovoja zgradbe, a je v tem primeru cena dosti višja. Oblika strehe na delovanje pasivne hiše nima ključnega pomena. Med oblikami streh je najugodnejša enokapnica, saj hiša zaradi večje površine fasade bolje izkorišča sončno sevanje.

2.2.3 Ovoj zgradbe

Tehnologija gradnje

Izbira tehnologije gradnje vpliva na končno kvaliteto zgradbe in navsezadnje tudi na ceno.

Običajno je manj tveganja pri uporabi že preizkušenih postopkov in materialov, saj so jih izvajalci že vajeni. »Pri izboru tehnologij in gradiv je smiselno upoštevati naslednje:

- Izbrana tehnologija gradnje naj bo preizkušena in standardizirana.
- Sistem gradnje naj vključuje ekološka in naravna gradiva.
- Toplotni ovoj mora ustrezati standardom pasivne gradnje.
- Konstrukcija mora biti zrakotesna, vetrotesna in difuzijsko odprta.
- Prefabrikacija (predhodno izdelani elementi) morajo zagotavljati kvaliteto in skrajšanje časa gradnje [3]. «

Za pasivne hiše se uporabljajo lahke in masivne konstrukcije. Pri masivnih stenah je nosilna konstrukcija iz opečnih zidakov, polnjenih s perlitom in zidakov iz betona ali lahkega betona. Na zunanji steni je potrebna ustrezna debelina izolacije. Stene so lahko tudi iz betona, ki je na mestu gradnje vlit v opazne elemente. Elementi imajo na zunanji strani sten debelejšo plast poliestra, na notranji strani pa tanjšo. Gradnja po tem principu zmanjšuje težave s toplotnimi mostovi [3] «

»Pri lahkih stenah se najpogosteje uporablja les v pred-pripravljeni obliki. Uporabljajo se leseni okvirji, konstrukcije iz masivnega in žebljanega lesa, votli elementi iz trislojnih plošč, nosilni elementi iz lesenega ogrodja. Med lesenimi konstrukcijami se vedno namesti ustrezna toplotna izolacija. Lesene konstrukcije so lahko prej pripravljene v delavnicah ali pa se v celoti sestavijo na gradbišču. Najbolj primerni so I nosilci, ki so sestavljeni iz zgornje in spodnje letve iz masivnega lesa, vmes pa je vezna OSB plošča. Takšni nosilci imajo v primerjavi s pravokotnimi masivnimi profili do 20 % boljšo toplotno izolativnost ob zadostni statični nosilnosti [3] .«

Toplotna izolacija

Toplotni ovoj zgradbe predstavlja vse gradbene elemente zgradbe, ki predstavljajo mejo med dvema temperaturnima področjema. To so zunanje stene, notranje stene med ogrevanim in neogrevanim delom stavbe, streha, tla, okna, zunanja vrata. Znotraj toplotnega ovoja morajo biti torej ogrevani prostori, zunaj le-tega pa so lahko kleti, shrambe, garaže itd.

»Pri pasivni hiši morajo imeti gradbeni elementi zelo dobre termoizolacijske lastnosti: toplotno prehodnost U manjšo od $0,15 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, običajno pa ta vrednost znaša manj kot $0,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$.

Debelina izolacije sten je odvisna od sestave stene in lahko znaša od 25 – 40 cm. Kot toplotno izolativna gradiva so na voljo umetna anorganska, organska ter naravna gradiva. Med umetna anorganska gradiva spadata mineralna volna in penjeno steklo. Od umetnih organskih gradiv se največ uporabljajo ekspanzirani in ekstrudirani poliester, penjeni poliester in penjeni poliuretan [5] «

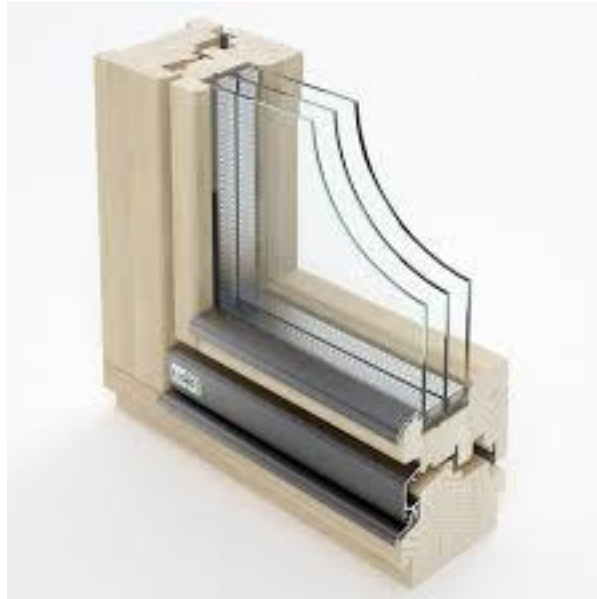
V zadnjih letih je vse bolj pogosta uporaba naravnih toplotno izolativnih gradiv, kot so lesna vlakna, celulozna vlakna, kokosova vlakna, konoplja, lan, pluta, ovčja volna, slama itd.

Okna in vrata

Posebej za pasivne hiše so bila izdelana okna in vrata, ki imajo trislojno toplotnoizolacijsko zasteklitev s faktorjem U okoli 0,6 do največ $0,7 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Prednost uporabe takšnih oken je v tem, da je količina sončne energije, ki jo okna prepustijo v prostor, večja kot količina toplote, ki skozi okna zapusti prostor. Takšna okna tudi januarja ob južno orientirani fasadi, ki ni preveč zasenčena, omogočajo neto dobitke sončnega obsevanja[6]. « Pri pasivni hiši so za toplotno bilanco dobitki sončnega obsevanja zelo pomembni. Največji dobitki se pričakujejo skozi steklene površine, zato je v ta namen na notranji površini stekla nanešen nizko-emisijski nanos, ki preprečuje prehod toplote iz notranjosti zgradbe.

Poleti, ko je količina sončnega obsevanja prekomerna, je potrebno steklene površine zasenčiti, drugače pride do pregrevanja prostorov. »Rolete nudijo tudi zaščito okvirjev oken pred

sončnimi žarki, medtem ko poznamo še druge oblike zasenčenja npr. žaluzije, roloji. Zasenčenje je možno tudi s pomočjo nepremičnih zaščit, kot so nadstreški, previsi fasad, balkoni ali pa gosta poraščenost predelov z zelenjem oz. vzpenjavkami [6]. «

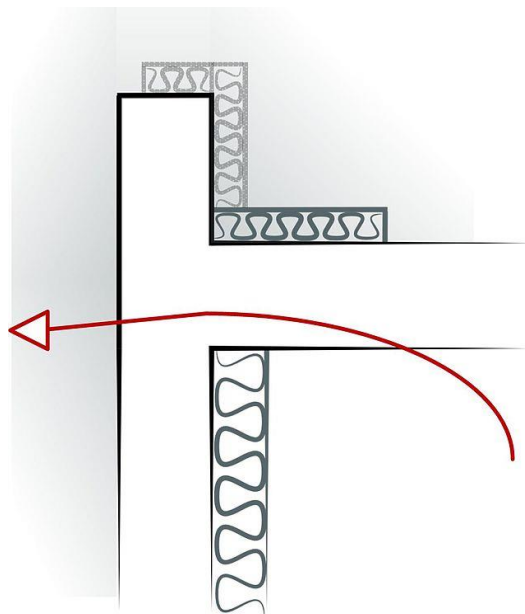


Slika 5: Trislojna zasteklitev okna z lesenim okvirjem

(Vir: https://lesko.si/izdelki/okna/lesena_okna/5/lesko_68/)

Konstruiranje brez toplotnih mostov

Toplotni mostovi so deli stavbe, kjer toplota hitreje prehaja. Brez zmanjšanja toplotnih mostov je izolacija objektov dejansko nesmiselna. Za odpravo toplotnih mostov je potrebno že v fazi načrtovanja preveriti vsa kritična mesta. Najpogosteje so toplotni mostovi prisotni pri neogrevani kleti oz. temelju, balkonskih ploščah, priključkih sten na stene, okrog oken in vrat.



Slika 6: Toplotni most

(Vir: https://www.wikiwand.com/sl/Toplotni_most)

Zrakotesnost

V primerjavi s klasično gradnjo je z učinkovito zrakotesnostjo pasivne hiše mogoče doseči 40 do 60 % prihranka energije za ogrevanje. Do prehajanja toplote ne prihaja le zaradi transmisije, ampak tudi zaradi nekontroliranega prezračevanja. Izmenjava hladnega zraka iz okolice s toplim zrakom v notranjosti ni dopustna.

»Izvedba pasivne hiše mora biti zrakotesna. Preverjanje zrakotesnosti se izvede s pomočjo testa, pri katerem je določena mejna vrednost $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$, kar pomeni, da se pri tlačni razliki 50 Pa skozi vsa netesna mesta v hiši odvede ali dovede 0,6 celotnega notranjega volumna zraka v hiši v eni uri. Običajne hiše imajo to vrednost 3 h^{-1} , nizkoenergijske $1,5 \text{ h}^{-1}$ [4]. «

Pri stenah iz betona in opeke se tesnost doseže z neprekinjenim notranjim ometom. Pomembni so tudi stiki med posameznimi elementi, zato se v te namene uporabljajo tesnilni trakovi, lepilni trakovi, mehanske pritrditve. Zrakotesni morajo biti tudi vsi preboji instalacij (cevi, kabli, voda).



Slika 7: Tesnjenje pasivne hiše

(Vir: https://www.varcevanje-energije.si/images/stories/2014/NOVEMBER/zrakotestnost_stiki_osb_plosc.jpg)

Prezračevanje

Za čim manjše toplotne izgube je za prezračevanje potreben sistem za kontrolirano prezračevanje z vračanjem toplote odpadnega zraka. Takšen sistem tudi izboljša kvaliteto zraka, saj se zrak pred vračanjem v prostor prečisti na filtru prašnih delcev. V prenosniku toplote oz. rekuperatorju se sveži zrak predgreje s toploto odpadnega zraka, ki se izsesava iz zgradbe. Zrak se nato vpihuje v dovodne prostore. Po standardu morajo imeti toplotni prenosniki toplotni izkoristek vsaj 75 %, ampak imajo današnji sodobni že okoli 90 %. Ker je v pasivnih hišah zrak vedno svež, odpiranje oken ni potrebno. Prezračevalna naprava deluje v obdobju hladnega vremena, nato pa se izklopi, saj porablja električno energijo. V obdobju toplejšega vremena prezračevanje poteka klasično preko odprtih oken.

Ogrevanje

Potrebe po ogrevanju pri pasivni hiši so zelo nizke, saj se pojavijo šele, ko je zunanja temperatura med 0 in -5°C . Ko so temperature še nižje, je nebo manj oblačno, zato zadostujejo sončni žarki. Ogrevanje pri pasivnih hišah poteka preko prezračevalne naprave, ki pozimi zrak nekoliko dogreje. Temperatura dovedenega zraka ne sme presegati 49°C , saj drugače pride do zoglenevanja prahu. »Delež porabljene toplote za segrevanje sanitarne vode predstavlja dvakratnik energije potrebne za ogrevanje, saj je ogrevanje potrebno samo pozimi, topla sanitarna voda pa celo leto. Strošek ogrevanja sanitarne vode lahko zmanjšamo do 60 % z uporabo sprejemnikov sončne energije [7]. «



Slika 8: Sprejemnik sončne energije

(Vir: <http://www.veltra.si/katalog/solarni-paketi>)

2.2.4 Prednosti in slabosti

Med skeletno in montažno gradnjo praktično ni razlike. Konstrukcija je po navadi iz masivnih lesenih stebrov, energijsko ugodnejša pa je uporaba I nosilcev. Iz notranje ter zunanje strani je stena zaprta z OSB ter lesno vlaknenimi ploščami. V vmesnem prostoru se večinoma vgrajuje celulozno izolacijo ali izolacijo iz lesenih vlaken. Končana hiša je na pogled identična zidani in nikakor ne spominja na leseno gradnjo.

Takšna gradnja je priporočljiva predvsem za tiste, ki nimajo znanja, časa ali volje, da bi gradili sami. Ker običajno celotno gradnjo prevzame en izvajalec, vam mora ta zagotoviti, da končni produkt ustreza standardom pasivne hiše. Vsi detajli so zato premišljeni in za ugodno ceno dobite precej visoko kvaliteto. Seveda pa morate najti izvajalca, ki tovrstno gradnjo obvlada.

»Ker je zid običajno sestavljen predvsem iz materialov na osnovi lesa, ki ima veliko specifično toploto, je skupna akumulativnost takšnega zidu precej visoka in lahko pri določenih sistemih celo presega $0.042 \text{ kWh/}^{\circ}\text{C}$ na m^2 zunanjega zidu, kar je primerljivo z opečno gradnjo ne upoštevajoč ometov (zid debeline 30 cm). Vendar pa v nasprotju z drugimi sistemi gradnje, ki imajo izolacijo na zunanji strani, temperatura zidu pri tem sistemu enakomerno pada proti zunanosti, zato je izkoriščenost celotne akumulacije zidu slaba oz. pol manjša. Skupna akumulirana toplotna energija hiše je slabša tudi zaradi precej lažjih notranjih zidov [8]. «



Slika 9: Lesena pasivna hiša

(Vir: <https://www.lesoteka-hise.si/references/clt-masivna-lesena-montazna-hisa-za-5/>)

Zaradi visoke izolativnosti uporabljenih materialov notranjih sten in stropov ter majhne akumulacije hiša zelo slabo duši temperaturna nihanja (sončen dan, mrzla noč, povišani toplotni dobitki v času obiskov). Posebej izrazito je to v hišah, ki imajo veliko steklenih površin z veliko sončnimi dobitki, kjer se lahko notranja temperatura na sončen januarski dan kratkoročno dvigne tudi za več kot 5 °C. Prav tako je hiša energijsko nekoliko bolj potratna, saj hiša v toplejših obdobjih akumulira manj energije, ki je potem na razpolago v hladnejših obdobjih. »Akumulacijsko sposobnost hiše ter sprejemanje viškov toplote lahko nekoliko dvignemo z vgradnjo betonskih estrihov. Prednost betonskih estrihov je tudi možnost uporabe talnega gretja, ki je zelo primerno za ogrevanje pasivnih in zelo varčnih hiš [9]. «

Prednosti:

- Večinoma visoka kvaliteta gradnje, saj ima večino ponudnikov dobro premišljene sisteme gradnje.
- Investitor ima zelo malo dela in skrbi, gradnja pa je hitra.
- Razmeroma tanka stena-približno 45 cm.
- Maksimalna subvencija zaradi vgrajenih naravnih materialov.
- Zaradi majhne akumulacije ter visoke izolativnosti zidov tudi na notranji strani je primerna tudi za vikende oz. občasno bivanje, saj jo lahko zelo hitro ogrejemo.
- Celulozna izolacija zelo dobro duši zvok.
- Okna se zelo lahko vgradijo skrajno na zunanjo stran fasade.

Slabosti:

- Slabše dušenje temperature. V času več dnevne vročine je hišo, zaradi slabe akumulacije brez aktivnega hlajenja težje ohraniti hladno.
- Ker je veliko stikov med ploščami, je težko zagotavljati zrakotesnost, ki je bistvena pri ekstremno varčni gradnji, zato mora biti izvajalec pri tem zelo izkušen. Prav tako je vprašljiva zrakotesnot na daljši rok.
- Ni primerno za samogradnjo oz. zahteva največ znanja.
- Konstrukcija se ne sme zmočiti, zato lahko posledično pride do večje škode pri poplavih.

3 VRSTE PASIVNIH HIŠ

3.1 Masivna gradnja

Masivna lesena gradnja danes pomeni, da so hiše grajene iz križno lepljenih plošč. Križno lepljene plošče se uporabljajo tako za gradnjo družinskih hiš, kot tudi za gradnjo najbolj zahtevnih lesenih objektov, kot so hoteli, več stanovanjski objekti, šole in druge javne stavbe.

Ta gradnja je med vsemi lesenimi najbolj prvinska. Zunanje stene so brez parnih zapor ali parnih ovir, brez raznih lepilnih trakov in so zrakotesne in difuzijsko odprte; dihalo.

Osnovna konstrukcija so križno lepljene plošče, največkrat trislojne, debeline 10 cm. Volumen lesa v konstrukciji križno lepljenih sten je petkrat večji od volumna lesa v skeletnih stenah in kar sedemkrat večji od volumna lesa v montažnih stenah. »Zunanje stene so obdane z izolacijskim slojem, ki je lahko bodisi iz mineralne volne, lesnih vlaken ali plute, preko je tankoslojni omet. Notranja stran je obdana z instalacijsko ravnino in mavčno kartonskimi ploščami. Medetažna plošča je pet ali več slojna, večje debeline, med 14 in 20 cm. Velikokrat ostane strop viden v prostoru. Strešna konstrukcija je enaka kot pri skeletnih hišah.

Hiše iz križno lepljenih plošč imajo najboljše sposobnosti glede statičnih, potresnih in požarnih obremenitev. Nudijo večjo svobodo arhitekturnim zamislim in zahtevnim konstrukcijskim izzivom. Montaža je še hitrejša in enostavnejša. V primeru kleti dosegamo večje debeline izolacije na zidanem delu. Lažje izvedemo skrita senčila, izognemo se jeklenim nosilcem. Toplotna stabilnost in akumulacija toplote sta v tem načinu gradnje še bolj izrazita kot v skeletni gradnji. Hrup med sobami in nadstropji se zmanjša. Tudi trajnost takega objekta je med vsemi lesenimi najdaljša [10]. «



Slika 10: Masivna gradnja

(Vir: <http://www.logartslo.com/uploads/2/2/9/7/2297346/published/1-3.jpg?15195754889>)

3.2 Skeletna gradnja

»Skeletna hiša ni nič novega. Vmes nekaj časa ni bila prisotna, ker ni racionalno z ročnim orodjem izvajati starih tesarskih zvez. Odkar je na trg vstopila CNC tehnologija za obdelavo lesa, se je ta sistem gradnje ponovno pojavil. Modificiran sicer, saj uporablja nove tehnologije in nove materiale.

»Kot že samo ime pove, je hiša sestavljena iz skeletnega ogrodja. Za razliko od montažne hiše to skeletno ogrodje stoji samo od sebe, brez vsake plošče. Zakaj? Ker ima hiša diagonale in križe, ki skrbijo, da se hiša »ne prevrne«. Strokovno rečemo temu zavetrovanje. Skeletna hiša se zgradi tako, da se najprej naredijo računalniške delavniške risbe, ki so primerne za prenos parametrov na lesno obdelovalni stroj. Ta vsak element obdela skladno z delavniškimi risbami. Nato mojstri na teren dobijo razrezan les z vsemi lesnimi zvezami in ga, podobno kot lego kocke, zložijo v stene. In potem postavljajo steno za steno do strehe [10]. «

Osnovna dimenzija lesenega elementa zunanje stene je največkrat 8x18 cm. Skelet je zunaj največkrat zaprt z lesno vlakneno ploščo, navznoter pa z OSB ploščo. Vmes je praviloma celulozna izolacija. Na notranji strani zunanjih sten je še instalacijska ravnina, zaključena z mavčnokartonsko ploščo. Notranje stene se po sami konstrukciji razlikujejo od tistih v montažnih hišah. »Oploščitve notranjih sten so podobne kot pri montažnih hišah. Strop in streha se tudi nekoliko razlikujeta pri sami konstrukciji zaradi uporabe lesnih zvez, drugače pa sta po sestavi podobna tistim v montažnih hišah [10]. «

Prva prednost skeletnih hiš v primerjavi z montažnimi, je v močnejši konstrukciji in dvojnem zavetrovanju. Zato so skeletne hiše bolj odporne na neurja in potrese. Bivalno udobje je večje, saj v skeletnih hišah ni parnih zapor. Hiše dihajo. Grajene so iz lesa in materialov na bazi lesa, zato so prijetne.

Potrebno je poudariti, da je izvedba skeletne hiše hkrati tudi najbolj zahtevna. Že samo konstruiranje, montaža, zrakotesnost, potresna varnost, zaščita pred poškodbami itn. »Vsi materiali pri skeletnih hišah so hidroskopični, zato izvedba ne dopušča napak niti v gradbeni fiziki niti pri izvedbi detajlov. Žal v Sloveniji ni veliko podjetij, ki to zmorejo. Potem je pa še vprašanje garancije, saj skeletno gradnjo praviloma ponujajo manjša podjetja s komaj nekaj letnim poslovanjem [10]. «



Slika 11: Primer skeletne gradnje

(Vir: <https://www.jaris.si/pic/page/skeletna-gradnja-finish.jpg>)

3.3 Panelna gradnja

Je najbolj razširjen sistem lesene gradnje. V tovarnah se pripravi velikostenske elemente. Zunanje stene s fasadno izolacijo, okni, policami, notranjimi oblogami, notranje stene z oblogami, stropne plošče z oblogami. Gre za leseno okvirno konstrukcijo. Spodnja pasnica, zgornja pasnica, vmes pokončniki. »Osnovna dimenzija lesenega elementa zunanje stene je 6x16 cm. Ker bi se samo lesena konstrukcija »zibala«, je potrebno na vsako stran okvirne konstrukcije namestiti neko ploščo. Največkrat lesno cementno, manjkrat pa OSB ploščo ali mavčno vlakneno ploščo. Te plošče varujejo objekt tudi pred neurji in potresi. Med ploščami je primarni sloj izolacije, največkrat mineralna volna. Na zunanji strani je fasadna izolacija, največkrat stiropor in preko tankoslojna fasada [10]. «

Na notranji strani so montažne hiše največkrat zaključene z mavčnokartonskimi ploščami, tiste boljše pa imajo še vmesni prostor, t.i. instalacijsko ravnino, ki je še dodatno izolirana.

»Zamera montažnim hišam gre zaradi uporabe parnih zapor, ki so v praksi polivinilne folije. Te hiše ne dihajo in uporabnik od vgrajenega lesa nima praktično nič.

Ker gre za prefabrikat, je potrebno vse definirati vnaprej. Popravki niso možni. Proizvodnja ne dopušča, da se hiša v proizvodnji ustavi, naredi določene spremembe in se potem proizvodnja nadaljuje [10]. «



Slika 12: Panelna gradnja

(Vir: <https://www.triumphmodular.com/2015/04/off-site-construction-process-896x597.jpg>)

4 VZORČNE PASIVNE HIŠE

Pasivna hiša 1

Je sodobno oblikovana družinska hiša za štiri člane. V pritličju se nahaja dnevni, v nadstropju pa nočni del, kjer je poleg otroškega segmenta dveh sob in kopalnice še starševski del z lastno garderobo in kopalnico.



Slika 13: Vzorčna pasivna hiša 1

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)



Slika 14: Tloris vzorčne pasivne hiše 1

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)

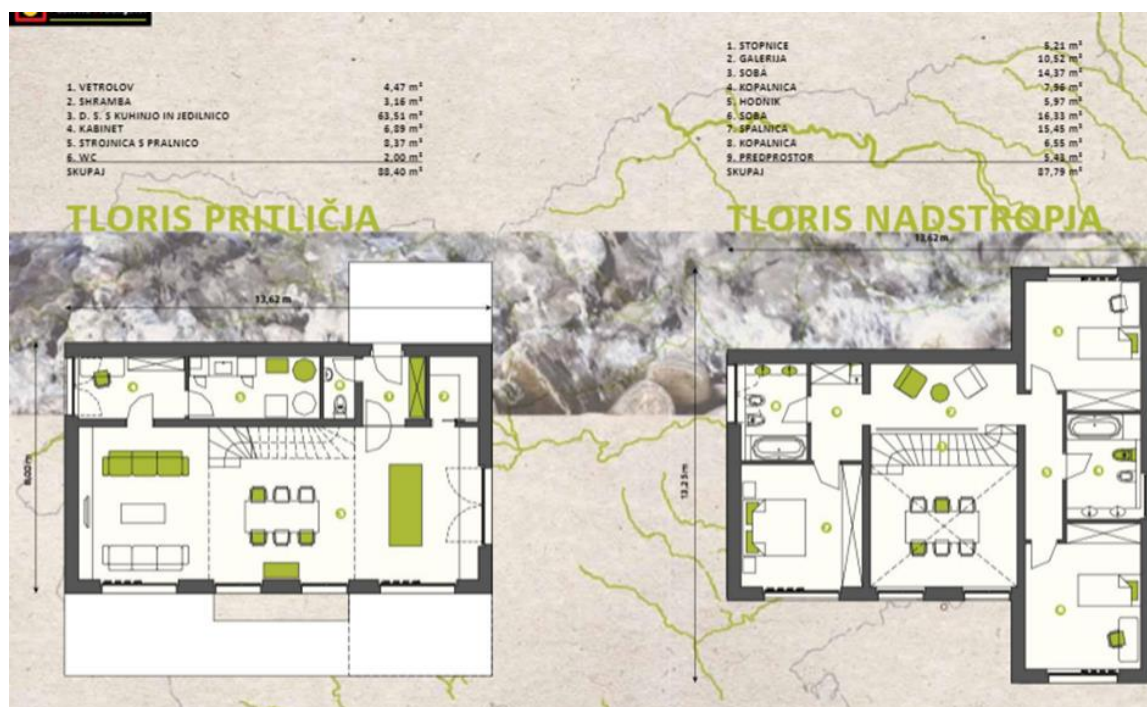
Pasivna hiša 2

Ima moderen tloris z dvoetažnim prostorom jedilnice in galerijo. V pritličju je odprt in svetel dnevni prostor, v nadstropju pa individualno rešen starševski in mladinski (otroški) del. Konzola na severu prikladno pokriva vzhodni podest, na jugu pa del zunanje terase.



Slika 15: Vzorčna pasivna hiša 2

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)



Slika 16: Tloris vzorčne pasivne hiše 2

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)

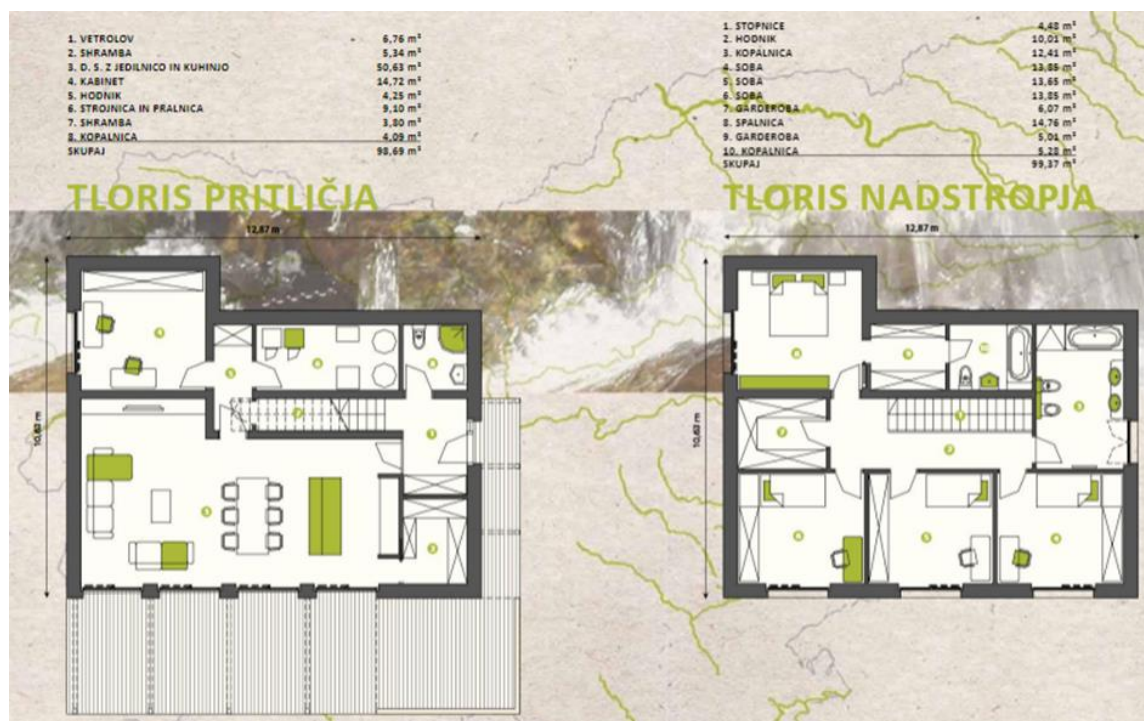
Pasivna hiša 3

Ima nekoliko udobnejše zunanje dimenzije, kar omogoča tri otroške sobe z veliko lastno kopalnico. V pritličju je ob odprti dnevni sobi še velik kabinet.



Slika 17: Vzorčna pasivna hiša 3

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)



Slika 18: Tloris vzorčne pasivne hiše 3

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)

Pasivna hiša 4

Ima zelo racionalen tloris na 140 m² s kar tremi otroškimi sobami poleg spalnice za starše in še dodaten kabinet v pritličju. Oblika dvokapnice se lepo vklaplja v slovensko krajino.



Slika 19: Vzorčna pasivna hiša 4

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)



Slika 20: Tloris vzorčne pasivne hiše 4

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)

Pasivna hiša 5

Ima skrajno racionalen tloris, saj komaj 121 m² ponuja vse, kar potrebuje štiričlanska družina. Kljub temu pa prostori niso premajhni. Zunanje oblikovanje z balkoni in dvokapnico naredi hišo prijazno in prikupno.



Slika 21: Vzorčna pasivna hiša 5

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)



Slika 22: Tloris vzorčne pasivne hiše 5

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)

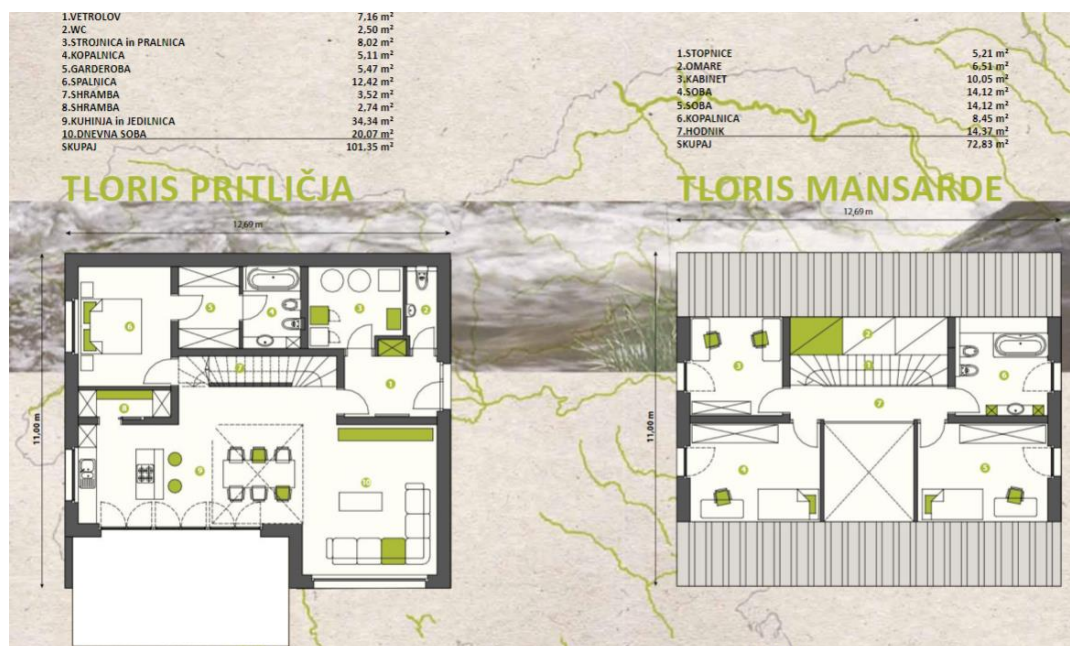
Pasivna hiša 6

Oblikovanje hiše se zgleduje po pritličnih hišah, ne glede na to pa ima udobno mansardo z galerijo nad jedilnico in prostor, ki povezuje oba dela, sicer mladinske mansarde. Spalnica za starše se nahaja v pritličju.



Slika 23: Vzorčna pasivna hiša 6

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)



Slika 24: Tloris vzorčne pasivne hiše 6

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)

Pasivna hiša 7

Ima kompaktno tlorisno obliko z odprtim na jug orientiranim dnevnim prostorom in dvema velikima otroškima sobama. Streha ima obliko dvokapnice, kar omogoča izgradnjo hiše v skoraj vseh delih države.



Slika 25: Vzorčna pasivna hiša 7

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)



Slika 26: Tloris vzorčne pasivne hiše 7

(Vir: https://issuu.com/pasivnagradnja.si/docs/katalog_pasivnih_hi_-_pasivnagrad)

5 STANJE PASIVNIH HIŠ V SLOVENIJI

Gradnja pasivnih hiš v Sloveniji se izboljšuje, saj gradnjo pasivnih objektov spodbujajo čedalje ostrejši predpisi ter ekonomske spodbude. Eko sklad je leta 2008 s pomočjo nepovratnih finančnih sredstev pričel spodbujati gradnjo pasivnih hiš. Po komponente in gradiva ni potrebno zahajati v tujino, prav tako je na voljo zadostno število lokalnih strokovnjakov.

5.1. Podjetja v Sloveniji

Lesoteka hiše d. o. o. , Slovenj Gradec

Lesoteka hiše prevzame in nadaljuje tradicijo izdelovanja lesenih masivnih hiš po sistemu brun od podjetja Smreka. To podjetje je v tistih časih sinonim za kvalitetno gradnjo iz brun, ne samo v Sloveniji, ampak tudi v tujini. »Prodajni program brunaric smo dopolnili z izdelavo hiš iz masivnih lesenih sten CLT, saj zanimanje po takšni gradnji v tujini in v Sloveniji narašča. Slovenija je dežela gozdov in lesa in dejstvo je, da pri nas vse bolj narašča zanimanje za okolju prijazen, sonaraven, trajnosten in estetsko nadstandarden način gradnje – gradnje z lesom, ki je material 21. stoletja. Les je prihodnost in priložnost za podjetje Lesoteka hiše. Ravno zaradi krize so se pojavile nove vrednote, kot sta na primer varčnost in ekološka neoporečnost. Energijsko potratne materiale bo potrebno zamenjati z naravnimi, saj nas v to silijo podnebne in energetske razmere, zato lahko pričakujemo povečano povpraševanje po lesenih hišah [11].

«



Slika 27: Hiša Lesoteka

(Vir: <https://www.lesoteka-hise.si/wp-content/uploads/2017/01/Katalog-tipских-hiš-2016-Lesoteka-hiše.pdf>)

Jaris d. o. o. , Vodice

Podjetje Jaris je bilo ustanovljeno leta 2000 z jasno vizijo graditi lesene hiše. Podjetje ima sedež v Vodica, želi se širiti tudi v druge slovenske kraje. Cene njihovih hiš so približno enake kot pri drugih podjetjih: 1000€/m².



Slika 28: Hiša Jaris

(Vir: <https://www.adut.si/ponudnik/jaris-d-o-o/>)

Jelovica hiše, d. o. o.

Skupina Jelovica velja za vodilnega slovenskega proizvajalca energijsko varčnih hiš, oken in vrat. Svoje proizvode uspešno prodajajo na preko 25 svetovnih trgih, kamor izvozijo več kot polovico proizvodnje. Skupino sestavljajo štiri družbe, ki se ukvarjajo s proizvodnjo in prodajo energijsko varčnih hiš, oken, vrat ter drugih izdelkov za vgradnjo v objekte. Eleganten dizajn in strokovno projektiranje v kombinaciji z inovativnimi rešitvami in naravnimi materiali dajejo izvor hišam, oknom in vratom visoke kakovosti. Jelovica hiše d.o.o. je del Skupine Jelovica, ki velja za vodilnega slovenskega proizvajalca hiš, oken in vrat. »Podjetje Jelovica hiše se ponaša s 75-letno tradicijo oblikovanja montažnih hiš in tako sodi med evropske pionirje na področju energijsko varčne gradnje. Do sedaj je družba, ki večino svoje proizvodnje izvozi širom po svetu, postavila že preko 12.500 nizkoenergijskih objektov, kar podjetje uvršča med največje evropske ponudnike montažnih hiš in objektov. Ponaša se s sodobno tehnologijo, ki ustreza zahtevnim slovenskim in mednarodnim standardom, v svoje hiše pa vgrajuje kvalitetne in naravne materiale. Vizija podjetja je postati vodilni ponudnik sodobnih nizkoenergijskih hiš s celovitimi energijsko varčnimi rešitvami, ki so nezahtevne za vzdrževanje in narejene iz ekološko sprejemljivih materialov. [12] «



Slika 29: Hiša podjetja Jelovica hiše d.o.o.

(Vir: <http://www.jelovica-hise.si/montazne-hise/hise-classic.html>)

Marles

»Marles hiše Maribor ima 100-letno tradicijo montažnih hiš in je največji slovenski proizvajalec industrijsko izdelanih montažnih hiš. Izdelujejo 90 različnih tipov hiš, prilagojene krajinskim in podnebnim razmeram. Zgradili so že 27.000 objektov, od tega več kot 380 šol/vrtcev. [13] «



Slika 30: Marles hiša

(Vir: <https://gradbenistvo.finance.si/8861889/Pasivna-hisa-Marles-lahko-hitro-postane-aktivna>)

Lumar IG d. o. o.

Lumar je eno izmed vodilnih ponudnikov nizkoenergijskih in pasivnih hiš v Sloveniji, ponaša se z več kot 20-letno tradicijo. »Prav tako jim je uspelo prodreti na tuje trge, kot je Italija in Francija. Je eno izmed redkih podjetij, ki ima certifikat Passivhaus inštituta v Nemčiji. Poleg stanovanjskih hiš postavljajo tudi vrtce in šole, njihovo manjšo hišo se da dobiti pod 100.000€. [14]. «



Slika 31: Hiša podjetja Lumar IG d.o.o.

(Vir: <https://www.lumar.si/hise>)

Podjetje Masiva Pasiva d. o. o.

Podjetje ima sedež v Ljubljani in se ukvarja s proizvodnjo in prodajo lesenih in zidanih pasivnih hiš. Postavila je temelje pri gradnji leseno-steklenih hiš in se trudi v smeri gradenj masivnih hiš.

»Tako kot ima avto servisno knjigo in je vsak proizvodnji kos popolnoma sledljiv, smo tudi mi vpeljali popolno sledljivost materiala, gradnje in vzdrževanja. Vsaka naša hiša ima svoj DNK. Vsak postopek gradnje je evidentiran, vsak vgrajen gradbeni element je sledljiv in ima certifikat kakovosti, vsa instalacija je popisana in vso to dokumentacijo vam ob koncu predamo v elektronski obliki. DNK hiše je novost na trgu, njegova vrednost se bo izkazala ob morebitni prodaji, saj boste z lahkoto dokazovali kvaliteto gradnje. Hiša z DNK-jem bo na trgu vredna veliko več kot podobne hiše brez DNK-ja.

Podobno kot pri avtomobilu, cena avta brez servisne knjige je bistveno nižja v primerjavi z avtom, kjer je poreklo jasno. Tudi to je del lastnega razvoja, da bo dom ohranil svojo tržno vrednost [15]. «



Slika 32: Primer hiše Podjetje Masiva Pasiva d.o.o.

(Vir: <https://www.mphisa.si>)

Arhitektura Starc, Jasna Ariana Starc s. p.

Zelo uspešno podjetje iz Velikih Lašč. Do sedaj so v šestih letih prodali 27 hiš, v zadnjem letu 6. Njihove hiše so porazdeljene po večjem delu Slovenije, največ jih je v predelu od Ljubljane proti Kranju. Nobene njihove hiše ni na Primorskem zaradi burje. Njihove hiše najdemo tudi v Avstriji in na Hrvaškem. »Cena njihove hiše v povprečju znaša 1400€/m², ker so njihove hiše navadno nekoliko večje, bi povprečna stala okrog 250.000€ [16]. «



Slika 33: Pasivna hiša v Ivančni Gorici

(Vir: <https://www.arhitekturastarc.si/pasivna-hisa-v-ivancni-gorici>)

Domeko inženiring d. o. o.

Domeko inženiring deluje v Kamniku, ukvarja se z grajenjem lesenih pasivnih hiš, prav tako pa gradi tudi druge vrste hiš, ki jih imamo na trgu. Cena na m² je okvirno 1000€.



Slika 34: Hiša Domeko

(Vir: <https://domeko.si/projekti/hisa-na-robu-gozda/>)

6 REZULTATI

Iz grafa lahko razberemo, da je bilo v letu 2019 na slovenskih tleh postavljenih največ lesenih pasivnih hiš, v letu 2018 pa jih je bilo več kot leta 2017. Leta 2019 je bilo postavljenih 56 lesenih pasivnih hiš, leta 2018 50 lesenih pasivnih hiš, leta 2017 pa 44. Iz podatkov lahko izračunamo, da je bilo v letu 2019 postavljenih 12% več lesenih pasivnih hiš kot leta 2018 in 27% več kot v letu 2017.



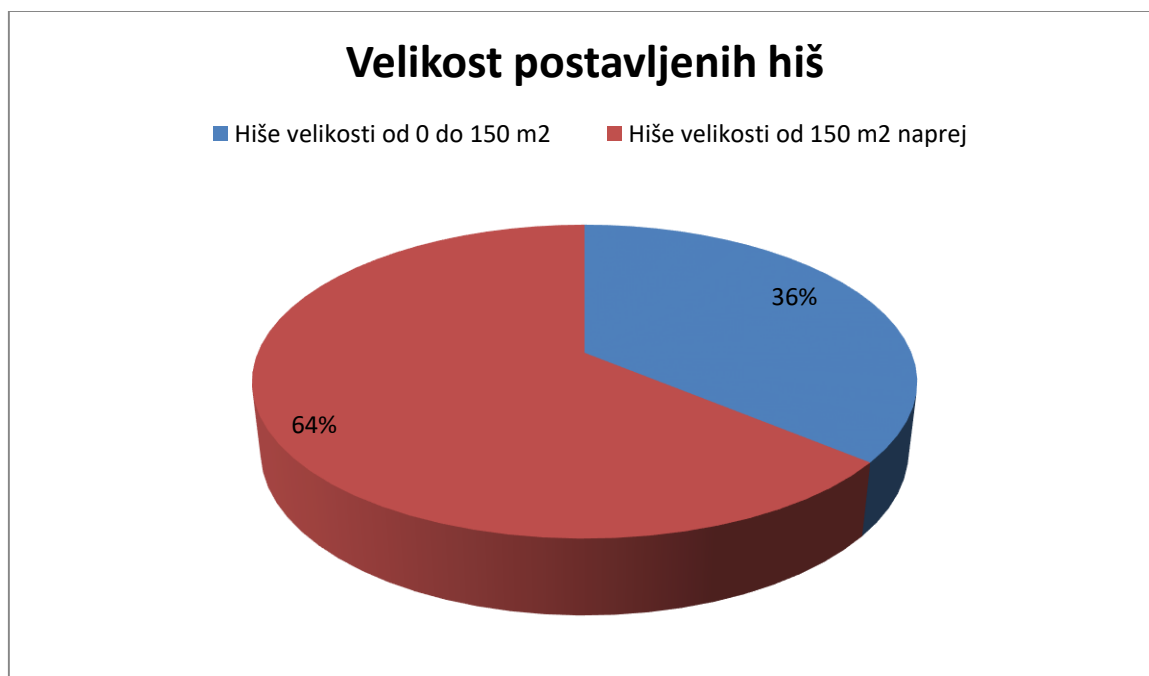
Graf 1: Gradnja lesenih pasivnih hiš v zadnjih treh letih

V Sloveniji se najbolj poslužujemo tehnike skeletne gradnje, kar predstavlja 73%, na drugem mestu je tehnika masivne gradnje z 18%, najmanj pa je uporabljena panelna gradnja z 9%.



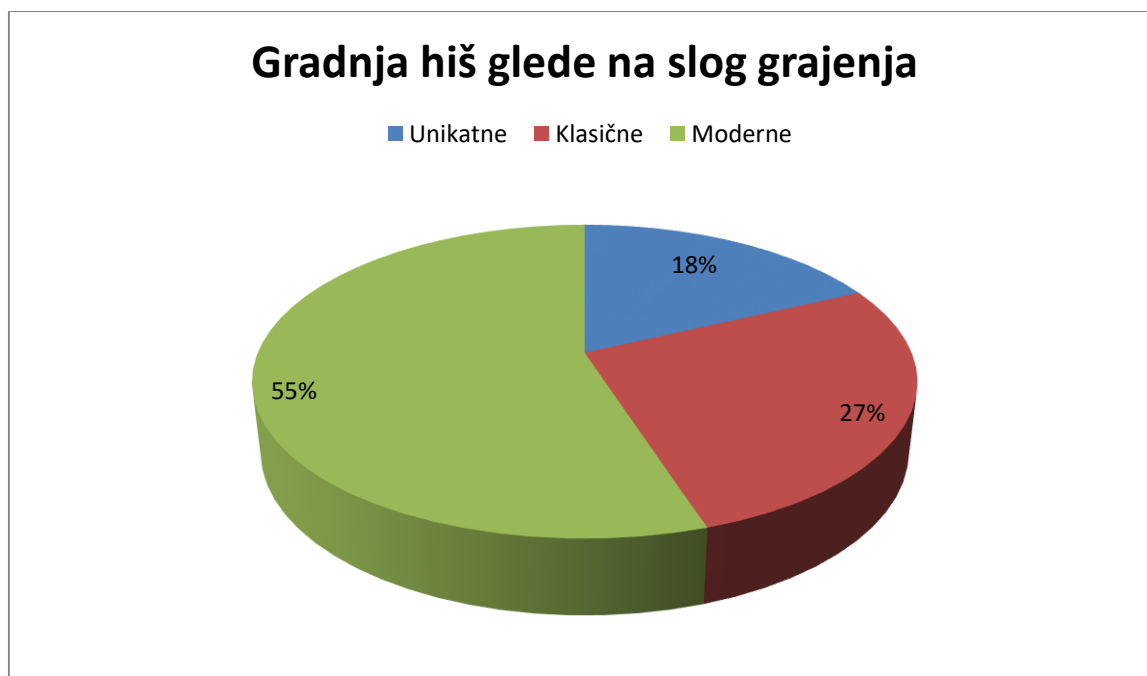
Graf 2: Vrste pasivnih hiš

Približno 2/3 slovenskih kupcev lesenih pasivnih hiš se odloča za hiše kvadrature 150 m² in več, 1/3 kupcev pa za hiše manjše od 150 m².



Graf 3: Velikosti hiš

Iz ankete je bilo razvidno, da je 55% lesenih pasivnih hiš grajenih v modernem slogu gradnje, 27% v klasičnem slogu, 18% postavljenih hiš pa je grajenih v unikatnem slogu.



Graf 4: Gradnja hiš glede na slog grajenja

7 PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE

Najina prva hipoteza pravi, da se število zgrajenih lesenih pasivnih hiš v Sloveniji vsako leto poviša. Hipotezo lahko potrdiva, saj je iz zadnjih treh let dobro razvidno, da kaže leseni pasivni gradnji vsako leto bolje. V letu 2017 je bilo postavljenih 44 lesenih pasivnih hiš, v letu 2018 50 lesenih pasivnih hiš in v letu 2019 56 lesenih pasivnih hiš. Iz teh podatkov, ki sva jih dobila s pomočjo ankete, lahko izračunava da je bilo v letu 2018 postavljenih 14% več lesenih pasivnih hiš kot v letu 2017, v letu 2019 pa 12% več kot v letu 2018.

Drugo hipotezo morava ovreči, saj je za gradnjo lesenih pasivnih hiš daleč najbolj uporabljena tehnika skeletne gradnje (kar 73%) in ne tehnika masivne gradnje (18%), kot sva pred začetkom raziskovanja mislila. Ugotovila sva, da je bila najina prva asociacija ob besedi lesena hiša neka brunarica, ki je grajena masivno, zato je tudi najina hipoteza temeljila na tej asociaciji.

Tretja hipoteza je bila, da se Slovenci najpogosteje odločajo za gradnjo večjih lesenih pasivnih hiš kot 150 m². Hipoteza je potrjena, saj sva ugotovila, da je 64% zgrajenih lesenih pasivnih hiš v Sloveniji večjih kot 150 m². Odgovor na vprašanje glede velikosti lesenih pasivnih hiš je morda dokaj logičen, saj je večina hiš, tako zidanih kot lesenih, večjih od 150 m².

Četrta in prav tako najina zadnja hipoteza pravi, da je med Slovenci najbolj zaželen moderni slog gradnje. Hipotezo lahko potrdiva, saj je malenkost več kot polovica (55%) zgrajenih hiš prav v slogu moderne gradnje. Želja po moderni gradnji se predvsem v zadnjih letih kaže tudi pri zidanih hišah, saj je vedno več na novo zgrajenih hiš prav modernih hiš.

8 ZAKLJUČEK

V prihodnosti lahko pričakujemo, da bo delež pasivnih hiš med novozgrajenimi hišami vse večji. Zakonodaja se ves čas zaostre in s tem povzroča pritisk z zahtevami pri izgradnji novih objektov, zato se vse več ljudi odloča za izgradnjo nizkoenergijskih in pasivnih objektov. V času vedno dražje energije je prihranek vložene energije pomembnejši kot kadarkoli prej.

Zaradi uporabe naravnih materialov in prihranka energije se že v času izgradnje, kot tudi nadaljnega delovanja pasivne hiše znatno zmanjša vpliv na okolje. Poleg prijetnega občutka je zelo pomembno stališče tudi zdravje ljudi, saj lesene hiše pozitivno vplivajo na zdravje človeka.

Rezultat kvalitetne pasivne gradnje je dosledno izpeljana nizkoenergijska zgradba. Cilj pasivne gradnje je človeku zagotoviti visoko stopnjo bivalnega ugodja ob minimalni porabi energije. Nizkoenergijsko zgradbo odlikuje:

- visoka energetska učinkovitost,
- nizka toplotna prehodnost ovoja s posledično višjimi kontaktnimi temperaturami zunanjih gradbenih elementov,
- manj porabljene energije,
- nižji temperaturni režim za ogrevanje,
- odlična zrakotesnost,
- prezračevanje s sistemi za učinkovito rekuperacijo oz. regeneracijo toplote.

Pasivna gradnja je v celotni življenjski dobi najcenejša, saj sredstva, ki bi jih pri standardni gradnji plačevali za porabljeno energijo dejansko preusmerimo v odplačevanje nekoliko višje investicije. Po odplačilu investicije pa slednje postane 100% prihranek, ki se obrestuje leta in leta.

9 VIRI IN LITERATURA

- [1] KITEK KUZMAN, M. Gradnja z lesom, Izziv in priložnost za Slovenijo. 1. Izdaja. Ljubljana:, založba Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 2009.
- [2] Lesena gradnja [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: <http://www.hise-montazne.si/Prednosti/Prednosti-lesene-gradnje>
- [3] Pasivna hiša [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.pasivnagradnja.com/pasivna-hisa/>
- [4] Načrtovanje pasivnih hiš [online]. (citirano 27. 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.pasivnagradnja.com/pasivna-hisa/pasivna-hisa-nacrtovanje/>
- [5] Toplotna izolacija pasivnih hiš [online]. (citirano 27. 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://deloindom.delo.si/enostanovanjske-hise/meja-med-nizkoenergijsko-pasivno>
- [6] Troslojna okna [online]. (citirano 27. 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.m-sora.si/si/okna/pasivna-okna>
- [7] Ogrevanje pasivnih hiš [online]. (citirano 26. 2. 2020). Dostopno na naslovu: <http://www.ugodnagradnja.com/index.php/ogrevanje/osnove/ogrevanje/>
- [8] Prednosti in slabosti [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: http://www.fa.uni-lj.si/filelib/8_konzorcijph/pasivna_hisa.pdf
- [9] Prednosti pasivne hiše [online]. (citirani 29. 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.pasivnagradnja.com/pasivna-hisa/prednosti-pasivne-hise/>
- [10] Vrste lesenih hiš [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.jaris.si/clanki/vrste-lesenih-his.html>
- [11] Lesoteka d. o. o. [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.lesoteka-hise.si/o-nas/>
- [12] Podjetje Jelovica hiše d. o. o. [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: <http://www.jelovica-hise.si/skupina-jelovica.html>
- [13] Podjetje Marles [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.marles.com/hise/marles/o-nas>
- [14] Lumar IG d. o. o. [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu: <https://www.lumar.si/clanek/kdo-smo>

[15] Podjetje Masiva Pasiva d. o. o. [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu:
<https://www.mphisa.si/O-nas>

[16] Arhitektura Starc [online]. (citirano 28 . 2. 2020). Dostopno na naslovu:
<https://www.arhitekturastarc.si>

10 PRILOGE

10.1 Anketa

Spoštovani, sva dijaka Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije Celje, pri maturi sva se za četrto izpitno enoto odločila, da bova naredila raziskovalno nalogo na temo Lesene pasivne hiše v Sloveniji, zato vas prosiva, če si vzamete nekaj minut in s klikom na naslednja stran pričnete z izpolnjevanjem ankete.

Q1 - Koliko lesenih pasivnih hiš ste do sedaj postavili?

Q2 - Koliko lesenih pasivnih hiš ste zgradili v letu 2019? In koliko v letu 2018 in 2017?

	Število hiš
Leto 2019	
Leto 2018	
Leto 2017	

Q3 - Katere gradnje se največ poslužujete?

- ☐ Masivna
☐ Skeletna
☐ Panelna
☐ Drugo:

Q4 - Koliko lesenih pasivnih hiš ste postavili glede na način gradnje?

	Število hiš
Masivna gradnja	
Skeletna gradnja	
Panelna gradnja	

Q5 - Katere hiše najpogosteje kupujejo vaše stranke glede na velikost?

- ☐ Od 0 do 150 m²
☐ Od 150m² naprej

Q6 - Kakšnih hiš zgradite največ?

- ☐ Klasične
- ☐ Moderne
- ☐ Unikatne

Q7 - Koliko lesenih pasivnih hiš ste postavili glede na slog gradnje?

Klasični slog
Modern slog
Unikatni slog

Število hiš
