

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

**IZVEDBA ENODRUŽINSKE HIŠE –
STROŠKOVNA UPRAVIČENOST TOPLOTNO
IZOLACIJSKIH SMERNIC PRI GRADNJI**

Kandidat: Marko Purg

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Tadej Gruđen, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Tomaž Jazbec, dipl. inž. grad.

Lektorica: Mateja Drevenšek, prof. slov.

Maribor, 2017

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisan Marko Purg, sem avtor diplomskega dela z naslovom: IZVEDBA ENODRUŽINSKE HIŠE – STROŠKOVNA UPRAVIČENOST TOPLOTNO IZOLACIJSKIH SMERNIC PRI GRADNJI, ki sem ga napisal pod mentorstvom Tadeja Grudna, univ. dipl. inž. grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013 in 56/2015); (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, april 2017

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvala gre mentorju g. Tadeju Grudnu, univ. dipl. inž. grad. za strokovno pomoč in vodenje pri izdelavi diplomska dela, ter mentorju v podjetju Tomažu Jazbecu dipl. inž. grad. za vse napotke.

Zahvala staršema in sestri za podporo v času mojega študija.

Posebna zahvala moji puncu Martini za potrpežljivost in spodbujanje ter podporo ob pisanju diplomskega dela.

POVZETEK

Pri diplomskem delu sem se osredotočil na debelino toplotne izolacije celotnega zunanega ovoja. Za vodilo sem predpostavil tri modele izoliranosti; enega, ki bo dobro izoliran, kar pomeni, da bo tak objekt porabil pod $30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ in dosegel razred vsaj B2, kar je za sistem brez prisilnega prezračevanja z vračanjem toplote zelo spodoben rezultat. Za drugi primer bo vodilo standard PURES, torej bom dal izolacijo, ki bo malo pod zahtevami standarda in takšen objekt bo dosegal rabo energije pod $80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar pomeni, da bo v razredu D energijske učinkovitosti stavb. Za tretji primer pa ne bom vzel čisto neizoliranega objekta, ampak minimalne debeline, ki so se že vgrajevale pred desetletjem, tak objekt bo dosegal rabo nad $105 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ in bo spadal nad razred D energijske učinkovitosti stavb. Predhodno sem si pripravil tipski načrt manjše enostanovanjske hiše v programu AutoCAD, načrt bo vseboval mere in mi bo dal osnovo za izračun.

Izračune bom izdelal s programom Gradbena fizika URSA 4.0, s katerim bom izračunal dejansko porabljeno energijo za ogrevanje, ki bo izhodišče za izračun ekonomske upravičenosti nizkoenergijske gradnje kot take.

V delu bom odgovoril na vprašanje, zakaj se izplača graditi nizkoenergijsko, in utemeljil tudi ekonomsko upravičenost. Vse bo podkrepljeno z izračuni, številkami ter dejanskimi prihranki. Prizadeval si bom, da bo naloga pregledna in splošni množici uporabna. Računske tabele bodo natančno prikazovale prihranke ter povračilne dobe za določene primere, kar bi načeloma moralo vsakomur omogočiti lažjo odločitev pri gradnji objekta ali investiciji. Odločitev pa bo imela tudi teoretično in ekonomsko prikazano ozadje. Za cene energentov bom pridobil dejanske cene na trgu, cene za materiale pa bom pridobil s spletnih cenikov proizvajalcev teh proizvodov.

Ključne besede: nizkoenergijska gradnja, ekonomska upravičenost nizkoenergijske gradnje, toplotno izolacijske smernice, prihranki pri ogrevanju

ABSTRACT

CONSTRUCTION OF A SINGLE FAMILY HOUSE – ECONOMIC JUSTIFICATION OF THERMAL INSULATION GUIDANCE IN CONSTRUCTION

The diploma paper focuses on the thickness of thermal insulation of the whole outer shell of a building. I chose three insulation models for guidance; a good insulation, which means that the consumption of this object will be under 30 kWh/m²a and will be classified at least as B2, which is a decent result for a system with no forced ventilation with heat recovery. As the second example I chose the standard PURES, which means insulation below the standard requirements and an energy consumption below 80 kWh/m²a; this building has an energy performance class D. The third example will not be a building with no insulation, but with a minimal thickness, which was already built in decades ago, such an object will provide energy consumption above 105 kWh/m²a and will be classified above class D of energy performance of buildings. I prepared beforehand a typical plan of a smaller family house in AutoCAD, the plan includes measurements and will serve as a base for calculations.

The calculations will be done in the program Gradbena fizika URSA 4.0 and will calculate the actual energy consumption for heating, which will be the basis for calculating the economic justification of a low energy building as such.

The diploma paper explains why it is more efficient to build a low energy building and also show the economic justification for it. Everything will be based with calculations, numbers and actual savings. I will do my best to ensure that the paper will be transparent and useful for the general audience. The calculation tables will show the exact savings and retaliatory periods for certain examples which should make the decision about building an object or investment decision easier. The decision will also have the theoretical and economical background covered. I will take the energy prices from the actual prices on the market, while I will gather the prices for materials from the internet pricelists of the manufacturers of those products.

Key words: low-energy building, economic justification of low-energy building, thermal insulation guidance, heating savings

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	Opis področja in opredelitev problema	9
1.2	Namen, cilji in osnovne trditve	9
1.3	Predpostavke in omejitve	10
1.4	Uporabljene raziskovalne metode	10
2	ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE.....	11
2.1	Pomembnost energijske učinkovitosti.....	11
2.2	Smernice, podane s smeri države in EU.....	11
2.3	Izboljšanje učinkovitosti pri sanacijah	12
2.4	Energijski razredi ter energijske izkaznice.....	13
2.5	Stanje realne energetske učinkovitosti stavb v Sloveniji	15
2.6	Vrste sodobne nizkoenergetske gradnje	15
2.6.1	Nizkoenergetska hiša.....	15
2.6.2	Dobra nizkoenergetska hiša.....	17
2.6.3	Pasivna hiša	18
2.7	Vrste toplotnih izolacij	20
2.7.1	Ogljični odtis materiala – CO ₂	21
2.7.2	Analiza življenjskega cikla materiala – LCA.....	21
2.7.3	Ekspandiran polistiren – EPS	22
2.7.4	Ekstrudiran polistiren – XPS	22
2.7.5	Poliuretanska trda pena – PIR/PUR	22
2.7.6	Mineralna volna – steklena volna in kamena volna	23
2.7.7	Lesena vlakna in leseni kosmiči	23
2.7.8	Pluta.....	23
2.7.9	Konopljina vlakna	24
2.7.10	Ovčja volna	24

2.7.11	Aerogel	24
2.7.12	Vakuumski izolacijski paneli – VIP-panel	24
3	IZBRANI PRIMERI RAZLIČNO UČINKOVITIH STAVB	25
3.1	Opis izbrane stavbe	25
3.2	Izolirana stavba po smernicah nizkoenergijske gradnje	28
3.3	Izolirana stavba po mejnih smernicah PURES 10.....	30
3.4	Slabo izolirana stavba, primer cenovno ugodne gradnje ali stanja neobnovljenih objektov.	32
4	STROŠKOVNA PRIMERJAVA GLEDE NA IZBRANE MATERIALE PRI RAZLIČNIH DEBELINAH TER SPECIFIKACIJAH	34
4.1	Sestave konstrukcij v primeru izolirane zgradbe	35
4.2	Sestave konstrukcij v primeru zgradbe PURES	37
4.3	Sestave konstrukcij v primeru slabo izolirane zgradbe	38
4.4	Stroškovna primerjava vseh treh primerov na podlagi stroška toplotne izolacije	39
5	STROŠKOVNA PRIMERJAVA GLEDE NA IZBIRO ENERGETA	41
6	SKLEP	45
7	VIRI, LITERATURA	47
8	PRILOGE	49

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Ena od mogočih sestav konstrukcije nizkoenergetske hiše	16
Tabela 2:	Tehnične podrobnosti opisane konstrukcije nizkoenergetske hiše.....	17
Tabela 3:	Ena od možnih sestav konstrukcije dobre nizkoenergetske hiše	18
Tabela 4:	Tehnične podrobnosti opisane konstrukcije dobre nizkoenergetske hiše.....	18
Tabela 5:	Ena od možnih sestav konstrukcije pasivne hiše.....	19
Tabela 6:	Tehnične podrobnosti opisane konstrukcije pasivne hiše	20
Tabela 7:	Toplotne izgube skozi zunanje površine – nizkoenergijska gradnja	29
Tabela 8:	Podatki o primeru nizkoenergijske gradnje.....	29
Tabela 9:	Sestava zunanjega zidu – nizkoenergijska gradnja	30
Tabela 10:	Toplotne izgube skozi zunanje površine – PURES.....	31
Tabela 11:	Podatki o primeru stavbe – PURES	31

Tabela 12: Sestava zunanjega zidu – PURES	32
Tabela 13: Toplotne izgube skozi zunanje površine – slabo izoliran objekt.....	33
Tabela 14: Podatki o primeru slabo izoliranega objekta	33
Tabela 15: Sestava zunanjega zidu – slabo izoliran objekt	34
Tabela 16: Zunanji zid – izolirana zgradba	35
Tabela 17: Talna plošča – izolirana zgradba	35
Tabela 18: Ravna streha – izolirana zgradba.....	36
Tabela 19: Zunanji zid – PURES	37
Tabela 20: Talna plošča – PURES	37
Tabela 21: Ravna streha – PURES.....	38
Tabela 22: Zunanji zid – slabo izolirana zgradba.....	38
Tabela 23: Talna plošča – slabo izolirana zgradba.....	39
Tabela 24: Ravna streha – slabo izolirana zgradba	39
Tabela 25: Izračun cene celotnega sklopa.....	39
Tabela 26: Cena celotnega sklopa ter razlika glede na osnovo	40
Tabela 27: Letna poraba energije pri določenem primeru.....	41
Tabela 28: Kurilna vrednost, cena, izkoristek.....	41
Tabela 29: Letni strošek ogrevanja glede na energent	42
Tabela 30: Letni prihranek glede na energent in slabo izoliran primer.....	42
Tabela 31: Povračilna doba glede na energent in slabo izoliran primer.....	43
Tabela 32: Prihranki na življenjsko dobo objekta	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz toplotnih izgub skozi konstrukcijo.....	13
Slika 2: Sestava konstrukcije nizkoenergetske hiše	16
Slika 3: Sestava konstrukcije dobre nizkoenergetske hiše	17
Slika 4: Sestava konstrukcije pasivne hiše	19
Slika 5: Ogljični odtis stavbe, primerjalna tabela.....	21
Slika 6: Tloris pritličja	26
Slika 7: Prerez A-A	26
Slika 8: Tloris etaže.....	27
Slika 9: Prerez B-B	28

1 UVOD

Sodobna gradnja ter sodobne smernice energijsko učinkovite gradnje gresta z roko v roki. Ampak zmeraj se moramo vprašati, ali je to stroškovno utemeljeno, ali se nam bo investicija v sodobno gradnjo upravičila. Ker živimo v Evropski uniji, se moramo posledično držati zakonov in smernic, ki jih skupaj sprejemamo. Ker se zmeraj bolj zavedamo pomembnosti učinkovite rabe energije ter pomembnosti rabe energije iz obnovljivih virov, smo postavljeni pred dejstvo, da gradimo objekte, ki so vsaj nizkoenergijski oz. skoraj nič energijski. Zavedati se moramo, da takšne smernice Evrope ne pomenijo samo učinkovite rabe, ampak v fazi, ko moremo priti do tja, pomeni to zelo blagodejen vpliv na gradbeništvo, saj povečuje obsege dela ter vlaganja. Vse skupaj pa ima vpliv na izboljšanje gospodarstva ter razvoja gradbeništva. Zavedati se moramo tudi, da je Evropa trenutno sigurno vodilni kontinent glede učinkovite rabe energije ter same učinkovitosti stavb kot takih. V nalogi bom računsko ugotavljal upravičenost dobre toplotne izolativnosti kot tudi njeno ekonomsko povračilno dobo. Vsekakor se zavedam, da ima dobro toplotno izolirana stavba dovolj izboljšav s primerjavo s slabo izolirano stavbo, ne glede na ekonomsko upravičenost. Stavb že dolgo ne gradimo samo za to, da bi umilili vremenske pogoje, ampak od njih zahtevamo mnogo več oz. čim bolj popolno življenjsko okolje, kar posledično pomeni tudi zdravo okolje. Vsekakor pa je med nami mnogo posameznikov, ki se sprašujemo tudi po ekonomski upravičenosti, zato upam, da bom podrobneje utemeljil teze, ki sem jih zastavil.

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Primerjava različno izoliranih stavb pri njihovih porabah energije, povračilnih dobah ter ekonomske utemeljenosti investicije v izolirano ali dobro izolirano stavbo.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen naloge je primerjava različnih debelin toplotne izolacije ter stroškovna analiza izgradnje ter ogrevanja za tri dane primere. Cilj naloge so rezultati, ki temeljijo na podlagi izračunov. Osnovna trditev naloge je, da je stroškovna upravičenost na dolgi rok pozitivna za dobro izoliran objekt.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavljam, da bo dobro izoliran objekt porabil vsaj 70 % manj energije za ogrevanje kot slabo izoliran objekt ter da bo povračilna doba za dobro izoliran objekt manjša od 30 let. Kar pomeni, da bo nižja od polovice življenjske dobe objekta, ki je nekje 80 let oz. za eno generacijo.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Raziskoval bom z uporabo programskega orodja Gradbena fizika URSA 4.0, Microsoft Excel ter s programom AutoCAD.

2 ENERGIJSKA UČINKOVITOST STAVBE

2.1 Pomembnost energijske učinkovitosti

Doseganje dobre energijske učinkovitosti ima lahko veliko bolj razsežne učinke, kot se nam zdi na prvi pogled. Samo manjšanje porabe energije oz. pridobivanje le-te iz obnovljivih zemeljskih virov ugodno vpliva ne le na našo domačo blagajno, ampak tudi na samo splošno konkurenčnost gospodarstva, višanje kupne moči ter rast zaposlovanja. Ker smo država članica Evropske unije, smo z njenimi direktivami tudi posledično zavezani k doseganju ciljev, ki si jih zastavimo skupaj.

Če zanemarimo, da smo že zakonsko omejeni in da gradimo po pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah ali na kratko PURES, ima takšna gradnja za nas vsekakor veliko drugih prednosti. Stavbe smo primarno gradili, da smo se zaščitili pred zunanjimi vplivi, danes pa od stavbe pričakujemo skoraj idealne življenjske pogoje ter skoraj nično porabo energije, ampak v predpostavi, da se nam investicija v to obrestuje.

2.2 Smernice, podane s smeri države in EU

Vse članice EU so se zavezale k izboljšavam na vseh ravneh rabe energije. V ta namen so sprejele nekaj direktiv, v katerih so določile smernice. Kot prvo je zahtevano, da do leta 2020 dosežemo 20-% izboljšanje energetske učinkovitosti na vseh področjih, ter da se do leta 2020 poveča procent deleža obnovljivih virov energije na 25 %.

»Z Akcijskim načrtom za energetske učinkovitost za obdobje 2014–2020 (Ministrstvo za infrastrukturo, 2015) si Slovenija, skladno z zahtevami Direktive o energetske učinkovitosti (EU, 2012) zastavlja nacionalni cilj izboljšanja energetske učinkovitosti energije za 20 % do leta 2020. Ta cilj je, da raba primarne energije v letu 2020 ne bo presegla 7,125 mio toe (82,86 TWh). To pomeni, da se glede na leto 2012 ne bo povečala za več kot 2.« (Ministrstvo za Infrastrukturo, 2016)

Za potrebe izpolnjevanja direktiv je vsaka članica EU sprejela nacionalni Akcijski načrt za energetske učinkovitost. Slovenski je za obdobje med leti 2014–2020 (Ministrstvo za infrastrukturo, 2015) (EU, 2012)

»Ukrepi v akcijskem načrtu AN URE 2020 so načrtovani v sektorjih gospodinjstev, javnem sektorju, gospodarstvu in prometu. Večina ukrepov predstavlja že obstoječe ukrepe, ki so v

izvajanju, in s katerimi so bili do sedaj vmesni cilji doseženi. Nov akcijski načrt pa prinaša predvsem v javnem sektorju še nekaj novih ukrepov, saj je treba izpolniti obveznost, da se vsako leto prenovi 3 % površine državnih stavb. Cilj države je zagotoviti, da bodo vse nove stavbe, ki so v lasti in rabi javnih organov, skoraj nič energijske od leta 2018, v drugih sektorjih pa od leta 2020. Dodatni ukrepi so predvideni v gospodarstvu, saj je učinkovita raba energije vse bolj pomemben dejavnik izboljševanja konkurenčnosti gospodarstva.« (Ministrstvo za Infrastrukturo, 2016)

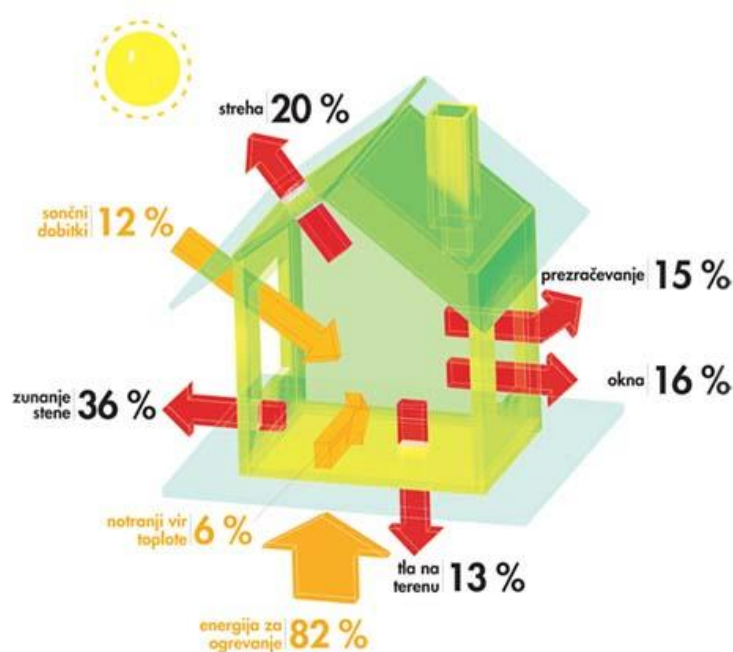
2.3 Izboljšanje učinkovitosti pri sanacijah

Temeljni problem izboljšanja učinkovitosti stavb je pri starejših stavbah. Država mora z ukrepi pospešiti sanacije ter pripraviti ugodne pogoje za investitorje ter izvajalce. Za ta namen je Slovenija ustanovila Eko sklad, kateremu vsako leto namenijo sredstva, ki jih potem sklad pod svojimi pogoji dodeljuje upravičencem. Kot stranski opazovalec lahko trdim, da se investitorji, predvsem fizični, redkeje odločajo za takšno sanacijo, saj je investicija, ki je izvedena po normah Eko sklada pogosto prevelika, navkljub subvenciji. Menim, da država ni naredila dovolj na propagiranju ugodnih učinkov takšne investicije ter upravičenju povišanja stroškov investicije. Zdaj ta odgovornost utemeljevanja investicije nekako sloni na sektorju gradbeništva, ki pa s tem vsekakor nekaj pridobi.

Če pogledamo sanacije objektov splošno, je videti, da pri sanaciji fasad, zunanjega stavbnega pohištva ter toplotno-inštalaterskih delih dosegamo zastavljene cilje, čeprav smo še daleč od zastavljenega. Dela, kot so izoliranje tal proti terenu, izoliranje ravne ali poševne strehe in prezračevalne naprave z vračanjem toplote so velikokrat prezrta oz. se premalo izvajajo.

Slika 1 prikazuje neki splošni procent izgub skozi ovoj stavbe, pri sliki so še pozabljene prezračevalne izgube, ki so računsko nekje okrog 30 % celotnih izgub. V praksi je velikokrat manj oz. je pri klasičnem zračenju (mehanskem odpiranju oken) ta procent zaradi nepravilnega oz. premalo pogostega zračenja manjši, v kolikor hočemo dosegati dobro bilanco stavbe. Sanirati moramo tudi vse sklope, pri katerih izgublamo energijo. Menim, da so sanacije, kjer uporabimo zgolj en ali pa samo del ukrepov, nepravilne. Moramo se zavedati, da neki konstrukcijski element, ki je izveden pravilno, deluje tako le pod predpostavko, da so tako narejeni tudi drugi elementi. S tem se izognemo toplotnim mostovom, nastajanju vlage in podobnim težavam. Same slabosti delnih sanacij so pogosto investitorju zamolčane, kar meče potem slabo luč na osveščenost ljudi.

(Harvey, 2007) (Kovačević, 2016)



Slika 1: Prikaz toplotnih izgub skozi konstrukcijo

Vir: (KNAUF INSULATION & PARTNERJI, 2016)

2.4 Energijski razredi ter energijske izkaznice

Z letom 2006 smo na podlagi direktive Evropskega parlamenta in Sveta Evropske unije pričeli s triletnim obdobjem uvajanja v pridobivanje energetske izkaznice. Z letom 2009 smo prešli v polno delovanje direktive.

Direktiva navaja, da morajo imeti vsi javni objekti izobešene energetske izkaznice. Objekti, ki se prodajajo ali oddajajo v najem po letu 2009, morajo imeti energetske izkaznice ter obvezna je pridobitev le-te za novo grajene objekte po letu 2008.

Energetska izkaznica je skupek dejanskih indikatorjev rabe energije za podani objekt. Pri objektih se izdelujejo na podlagi realnega stanja in ne na podlagi projekta, vsekakor pa je projekt lahko vodilo za njeno izdelavo. Lahko pa se izdelujejo na podlagi dejansko izmerjene porabe energije za določen objekt. Pri preračunanih indikatorjih rabe energije pridobimo podatek za objekt za kWh na m² uporabne površine stavbe. Na podlagi izračuna se stavba razvrsti v vnaprej določene energijske razrede, ki so:

- razred A1: od 0 do vključno 10 kWh/m²a,

- razred A2: nad 10 do vključno 15 kWh/m²a,
- razred B1: nad 15 do vključno 25 kWh/m²a,
- razred B2: nad 25 do vključno 35 kWh/m²a,
- razred C: nad 35 do vključno 60 kWh/m²a,
- razred D: od 60 do vključno 105 kWh/m²a,
- razred E: od 105 do vključno 150 kWh/m²a,
- razred F: od 150 do vključno 210 kWh/m²a,
- razred G: od 210 do 300 in več kWh/m²a.

Energetska izkaznica mora vsebovati tudi priporočene ukrepe za izboljšanje energetskih razredov stavbe oz. za izboljšanje lastnosti ovojne stavbe ter izboljšave glede na izbiro energentov in alternativnih virov energije. Na podlagi tega bi se potem lahko investitor oz. lastnik nepremičnine odločil za ustrezne fazne izboljšave na objektu.

(URSA, 2016)

2.5 Stanje realne energetske učinkovitosti stavb v Sloveniji

Na podlagi statistično dostopnih podatkov lahko zgolj informativno in okvirno preračunamo, koliko porabi Slovensko gospodinjstvo v povprečju na m²a energije v kWh. Z javno dostopnih podatkov lahko pridobimo podatek, da je v Sloveniji v letu 2013 bilo nekje 875.000 stanovanj, prav tako lahko iz podatkov pridobimo povprečno velikost stanovanja, ki znaša 81 m². O porabi energentov v letu 2012 je moč zaslediti podatek, da porabimo letno 49.696 TJ energije za vse potrebe in da za potrebe segrevanja porabimo 30.940 TJ energije. Če to pretvorimo v kWh in delimo s številom stanovanj, pomnoženo z velikostjo, dobimo rezultat, da v povprečju gospodinjstvo za segrevanje porabi 131,99 kWh/m²a. Ta podatek nam pove, da spadamo v povprečju v energijski razred E. V bistvu pa se moramo zavedati, da v Sloveniji ogromno stanovanj ne obratuje in so zato ti podatki našim očem prijaznejši, kot je dejansko stanje. Na spletu sem zasledil podatke, da za ogrevanje prostorov povprečno porabimo 170 kWh/m²a, kar je pri uporabi fosilnih goriv strošek na m² v višini 20 €. Potrebno je poudariti, da se stanje iz leta v leto izboljšuje, saj so izolacijski materiali cenovno vedno bolj dostopni. Ker se cene energentov, predvsem fosilnih goriv, iz leta v leto strmo višajo, nas prisiljujejo v nam ugodnejše rešitve. Zato je izboljšanje energetskih karakteristik stavbe sigurno korak k dolgoročnemu varčevanju z energijo in denarjem.

(Statistični urad, Stanovansko število, 2016)

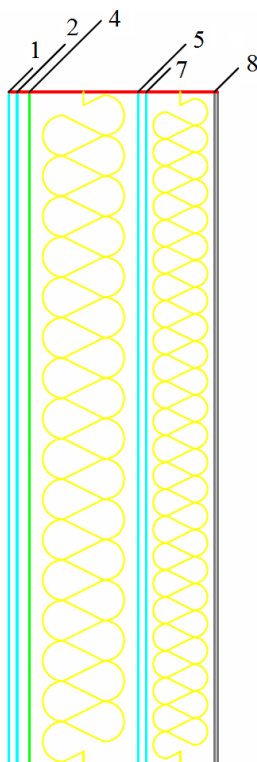
(Statistični urad, Stanovajska površina, 2016)

(Statistični urad, Poraba energije in goriv v gospodinjstvih 2012, 2016)

2.6 Vrste sodobne nizkoenergetske gradnje

2.6.1 Nizkoenergetska hiša

V osnovi povedano vse te hiše delimo glede na to, koliko energije porabijo za segrevanje glede na m² bivalne površine. Nizkoenergetska hiša porabi med 35–60 kWh/m²a ter spada v energijski razred C (več o razredih kasneje). To so torej sistemi, ki bi nam v danem trenutku nudili nekakšen kompromis med tem, kar se je gradilo pred 10 in več leti ter med tem, kar se bo gradilo čez 20 let. Je sistem, ki nam nudi ekonomičnost izvedbe ter sicer večje stroške, če bi primerjali z dobro nizkoenergetsko hišo oz. pasivno hišo. Cena izvedbe pa je tista, ki prav tako mora vplivati na ekonomičnost. Značilnost teh hiš je dobra toplotna izoliranost ter kakovostno stavbno pohištvo, prezračevanje pa praviloma poteka skozi stavbno pohištvo, torej okna in vrata. (CIPRA, 2016) (Zbašnik Senegačnik, 2008)



Slika 2: Sestava konstrukcije nizkoenergetske hiše

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 1: Ena od mogočih sestav konstrukcije nizkoenergetske hiše

1.	Mavčno-kartonska plošča	1,25cm
2.	Leseno vlaknena plošča	1,8cm
3.	Parna zapora	0,2cm
4.	Lesena nosilna konstrukcija	
	Toplotna in zvočna izolacija 0,035W/mK	16cm
5.	Mavčno-kartonska plošča	1,25cm
6.	Fasadno lepilo	0,2cm
7.	Fasadna toplotna izolacija 0,039W/mK	10cm
8.	Armirni in zaključni sloj fasade	0,5cm

Vir: (Lastna raziskava)

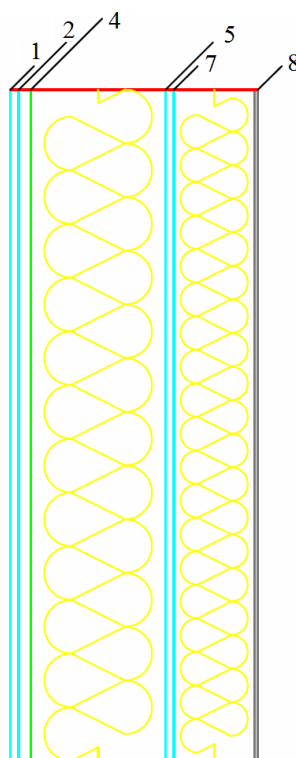
Tabela 2: Tehnične podrobnosti opisane konstrukcije nizkoenergetske hiše

Debelina stene	30,8cm
Debelina toplotne izolacija	26cm
Skupna toplotna prehodnost	0,132W/m ² K

Vir: (Lastna raziskava)

2.6.2 Dobra nizkoenergetska hiša

Razlika glede na nizkoenergetsko hišo je ta, da stavbe dosegajo porabo med 15–25 kWh/m²a, kar pomeni, da so že zelo dobro oz. odlično toplotno izolirane, imajo zelo kakovostno stavbno pohištvo, za optimalno bivanje pa že uporabljajo rekuperacijske prezračevalne naprave. Za potrebe prezračevalnega sistema je potrebno zagotoviti zrakotesnost hiše $\eta_{50}^{h-1} \leq 1,0$. Takšna hiša dosega energijski razred B. (CIPRA, 2016) (Zbašnik Senegačnik, 2008)



Slika 3: Sestava konstrukcije dobre nizkoenergetske hiše

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 3: Ena od možnih sestav konstrukcije dobre nizkoenergetske hiše

1.	Mavčno kartonska plošča	1,25cm
2.	Leseno vlaknena plošča	1,8cm
3.	Parna zapora	0,2cm
4.	Lesena nosilna konstrukcija	
	Toplotna in zvočna izolacija 0,035W/mK	20cm
5.	Mavčno kartonska plošča	1,25cm
6.	Fasadno lepilo	0,2cm
7.	Fasadna toplotna izolacija 0,039W/mK	12cm
8.	Armirni in zaključni sloj fasade	0,5cm

Vir: (Lastna raziskava)

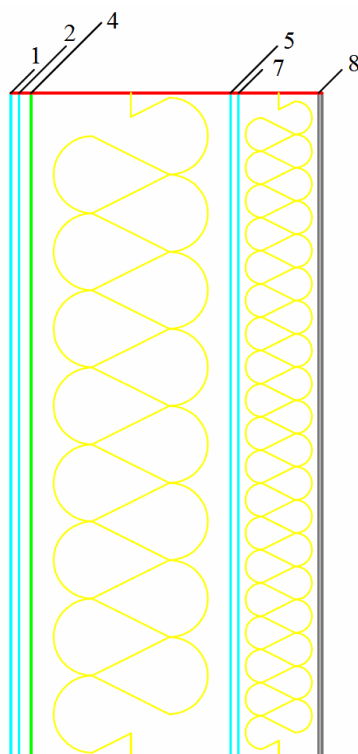
Tabela 4: Tehnične podrobnosti opisane konstrukcije dobre nizkoenergetske hiše

Debelina stene	36,8cm
Debelina toplotne izolacija	32cm
Skupna toplotna prehodnost	0,109W/m ² K

Vir: (Lastna raziskava)

2.6.3 Pasivna hiša

Pasivna hiša je še dodatna nadgradnja dobre nizkoenergetske hiše, ki upošteva vse dejavnike okolja na njeno zasnovo, ovoj praviloma nima zahtevnih oblik, praviloma so to kocke ali pravokotniki. Da se hiša obravnava kot pasivna, je potrebno, da dosega porabo, manjšo od 15 kWh/m²a, daje zrakotesnost hiše $\eta_{50}^{h-1} \leq 0,6$, skupna letna poraba primarne energije pa ne presega 120 kWh/m²a. S takšno hišo dosegamo energetske razred A. Kot zahteva je navedeno tudi, da moramo dosegati toplotne izgube pod 10 W/m²a. Če hočemo zadostiti zadnji zahtevi, moramo takšno hišo obvezno prezračevati z rekuperacijo ter toplotno črpalko, ki ogreva skozi ploskovne medije. (CIPRA, 2016) (Zbašnik Senegačnik, 2008)



Slika 4: Sestava konstrukcije pasivne hiše

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 5: Ena od možnih sestav konstrukcije pasivne hiše

1.	Mavčno kartonska plošča	1,25 cm
2.	Leseno vlaknena plošča	1,8 cm
3.	Parna zapora	0,2 cm
4.	Lesena nosilna konstrukcija	
	Toplotna in zvočna izolacija 0,035 W/mK	30 cm
5.	Mavčno kartonska plošča	1,25 cm
6.	Fasadno lepilo	0,2 cm
7.	Fasadna toplotna izolacija 0,039 W/mK	12 cm
8.	Armirni in zaključni sloj fasade	0,5 cm

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 6: Tehnične podrobnosti opisane konstrukcije pasivne hiše

Debelina stene	46,8 cm
Debelina toplotne izolacija	42 cm
Skupna toplotna prehodnost	0,083 W/m ² K

Vir: (Lastna raziskava)

2.7 Vrste toplotnih izolacij

Gradbeni materiali, ki ji uporabljamo za izdelavo konstrukcijskih elementov stavbe, ne dosegajo željenih nizkih toplotnih prevodnosti. Zato jih je potrebno pri izdelavi prekriti s slojem materiala, ki ima dovolj nizko toplotno prevodnost (λ – enota W/mK) – tako imenovanim toplotnim izolatorjem ali toplotno izolacijo.

Toplotnoizolacijskih materialov poznamo ogromno, hkrati pa na trg prihajajo vedno novi produkti. V osnovi jih lahko delimo po lastnostih, kemijski ali fizikalni sestavi. Najbolj uporabna delitev je delitev po izvoru, in sicer na:

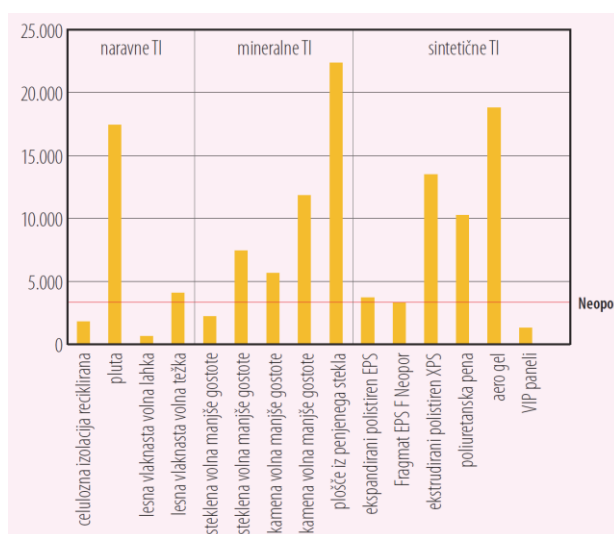
- naravne toplotne izolacije,
- mineralne toplotne izolacije,
- sintetične toplotne izolacije.

Naravne toplotne izolacije se pridobivajo iz osnovnih naravnih materialov, ki jih, kot pove poimenovanje, najdemo v naravi, in bi naj bili čim manj predelani. To pomeni, da bi naj izrazito izstopati po nizkem ogljičnem odtisu. Naravnih toplotnih izolatorjev je veliko, nekaj pomembnejših je predstavljenih v nadaljevanju, njihova uporaba pa se lahko predvsem geografsko zelo razlikuje (odvisno od področij, kjer je surovine v presežku).

Mineralne toplotne izolacije so izolacije, ki se proizvajajo umetno. Izdelujemo jih iz mineralnih vlaken, ki pa jih v osnovi delimo na kamena in steklena vlakna. Prav tako umetno pridobivamo sintetične toplotne izolacije, ta skupina izolacij je verjetno največkrat uporabljena. (Matjaž Valenčič, 2017)

2.7.1 Ogljični odtis materiala – CO₂

Zelo pomemben dejavnik pri izbiri toplotne izolacije, na katerega se večinoma pozablja, je njegov ogljični odtis. Podatek nam pove, koliko CO₂ je bilo izpuščenega v ozračje pri pridobivanju in proizvodnji materiala. Ogljični odtis bi moral biti pomembna smernica za trajnostno gradnjo. Izraz, ki je velikokrat izrabljen za nekaj, kar ni. Če naredimo primerjavo, imajo npr. EPS – lesna vlakna težka – mineralna volna težka primerljiv ogljični odtis, čeprav sodijo v različne kategorije. Na podlagi podatkov tudi vidimo, da pluta kot naraven material dosega zelo visoke rezultate, prav tako novodobni Aerogel, za razliko pa novejši material, kot je VIP-panel, dosega zelo nizki ogljični odtis, kar nas lahko razveseli. (Matjaž Valenčič, 2017)



Slika 5: Ogljični odtis stavbe, primerjalna tabela

Vir: (Matjaž Valenčič, 2017)

2.7.2 Analiza življenjskega cikla materiala – LCA

Analiza življenjskega cikla materiala je prav tako pomemben ali celo najpomembnejši podatek, ko govorimo o trajnostni gradnji ali trajnostni uporabi energije. LCA analizira več podatkov, na kratko lahko rečemo, da analizira material in njegove vplive na okolje od začetka proizvodnje pa do same razgradnje materiala. Torej govorimo o njegovem celotnem ciklu. Metoda je zelo uporabna, ker nam poda točne podatke o tem, zakaj je določen material bolje uporabiti. Če za primer vzamemo recimo material, ki ima nizko nabavno ceno, je pa pripeljan od daleč, po njegovi življenjski dobi pa recikliranje ni možno, deponiranje pa je zahtevno, nevarno za okolje in posledično drago, je na kratko manj primeren ali celo sporen,

njegovo deponiranje pa lahko doseže 30 % ali več nabavne cene (npr. proizvodi iz azbestnih vlaken). (Capuder, 2017)

2.7.3 Ekspandiran polistiren – EPS

Ekspandiran polistiren je toplotna izolacija, ki je izdelana iz naftnih derivatov. Novi postopki ekspandiranja pa ne uporabljajo več škodljivih plinov. Pravilno vgrajen je obstojen, nestrupen ter odporen na anorganske kisline in soli. Odporen pa ni na organska topila, UV-sevanje in visoke temperature (nad 80 °C). Vodovpojnost je majhna, razen v primerih, ko je material izpostavljen dolgotrajnemu delovanju vodne pare pri spremembi temperatur in tlakov. Granule, ki jih predhodno ekspandirajo pri temperaturi 110–120 °C, povežejo v plošče. Material se še ne reciklira, njegovi prednosti pa sta cenovna dostopnost in lahka obdelava. S dodatki so dosegli, da se ogenj po njem hitro ne širi. Dosega toplotne prehodnosti od 0,031 do 0,040 W/mK. Glavni namen uporabe: kontaktne fasade, tlaki. (Fragmat TIM, d. o. o., 2017)

2.7.4 Ekstrudiran polistiren – XPS

Ekstrudiran polistiren je prav tako toplotna izolacija, ki se izdeluje iz naftnih derivatov. Zaradi drugačne proizvodnje ima zaprto celično strukturo, ki mu prinaša lastnost, da ne vpija vode. Zato je nepogrešljiv na delih stavbe, ki so neposredno izpostavljeni stiku z vodo. Prav tako dosega velike tlačne trdnosti in je uporaben kot izolacija pod temeljno ploščo. Pri proizvodnji se porablja več energije in se izpuščajo ozonu škodljivi plini. Zato ima tudi višji ogljični odtis. Za razliko od EPS-a je obarvan (svetlo modro, svetlo zeleno, roza – različno od proizvajalca). Dosega toplotne prehodnosti 0,032 do 0,040 W/mK. Glavni namen uporabe: izolacija kleti, izolacija temeljnih plošč, ravne strehe. (Fragmat TIM, d. o. o., 2017)

2.7.5 Poliuretanska trda pena – PIR/PUR

Še eden izmed toplotnoizolacijskih materialov, ki jim je skupno, da izhajajo iz naftnih derivatov. Plošče se proizvajajo v postopkih s potisnimi plini, ki ekspandirajo. Material je prav tako celično zaprt, je odporen na visoke temperature in plesen. Ni pa odporen na UV-sevanje in mora biti zaščiten. Z dodatki so dosegli, da se ogenj po njem hitro ne širi. Proizvod je v obliki plošče ali pa je že zlepljen z nekim končnim slojem (npr. strešni izolacijski panel). Dosega dobre toplotne prehodnosti – med 0,020 in 0,035 W/mK. Njegova uporaba: ravne strehe, izolacijski paneli – strešni ali fasadni. (Kalcer, d. o. o., 2017)

2.7.6 Mineralna volna – steklena volna in kamena volna

Mineralna volna spada v skupino mineralnih toplotnih izolacij, ki jih sestavljajo mineralna vlakna. Delimo jih na steklene volne in kamene volne. Material je kemijsko nevtralen, torej se ne stara in trohni. Je občutljiv na vlago, pri navlaženosti se izrazito spremeni toplotna prevodnost, zato je treba biti pri skladiščenju in vgradnji pazljiv. Mineralna volna je temperaturno obstojna pri visokih temperaturah. Poznamo jo v ploščah, zvitkih ter kaširano na različne materiale. Ima splošno zelo raznoliko uporabo in je cenovno dostopna. Kameno volno poznamo v zeleno-rumeni barvi, stekleno volno pa v rumeni barvi. Pri vgradnji je potrebno paziti, da uporabljamo zaščito dihal in oči. Ogljični vtis se zelo razlikuje glede na to, ali se proizvajajo težje (večja gostota) ali lažje (manjša gostota) plošče ali zvitki. Volno je mogoče reciklirati, čeprav postopki še niso uveljavljeni. Dosega toplotne prevodnosti od 0,032 do 0,045 W/mK. Njena uporaba: izolacija podstrešij/strešin, predelnih sten, montažna gradnja, prezračevane fasade. (Knauf insulation, d. o. o., 2017)

2.7.7 Lesena vlakna in leseni kosmiči

Lesena vlakna so naraven toplotnoizolacijski material, ki je s pomočjo mineralnih veziv oblikovan v izolacijsko ploščo. Dosegajo visoke trdnosti, negorljivost ter jih lahko uporabljamo tudi za kontaktne fasade oz. jih lahko ometavamo. Proizvajajo se večinoma iz odpadkov v lesnopredelovalni industriji. Glede na uporabo poznamo mehkejše in trše plošče. Kljub temu da ne dosega toplotnih prehodnosti pod 0,040 W/mK, so zelo uporabne.

Lesni kosmiči so prav tako stranski produkt lesnopredelovalne industrije. Z dodatki so odporni na vlago in plesen. Večinoma jih vgrajujemo z vpihovanjem v konstrukcijo in ker lahko dosežemo veliko gostoto, je s tem dobro preprečeno posedanje materiala v konstrukciji. Toplotne prehodnosti so podobne kot pri lesenih vlaknih. Uporabljajo se za podobne namene kot mineralna volna. (Kalcer, d. o. o., 2017)

2.7.8 Pluta

Pluta ter ekspanzirana pluta sta toplotnoizolacijska materiala, ki se uporabljata že dlje časa. Ker govorimo o naravnem materialu, ima dokaj dobre toplotnoizolacijske lastnosti. Problematičen je zgolj ogljični odtis, ki je zaradi uvoza iz oddaljenih držav in pridobivanja

plute na plantažah, ki je zaradi 10-letnega razpona luščenj, zelo visok. Je 100-% primeren za reciklažo. Toplotna prehodnost je okrog 0,040 W/mK.

2.7.9 Konopljina vlakna

Konopljina vlakna so toplotnoizolacijski material, ki se pridobiva iz stebel industrijske konoplje. Zaradi postopkov pridobivanja, nezahtevnosti rastline ter uspevanja pri nas je material, ki ima izmed alternativno naravnih materialov verjetno največji potencial. Predelana vlakna dosegajo tudi zadovoljivo požarno varnost ter toplotno prehodnost okrog 0,040 W/mK. Uporaba je podobna kot pri lesenih kosmičih.

2.7.10 Ovčja volna

Ovčja volna je naravna toplotna izolacija, ki jo pridobivamo s striženjem ovc. Ovčjo volno je naknadno potrebno obdelati, da dosežemo samougasljivost. Kot pri vseh naravnih izolacijskih materialih predstavlja velik problem požarna varnost. Slabost je pomanjkanje osnovne surovine, ki se največ uvaža iz Nove Zelandije, kar pa znova poveča ogljični odtis. Uporabljamo jo v razsutem stanju ali v obliki mehkih plošč. Toplotna prehodnost je okrog 0,040 W/mK.

2.7.11 Aerogel

Aerogel je novodoben toplotnoizolacijski material, ki se pridobiva iz tekočega gela, ki mu s postopkom dodajo do 90 % zraka. Imenujejo ga tudi zamrznjen dim. Material ima zelo dobro toplotno prehodnost – nekje 0,016 W/mK. Material je negorljiv ter se zaenkrat uporablja pri projektih, kjer je potreba po manjši debelini toplotne izolacije. Za gradbeništvo so najbolj uporabni v obliki zvitkov. Ogljični odtis materiala je precej velik, kar pa je verjetno posledica dragega pridobivanja ter prevoznih stroškov. (Aerogel, d. o. o., 2017)

2.7.12 Vakuumski izolacijski paneli – VIP-panel

Vakuumski izolacijski paneli so prav tako novodoben toplotnoizolacijski material, ki pa ima še mnogo boljše toplotnoizolacijske lastnosti kot Aerogel. Paneli so v obliki plošč, ki so sestavljeni iz dveh plasti, iz ovoja ter jedra. Za ovoj se uporablja večplastna nepropustna folija, ki je pod vakuumom in toplotno zavarjena. Jedro pa sestavlja silicijev dioksid – silika ali steklena vlakna. Njegova uporabnost bo verjetno omejena na prostore z dimenzijskimi

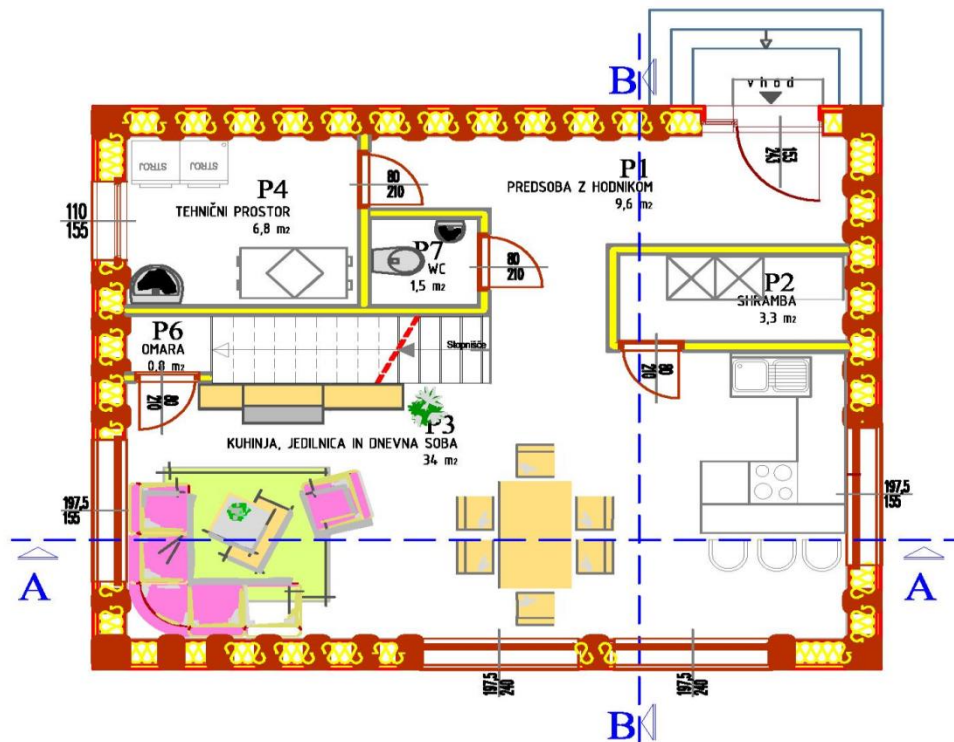
omejitvami. Njegova toplotna prehodnost je $0,0045 \text{ W/mK}$, kar pomeni, da 30 mm VIP-panela nadomesti 240 mm dobrega EPS-a. Dosegajo tudi zavidljiv ogljični odtis.

(Turna, d. o. o., 2017)

3 IZBRANI PRIMERI RAZLIČNO UČINKOVITIH STAVB

3.1 Opis izbrane stavbe

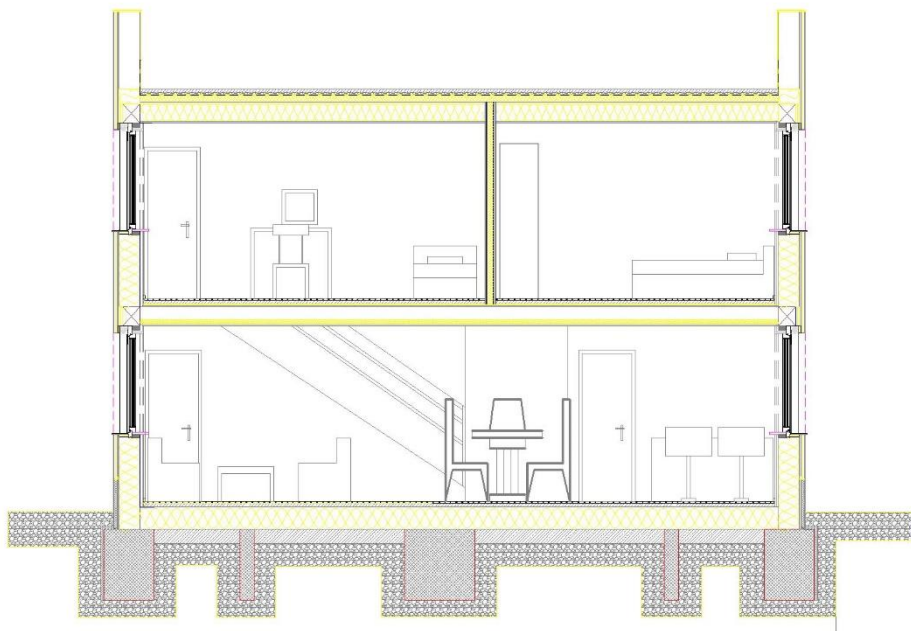
Za primer sem si izbral enostanovanjsko hišo, za katero sem najprej izdelal neki osnovni načrt, da si jo lažje vizualno predstavljamo. Gre za klasično moderno dvoetažno hišo z ravno streho. Pri načrtu sem poskušal upoštevati vse trenutno veljavne metode za pravilne razporeditve ter pravilno orientacijo prostorov in stavbnega pohištva. Stavba ima $110,80 \text{ m}^2$ neto uporabne površine v dveh etažah, in sicer v pritličju $56,00 \text{ m}^2$ ter v etaži $54,80 \text{ m}^2$. Površina celotnega toplotnega ovoja stavbe je $405,99 \text{ m}^2$. Stavba je grajena po principu lesene montažne gradnje, s katero je mogoče dosegati zelo dobre izolacijske lastnosti. V osnovi sem se odločil, da bom izbral tri stopnje izoliranosti, ki jih bom primerjal na isti stavbi z vsemi istimi parametri, spreminjale se bodo le debeline toplotnih izolacij. Za neko osnovo sem si vzel PURES 10, ki bo moj srednji primer, potem pa še primer slabše izoliranosti ter primer zelo dobre izoliranosti. Na Sliki 6 in Sliki 8 sta prikazana tlorisa pritličja ter etaže za izbrano stavbo.



Slika 6: Tloris pritličja

Vir: (Lastna raziskava)

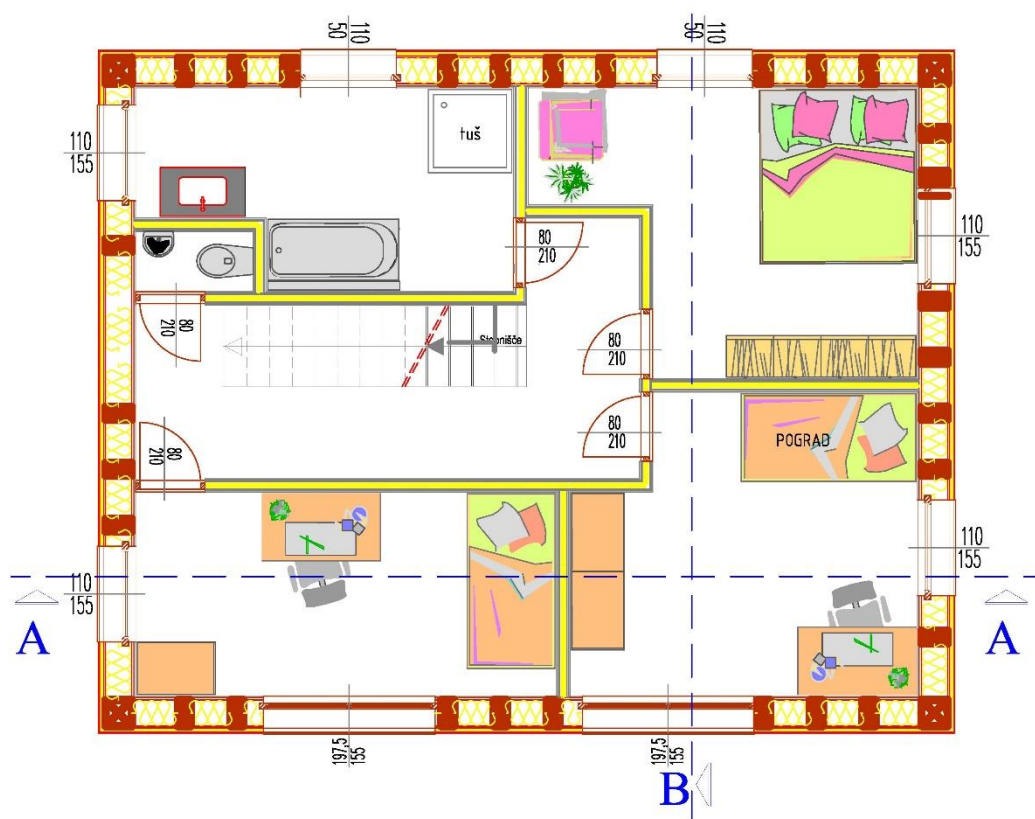
PREREZ A - A



Slika 7: Prerez A-A

Vir: (Lastna raziskava)

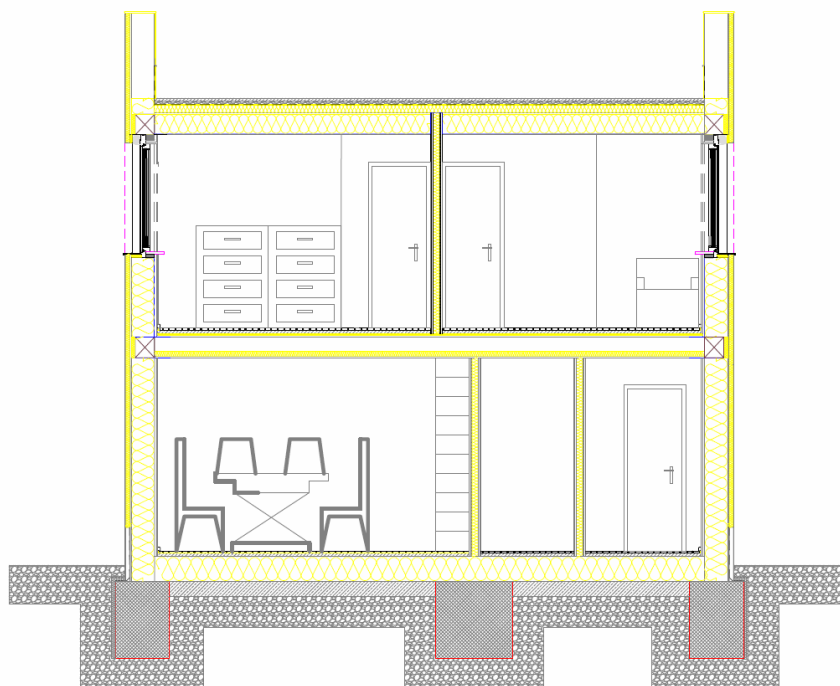
Kot je razvidno na Sliki 6, pritličje sestavljajo hodnik v velikosti 9,4 m², ki je postavljen tako, da preprečuje neposreden prepih ter da najbolje poveže prostore v pritličju. Tehnični prostor, kjer so ogrevalna naprava ter ostali pripomočki, je orientiran naravnost od vhoda. Ob njem imamo sanitarije za goste, ki nudijo dodatno zasebnost in praktičnost. Pri kuhinjskem delu imamo dodaten prostor za shrambo, ki omogoča lahek prehod iz kuhinje, zastira neposreden pogled skozi vhodna vrata ter neposreden prepih. Na sredini objekta je stopnišče, ki zavzema čim manj prostora za prehod v etažo. Pod stopniščem je prostor, izkoriščen z vgradno omaro. Na drugi polovici tlorisa se nam razprostirata prostorna kuhinja in dnevna soba, ki z veliko naravne svetlobe omogočata ugodno bivanje.



Slika 8: Tloris etaže

Vir: (Lastna raziskava)

PREREZ B - B



Slika 9: Prerez B-B

Vir: (Lastna raziskava)

Ko po stopnicah vstopimo v etažo, smo na povezovalnem hodniku, ki nudi ločene vhode v ostale prostore etaže. Etaža je sestavljena iz dveh otroških sob z večjimi okni, orientiranimi na jug, spalnica je orientirana na severovzhod in glede svetlobe nudi manj udobja, a je v praksi manj uporabljena kot otroški sobi. V etaži so ob stopnišču tudi sanitarije, ki so ločene od kopalnice s tušem, kopalno kadjo ter dvema oknoma.

3.2 Izolirana stavba po smernicah nizkoenergijske gradnje

Pri prvem primeru sem stavbo izoliral tako, da bo računsko dosegla nivo nizkoenergijske gradnje, kar v praksi pomeni, da stavba porabi manj kot 30 kWh/m²a. Dejansko izračunana poraba je 22,71 kWh/m²a in pada v razred B1 energijske učinkovitosti. To pomeni, da bo stavba porabila za ogrevanje 2.516,470 kWh energije, kar je nekje 251 l kurilnega olja, 1 m³ bukovih drv ali pri uporabi toplotne črpalke nekje 629 kWh elektrike.

Tabela 7: Toplotne izgube skozi zunanje površine – nizkoenergijska gradnja

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
ZUNANJA STENA	S	90	63,03	0,094	5,92
ZUNANJA STENA	V	90	49,45	0,094	4,65
ZUNANJA STENA	J	90	54,56	0,094	5,13
ZUNANJA STENA	Z	90	47,74	0,094	4,49
RAVNA STREHA		0	77,39	0,089	6,89
VHODNA VRATA	S	90	3,72	0,650	2,42
Skupaj			295,89		29,50

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
OKNO	S	90	3,41	0,790	2,69
OKNO	V	90	6,47	0,790	5,11
OKNO	J	90	15,60	0,790	12,32
OKNO	Z	90	8,18	0,790	6,46
Skupaj			33,66		26,59

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine $\sum A_i \cdot U_i = 56,09 \text{ W/K}$.

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 8: Podatki o primeru nizkoenergijske gradnje

Koefficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,135 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 2.744,007 \text{ kWh}$	$Q_{pmax} = 25.634,705 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 2.516,470 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 8.144,823 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 45,977 \text{ kWh}$	$Q_{NCmax} = 5.540,000 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 22,712 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{max} = 73,509 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 7,445 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	

Vir: (Lastna raziskava)

V Tabeli 7 so podrobneje predstavljene prozorne in neprozorne površine pri nizkoenergijski stavbi, ki so razdeljene glede na orientacijo in naklone. Glede na ploščino elementa ter U-elementa so preračunane transmisijske toplotne izgube. Razvidno je, da je skupna površina neprozornih površin ali sten 295,89 m² ter da so toplotne izgube neprozornih delov

29,50 W/K. Podatki za prozorne površine ali okna nam predstavljajo skupno površino oken v velikosti 33,66 m² ter skupne toplotne izgube oken v velikosti 26,59 W/K. Podatek je zanimiv, saj kljub izbiri najboljših toplotnoizolacijskih stekel, izgube skozi prozorne površine predstavljajo 47,4 % skupnih izgub objekta, kar je glede na funkcijo oken (naravno svetlobo) veliko. Če predpostavimo, bi stavba brez oken izgubila nekje 32,83 W/K, si pa stavbo brez oken v praksi težko predstavljamo. Morali bi dodati, da bi tak objekt potreboval stalno umetno svetlobo, kar pa bi tudi porabilo nekaj energije.

Tabela 9: Sestava zunanega zidu – nizkoenergijska gradnja

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	2,200	550	2.090	0,140	60	0,157
3	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
4	URSA FDP 2	30,000	24	1.030	0,035	1	8,571
5	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
6	FRAGMAT EPS SUPER F-P	5,000	15	1.260	0,032	25	1,563
7	MALTA DEMIT	2,000	1.800	1	0,700	35	0,029
8	TIMFASA MINERAL	0,200	1.650	1	0,700	25	0,003

Vir: (Lastna raziskava)

Sestava zunanega zidu je prikazana v Tabeli 9, kjer je razvidno, da je skupna debelina toplotnih izolacij 35 cm v dveh slojih, in sicer v prvem 30 cm ter v drugem 5 cm.

3.3 Izolirana stavba po mejnih smernicah PURES 10

Pri drugem primeru sem si za izhodišče izbral smernico PURES 10 in stavbo izoliral po njenih predpisih. Taka stavba bi naj imela porabo pod 80 kWh/m²a. Moj primer stavbe sem izoliral tako, da je izračun prišel pod to mejo, in sicer na 68,094 kWh/m²a, kar pomeni razred D energijske učinkovitosti. To na letni ravni pomeni porabo 7.544,869 kWh ali 754,5 l kurilnega olja, 3,15 m³ bukovih drv in pri uporabi toplotne črpalke 1.886 kWh električne energije.

Tabela 10: Toplotne izgube skozi zunanje površine – PURES

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
ZUNANJA STENA	S	90	63,03	0,252	15,88
ZUNANJA STENA	V	90	49,45	0,252	12,46
ZUNANJA STENA	J	90	54,56	0,252	13,75
ZUNANJA STENA	Z	90	47,74	0,252	12,03
RAVNA STREHA		0	77,39	0,188	14,55
VHODNA VRATA	S	90	3,72	1,550	5,77
Skupaj			295,89		74,44

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
OKNO	S	90	3,41	1,280	4,36
OKNO	V	90	6,47	1,280	8,28
OKNO	J	90	15,60	1,280	19,97
OKNO	Z	90	8,18	1,280	10,47
Skupaj			33,66		43,08

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine $\Sigma A_i \cdot U_i = 117,52 \text{ W/K}$.

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 11: Podatki o primeru stavbe – PURES

Koefficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,320 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{T\max} = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 4.106,055 \text{ kWh}$	$Q_{p\max} = 25.634,705 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 7.544,869 \text{ kWh}$	$Q_{NH\max} = 8.144,823 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 14,115 \text{ kWh}$	$Q_{NC\max} = 5.540,000 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 68,094 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{\max} = 73,509 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 22,322 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	

Vir: (Lastna raziskava)

Pri modelu, ki je izdelan na meji PURES, dobimo drugačne rezultate. Izgube se povečajo na vseh segmentih, tako pri neprozornih kot prozornih površinah. Pri neprozornih površinah sem uporabil manjše debeline toplotnih izolacij in na podlagi tega je tudi rezultat slabši za 152 %.

Pri prozornih površinah sem uporabil specifikacije za dvoslojno steklo, ki je na meji PURES in ima prav tako slabši končni rezultat za 62 %.

Tabela 12: Sestava zunanjega zidu – PURES

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	2,200	550	2.090	0,140	60	0,157
3	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
4	URSA FDP 2	5,000	24	1.030	0,035	1	1,429
5	SLOJ ZRAKA	11,000	1	1.005	0,600	1	0,183
6	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
7	FRAGMAT EPS SUPER F-P	6,000	15	1.260	0,032	25	1,875
8	TIMFASA MINERAL	0,200	1.650	1	0,700	25	0,003

Vir: (Lastna raziskava)

Sestava zunanjega zidu v Tabeli 12 prikazuje zmanjšanje toplotne izolacije, in sicer v prvem za 25 cm, ter povečanje izolacije v drugem sloju za 1 cm. Skupna debelina izolacij je 11 cm.

3.4 Slabo izolirana stavba, primer cenovno ugodne gradnje ali stanja neobnovljenih objektov

Za tretji primer sem si izbral stavbo, ki bo v osnovi slabše izolirana in bo izkazovala nekakšen neobnovljen ali slabo izoliran objekt. Slabo izoliran ali potratni objekt bi naj bil objekt, ki porabi več kot 80 kWh/m²a in kot tak ne zadovoljuje standarda PURES, ter pada v energijski razred D ali višje. Tretji primer je dosegel porabo 112,183 kWh/m²a ter letno porabo 12.429,855 kWh, kar nanese 1.242,9 l kurilnega olja, 5,18 m³ bukovih drv ali pri uporabi toplotne črpalke 3.107,25 kWh električne energije.

Tabela 13: Toplotne izgube skozi zunanje površine – slabo izoliran objekt

Neprozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
ZUNANJA STENA	S	90	63,03	0,448	28,24
ZUNANJA STENA	V	90	49,45	0,448	22,15
ZUNANJA STENA	J	90	54,56	0,448	24,44
ZUNANJA STENA	Z	90	47,74	0,448	21,39
RAVNA STREHA		0	77,39	0,260	20,12
VHODNA VRATA	S	90	3,72	1,550	5,77
Skupaj			295,89		122,11

Prozorne površine

Oznaka	orientacija	naklon °	ploščina m ²	U W/Km ²	topl.izgube W/K
OKNO	S	90	3,41	1,280	4,36
OKNO	V	90	6,47	1,280	8,28
OKNO	J	90	15,60	1,280	19,97
OKNO	Z	90	8,18	1,280	10,47
Skupaj			33,66		43,08

Skupne transmisijske toplotne izgube skozi zunanje površine $\Sigma A_i \cdot U_i = 165,19 \text{ W/K}$.

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 14: Podatki o primeru slabo izoliranega objekta

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_{T} = 0,475 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 5.037,383 \text{ kWh}$	$Q_{pmax} = 25.634,705 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 12.429,855 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 8.144,823 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 11,521 \text{ kWh}$	$Q_{NCmax} = 5.540,000 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 112,183 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{max} = 73,509 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 36,775 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 13 prikazuje toplotne izgube slabo izolirane stavbe, ki so se povečale v primerjavi z modelom PURES pri neprozornih površinah (ker pri prozornih površinah ne bi bilo smotno vgrajevati zasteklitve, ki bi bila slabša od standardne). Pri neprozornih površinah se pa

rezultat ponovno dvigne, in sicer za 64 %, razkorak je sigurno manjši, kar nam prikazuje, da so meje za PURES postavljene dokaj nizko in lahko upravičeno pričakujemo povišanje zahtev tega standarda.

Tabela 15: Sestava zunanjšega zidu – slabo izoliran objekt

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	2,200	550	2.090	0,140	60	0,157
3	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
4	SLOJ ZRAKA	16,000	1	1.005	0,873	1	0,183
5	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
6	FRAGMAT EPS SUPER F-P	5,000	15	1.260	0,032	25	1,563
7	TIMFASA MINERAL	0,200	1.650	1	0,700	25	0,003

Vir: (Lastna raziskava)

Sestava zunanjšega zidu v Tabeli 15 prikazuje skupno debelino izolacij 5 cm. Popolnoma izvzet prvi sloj izolacije in zmanjšan za 5 cm ter zmanjšan drugi sloj za 1cm.

4 STROŠKOVNA PRIMERJAVA GLEDE NA IZBRANE MATERIALE PRI RAZLIČNIH DEBELINAH TER SPECIFIKACIJAH

Pri stroškovni primerjavi se bom osredotočil na dva parametra, rezultati pa bodo vezani samo na stroške oz. prihranke. Prvi bo strošek samega materiala, ki se ga bo pri danem primeru porabilo več ali pa manj. Kot drugi primer pa bo primerjava glede na energent. V obeh primerih bom ugotavljal, po kolikem času se investicija amortizira.

Pri sestavi sten bom predpostavljal, da se za dobro izoliranost ali slabo izoliranost spreminja samo debelina toplotne izolacije in da bo v vseh primerih sestava konstrukcije ostala nespremenjena. Torej v stroških ne bom podrobneje obdeloval celotne konstrukcije, ker se mi zdi brezpredmetno in bi mi samo dodatno večalo cene za enote ter primerjavo naredilo nepregledno.

4.1 Sestave konstrukcij v primeru izolirane zgradbe

Tabela 16: Zunanji zid – izolirana zgradba

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	2,200	550	2.090	0,140	60	0,157
3	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
4	URSA FDP 2	30,000	24	1.030	0,035	1	8,571
5	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
6	FRAGMAT EPS SUPER F-P	5,000	15	1.260	0,032	25	1,563
7	MALTA DEMIT	2,000	1.800	1	0,700	35	0,029
8	TIMFASA MINERAL	0,200	1.650	1	0,700	25	0,003

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela sestave zunanjega zidu nizkoenergijske stavbe (Tabela 16) prikazuje sestavo zidu, in sicer po vrstnem redu od znotraj navzven. Sestava je dokaj klasična za ta tip gradnje, in sicer od znotraj mavčno-kartonska plošča, ki je debelejša od standardne, zadostovala pa bi tudi standardna debelina 12,5 mm, ker je plošča montirana na leseno ploščo (uporabljena je vezana plošča, večinoma se uporablja OSB-plošče, ki pa imajo skoraj identične specifikacije, so pa tudi cenejše), ki bi glede na to, da se uporablja lesena konstrukcija v rastru nekje 60 cm, lahko bila prav tako tanjša. Je pa res, da tudi masiva predstavlja določeno trajnost materiala. V leseno konstrukcijo je vgrajena toplotna izolacija za stene iz volne, zato v izračunu za ta sloj, kljub temu da vsebuje tudi lesene elemente, vzamemo toplotno izolacijo. Z zunanje strani je nameščena plošča, lahko lesena, lahko mavčno-kartonska, ki v osnovi služi za ravno podlago za kasnejšo montažo EPS-plošč ali kakšne druge toplotne izolacije. Kot sem omenil, na ta sloj pride še dodatna toplotna izolacija, ki zmanjša toplotne mostove lesene konstrukcije, hkrati pa na njo lažje izdelamo zaključni sloj stavbe.

Tabela 17: Talna plošča – izolirana zgradba

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PARKET	2,000	700	1.670	0,210	15	0,095
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	5,000	2.200	1.050	1,400	30	0,036
3	URSA XPS N-III-L	32,000	35	1.500	0,038	150	8,421
4	FRAGMAT IZOTEKT T4	0,400	1.300	960	2,040	60	0,002
5	BETON 2400	20,000	2.400	960	2,040	60	0,098

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 17 prikazuje materiale v slojih talne plošče pri izolirani zgradbi, sestava si sledi od znotraj navzven ali od znotraj proti zemljini. V prvem sloju je finalna talna obloga, ki je

nameščena na cementni estrih. Pod estrihom je vgrajena toplotna izolacija, odporna na vlago ter primerne trdnosti. Med estrihom in izolacijo manjka sloj pe-folije, ki pa pri samih toplotnih izgubah nima večje vloge. Pod toplotno izolacijo je sloj, ki preprečuje vdor vode v objekt oz. v toplotno izolacijo. Prvi sloj na zemljini je betonska plošča.

Tabela 18: Ravna streha – izolirana zgradba

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	PARNA OVIRA	0,053	225	960	0,190	3.774	0,003
3	URSA SF 32	25,000	30	1.030	0,032	1	7,813
4	VEZANE PLOŠČE - VODOODPORNE	2,000	660	2.090	0,140	100	0,143
5	FRAGMAT EPS 200	10,000	30	1.260	0,034	45	2,941
6	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,053
7	POLIETILENSKA FOLIJA 1000	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,001
8	PESEK IN DROBNI GRAMAZ	4,000	1.750	840	1,500	15	0,027
9	BETON 2000	4,000	2.000	960	1,160	22	0,034

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 18 prikazuje sestavo ravne strehe od znotraj navzven. Sestava se začne z mavčno-kartonsko ploščo kot notranjo končno oblogo in nadaljuje s parno oviro, ki ovira prehod pare v toplotno izolacijo. V naslednjem sloju je v leseni konstrukciji vgrajena toplotna izolacija v prvem sloju, ki je debel 25 cm. Preko tega so nameščene nosilne lesene plošče, ki bi naj bile vsaj osnovno vodoodporne. Na njih pride drugi sloj toplotne izolacije v debelini 10 cm, ki pa mora imeti ustrezno trdoto zaradi zunanjih obtežb na streho objekta. Na ta sloj je v več slojih vgrajena hidroizolacijska kritina, ki objekt ter toplotno izolacijo ščiti pred vodo. Nad kritino je mišljena vgradnja filca in na njega pranega gramoza, nato pa preko še betonske plošče, ki služijo kot pohodna površina ter hidroizolacijo ščitijo pred neposrednim soncem ter mrazom.

4.2 Sestave konstrukcij v primeru zgradbe PURES

Tabela 19: Zunanji zid – PURES

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	2,200	550	2.090	0,140	60	0,157
3	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
4	URSA FDP 2	5,000	24	1.030	0,035	1	1,429
5	SLOJ ZRAKA	11,000	1	1.005	0,600	1	0,183
6	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
7	FRAGMAT EPS SUPER F-P	6,000	15	1.260	0,032	25	1,875
8	TIMFASA MINERAL	0,200	1.650	1	0,700	25	0,003

Vir: (Lastna raziskava)

Pri sestavi zunanjega zidu so spremembe sledeče. Zmanjšana je debelina izolacije v konstrukciji, in sicer s 25 cm na 5 cm, dodan pa je tudi sloj zraka, ker predvidevamo, da bo nosilna konstrukcija iz lesa debela vsaj 16 cm. Pri zunanjem sloju sem dodal 1 cm pri EPS, da sem prišel nad mejo, ki jo določa PURES. Ostali sloji in sestava so ostali nespremenjeni.

Tabela 20: Talna plošča – PURES

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PARKET	2,000	700	1.670	0,210	15	0,095
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	5,000	2.200	1.050	1,400	30	0,036
3	URSA XPS N-III-L	6,000	35	1.500	0,034	150	1,765
4	FRAGMAT IZOTEKT T4	0,400	1.300	960	2,040	60	0,002
5	BETON 2400	20,000	2.400	960	2,040	60	0,098

Vir: (Lastna raziskava)

V Tabeli 20 je prikazana sestava talne plošče pri modelu PURES. Sestava je podobna sestavi izoliranega objekta, zmanjšal sem samo debelino toplotne izolacije v sestavi, in sicer z 32 cm na 6 cm.

Tabela 21: Ravna streha – PURES

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	PARNA OVIRA	0,053	225	960	0,190	3.774	0,003
3	SLOJ ZRAKA	10,000	1	1.005	0,616	1	0,162
4	URSA SF 32	10,000	30	1.030	0,032	1	3,125
5	VEZANE PLOŠČE - VODOODPORNE	3,000	660	2.090	0,140	100	0,214
6	FRAGMAT EPS 200	5,000	30	1.260	0,034	45	1,471
7	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,053
8	POLIETILENSKA FOLIJA 1000	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,001
9	PESEK IN DROBNI GRAMAZ	5,000	1.750	840	1,500	15	0,033
10	BETON 2000	4,000	2.000	960	1,160	22	0,034

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 21 prikazuje sestavo ravne strehe pri modelu PURES. Sestava je podobna sestavi izolirane stavbe. Razlika je ponovno v debelini toplotnih izolacij, in sicer v prvem sloju sem zmanjšal debelino s 25 cm na 10 cm, dodal sem sloj zraka, ki bi nastal zaradi zmanjšanja debeline toplotne izolacije. Drugi del izolacije je prav tako zmanjšán z 10 cm na 5 cm. Ostali sloji so ostali nespremenjeni.

4.3 Sestave konstrukcij v primeru slabo izolirane zgradbe

Tabela 22: Zunanji zid – slabo izolirana zgradba

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	VEZANE PLOŠČE ZA NOTRANJE OBLOGE	2,200	550	2.090	0,140	60	0,157
3	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
4	SLOJ ZRAKA	16,000	1	1.005	0,873	1	0,183
5	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
6	FRAGMAT EPS SUPER F-P	5,000	15	1.260	0,032	25	1,563
7	TIMFASA MINERAL	0,200	1.650	1	0,700	25	0,003

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 22 predstavlja sestavo zida slabo izolirane stavbe. Toplotna izolacija v konstrukciji je popolnoma izvzeta – tukaj imamo sloj zraka, ki ga pasivno ogrevamo. Zunanja toplotna izolacija je debeline 5 cm, kar predstavlja minimum.

Tabela 23: Talna plošča – slabo izolirana zgradba

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	PARKET	2,000	700	1.670	0,210	15	0,095
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	5,000	2.200	1.050	1,400	30	0,036
3	FRAGMAT IZOTEKT T4	0,400	1.300	960	2,040	60	0,002
4	BETON 2400	20,000	2.400	960	2,040	60	0,098

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 23 prikazuje talno ploščo slabo izoliranega objekta. Sestava je spremenjena, in sicer toplotna izolacija je popolnoma izvzeta, estrih je vgrajen neposredno na talno ploščo.

Tabela 24: Ravna streha – slabo izolirana zgradba

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m ² K/W
1	MAVČNO-KARTONSKA PLOŠČA D=18 MM	1,800	900	840	0,230	8	0,078
2	PARNA OVIRA	0,053	225	960	0,190	3.774	0,003
3	URSA SF 32	10,000	30	1.030	0,032	1	3,125
4	SLOJ ZRAKA	10,000	1	1.005	0,616	1	0,162
5	VEZANE PLOŠČE - VODOODPORNE	3,000	660	2.090	0,140	100	0,214
6	VEČPLASTNA BITUMENSKA HIDROIZOL. 1100	1,000	1.100	1.460	0,190	14.000	0,053
7	POLIETILENSKA FOLIJA 1000	0,020	1.000	1.250	0,190	80.000	0,001
8	PESEK IN DROBNI GRAMMOZ	5,000	1.750	840	1,500	15	0,033
9	BETON 2000	4,000	2.000	960	1,160	22	0,034

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 24 prikazuje sestavo ravne strehe pri slabo izoliranem objektu. Sestava je spremenjena tako, da je izvzet drugi sloj toplotne izolacije. Kritina je nameščena neposredno na lesene plošče. Prvi sloj izolacije ostane enak kot pri primeru PURES.

4.4 Stroškovna primerjava vseh treh primerov na podlagi stroška toplotne izolacije

Tabela 25: Izračun cene celotnega sklopa

Sestava konstrukcije	Skupna debelina toplotne izolacije (cm)	Cena toplotne izolacije po ceniku (€/m ²)	Cena na celotni sklop
ZUNANJA STENA			214,78 m ²
Izolirana	35,00	22,36 €	4.802,48 €
PURES	11,00	7,27 €	1.561,45 €
Slabo izolirana	5,00	3,40 €	730,25 €
TALNA PLOŠČA			76,40 m ²

Izolirana	32,00	65,20 €	4.981,28 €
PURES	6,00	12,00 €	916,80 €
Slabo izolirana	0,00	0,00 €	0,00 €
RAVNA STREHA			77,39 m ²
Izolirana	35,00	34,05 €	2.635,13 €
PURES	15,00	14,82 €	1.146,92 €
Slabo izolirana	10,00	8,82 €	682,58 €
OKNA			U/wKm2 33,60 m ²
Izolirana	0,79	145,00 €	4.872,00 €
PURES	1,28	103,00 €	3.460,80 €
Slabo izolirana	1,28	103,00 €	3.460,80 €

Vir: (Lastna raziskava)

V Tabeli 25 so združene cene posameznih toplotnoizolacijskih materialov v ceno na m², s katero sem preračunal strošek celotnega sklopa, npr. zunanje stene. Tabela mi je služila kot osnova za nadaljevanje izračunov, in sicer za preračun cene investicije v celoti za določen primer.

Tabela 26: Cena celotnega sklopa ter razlika glede na osnovo

PRIMER	CENA SKLOPA	RAZLIKA
IZOLIRANA	17.290,89 €	12.417,26 €
PURES	7.085,97 €	2.212,34 €
SLABO IZOLIRANA	4.873,63 €	0,00 €

Vir: (Lastna raziskava)

V Tabeli 25 je izračunana cena sklopa na podlagi cen in kvadratur določenih sklopov. Za nadaljevanje je bilo potrebno izračunati razlike med cenami, razliko sem računal glede na osnovo, ki je v mojem primeru slabo izolirana konstrukcija (saj je to osnova, katero moramo v vsakem primeru izdelati).

Iz Tabele 26 je razvidno, da bi investicija v izolirano zgradbo podražila investicijo za 12.417,26 €. V primeru, da bi stavbo izolirali po standardih PURES, bi to pomenilo podražitev za 2.212,34 €.

Okvirna cena zunanje dokončanega objekta bi pri izgradnji po standardih PURES (720 €/m² neto površine objekta) znašala nekje 79.200,00 €. Kar pomeni, da bi slabo izoliran objekt

investicijo pocenil za nekje 20 €/m², dobro izoliran objekt pa investicijo podražil za nekje 100 €/m², če za osnovno ceno jemljemo ceno po standardih PURES. Kar v procentih pri dobro izolirani zgrabi pomeni nekje 20 % višjo investicijo, pri standardih PURES pa samo nekje 3-% zvišanje. Če se ne osredotočamo zgolj na stroške in ocenjujemo tudi uporabno plat ter neko bivalno ugodje, je investicija v zgradbo vsaj po vzoru standarda PURES več kot smotrna in tudi ekonomsko upravičena. (Fragmat TIM d.o.o., 2016)

5 STROŠKOVNA PRIMERJAVA GLEDE NA IZBIRO ENERGENTA

V nadaljevanju se ne bom osredotočal samo na ceno izvedbe, ampak bom preračunal dejanske porabe glede na izbiro energenta. Pri vsakem energentu bo potem sledil izračun dejanske porabe v letnih stroških za ogrevanje. Osredotočil se bom samo na porabo energije za ogrevanje.

Tabela 27: Letna poraba energije pri določenem primeru

PRIMER	PORABA ENERGIJE ZA OGREVANJE
	LETNO
IZOLIRANA	2.516,5 kWh
PURES	7.544,9 kWh
SLABO IZOLIRANA	12.429,9 kWh

Vir: (Lastna raziskava)

Iz Tabele 27 je razvidno, da slabo izolirana zgradba glede na dobro izolirano porabi 5-krat več energije, kar samo po sebi pove ogromno.

Tabela 28: Kurilna vrednost, cena, izkoristek

Energent	Kurilna vrednost	Cena enote	Izkoristek energenta
Kurilno olje	10 kWh/liter	0,70 €	88 %
Zemeljski plin	9,5 kWh/m ³	0,43 €	95 %
Rjavi premog	3,8 kWh/kg	0,29 €	83 %
Suha bukova drva	2410 kWh/pm	55,00 €	75 %
Lesni peleti	4,9 kWh/kg	0,25 €	85 %

Električna energija 1 KWh 0,13 € 250 %

Vir: (Lastna raziskava)

V Tabeli 28 so podatki o kurilnih vrednostih posameznih energentov, o cenah na enoto energenta ter povprečnem izkoristku energenta na nekem sistemu. Na podlagi teh cen bo izračunan dejanski strošek letne porabe energije za ogrevanje, iz katerega bo potem izhajal izračun za amortizacijo ter 50-letni prihranek, če predpostavimo, da se hiša gradi vsaj za 50 let.

Tabela 29: Letni strošek ogrevanja glede na energent

ENERGENT	IZOLIRANA STAVBA	PURES	SLABO IZOLIRANA STAVBA
Kurilno olje	198,74 €	595,87 €	981,68 €
Zemeljski plin	119,90 €	359,48 €	592,23 €
Rjavi premog	227,39 €	681,77 €	1.123,18 €
Suha bukova drva	76,57 €	229,58 €	378,23 €
Lesni peleti	151,05 €	452,87 €	746,09 €
Toplotna črpalka	130,86 €	392,33 €	646,35 €

Vir: (Lastna raziskava)

Iz Tabele 29 je razvidno, da je najcenejše ogrevanje še zmerja v domeni lesenih polen. Ampak že pri lesenih polen bi letno v primeru slabe izolacije za ogrevanje objekta porabili za nekje 301,67 € več denarja. Poudariti je potrebno, da slabše izoliran objekt poleti potrebuje tudi več energije za hlajenje, v kolikor želimo ugodno življenjsko klimo. Iz tabele je razvidno, da cenejši kot je energent, manjši je naš prihranek – pri premogu bi dejansko prihranili 895,79 € na leto, kar je zajeten znesek.

Tabela 30: Letni prihranek glede na energent in slabo izoliran primer

LETNI PRIHRANEK		
	IZOLIRANA ZGRADBA	PURES
Kurilno olje	782,93 €	385,80 €
Zemeljski plin	472,33 €	232,75 €

Rjavi premog	895,79 €	441,41 €
Suha bukova drva	301,65 €	148,64 €
Lesni peleti	595,04 €	293,22 €
Toplotna črpalka	515,50 €	254,02 €

Vir: (Lastna raziskava)

V Tabeli 30 je prikazan letni prihranek glede na izbran energent in razliko stroškov med slabo izoliranim primerom ter zgoraj podanima primeroma. Iz te tabele dobimo izhodišče, s pomočjo katerega lahko izračunamo, v kolikšnem času se nam glede na povišanje stroška izgradnje takega objekta ta investicija povrne.

Tabela 31: Povračilna doba glede na energent in slabo izoliran primer

POVRAČILNA DOBA		
	IZOLIRANA ZGRADBA (leta)	PURES (leta)
Kurilno olje	16	6
Zemeljski plin	26	10
Rjavi premog	14	5
Suha bukova drva	41	15
Lesni peleti	21	8
Toplotna črpalka	24	9

Vir: (Lastna raziskava)

Tabela 31 prikazuje dejansko povračilo dobo, ki sem jo zaradi boljše preglednosti zaokrožil na leta. Številke se nam na prvi pogled zdijo visoke, ampak je treba poudariti, da stanovanjski objekt gradimo za daljše obdobje, torej vsaj za eno generacijo, kar bi pomenilo vsaj za 80 let. Če torej podrobno pogledamo, je razlika v letih glede na energent precejšna, kar pomeni, da je pri izgradnji dobro razmišljati tudi v tej smeri, na kateri energent bomo objekt ogrevali. Če izračunamo povprečno dobo na vse energente, dobimo, da se nam izoliran objekt povrne v povprečju na 24 let ter da se nam objekt, zgrajen po smernicah PURES, v povprečju povrne v 9 letih. Mislim, da so številke same po sebi dovolj realen pokazatelj upravičenosti investicije v dobro izoliran objekt.

Tabela 32: Prihranki na življenjsko dobo objekta

PRIHRANEK NA 80-LETNO DOBO		
	IZOLIRANA ZGRADBA	PURES
Kurilno olje	50.217,31 €	18.446,97 €
Zemeljski plin	25.368,94 €	6.202,52 €
Rjavi premog	59.245,77 €	22.895,89 €
Suha bukova drva	11.714,91 €	-525,73 €
Lesni peleti	35.186,03 €	11.040,06 €
Toplotna črpalka	28.822,42 €	7.904,28 €
POVPREČJE:	35.092,56 €	10.994,00 €

Vir: (Lastna raziskava)

Razvidno je, da bi v povprečju na objektu, ki bi bil dobro izoliran, prihranili 35.092,56 € oz. 486,66 € letno, kar tudi pomeni, da smo investicijo pokrili ter začeli ustvarjati dobiček. Vsekakor se nam izplača objekt izolirati vsaj po smernicah PURES, ker nam tudi to prinese lep prihranek, ki znese nekje 137,42 € letno oz. na celotno dobo 10.994,00 €. (Petrol, 2016)

6 SKLEP

Izgradnja stavbe je dolgotrajen ter znanja potreben proces, ki ga lahko uspešno izvedemo le ob sodelovanju pravega kadra. V diplomskem delu sem si najprej zadal izdelati načrt stavbe, ki mi je služil kot vodilo za izdelavo elaboratov. Izdelal sem načrt za objekt zunanjih dimenzij $9,85 \times 7,85$ m ter višine 7,35 m, sam objekt pa je zasnovan po metodi nizkoenergetske gradnje, torej so prosojni deli ustrezno orientirani ter glede na orientacijo tudi ustrezno veliki. Odločil sem se tudi za nizkoenergetski gradnji primerni leseni skelet hiše, v katerega lahko vgradimo zadostno debelino toplotne izolacije, v mojem primeru mineralne volne. Potrebno je izbrati prave rešitve za toplotne mostove ter izbrati ustrezna okna oz. zasteklitev s primernim toplotnoizolacijskim faktorjem.

V diplomskem delu sem se osredotočil na debelino toplotnih izolacij celotnega zunanjskega ovoja. Vse konstrukcijske sklope sem vnesel v program, preračunal površine fasad in zasteklitev ter prostorov. Glede izbire debelin sem črpal osnovo iz ponudnikov nizkoenergijskih hiš, ki imajo že izdelane neke sklope ter debeline izolacij ter ostalih slojev, rezultate pa se da s programom URSA 4.0 sproti primerjati in urejati tako, da sem z vnosom vseh parametrov in debelin pridobil končne rezultate. Za vse tri primere sem lahko izhajal iz ene osnove, potrebno je bilo samo prilagoditi konstrukcijske sklope. Na podlagi izračunov programa sem izvozil dokument o izkazu energijskih lastnosti stavbe, ki sem jih za vse tri primere tudi priložil, za potrebe bolj natančnega dela pa sem si še izvozil elaborat za področje učinkovite rabe energije v stavbah, od koder sem pridobil točne podatke za oba primera in od koder izhajajo tudi tabele konstrukcijskih sklopov. Vse parametre, ki sem jih potreboval, sem združil v programu Excel, ki mi je služil kot osnova za izračune ter tabele.

Kot prvi model je dobro izoliran objekt s porabo $22,71 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar ga je uvrstilo v razred B2. V primeru, da bi pri tem modelu uporabil prisilno prezračevanje z vračanjem toplote, bi pričakoval vsaj 50-% nižjo porabo. Drugi primer je bil izbran na podlagi smernice PURES in porabi $68,09 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar ga je uvrstilo v razred D energijske učinkovitosti. Zadnji primer pa je dosegel mnogo slabši rezultat, in sicer $112,18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar ga uvršča v razred E – potratne zgradbe.

Pridobil sem podatke iz uradnih cenikov, s katerimi sem izračunal dejanske cene pri uporabljenih debelinah toplotnih izolacij. Za bolj točne podatke sem upošteval samo spremembo cene pri toplotni izolaciji, saj lahko predpostavimo, da so vsi ostali konstrukcijski sklopi obvezni in se ne spreminjajo. Tako sem tudi dobil bolj transparentne podatke. Iz cen

sem na podlagi kvadratur sklopov izračunal dejanske stroške, potem pa iz tega dobil razlike, ki nastajajo, ko povečujemo debelino izolacij. Izračunal sem, da je razlika (višja investicija) za ta objekt pri dobri toplotni izolaciji 12.417,26 € ter pri zgradbi po smernicah PURES 2.212,34 €.

Predhodno sem predpostavil, da se bo povračilna doba spreminjala glede na izbiro energenta za ogrevanje. Izbral sem šest najpogostejših energentov, ovrednotil njihove trenutne cene na trgu ter izkoristke sistemov, ki ta energent koristijo. Iz podatka o letni porabi objekta sem pridobil dejanske stroške za ogrevanje glede na različne energente. Iz tega sem lahko preračunal dejanske prihranke ter na koncu končno oceno, ki je povprečje vse energentov.

Na podlagi izračunov ter primerjav sem ugotovil, da so bile moje teze zastavljene v pravo smer in da sem potrdil domneve. Ugotavljam, da se nizkoenergijska gradnja na dolgi rok zagotovo obrestuje. Sama nizkoenergijska stavba se nam povrne v povprečju v 24 letih, kar je mnogo manj, kot je dejanska predvidena življenjska doba objekta. Objekt, ki je grajen po smernicah PURES, pa se nam v povprečju povrne v 9 letih. Menim, da je investicija v obeh primerih upravičena, vsekakor pa je potrebna posebna pozornost pri vseh sklopih izvedbe, da objekta ne rabimo celovito energijsko obnavljati preden bi se iztekla povračilna doba. Na koncu sem še izdelal izračun prihranka pri ogrevanju na celotno predvideno življenjsko dobo objekta, 80 let. Izračunal sem, da bi pri dobro izoliranem objektu v povprečju prihranil 35.092,56 €, kar nanese 486,66 € letno in jasno kaže, da se investicija v celoti izplača. Pri objektu po smernicah PURES pa bi prihranili 10.994,00 €, kar letno nanese 137,42 € in je tudi ekonomsko upravičeno.

Ugotavljam, da sem potrdil vse predpostavke in dokazal ekonomsko smotrnost nizkoenergijske gradnje.

7 VIRI, LITERATURA

- Aerogel d.o.o. (19. April 2017). *Aerogel*. Pridobljeno iz Spaceloft: http://www.aerogel.si/5_1_spaceloft.htm
- Capuder, L. (19. April 2017). *Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo*. Pridobljeno iz Diplomaska naloga: Analiza življenjskega cikla enostanovanjske stavbe s poudarkom na fazi proizvodnje gradbenih materialov: http://drugg.fgg.uni-lj.si/1025/1/GRU_3208_Capuder.pdf
- CIPRA. (18. April 2016). *Slovenskega združenja za trajnostno gradnjo*. Pridobljeno iz Trajnostna gradnja in prenova v Alpah: • http://www.gbc-slovenia.si/wp-content/uploads/2012/07/140415_climalp_Modul2_SI.pdf
- EU. (25. Junij 2012). *EUR - Lex*. Pridobljeno iz DIREKTIVA 2012/27/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:SL:PDF>
- Fragmat TIM d.o.o. (28. Marec 2016). *Fragmat*. Pridobljeno iz Termoizolacije 2015 (cenik): http://www.fragmat.si/download/ceniki/cenik_2015.2_TI.pdf
- Fragmat TIM d.o.o. (19. April 2017). *Fragmat*. Pridobljeno iz Termoizolacije XPS: <http://www.fragmat.si/si/gradbeni-program/izdelki/termoizolacije-xps>
- Fragmat TIM d.o.o. (19. April 2017). *Fragmat*. Pridobljeno iz Eps plošče: <http://www.fragmat.si/si/gradbeni-program/izdelki/termoizolacije-eps/gradbene-eps-plosce>
- Harvey, D. (2007). *A handbook on low-energy buildings and district-energy systems: fundamentals, techniques and examples*. London: Earthscan.
- Kalcer d.o.o. (19. April 2017). *Kalcer*. Pridobljeno iz Posebnost PUR/PIR izolacijskih materialov: www.kalcer.si/baza_znanja/index.php?open_document=180
- Kalcer d.o.o. (19. April 2017). *Kalcer*. Pridobljeno iz Izolacija iz lesenih kosmičev: www.kalcer.si/baza_znanja/index.php?open_document=67
- KNAUF INSULATION & PARTNERJI. (25. April 2016). <http://www.daneszajutri.si/wp-content/uploads/2012/09/HISA-Z-IZGUBAMI-thumb1.jpg>.
- Knauf insulation d.o.o. (19. April 2017). *Knauf insulation*. Pridobljeno iz Proizvodi: <http://www.knaufinsulation.si/proizvodi-0>
- Kovačević, Z. (28. Marec 2016). *Mrož arhitektura, oblikovanje d.o.o.* Pridobljeno iz Tipi energetske učinkovitih in varčnih stavb: <http://mroz.si/tipi-energetske-ucinkovitih-in-varcnih-stavb/>

Lastna raziskava. (brez datuma).

Matjaž Valenčič, d. (19. April 2017). *Zenergija*. Pridobljeno iz Izbira toplotnih materialov za toplotno izolacijo stavb: http://www.zenergija.si/images/eges413_042-45-toplotna-izolacij

Ministrstvo za infrastrukturo. (25. Junij 2015). *European Commission*. Pridobljeno iz AKCIJSKI NAČRT ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST ZA OBDOBJE 2014 - 2020: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/an_ure_2020_sprejet_maj_2015.pdf

Ministrstvo za Infrastrukturo. (25. junij 2016). *Republika Slovenija Ministerstvo za Infrastrukturo*. Pridobljeno iz Ministerstvo za Infrastrukturo: <http://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/akcijski-nacrt-za-energetsko-ucinkovitost/>

Petrol. (28. Marec 2016). *Petrol*. Pridobljeno iz Kako potratna je vaša hiša: <http://www.petrol.si/zapisi/kako-potratna-je-vasa-hisa>

Statistični urad, Poraba energije in goriv v gospodinjstvih 2012. (28. Marec 2016). *Statistični urad Republike Slovenije*. Pridobljeno iz Poraba energije in goriv v gospodinjstvih 2012: <http://www.stat.si/StatWeb/glavnanavigacija/podatki/prikazistaronovico?IdNovice=5803>

Statistični urad, Stanovanjska površina. (28. Marec 2016). *Statistični urad Republike Slovenije*. Pridobljeno iz Stanovanjska površina: <http://www.stat.si/obcine/sl/2015/Theme/Index/StanovanjaPovrsina>

Statistični urad, Stanovansko število. (28. Marec 2016). *Statistični urad Republike Slovenije*. Pridobljeno iz Stanovansko število: <http://www.stat.si/obcine/sl/2015/Theme/Index/StanovanjaStevilo>

Turna d.o.o. (19. April 2017). *Turna*. Pridobljeno iz TURVAC: <http://www.turna.si/Programi/VakuumskoizolacijskipaneliTURVAC.aspx>

URSA. (25. Junij 2016). *Energetska izkaznica stavbe*. Pridobljeno iz URSA: <http://www.ursa.si/sl-si/pasivna-gradnja/strani/energetska-izkaznica-stavbe.aspx>

Zbašnik Senegačnik, M. (2008). *Pasivna hiša*. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo.

8 PRILOGE

- Izkaz energetskih lastnosti stavbe – izolirane stavbe po smernicah učinkovitosti
- Izkaz energetskih lastnosti stavbe – izolirane stavbe po meji PURES 10
- Izkaz energetskih lastnosti stavbe – izolirane stavbe po smernicah cenovno ugodne gradnje
- Načrt stavbe

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

za PGD

Investitor	Danilo Krajnc, Lahova ulica 1, Maribor
Stavba	DIPLOMSKA NALOGA DOBRO IZOLIRANO
Lokacija stavbe	MARIBOR, Lahova ulica 1, Maribor
Katastrska občina	TEZNO
Parcelna(e) številka(e)	1792
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X (N) = 154768 km Y (E) = 552079 km
Vrsta stavbe	Šifra: 11100 Enostanovanjske stavbe
Etažnost	do tri etaže

Projektant	
Odgovorni vodja projekta	
Izdelovalec izkaza	Marko Purg
Izdelano na podlagi elaborata	Projektna naloga, 28.03.2016
Datum izdelave izkaza	28.03.2016
Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba dosega predpisano raven učinkovite rabe energije.	
Podpis izdelovalca izkaza:	

Neto uporabna površina stavbe	$A_U = 110,80 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 338,00 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 405,99 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_O = A/V_e = 1,20 \text{ m}^{-1}$

Temperaturni primanjkljaj (za ogrevanje)	$DD = 3.300,00 \text{ K dni}$
Temperaturni presežek (za hlajenje)	$DH = 0,00 \text{ K ur}$
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka T_L	$T_L = 9,9 \text{ }^\circ\text{C}$

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe					
Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	$U(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	$U_{\max}(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	
ZUNANJA STENA	S, 90	63,03	0,09	0,28	
ZUNANJA STENA	V, 90	49,45	0,09	0,28	
ZUNANJA STENA	J, 90	54,56	0,09	0,28	
ZUNANJA STENA	Z, 90	47,74	0,09	0,28	
RAVNA STREHA	, 0	77,39	0,09	0,20	
VHODNA VRATA	S, 90	3,72	0,65	1,60	
tla na terenu - IZOLACIJA V HORIZONTALNEM DELU		76,44	0,10	0,35	
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	$U_{\max}$ ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
OKNO	S, 90	3,41	0,79	1,30	0,05
OKNO	V, 90	6,47	0,79	1,30	0,05
OKNO	J, 90	15,60	0,79	1,30	0,05
OKNO	Z, 90	8,18	0,79	1,30	0,05

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, računalniškimi simulacijami - na poenostavljeni način	
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,135 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 2.744,007 \text{ kWh}$	$Q_{pmax} = 25.634,705 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 2.516,470 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 8.144,823 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 45,977 \text{ kWh}$	$Q_{NCmax} = 5.540,000 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 22,712 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{max} = 73,509 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 7,445 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba		

Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoj		
najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Vir: Sonč.sev. 28 Vir: Trdn.bio. 57 Vir: Skupaj: 85	DA
Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoj		
najmanj 25% potrebne energije je iz sončnega obsevanja	40	DA
najmanj 30% potrebne energije je iz plinaste biomase		
najmanj 50% potrebne energije je iz trdne biomase	80	DA
najmanj 70% potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja		

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom	80	DA
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja		
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto uporabne površine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	31	DA
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov

Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe 1- stanovanjska stavba):	$Q_p/A_v = 24,765 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov

Letni izpusti CO ₂ :	505,50 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	4,562 kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	1,496 kg/m ³ a

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

za PGD

Investitor	Danilo Krajnc, Lahova ulica 1, Maribor
Stavba	DIPLOMSKA NALOGA PURES
Lokacija stavbe	MARIBOR, Lahova ulica 1, Maribor
Katastrska občina	TEZNO
Parcelna(e) številka(e)	1792
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X (N) = 154768 km Y (E) = 552079 km
Vrsta stavbe	Šifra: 11100 Enostanovanjske stavbe
Etažnost	do tri etaže

Projektant	
Odgovorni vodja projekta	
Izdelovalec izkaza	Marko Purg
Izdelano na podlagi elaborata	Projektna naloga, 28.03.2016
Datum izdelave izkaza	28.03.2016
Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba dosega predpisano raven učinkovite rabe energije.	
Podpis izdelovalca izkaza:	

Neto uporabna površina stavbe	$A_U = 110,80 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 338,00 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 405,99 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_O = A/V_e = 1,20 \text{ m}^{-1}$

Temperaturni primanjkljaj (za ogrevanje)	$DD = 3.300,00 \text{ K dni}$
Temperaturni presežek (za hlajenje)	$DH = 0,00 \text{ K ur}$
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka T_L	$T_L = 9,9 \text{ }^\circ\text{C}$

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe					
Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	$U(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	$U_{\max}(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	
ZUNANJA STENA	S, 90	63,03	0,25	0,28	
ZUNANJA STENA	V, 90	49,45	0,25	0,28	
ZUNANJA STENA	J, 90	54,56	0,25	0,28	
ZUNANJA STENA	Z, 90	47,74	0,25	0,28	
RAVNA STREHA	, 0	77,39	0,19	0,20	
VHODNA VRATA	S, 90	3,72	1,55	1,60	
tla na terenu - IZOLACIJA V HORIZONTALNEM DELU		76,44	0,32	0,35	
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	$U_{\max}$ ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
OKNO	S, 90	3,41	1,28	1,30	0,05
OKNO	V, 90	6,47	1,28	1,30	0,05
OKNO	J, 90	15,60	1,28	1,30	0,05
OKNO	Z, 90	8,18	1,28	1,30	0,05

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, računalniškimi simulacijami - na poenostavljeni način	
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,320 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 4.106,055 \text{ kWh}$	$Q_{pmax} = 25.634,705 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 7.544,869 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 8.144,823 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 14,115 \text{ kWh}$	$Q_{NCmax} = 5.540,000 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 68,094 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{max} = 73,509 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 22,322 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba		

Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoj		
najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Vir: Sonč.sev. 12 Vir: Trdn.bio. 80 Vir: Skupaj: 92	DA
Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoj		
najmanj 25% potrebne energije je iz sončnega obsevanja	19	NE
najmanj 30% potrebne energije je iz plinaste biomase		
najmanj 50% potrebne energije je iz trdne biomase	100	DA
najmanj 70% potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja		

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom	100	DA
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja		
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto uporabne površine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	93	NE
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov

Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe 1- stanovanjska stavba):	$Q_p/A_v = 37,058 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov

Letni izpusti CO ₂ :	623,52 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	5,627 kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	1,845 kg/m ³ a

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

za PGD

Investitor	Danilo Krajnc, Lahova ulica 1, Maribor
Stavba	DIPLOMSKA NALOGA SLABA IZOLACIJA
Lokacija stavbe	MARIBOR, Lahova ulica 1, Maribor
Katastrska občina	TEZNO
Parcelna(e) številka(e)	1792
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X (N) = 154768 km Y (E) = 552079 km
Vrsta stavbe	Šifra: 11100 Enostanovanjske stavbe
Etažnost	do tri etaže

Projektant	
Odgovorni vodja projekta	
Izdelovalec izkaza	Marko Purg
Izdelano na podlagi elaborata	Projektna naloga, 28.03.2016
Datum izdelave izkaza	28.03.2016
Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba ne dosega predpisane ravni učinkovite rabe energije.	
Podpis izdelovalca izkaza:	

Neto uporabna površina stavbe	$A_U = 110,80 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 338,00 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A = 405,99 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_o = A/V_e = 1,20 \text{ m}^{-1}$

Temperaturni primanjkljaj (za ogrevanje)	$DD = 3.300,00 \text{ K dni}$
Temperaturni presežek (za hlajenje)	$DH = 0,00 \text{ K ur}$
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka T_L	$T_L = 9,9 \text{ }^\circ\text{C}$

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe					
Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	$U(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	$U_{\text{max}} (\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	
ZUNANJA STENA	S, 90	63,03	0,45	0,28	
ZUNANJA STENA	V, 90	49,45	0,45	0,28	
ZUNANJA STENA	J, 90	54,56	0,45	0,28	
ZUNANJA STENA	Z, 90	47,74	0,45	0,28	
RAVNA STREHA	, 0	77,39	0,26	0,20	
VHODNA VRATA	S, 90	3,72	1,55	1,60	
tla na terenu - IZOLACIJA V HORIZONTALNEM DELU		76,44	0,85	0,35	
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m^2)	U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	U_{max} ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
OKNO	S, 90	3,41	1,28	1,30	0,05
OKNO	V, 90	6,47	1,28	1,30	0,05
OKNO	J, 90	15,60	1,28	1,30	0,05
OKNO	Z, 90	8,18	1,28	1,30	0,05

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, računalniškimi simulacijami - na poenostavljeni način	
Koeficient specifičnih transmissijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,475 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 5.037,383 \text{ kWh}$	$Q_{pmax} = 25.634,705 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 12.429,855 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 8.144,823 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 11,521 \text{ kWh}$	$Q_{NCmax} = 5.540,000 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 112,183 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{max} = 73,509 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 36,775 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba		

Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoj		
najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Vir: Sonč.sev. 8 Vir: Trdn.bio. 87 Vir: Skupaj: 95	DA
Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoj		
najmanj 25% potrebne energije je iz sončnega obsevanja	12	NE
najmanj 30% potrebne energije je iz plinaste biomase		
najmanj 50% potrebne energije je iz trdne biomase	100	DA
najmanj 70% potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja		

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom	100	DA
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja		
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto uporabne površine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	153	NE
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

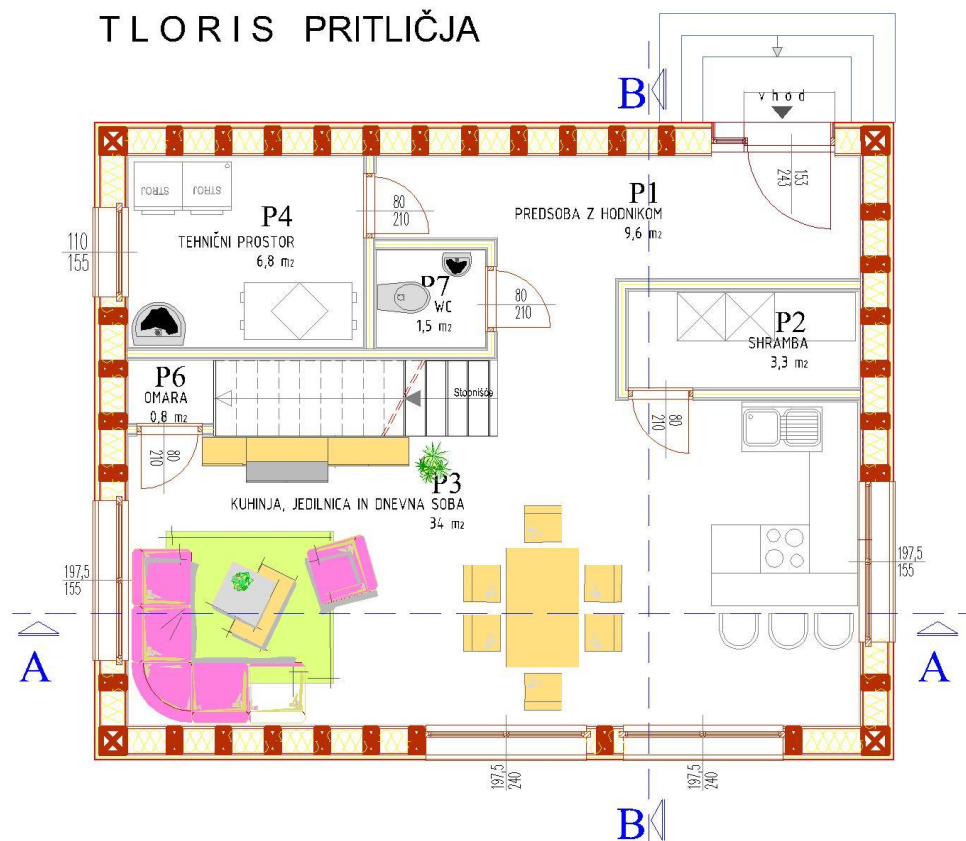
Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov

Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe 1- stanovanjska stavba):	$Q_p/A_v = 45,464 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov

Letni izpusti CO ₂ :	651,17 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	5,877 kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	1,927 kg/m ³ a

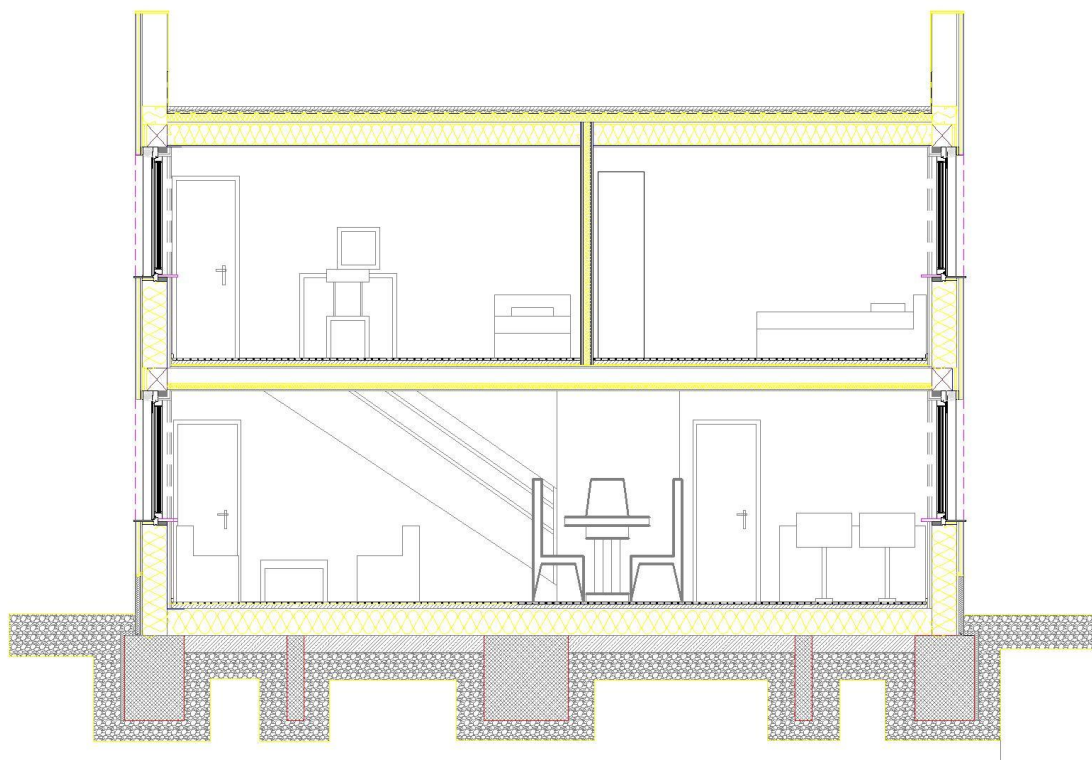
TLORIS PRITLIČJA



TLORIS PRVE ETAŽE



PREREZ A - A



PREREZ A - A

