

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

V zbirki je izvorna različica izdajatelja.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

University
of Ljubljana
Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is a publisher's version PDF file.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

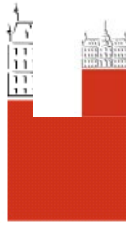
Moličnik, K. 2016. Energetska prenova leta 1869 zgrajene domačije. Diplomaska naloga. Energy renovation of a homestead built in 1869. Graduation thesis. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 42 str. (mentor: doc. dr. Mitja Košir, somentor: assist. Luka Pajek).

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/6182/>

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*

Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
GRADBENIŠTVO

Kandidatka:

KAJA MOLIČNIK

**ENERGETSKA PRENOVA LETA 1869 ZGRAJENE
DOMAČIJE**

Diplomska naloga št.: 250/B-GR

**ENERGY RENOVATION OF A HOMESTEAD BULIET
IN1969**

Graduation thesis No.: 250/B-GR

Mentor:

doc. dr. Mitja Košir

Predsednik komisije:

doc. dr. Drago Saje

Somentor:

asist. Luka Pajek

Član komisije:

Ljubljana, 13.09.2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

»Ta stran je namenoma prazna.«

IZJAVA

Spodaj podpisana študentka Kaja Moličnik, vpisna številka 26109855, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Energetska prenova leta 1869 zgrajene domačije

IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;

b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V/Na: Ljubljani

Datum:14.07.2016

Podpis študenta/-ke:

»Ta stran je namenoma prazna.«

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 620.9:728.6(497.4)(043.2)

Avtor: Kaja Moličnik

Mentor: doc. dr. Mitja Košir, u.d.i.a.

Somentor: asist. Luka Pajek, m.i.s.

Naslov: Energetska prenova leta 1869 zgrajene domačine

Obseg in oprema: XIV, 42 str., 38 pregl., 22 sl.

Ključne besede: energetska prenova, osončenje

Izvleček

V diplomski nalogi smo predlagali način energetske prenove stare domačije, ki je bila zgrajena leta 1869. S pomočjo meritev in pregleda konstrukcijskih sklopov, smo pripravili načrte ter opisali trenutno stanje domačije. S pomočjo spletnega mesta www.u-wert.net, smo izračunali toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov. S pridobljenimi rezultati in geometrijskimi značilnostmi stavbe, smo izdelali energetske bilanco trenutnega stanja. Energetska bilanca je bila izvedena s pomočjo programskega orodja TOST, ki je namenjen izračunu energetske bilance stavbe po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah, upoštevajoč SIST EN ISO 13790 in TSG-1-004:2010. Energetska bilanca trenutnega stanja ni bila ustrezna, rezultati so bili pričakovani. Pred pripravo energetske prenove smo izvedli analizo osončenosti stavbnega ovoja. Analizo osončenosti smo izvedli s programskim orodjem SketchUp, v katerem s pomočjo zemljevidov s spletnega mesta maps.google.com in vmesnikom LSS Chronolux, analiziramo vpad direktnega sončnega sevanja, na izbrane točke stavbnega ovoja. Po analizi osončenosti smo pripravili predlog energetske prenove stare domačije. Energetske prenove smo izvedli tako, da smo izboljšali energetske učinkovitost stavbe ter v čim večji meri ohranili trenutni izgled domačije. Energetske bilanco smo računali na dva načina – odvisno od lege toplotne izolacije v stavbnem ovoju (znotraj, zunaj). S predlogom energetske prenove, smo izboljšali energetske učinkovitost stavbe. Energetska bilanca v primeru položaja toplotne izolacije zunaj in v primeru položaja toplotne izolacije znotraj je bila ustrezna. Spremembe so bile majhne - v območju okvirno desetih odstotkov.

»Ta stran je namenoma prazna.«

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 620.9:728.6(497.4)(043.2)

Author: Kaja Moličnik

Supervisor: assoc. prof. Mitja Košir

Cosupervisor: assist. Luka Pajek

Title: Energy renovation of a homestead built in 1869

Notes: XIV, 42 p., 38 tab., 22 fig.

Key words: energetic renovation, insolation

Abstract

In the graduate thesis, we made a preposition of energetic renovation of an old homestead, which was built in 1869. A preliminary study was carried out to assess the situation. We took measurements of the building, which we have used in the preparation of plans and construction sets. With the help of the web site www.u-wert.net, we made an analysis of the energy balance. After the analysis of the current materials and with the help of the geometrical characteristics, we made an analysis of the energy performance. Energy performance calculations were carried out with the help of a software tool known as TOST, which is devoted to calculate energy balance of a building by PURES 2010, SIST EN ISO 13790 and TSG-1-004:2010. The energy performance of the current situation was not appropriate, the results were expected. After the energy performance calculations, we made the analysis of insolation with software tool SketchUp LSS Chronolux. With its help we analysed the effects of insolation at chosen points on building envelope. After the analysis of insolation, we prepared a preposition of energy renovation of the old homestead. We carried out energy renovation with energy efficiency improvements and retained the current appearance of the homestead in the best possible way. We calculated the energy performance for two different modes – depending on the position of the thermal isolation within the exterior wall. With preposition of energy renovation we improved energy efficiency of the building. Energy performance of both cases – position of thermal isolation on the outside or on the inside was suitable, differences were small - approximately ten percent.

»Ta stran je namenoma prazna.«

ZAHVALA

Za strokovno pomoč in nasvete pri pisanju diplomske naloge se zahvaljujem mentorju doc. dr. Mitji Koširju in somentorju asist. Luku Pajku.

Posebna zahvala pa gre moji družini, prijateljem in sošolcem za vso podporo in pomoč tekom celotnega študija.

»Ta stran je namenoma prazna.«

KAZALO VSEBINE:

IZJAVA	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	V
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	VII
ZAHVALA	IX
KRATICE	XIV
1 UVOD	1
1.1 ARHITEKTURNA IDENTITETA OBJEKTA	2
1.2 OPIS DOMAČIJE.....	6
1.3 NAČRTI IN DIMENZIJE HIŠE.....	7
2 ZAKONODAJA IN REGULATIVE	9
3 TRENUTNO STANJE STAVBNEGA OVOJA	10
3.1 KONSTRUKCIJSKI SKLOPI.....	10
4 ENERGETSKA BILANCA TRENUTNEGA STANJA	16
4.1 PREDSTAVITEV PROGRAMSKEGA ORODJA TOST.....	16
5 VPLIV OSONČENOSTI	22
5.1 PRIPRAVA NA ANALIZO	22
5.2 IZBOR TOČK.....	23
5.3 Rezultati – PRIMER 1:.....	24
5.4 Rezultati – PRIMER 2.....	26
6 PRENOVA	27
6. 1 KONSTRUKCIJSKI SKLOPI.....	27
7 ENERGETSKA BILANCA PRENOVLJENEGA OBJEKTA	34
8 ZAKLJUČEK	39
VIRI	41

KAZALO SLIK

Slika 1: Domačija iz leta 1869	1
Slika 2: Model nastajanja arhitekturnih krajin [2]	2
Slika 3: Naselje situirano v sredini doline [3].....	3
Slika 4: Slika prikazuje potek poselitve v Zgornji Savinjski dolini, označen je z rdečo barvo [4]	3
Slika 5: VZOREC A [3].....	4
Slika 6: VZOREC B [3].....	4
Slika 7: VZOREC C [3]	4
Slika 8: Zgoščeno naselje [3].....	5
Slika 9: Prihova, kraj, kjer se nahaja moj objekt [4].....	5

Slika 10: Slika levo je prikaz podolgovatega tlorisa iz literature [3], desno označeno z rdečo prvotni tloris objekta, ki je bil podolgovat.....	5
Slika 11: Bobrovci, slika iz literature levo [3] in slika obravnavanega objekta desno.	6
Slika 12: Prikaz položaja domačije, glede na del občine Nazarje. [4]	6
Slika 13: Načrt za prikaz dimenzij objekta, M 1:150.....	7
Slika 14: Prerez prikazan na sliki 13, M 1:100	7
Slika 15: Klimatski podatki za lokacijo obravnavanega objekta [8].....	17
Slika 16: Simbolični slik ogrevanih in neogrevanih con	17
Slika 18: Levo je shema za preučevanje osončenosti, ko vsa drevesa ozelenela; desno pa shema za preučevanje osončenosti, ko listavcem odpadejo listi [12]	22
Slika 18: Prikaz točk iz analize osončenosti, M 1:150	23
Slika 20: Ekvinokcij.....	24
Slika 21: Poletni solsticij	24
Slika 22: Zimski solsticij	24

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Dimenzije objekta	8
Preglednica 2: Stena zidana iz kamna	10
Preglednica 3: Stena zidana iz opečnih zidakov	11
Preglednica 4: Tla na terenu	12
Preglednica 5: Streha.....	13
Preglednica 6: Medetažna konstrukcija proti podstrešju	15
Preglednica 7: Mejne vrednosti [10].....	16
Preglednica 8: Parametri energenta lesena biomasa	16
Preglednica 9: Koordinati objekta [11].....	17
Preglednica 10: Podatki o ogrevanih conah	18
Preglednica 11: Podatki o prezračevanju	18
Preglednica 12: Zunanje stene.....	19
Preglednica 13: Streha	19
Preglednica 14: Površine elementov	19
Preglednica 15: Specifikacije oken [10].....	19
Preglednica 16: Tla na terenu.....	20
Preglednica 17	20
Preglednica 18: Energetska bilanca trenutnega stanja	20
Preglednica 19: Osončenost, primer 1	24
Preglednica 20: Primerjava osončenosti, ko imamo drevesa in ko jih nimamo	26
Preglednica 21: Stena zidana iz kamna, TI zunaj	27
Preglednica 22: Stena zidana iz kamna, izolacija znotraj	28
Preglednica 23: Stena zidana iz zidakov	29
Preglednica 24: Stena zidana iz zidakov	30
Preglednica 25: Tla na terenu.....	31
Preglednica 26: medetažna konstrukcija	33
Preglednica 27: Parametri ogrevanja	34
Preglednica 28: Parametri tople vode	34

Preglednica 29: Prostornine in površine glede na lego TI	34
Preglednica 30: Urna izmenjava zraka z zunanjim okoljem	35
Preglednica 31: Zunanje stene.....	35
Preglednica 32: Streha	35
Preglednica 33: Specifikacije oken [10]	35
Preglednica 34: Tla na terenu	36
Preglednica 35: TI zunaj, PRIMER a.....	36
Preglednica 36: TI znotraj, PRIMER b.	36
Preglednica 37: Energetska bilanca predloga prenove – TI zunaj	37
Preglednica 38: Energetska bilanca obstoječega stanja – TI znotraj.....	38

KRATICE

PURES Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah

SIST Slovenski inštitut za standardizacijo

TI Toplotna izolacija

1 UVOD

Stare stavbe so naša kulturna dediščina, v katerih so svoja znanja pustili tesarji, stavbarji, kiparji, slikarji, torej vsi, ki so sodelovali pri gradnji objekta. Poleg tega, da so stare stavbe naša kulturna dediščina imamo še en vidik – to je trajnost. V preteklosti so gradili stavbe iz materialov, ki so jih dobili v naravi. Pri ohranjanju kulturne dediščine imamo na voljo dve poti. Staro hišo lahko porušimo in zgradimo repliko stare hiše, tako da uporabimo enake materiale kot so bili v stari hiši. Druga pot pa je, da stare hiše v primerih, ko niso dotrajane ohranimo ter obnovimo.

Kulturna dediščina je pomemben faktor, saj Evropska unija kot protiutež globalizaciji zelo spodbuja ohranitev kulturne raznolikosti, med katero spada tudi stavbna dediščina. Globalizacija se v naši družbi čuti na različnih področjih, eno od področij je tudi arhitektura. Kakovostne arhitekture je v Sloveniji relativno malo. Težava so predvsem novogradnje, ki so nastale v zadnjih štiridesetih letih. Problem omenjenih novogradenj je bila samogradnja brez prisotnosti arhitekta, ob hkratnem neupoštevanju naravnih danosti okolja ter zanemarjanju tradicionalnih vzorcev. Cilj ohranjanja kulturne dediščine ni v tem, da gradimo objekte identične starim, vendar želimo tradicionalne vzorce ter način gradnje smiselno uporabiti pri novogradnjah, tako na nivoju oblikovanja, kot na nivoju tehnoloških rešitev.

Arhitektka in profesorica na ljubljanski fakulteti za arhitekturo dr. Živa Deu pravi: *"Poznam nekoga, ki je začel prenavljati staro hišo, vendar v zelo slabem stanju, zelo uničeno. Vaščani so ga imeli za norega. Uspela mu je res kakovostna prenova, hiša je kar zažarela, lastnik pa je povedal, da je bila naložba manjša, kot če bi zgradil primerljivo veliko novogradnjo. A vaščani so še vedno govorili, da živi v stari hiši. V tujini je precej drugače, tam je prav stara hiša statusni simbol. Se pa mišljenje počasi spreminja, ljudje se pogosteje opogumijo za prenavo. Poznam celo primere, ko se odločijo hišo, ki je bila zgrajena v 60. ali 70. letih prejšnjega stoletja tako na horuk, z vaškim znanjem in rokami, porušiti in obnoviti staro, ki stoji na istem dvorišču in je desetletja samevala, zdaj pa so ugotovili, da so v njej zaradi naravnih gradiv boljše klimatske razmere, da ima svoj čar, je celo bolj prostorna, uporabna."*
[1]

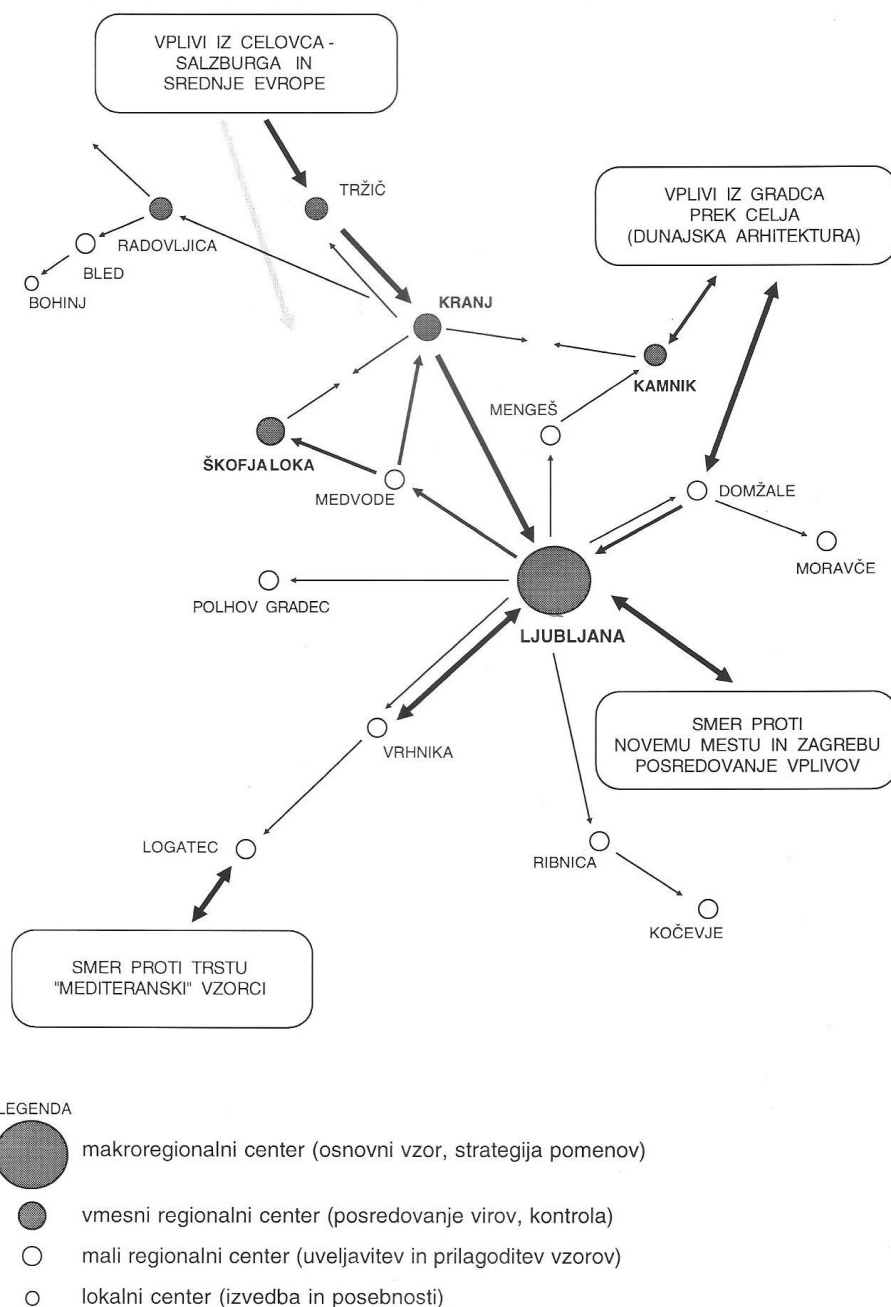
V okviru diplomske naloge bom predlagala prenavo domačije iz leta 1869. Gradiva na objektu niso dotrajana (vidno na Sliki 1), zaradi tega je v mojem primeru prenova mogoča. Cilj diplomske naloge je, da ohranim izgled domačije, obenem pa naredim energetske varčen objekt. Najprej bom preverila kakšna je toplotna prehodnost konstrukcijskih sklopov. Na podlagi trenutnega stanja, bom izvedla energetske bilanco. Predvidevam, da domačija v trenutnem stanju ni energetske varčna. Prav tako predvidevam, da so trenutni konstrukcijski sklopi slabi z gledišča toplotne zaščite. Moja naloga je, da preučim trenutno stanje in predlagam smiselno prenavo trenutnega stanja tako, da bo objekt energetske varčen ter prijeten za bivanje.



Slika 1: Domačija iz leta 1869

1.1 ARHITEKTURNA IDENTITETA OBJEKTA

S pomočjo knjig o arhitekturni identiteti, prva je Glosar arhitekturne tipologije [3], druga pa Arhitekturne krajine in regije Slovenije [2], bom opisala arhitekturno identiteto regije v kateri se nahaja domačija, ki jo prenavljam ter umestila hišo v pravilen vzorec. V obdobju, ki ga obravnavam so bile hiše tipske, značilne so bile za vsako regijo ter podregijo posebej. Grajene so bile sistematično, glede na potrebe ljudi, glede na prostor kjer so bile grajene.



Slika 2: Model nastajanja arhitekturnih krajin [2]

Slika 2 prikazuje model nastajanja arhitekturnih krajin. Iz omenjenega modela je razvidno, pod katerim vplivom so se v preteklosti razvile posamezne regije. Domačija, ki jo v diplomski nalogi obravnavam leži v Zgornji Savinski dolini, natančneje v kraju Nazarje. Kot vidimo iz modela nastajanja arhitekturnih krajin (Slika 2), se je regija obravnavane domačije razvila pod vplivom tako imenovane Dunajske arhitekture. Dunajska arhitektura se je prenesla iz Gradca in se preko Celja razširila še v Domžale ter Kamnik.

Glede na dano gradivo leži obravnavani objekt v arhitekturni regiji: Savinjsko – Kozjanska, ter v arhitekturni krajini: Gornja Savinjska dolina.

V obravnavani arhitekturni krajini naselja so oblikovana na dva načina:

- Naselja ležijo ob robu doline, razpostavljena so strnjeno in nepravilno.
- Naselja so nepravilno razraščena po ravnini sredi dolin.



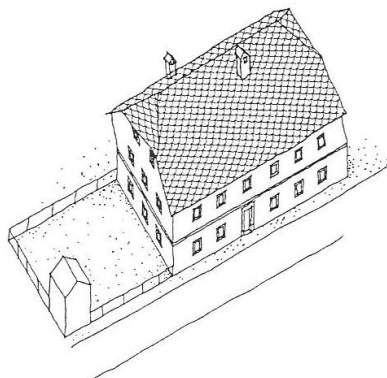
Slika 3: Naselje situirano v sredini doline [3]



Slika 4: Slika prikazuje potek poselitve v Zgornji Savinjski dolini, označen je z rdečo barvo [4]

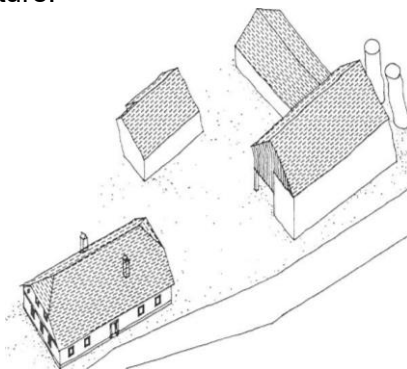
Objekt, ki ga obravnavam je domačija. Za Savinjsko dolino so značilne tri vrste domačij:

- VZOREC A: Značilno je, da so domačije v gručah. Tlorisi so podolgovati, stavbe so zidane in pritlične, z mansardami nad vhodi. Za objekte so značilne dvokapne strehe, ki so strme, s čopi ali brez. Prevladujoča kritina so bobrovci ali zarezniki. Arhitekturni detajli so skromni.



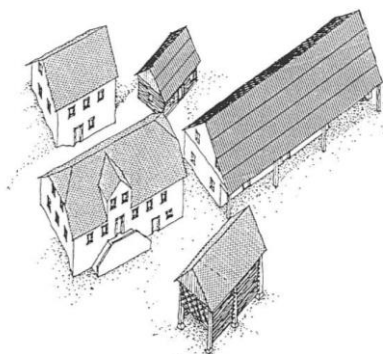
Slika 5: VZOREC A [3]

- VZOREC B: Domačije so v gručah. Značilna so velika gospodarska poslopja. Prevladujoči so podolgovati tlorisi. Stavbe so zidane in nadstropne. Strehe so dvokapne in strme, lahko so s čopi ali brez. Značilna kritina so bobrovci. Čuti se močen vpliv "trške" arhitekture.



Slika 6: VZOREC B [3]

- VZOREC C: Pri VZORCU C se pojavlja tip samotne kmetije v pobočju. Tlorisi so podolgovati, hiše so zidane, lahko pa tudi deloma lesene. Izrabljena imajo podstrešja ali mansarde. Značilne so dvokapne, strme strehe, s čopi ali brez. Prevladujoča kritina so zarezniki. Arhitekturni detajli so skromni.

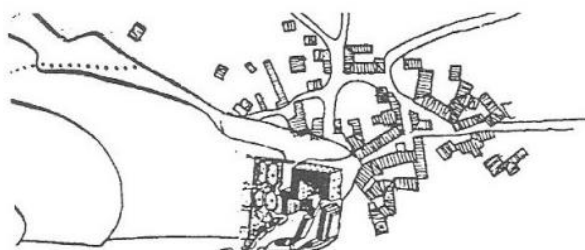


Slika 7: VZOREC C [3]

Domačijo, ki jo obravnavam sem umestila pod VZOREC A. Za njo veljajo vse opisane značilnosti. Domačija se nahaja v zgoščnem naselju – naselje Prihova (Slika 9). Hiša je pritlična, s podolgovatim tlorisom (Slika 10). Značilna kritina so bobrovci (Slika 11).

Prilagam še slike (slika 8, 9, 10, 11), z opisi, ki prikazujejo značilnosti območja objekta in samega objekta:

- STRNJENO (ZGOŠČENO) NASELJE – Naselje je brez podaljškov. Grajeno je kot strnjena celota, posamezne domačije se med seboj stiskajo (slika 8, 9).

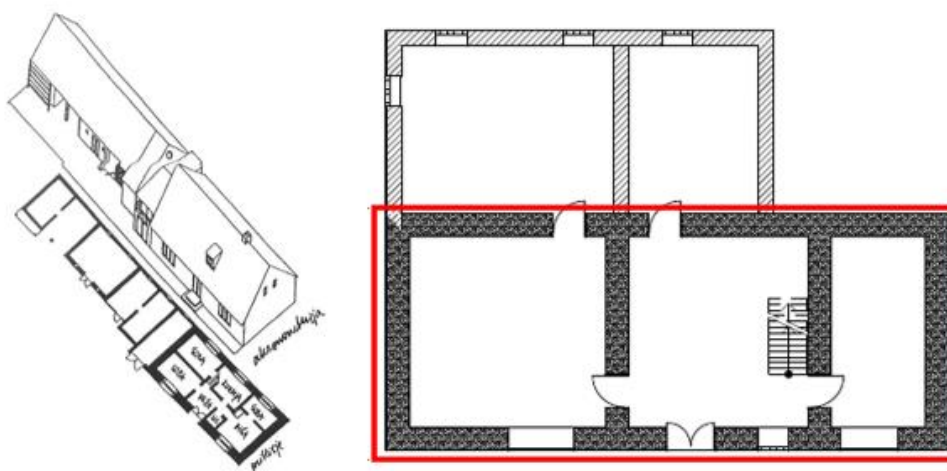


Slika 8: Zgoščeno naselje [3]



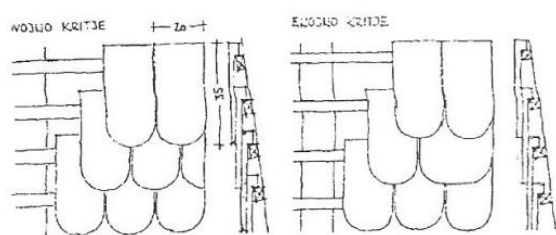
Slika 9: Prihova, kraj, kjer se nahaja moj objekt [4]

- PODOLGOVATI TLORIS – Prikazan je značilen podolgovat tloris prvotno zidane domačije (Slika 10).



Slika 10: Slika levo je prikaz podolgovatega tlorisa iz literature [3], desno označeno z rdečo prvotni tloris objekta, ki je bil podolgovat

- BOBROVCI – Za domačijo je značilna kritina bobrovec, saj je streha strma in je to zanjo najprimernejša kritina (slika 11).



Slika 11: Bobrovci, slika iz literature levo [3] in slika obravnavanega objekta desno.

1.2 OPIS DOMAČIJE

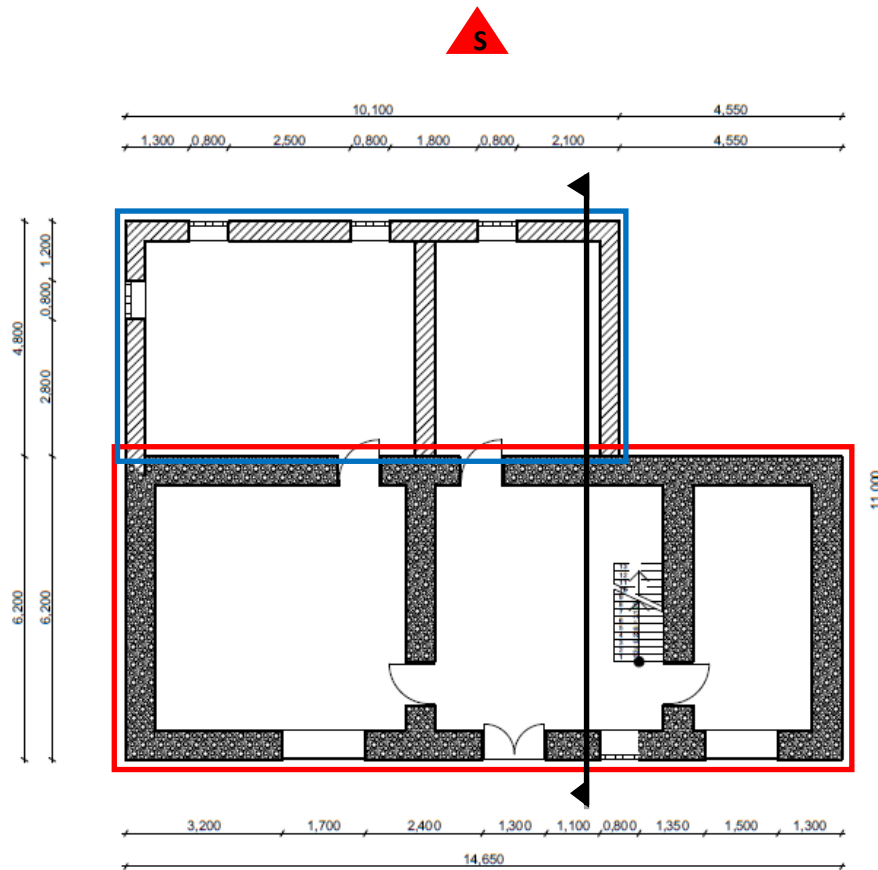
Domačija leži v občini Nazarje (slika 12), natančneje na Prihovi. Na posestvu kjer domačija leži, se nahajajo še drugi objekti. Vzhodno od obravnavane domačije se nahaja dvonadstropna hiša, ki je bila zgrajena leta 1964. Pred pričetkom gradnje, se je na tem mestu nahajala njiva, ki so jo zaradi gradnje zmanjšali. Na južni strani leži enonadstropna hiša, ki je bila zgrajena leta 1991. Na mestu kjer je zgrajena enonadstropna hiša, se je pred letom 1991 nahajal kozolec, ki je spadal v sklop domačije. Kozolec je bil leta 1990 podrt.



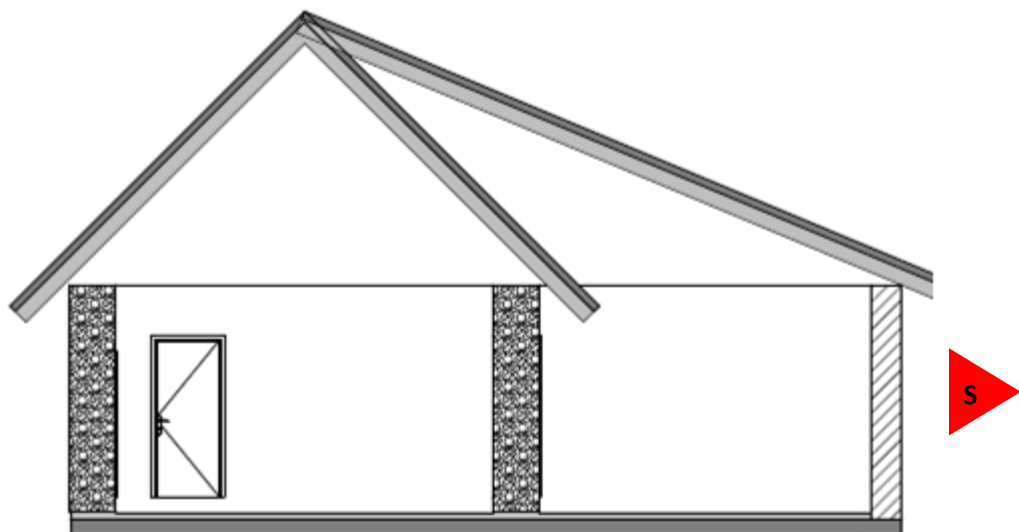
Slika 12: Prikaz položaja domačije, glede na del občine Nazarje. [4]

1.3 NAČRTI IN DIMENZIJE HIŠE

Na načrtu (Slika 13) je z rdečo barvo označen prvotni del objekta (grajen leta 1869), ki je zidan iz kamna. Z modro barvo pa je označen prizidan del (grajen leta 1946), ki je zidan iz opečnih zidakov.










Slika 13: Načrt za prikaz dimenzij objekta, M 1:150



Slika 14: Prerez prikazan na sliki 13, M 1:100

Sliki 13 in 14 prikazujeta tloris, ter prerez stavbe, ki jo obravnavam. Nekaterih dimenzij na slikah zaradi preglednosti nisem prikazala, zaradi tega, so podatki prikazani v preglednici 1.

Preglednica 1: Dimenzije objekta

	DEBELINA STENE [cm]	OKENSKE ODPRTINE [m ²]	POVRŠINA NETRANSARENTEGA DELA STEN PRITLIČJA [m ²]
STENA PROTI JUGU 	60	7,25	33,77
STENA PROTI ZAHODU			
- Kamniti del 	60	/	17,36
- Zidani del 	40	0,8	12,64
STENA PROTI SEVERU			
- Kamniti del 	60	/	12,74
- Zidani del 	40	2,4	25,88
STENA PROTI VZHODU			
- Kamniti del 	60	/	17,36
- Zidani del 	40	/	13,44
VIŠINA HIŠE [m]	2,800		
VIŠINA STREHE (od tal) [m]	5,300		
UPORABNA POVRŠINA [m ²]	103		
VOLUMEN [m ³]	288,4		

2 ZAKONODAJA IN REGULATIVE

PURES 2010, Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah [5] se uporablja pri gradnji novih stavb in rekonstrukciji stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v najmanj 25 odstotkov površine toplotnega ovoja, če je to tehnično izvedljivo. Pri rekonstrukciji stavbe oziroma posameznega dela, pri investicijskih in drugih vzdrževalnih delih, ali če se gradi ali rekonstruira stavba z bruto tlorisno površino, manjšo od 50 m², morajo biti dela izvedena tako, da so izpolnjene zahteve glede toplotne prehodnosti iz tabele 1 točke 3.1.1 tehnične smernice za graditev TSG-1-004 [6] Učinkovita raba energije. Toplotni ovoj stavbe in ločilnih elementov stavbe, želimo toplotno zaščititi tako, da se zmanjša prehod energije skozi površino toplotnega ovoja stavbe, prav tako se zmanjša podhlajevanje ali pregrevanje stavbe, zagotoviti je potrebno takšno sestavo gradbenih konstrukcij, da ne prihaja do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare, in potrebno je nadzorovati (uravnavati) zrakotesnost stavbe.

V sklopu PURES-a 2010 je bila izdana tudi tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije, ki določa ukrepe in rešitve za zadovoljitev zahtev pravilnika. TSG-1-004 sem v prvem odstavku omenila, saj je del, ki določa kako moramo toplotno zaščititi stavbo napisan glede na točko 3.1.1, ki se nahaja v Tehnični smernici.

Za analizo osončenosti sem iz tehnične smernice povzela odstavek iz strani 15., poglavje 2.2, odstavek (1), kjer so priporočila o tem koliko ur dnevno je potrebna osončenost stavbnega ovoja objekta. Ker je objekt že zgrajen se po tehnični smernici ne morem ravnati, lahko pa naredim primerjavo s priporočili iz tehnične smernice ter rezultati, ki jih bom dobila iz svoje študije osončenosti. Sončnemu sevanju izpostavljena površina zunanjšega ovoja stavbe mora biti osončena od povprečne višine 1 m nad terenom navzgor, v času zimskega solsticija (21.12.) najmanj 2 uri, v času ekvinokcija (21. 03. in 23. 09.), najmanj 4 ure in v času poletnega solsticija (21. 06.) najmanj 6 ur. Osončenost nam pove, koliko ur direktnega sončnega sevanja pade na ovoj stavbe v nekem časovnem obdobju.

3 TRENUTNO STANJE STAVBNEGA OVOJA

3.1 KONSTRUKCIJSKI SKLOPI

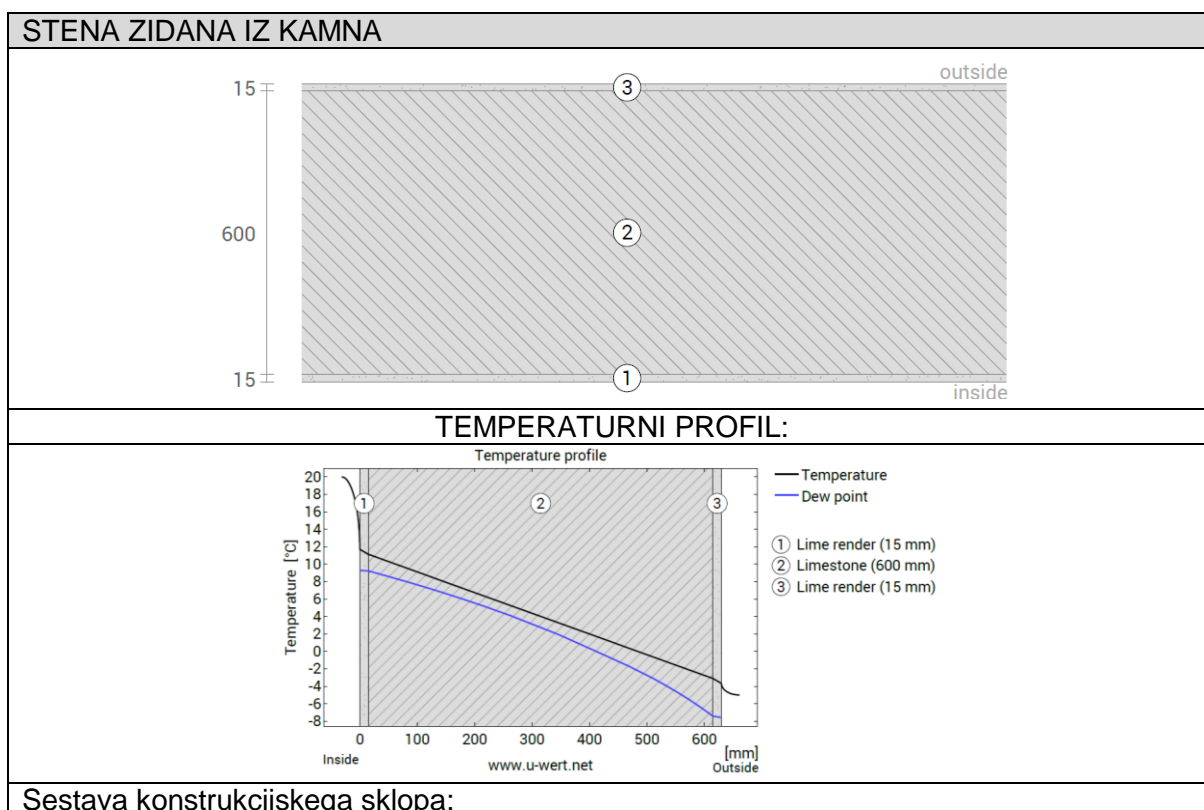
Poleg meritev dolžin in višin sten na objektu, sem pregledala še konstrukcijske sklope obstoječega objekta. Za vsak konstrukcijski sklop sem naredila preglednico in ga opisala z vsemi potrebnimi parametri.

Konstrukcijske sklope sem analizirala s pomočjo spletnega mesta [7] www.u-wert.net. Spletno mesto omogoča izbor ustreznega materiala ter izris konstrukcijskega sklopa. Poleg izrisa konstrukcijskega sklopa poda še sledeče rezultate: U faktor, temperaturo površine, fazni zamik, temperaturno amplitudo, nastanek ter mesto kondenzacije vodne pare in čas izsuševanja. Material, ki na spletnem mestu ni podan je stramit. Material in njegove lastnosti sem ročno vnesla. Parametre, ki sem jih potrebovala sem poiskala v Tehnični smernici [6].

- KONSTRUKCIJSKI SKLOP 1 – Stena zidana iz kamna

Prvotno zidana hiše je bila podolgovate oblike. Bila je v celoti zidana iz kamna. Na sliki 13, v poglavju 1.3, je z rdečo barvo označen del hiše, ki je zidan iz kamna. Hiša je bila zidana v letu 1869, zaradi tega ni toplotno izolirana. Kamnite stene so debele 60 cm, finalna obdelava pa je izvedena iz apnenega ometa. V preglednici 2, je prikazan konstrukcijski sklop stene zidane iz kamna. U faktor stene zidane iz kamna znaša 1,58 W/m²K, maksimalna dovoljena vrednost U faktorja v primeru sten po PURES 2010 pa znaša 0,28 W/m²K. Temperatura površine znaša 11,7°C, fazni zamik je 17 ur, temperaturna amplituda pa 56,8. Do pojava navlaževanja zaradi pojava kondenzacije vodne pare ne prihaja.

Preglednica 2: Stena zidana iz kamna



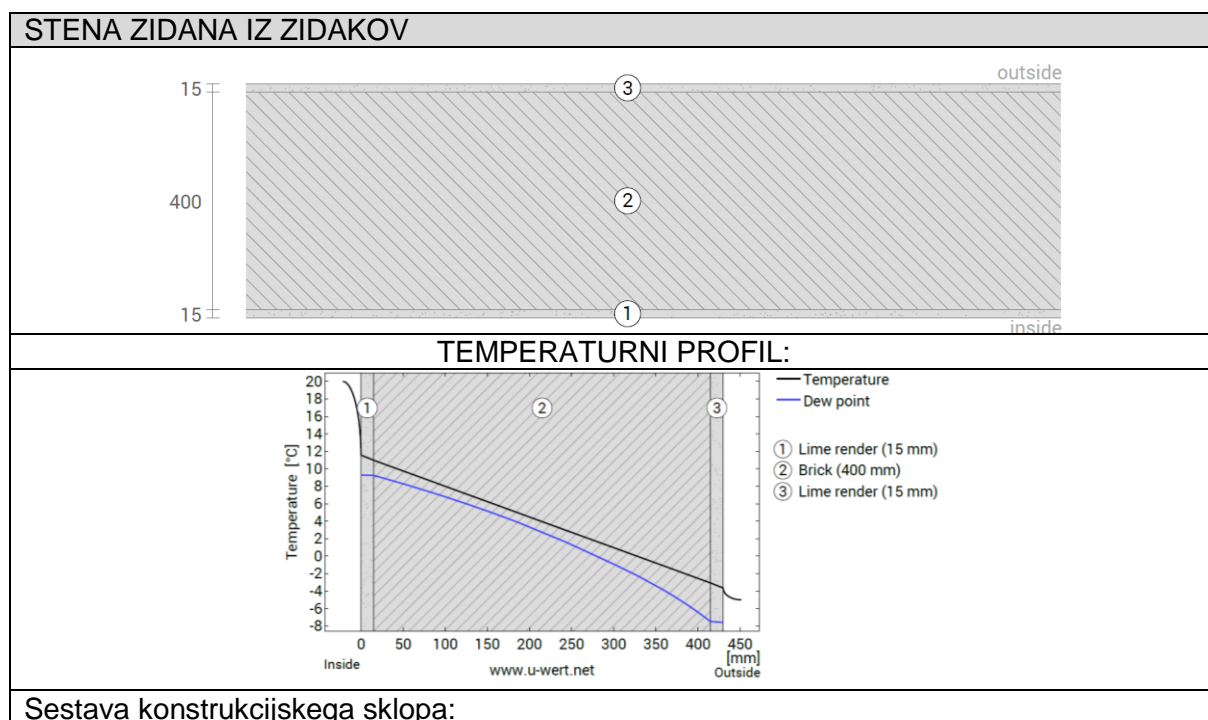
Nadaljevanje...

ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije [mm]	λ [W/mK]	E	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Apneni omet	15	0,87	0,9	10/10	1400	1000
2. Stena zidana iz kamna	600	1,4	0,9	40/40	2000	1000
3. Apneni omet	15	0,87	0,9	10/10	1400	1000
ZUNAJ (-5°C)						
Sistem NK	Ekso					
U-faktor [W/m ² K]	1,58					
T površine [°C]	11,7°C					
η [h]	17 h					
V [-]	56,8					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

- KONSTRUKCIJSKI SKLOP 2 – Stena zidana iz opečnih zidakov

Domačija, ki jo obravnavam je bila grajena v dveh različnih časovnih obdobjih. Prvotno je bila grajena iz kamna. Naknadno so zgradili prizidek, ki je obrnjen proti severu. Na sliki 13, v poglavju 1.3, je z modro barvo označen prizidani del. Prizidani del je bil grajen iz opečnih zidakov. Debelina zidu znaša 40 cm, finalna obdelava pa je izvedena iz apnenega ometa. U faktor stene znaša 1,61 W/m²K. Obstoječi faktor presega v PURES 2010 dovoljenega za skoraj sedemkrat. Temperatura površine je 11,6°C, fazni zamik znaša 17 ur, temperaturna amplituda pa 22,3. Do kondenzacije vodne pare ne pride.

Preglednica 3: Stena zidana iz opečnih zidakov



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

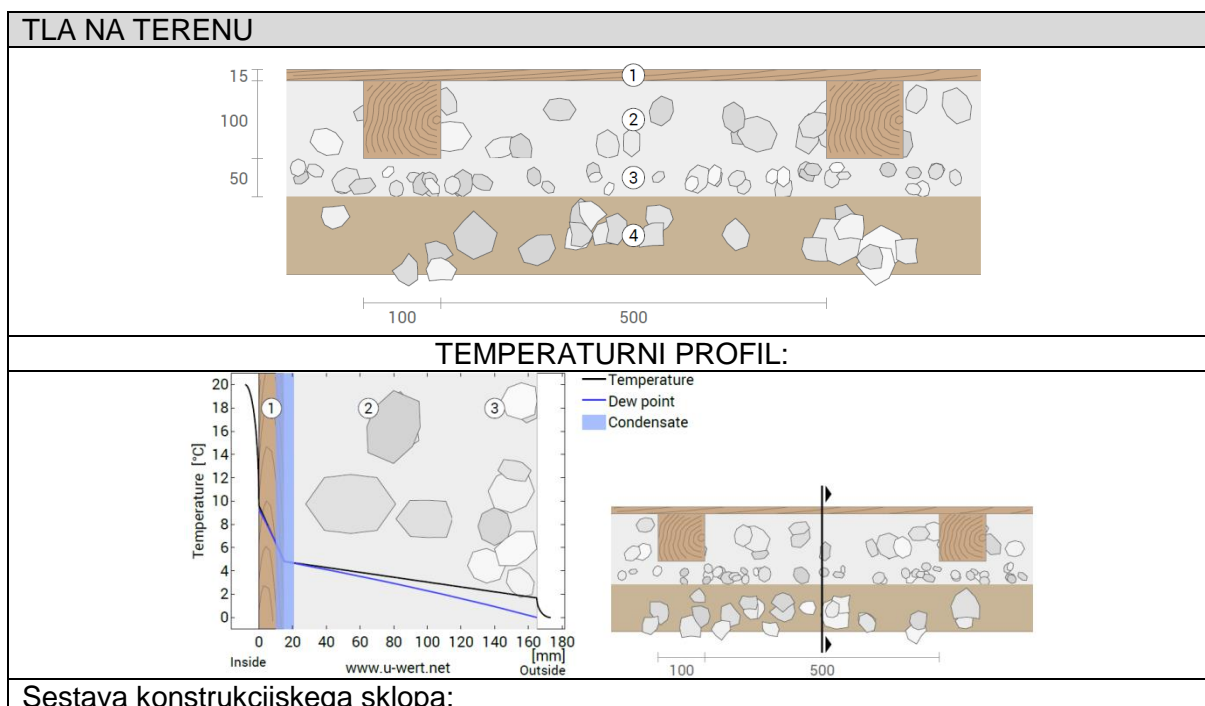
Nadaljevanje...

ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije [mm]	λ [W/mK]	ϵ	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Apneni omet	15	0,87	0,9	10/10	1400	1000
2. Stena zidana iz opečnih zidakov	400	0,96	0,9	50/100	2000	1000
3. Apneni omet	15	0,87	0,9	10/10	1400	1000
ZUNAJ (-5°C)						
Sistem NK	Ekso					
U-faktor [W/m ² K]	1,61					
T površine [°C]	11,6°C					
η [h]	17 h					
V [-]	22,3					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

- **KONSTRUKCIJSKI SKLOP 3** – Tla na terenu

Večino starih hiš ima lesena tla. V hiši, ki jo obravnavam so na nasutje položili lesene smrekove tramove, na katere so pritrdili lesene deske. Tla niso bila toplotno niti hidro izolirana. Pozimi so bila tla hladna, to so reševali tako, da so po tleh položili preproge. U faktor močno presega v PURES 2010 dovoljenega ($U_{max}=0,3$ W/m²K), trenutni znaša 2,57 W/m²K. Temperatura površine je 9,6°C. V primeru konstrukcijskega sklopa tal se srečamo s problemom kondenzacije vodne pare. Čas izsuševanja znaša 42 dni. Tla v hiši so dotrajana, vidno je gnitje, ki je posledica navlaževanja zaradi talne vlage in verjetno tudi kondenzacije vodne pare.

Preglednica 4: Tla na terenu



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

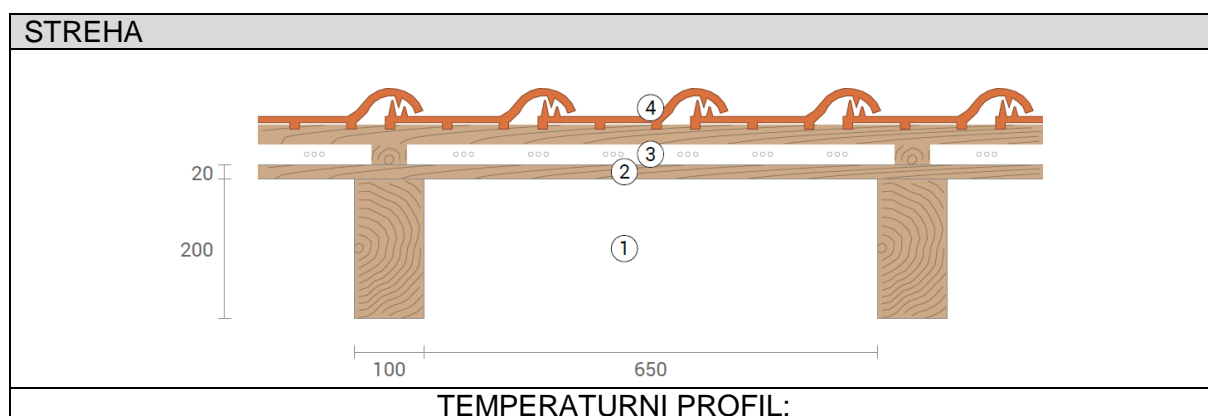
Nadaljevanje...

ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije	λ [W/mK]	ϵ	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Lesene deske (smrekov les)	15 mm	0,13	0,9	20/50	450	1600
2. Leseni tramovi, med njimi nasutje (smrekov les)	100x100 mm ²	0,13	0,9	20/50	450	1600
3. Nasutje	50 mm	2,00	0,9	50/50	2200	1000
4. Zemljina	/	/	/	/	/	/
ZUNAJ (0°C)						
Sistem NK	Endo					
U-faktor [W/m ² K]	2,57					
T površine [°C]	9,6°C					
η [h]	/					
V [-]	/					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	DA					
Sloj nastopa kondenzacije	Les					
Čas izsuševanja [dni]	42 dni					

- **KONSTRUKCIJSKI SKLOP 4 – Streha**

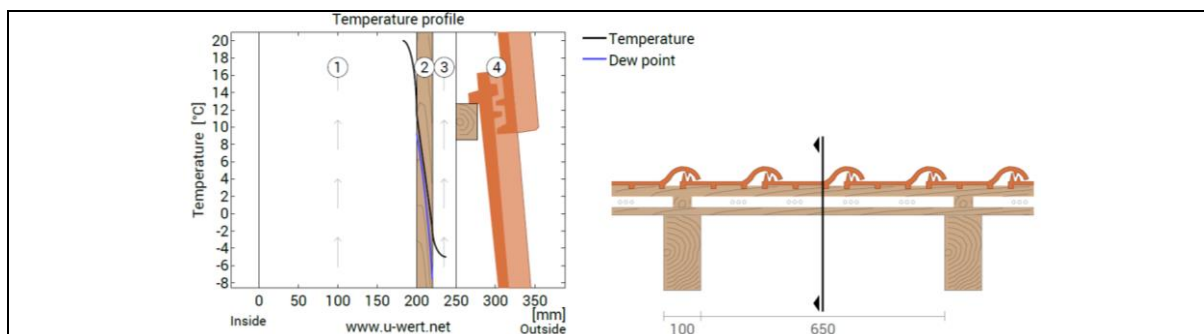
Streha, ki je prikazana v preglednici 5, je lesena, ter pokrita z bobrovci. V strehi je odprta lina, skozi katero je omogočen prehod zraka v notranjost, natančneje na podstrešje. Pod streho se nahaja prezračevano pohodno podstrešje, ki ni namenjeno bivanju. Ker je podstrešje prezračevano, streha ni toplotno izolirana. U faktor strehe znaša 2,83 W/m²K, temperatura površine je 11,5°C, fazni zamik 0,28 ure ter temperaturna amplituda 1,0. Do kondenzacije vodne pare ne pride, saj je podstrešje prezračevano, torej so zunanji ter notranji pogoji podobni.

Preglednica 5: Streha



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

Nadaljevanje...



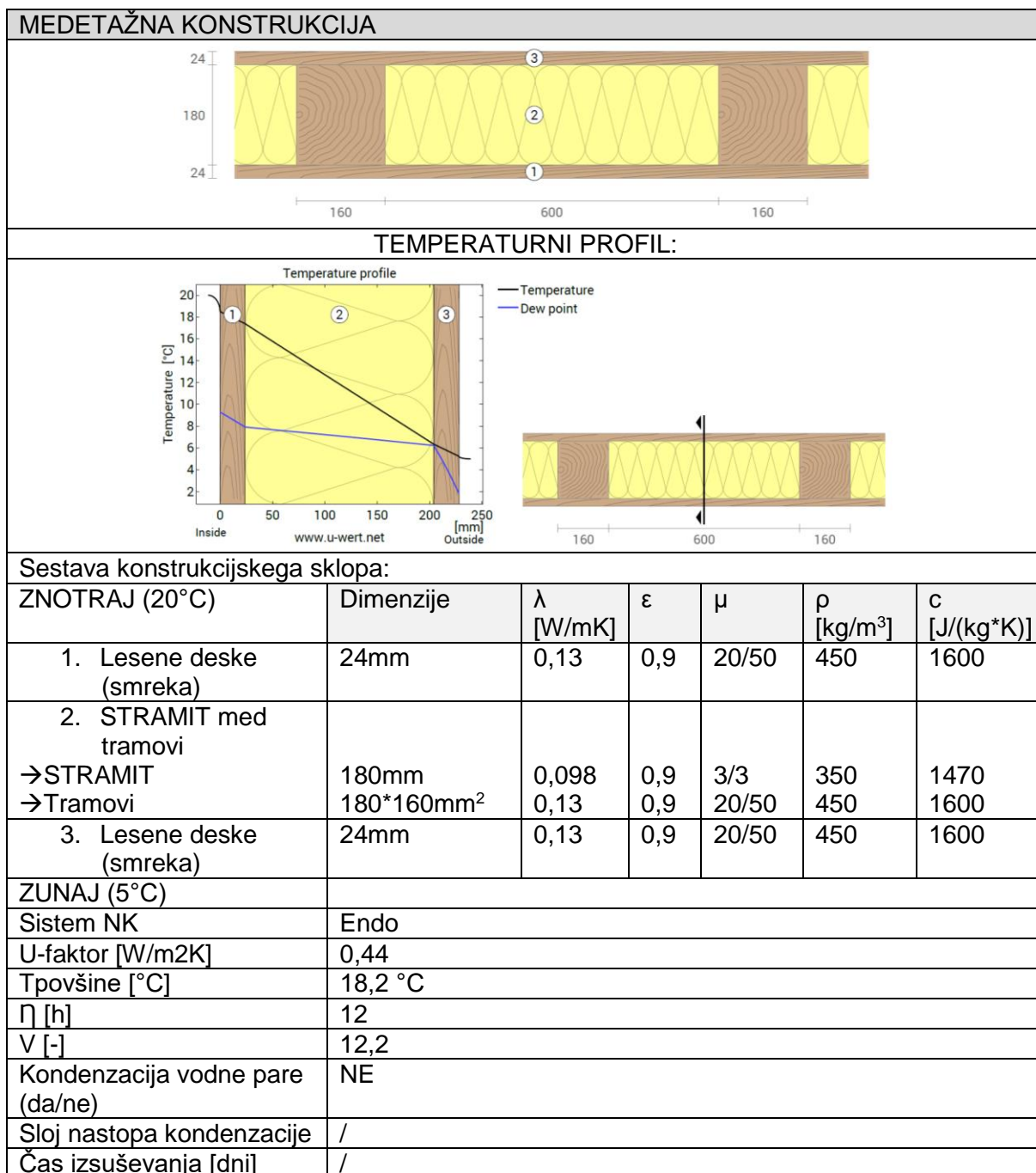
Sestava konstrukcijskega sklopa:

ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije	λ [W/mK]	ϵ	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Tramovi (smrekov les)	200x100mm ²	0,13	0,9	20/50	450	1600
2. Deske (smrekov les)	20mm	0,13	0,9	20/50	450	1600
3. Zračni kanal	20mm	-1,00	0,9	1/1	1,20	1000
4. Kritina – bobrovci z letvami	103mm	0,75	0,93	5/10	500	840
ZUNAJ (-5°C)						
Sistem NK	Endo					
U-faktor [W/m ² K]	2,83					
Tpovršine [°C]	11,5°C					
η [h]	0,28					
V [-]	1,0					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

- KONSTRUKCIJSKI SKLOP 5 - Medetažna konstrukcija proti podstrešju

Medetažna konstrukcija se nahaja med pritličjem ter podstrešjem. Podstrešje je prezračevano, torej je medetažna konstrukcija tista, ki ščiti pritličje pred mrazom in toploto. Nosilna konstrukcija je iz lesa. Med lesenimi tramovi je položen stramit. Stramit je material, ki so ga uporabljali pri gradnji hiš v preteklosti. Narejen je iz slame, njegov namen je toplotna izolacija. U faktor medetažne konstrukcije je v primerjavi z drugimi konstrukcijskimi sklopi ugodnejši. Znaša 0,44 W/m²K, kljub temu presega v PURES 2010 dovoljeno vrednost ($U_{max}=0,2$ W/m²K). Temperatura površine znaša 18,2°C, fazni zamik je 12 ur, temperaturna amplituda je 12,2. Do kondenzacije vodne pare ne prihaja.

Preglednica 6: Medetažna konstrukcija proti podstrešju



4 ENERGETSKA BILANCA TRENUTNEGA STANJA

4.1 PREDSTAVITEV PROGRAMSKEGA ORODJA TOST

Programsko orodje TOST [8] je narejeno tako, da izračuna podatke, ki so potrebni za končno poročilo v skladu s SIST EN ISO 13790 [9], oziroma tako, da so končni podatki dokaz o ustreznosti s PURES 2010 [5]. S programskim orodjem lahko izračunamo porabo toplote za ogrevanje bivalnih in nebivalnih stavb in sicer po mesečni metodi. Izračune lahko naredimo glede na štiri različna časovna obdobja – dan, noč, vikend in obdobje nezasedenosti. V izračune lahko vključimo tudi posebne elemente ovoja, kot so: steklenjaki, prezračevani ogrevani elementi ovoja, netransparentni elementi s transparentno izolacijo ter zbiralno shranjevalne stene. Program upošteva le horizontalne in vertikalne površine. Program je omejen na določeno število temperaturnih con in njihovih elementov.

4.2 DELO S PROGRAMOM TOST

S programskim orodjem TOST bom izvedla energetska bilanco. Najprej jo bom izvedla za trenutno stanje. Po pripravi predloga prenove konstrukcijskih sklopov, bom izvedla energetska bilanco s podatki predloga prenove. Podatke trenutnega stanja sem opisala v poglavju 3 (Preglednica 2, 3, 4, 5, 6).

- SPLOŠNI PODATKI

Objekt uvrščamo med stanovanjske stavbe. Prevodnost zemljine λ_g znaša 2 W/mK. Stanovanjski objekt je že obstoječ.

Preglednica 7: Mejne vrednosti [10]

Mejne vrednosti – PURES 21. člen	Po 1. januarju 2015
Vrsta dokumentacije	Izvedeno
Način upoštevanja toplotnih mostov	Poenostavljen, TSG – 1 – 004: 2010-3.1.2.
Vrsta izračuna	Mesečni
Toplotna prevodnost zemljine	2,0 W/mK

Vrste uporabljenih energentov kondicionirane stavbe sem prikazala v preglednici 8. Potrebno je bilo izbrati sisteme za: ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode. Podatkov za hlajenje in pripravo tople vode nisem prikazala, saj trenutno v hiši nimamo hlajenja ter tople vode. Pri ogrevanju sem kot energent izbrala leseno biomaso, saj je v hiši peč na lesena polena.

Preglednica 8: Parametri energenta lesena biomasa

Energent:	Lesena biomasa
Generacija	0,8
Distribucija	0,98
Emisija	0,8

- KLIMATSKI PODATKI

Glede na lokacijo objekta je potrebno pridobiti klimatske podatke. S pomočjo spletnega mesta [11] izberemo ustrezne koordinate, ki sem jih prikazala v preglednici 9.

Preglednica 9: Koordinati objekta [11]

GKY	496940
GKX	130610

Izbrani koordinati objekta, sem vnesla v programsko orodje TOST in naložila klimatske podatke kot je prikazano na sliki 15.

Podani koordinati

X Y

Povezavo med katastrskimi občinami, parcelnimi številkami in koordinatami najdete na spletnih straneh RS MOP

Klimatski podatki

Temperaturni primanjkljaj DD (dan K)	3500
Projektna temperatura (°C)	-13
Povprečna letna temperatura (°C)	9,4
Letna sončna energija (kWh/m ²)	1151
Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	255
Začetek ogrevalne sezone (dan)	255
Konec ogrevalne sezone (dan)	145

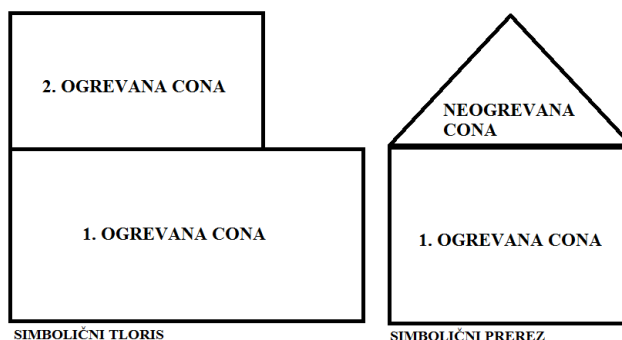
Izbrani kvadrat	
Point ID	6909
X	130500
Y	496500

Mesec	Povprečna temperatura (°C)	Globalno sončno sevanje po orientacijah (MJ/m ² , 90°)					Ogrevanje (dnevi)
		Horizont.	S	V	J	Z	
JAN	-1,0	139	39	73	212	97	31
FEB	1,0	202	48	99	248	135	28
MAR	5,0	318	73	157	269	182	31
APR	9,0	411	104	204	236	202	30
MAJ	14,0	534	129	252	232	242	25
JUN	17,0	554	146	244	213	254	0
JUL	19,0	604	137	259	238	276	0
AVG	19,0	517	111	235	263	246	0
SEPT	15,0	367	86	168	263	184	18
OKT	10,0	237	65	115	225	127	31
NOV	4,0	146	48	81	166	78	30
DEC	0,0	109	35	61	155	67	31
Ogrev.sezona	5,8	2216	571	1098	1860	1197	255

Slika 15: Klimatski podatki za lokacijo obravnavanega objekta [8]

- PODATKI O CONAH

V obravnavani hiši se nahaja podstrešje, ki je prezračevano. Prtiličje se deli na dva dela – del, ki je zidan iz kamna ter del, ki je zidan iz opečnih zidakov. V programskem orodju TOST sem razdelila vse tri prostore na dve ogrevani coni – 1. ogrevana cona je del, ki je zidan iz kamna, 2. ogrevana cona je del, ki je zidan iz zidakov, ogrevanim conam sledi neogrevana cona, ki je podstrešje (Slika 16).



Slika 16: Simbolični slik ogrevanih in neogrevanih con

V spodnji preglednici (Preglednica 10) so podatki o uporabni prostornini con, uporabni površini con, vrsti konstrukcije, projektni temperaturi pozimi ter poleti in sicer tekom dneva, noči, vikenda in obdobja nezasedenosti.

Preglednica 10: Podatki o ogrevanih conah

	1 KC	2 KC	NC
Neto prostornina cone [m³]	176,4	112	130
Uporabna površina cone [m²]	63	40	103
Vrsta konstrukcije	Zelo težka	Težka	/
Toplotna kapaciteta [MJ/K]	23,31	16,38	
Projektna notranja temperatura pozimi [°C]:			
Dan= Noč	20	20	/
Vikend	20	20	/
Nezasedeno	20	20	/
Projektna notranja temperatura poleti [°C]:			
Dan= Noč	26	26	/
Vikend	26	26	/
Nezasedeno	26	26	/
Povprečna moč dobitkov notranjih virov [W]:			
Dan= Noč	252	160	/
Vikend	252	160	/
Nezasedeno	0	0	/

→PREZRAČEVANJE:

Pri obravnavanem objektu nimamo mehanskega prezračevanja, ampak imamo samo naravno prezračevanje. Za vsako cono posebej sem določila parametre, za dan, noč, vikend in čas, ko je nezasedeno. Parametre sem prikazala v preglednici spodaj (preglednica 11).

Preglednica 11: Podatki o prezračevanju

	1 KC	2 KC	NC
Urna izmenjava zraka z zunanjim okoljem n [h⁻¹]			
Dan	1	1	1,3
Noč	1	1	1,3
Vikend	1	1	1,3
Nezasedeno	1	1	1,3
Minimalna izmenjava zraka n_{min} [h⁻¹]			
Dan	0,5	0,5	0,2
Noč	0,5	0,5	0,2
Vikend	0,5	0,5	0,2
Nezasedeno	0,5	0,5	0,2

→ ZUNANJA STENA, STREHA

Preglednica 12 zajema površine netransparentnega dela stavbe ter podatke o toplotni prehodnosti.

Preglednica 12: Zunanje stene

	1 KC	2 KC	NC
Površina A [m²] (netransparentni del)	65,13	52,92	35,4
Toplotna prehodnost U [W/m²K]	1,58	1,64	1,64

Preglednica 13 zajema podatek o površini strehe. Razvidno je, da streha prekriva podstrešje, torej neogrevano cono.

Preglednica 13: Streha

	1 KC	2 KC	NC
Površina A [m²]	/	/	117,16
Toplotna prehodnost U [W/m²K]	/	/	2,83

→TRANSPARENTNI KONSTRUKCIJSKI SKLOPI:

Za prikaz površin transparentnih delov sem izdelala Preglednico 14. Ostale podatke pa sem vnesla v preglednico 15, saj so za vse ogrevane cone parametri isti, ker se srečujemo z okni različnih dimenzij in enakih specifikacij.

Preglednica 14: Površine elementov

	1 KC	2 KC	NC
Površina elementov A_w [m²]			
J	7,25	/	/
S	/	2,4	/
V	/	/	0,8
Z	/	0,8	0,8

Preglednica 15: Specifikacije oken [10]

	1 KC = 2 KC = NC
Toplotna prehodnost U_w [W/m²K]	5,94
Prehod celotnega sončnega sevanja	0,85
Faktor okvirja FF	0,2

→TLA

V stavbi imamo tla na terenu. Potrebovala sem podatke o debelini zunanje stene nad nivojem terena, površino tal, izpostavljen obseg tal, ter skupni toplotni upor. Podatke sem prikazala v Preglednici 16.

Preglednica 16: Tla na terenu

	1 KC	2 KC	NC
Deb. zunanje stene nad nivojem terena dw [m]	0,6	0,4	/
Površina tal Af [m²]	63	40	/
Izpstavljeni obseg tal P [m]	39,30	28,2	/
Skupni toplotni upor tal Rf,t [W/m²K]	0,389	0,389	/

→KONSTRUKCIJSKI SKLOPI MED CONAMI

V preglednici 17 so prikazani konstrukcijski sklopi med conami. Ogrevani coni (1KC, 2KC) mejita preko medetažne konstrukcije z neogrevano cono. Prav tako mejita omenjeni coni druga na drugo.

Preglednica 17

A [m ²] / U [W/m ² K]	NC	1 KC	2 KC
1 KC	63 / 0,44	/	28,28/1,58
2 KC	40 / 0,44	28,28/1,58	/

- REZULTAT

Energetska bilanca trenutnega stanja ni ustrezna. Rezultati so prikazani v preglednici spodaj (preglednica 18). Vrednosti, ki ne ustrezajo so označene z rdečo barvo.

Preglednica 18: Energetska bilanca trenutnega stanja

	IZRAČUNANA VREDNOST		DOVOLJENA VREDNOST
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe (W/m ² K)	1,08		0,36
Letna raba primarne energije (kWh)	5291		23559
Letna potrebna toplota za ogrevanje (kWh)	36025		7543
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	(kWh/m ² a)	349,76	73,23
	(kWh/m ³ a)	124,91	/
Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO₂ za delovanje sistemov rabe			
Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine (kWh/m ² a)	51,37		
Letni izpusti CO ₂ (kg)	15874		
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	154,12		
IZGUBE IN DOBITKI			
[kWh]	1 KC	2 KC	Stavba
Transmisijske izgube	20323	14893	35216
Ventilacijske izgube	4343	2806	7150
Skupne izgube	24666	17700	42366
Notranji dobitki	1766	1257	3023
Solarni dobitki	2953	685	3637
Skupni dobitki	4718	1942	6660

→KOMENTAR

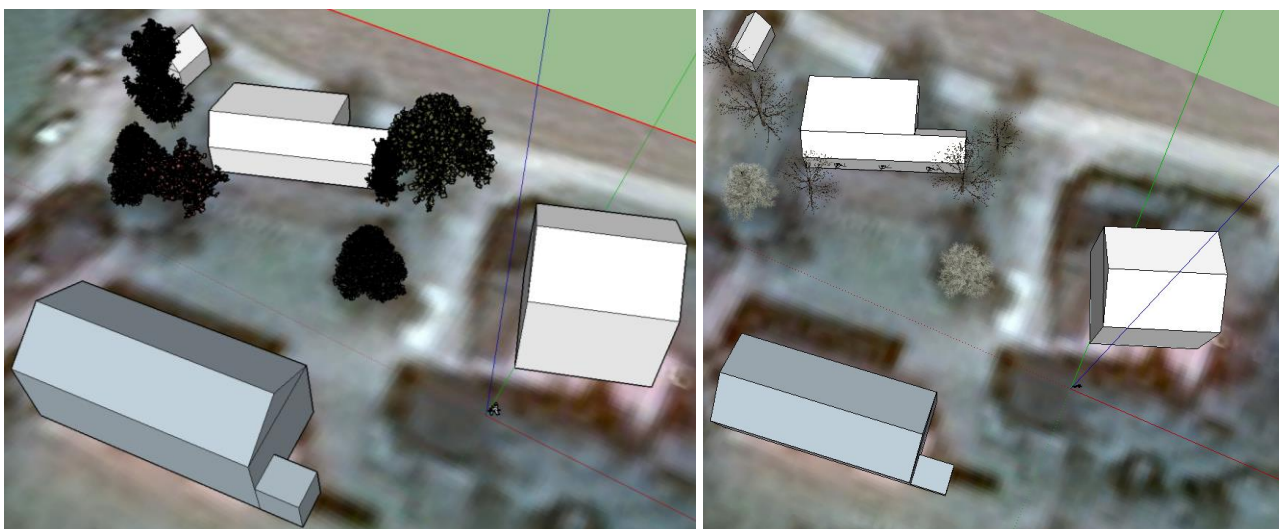
Največja dovoljena vrednost koeficienta specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe po PURES 2010 znaša $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rezultat, ki sem ga dobila je $1,08 \text{ W/m}^2\text{K}$, izračunana vrednost trikrat presega dovoljeno vrednost. Transmisijske izgube so visoke, saj je obstoječi stavbni ovoj neizoliran. Izračunana vrednost letne porabe toplote za ogrevanje znaša 36025 kWh. Dovoljena vrednost je 7543 kWh, kar pomeni, da jo izračunana vrednost presega za skoraj petkratno vrednost dovoljene. Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine znaša $349,76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Maksimalna dovoljena vrednost je $73,23 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar pomeni, da jo izračunana skoraj petkrat presega. Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine znaša $51,37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, letni izpusti CO_2 je 15874 kg in letni izpusti CO_2 na enoto uporabne površine znaša $154012 \text{ kg/m}^2\text{a}$. Največji dobitki ter izgube so v prvi ogrevani coni. Skupne izgube prve ogrevane cone znašajo 24666 kWh, skupne izgube druge ogrevane cone pa so 17700 kWh. Skupni dobitki prve ogrevane cone znašajo 4718 kWh, druge pa 1942 kWh. Solarni dobitki so v primeru prve ogrevane cone štirikrat večji kot solarni dobitki druge ogrevane cone. Prva ogrevana cona ima vsa okna obrnjena proti jugu, prav tako, je transparentna površina proti jugu največja.

5 VPLIV OSONČENOSTI

5.1 PRIPRAVA NA ANALIZO

Pred pripravo predloga energetske prenove, bom izvedla primerjavo vpliva osončenosti glede na priporočila iz Tehnične smernice [6], ki so opisana v poglavju 2.

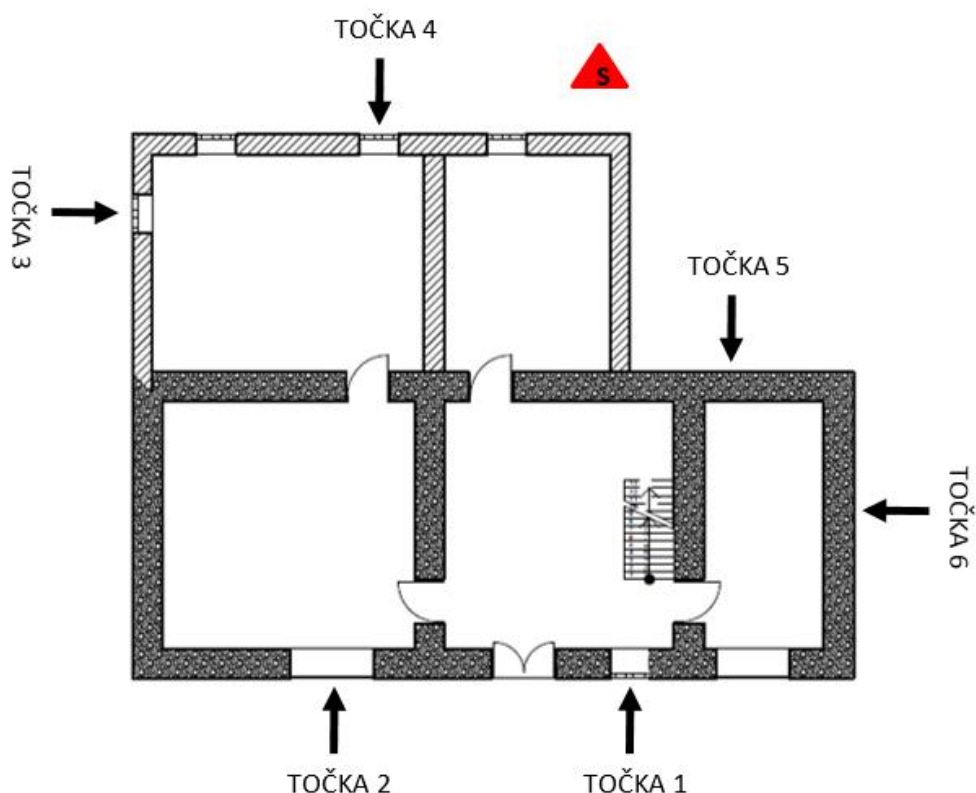
Analizo osončenosti sem izvedla s pomočjo programskega orodja SketchUp [12]. SketchUp je programsko orodje, ki nam omogoča načrtovanje stavb. S pomočjo razširitev programskega orodja, lahko poleg tridimenzionalnih načrtov naredimo še bioklimatske analize. S pomočjo zemljevidov [13] sem v SketchUp naložila lokacijo domačije, ki jo obravnavam. V dvodimenzionalni zemljevid sem vrisala tridimenzionalne objekte tako, kot stojijo v realnosti (slika 18). Poleg umestitve objektov, sem vrisala še obstoječa drevesa. Naredila sem dva primera, primer, ko imajo listavci liste (slika 18 – levo) ter ko listov ni (slika 18 – desno). Vzhodno od hiše, ki jo obravnavam se nahaja dvonadstropna hiša, južno pa se nahaja enonadstropna hiša.



Slika 17: Levo je shema za preučevanje osončenosti, ko vsa drevesa ozelenela; desno pa shema za preučevanje osončenosti, ko listavcem odpadejo listi [12]

5.2 IZBOR TOČK

Na stavbnem ovoju hiše sem si izbrala šest točk. Na južni strani se nahajata prvi dve točki. Točka 1 in 2 se nahajata na mestu dveh oken. Na zahodni strani je samo ena točka, na mestu okna – točka 3. Na severni strani sem izbrala dve točki, točka 4 se nahaja na mestu okenske odprtine, točka 5 pa na delu fasade kjer ni oken. Točko 5 sem izbrala, ker predvidevam, da bo na tem mestu najmanj osončenosti. Zadnja točka – točka 6 se nahaja na vzhodni fasadi. V pritličju na vzhodni strani oken ni, zaradi tega, je točka 6 umeščena na sredino stene. Vse točke se nahajajo na isti višini, ki je 1,4 metra. Takšno višino sem izbrala zato, ker je polovica višine pritličja – $2,8 \text{ m} / 2 = 1,4 \text{ m}$. Točke so prikazane na sliki 18.



Slika 18: Prikaz točk iz analize osončenosti, M 1:150

Za analizo osončenosti sem v programu SketchUp potrebovala še LSS Chronolux [14]. S tem dodatkom sem po določitvi točk na fasadnem ovoju objekta naredila analizo osončenosti za tri različna obdobja, ki so bila:

- Poletni solsticij – 21.06.
- Ekvinokcij – 21.03.
- Zimski solsticij – 21.12.

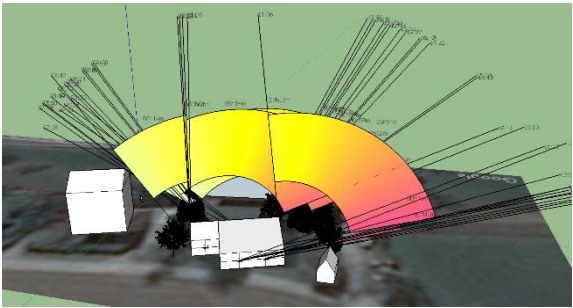
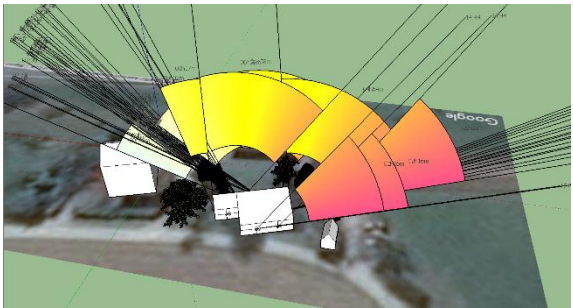
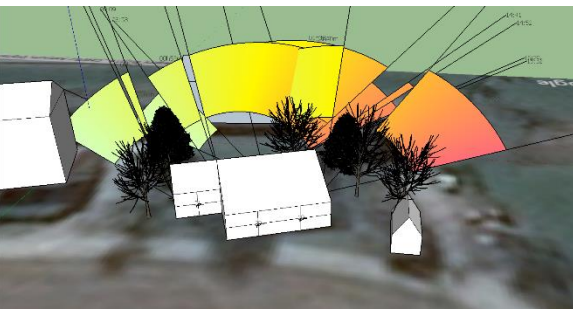
Za vsako računsko obdobje posebej sem prikazala rezultate s pomočjo preglednic. V prvem primeru sem naredila analizo tako, da sem pustila vse kot je v realnosti, v drugem primeru sem analizirala vpliv dreves na osončenost fasadnega ovoja.

5.3 Rezultati – PRIMER 1:

PRIMER 1: Analiza osončenosti obstoječega stanja

Preglednica 19: Osončenost, primer 1

TOČKA	FASADA	21. 03.	21. 06.	21. 12.
1	Južna fasada	7 h 46 min	6h 13 min	6 h 11 min
2	Južna fasada	7 h 48 min	7 h 5 min	4 h 5 min
3	Zahodna fasada	5 h 54 min	5 h 15 min	3 h 54 min
4	Severna fasada	0 h 10 min	2 h 16 min	0 h 0 min
5	Severna fasada	0 h 0 min	0 h 0 min	0 h 0 min
6	Vzhodna fasada	2 h 20 min	1 h 17 min	1 h 56 min

Slikovni prikaz osončenosti	
Osončenost v času ekvinokcija – 21. 03. (Slika 18)	 <p><i>Slika 19: Ekvinokcij</i></p>
Osončenost v času poletnega solsticija – 21. 06. (Slika 19)	 <p><i>Slika 20: Poletni solsticij</i></p>
Osončenost v času zimskega solsticija – 21. 12. (Slika 20)	 <p><i>Slika 21: Zimski solsticij</i></p>

KOMENTAR:

→Osončenost v času ekvinokcija – 21.03.

Če povzamem Tehnično smernico za čas ekvinokcija (21. 03. in 23. 09.), je zahtevana najmanj 4 urna osončenost izbrane točke. Točke, ki so ustrezne so v preglednici 19 označene z zeleno barvo, tiste, ki so neustrezne pa z rdečo. Iz preglednice 19 je razvidno, da je največja osončenost v času ekvinokcija na južni fasadi. Južni fasadi sledi zahodna fasada, za njo pa vzhodna. Vzhodna je slabše osončena, saj jo zakriva veliko drevo z bujnim listjem. Najslabše je osončena severa fasada, kar je glede na solarno geometrijo pričakovano. Pri točki 5 pridemo do ekstrema, direktnega sončnega sevanja na tej točki ni. Razlog ekstrema je severna lega točke ter oblika stavbe - stena proti vzhodu senči točko 5. Razvidno je, da sta glede na Tehnično smernico ustrezni samo dve strani, južna in zahodna, torej ustrezajo tri točke (točka 1, 2, 3).

→Osončenost v času poletnega solsticija – 21.6.

Če povzamem Tehnično smernico za čas poletnega solsticija (21. 06.), je zahtevana osončenost najmanj 6 ur. V preglednici 19 sem, prav tako kot za primer ekvinokcija, obarvala ustrezne točke zeleno ter neustrezne rdeče. Največ osončenosti je na južni fasadi, sledi ji zahodna fasada. V tem primeru imamo boljšo osončenost tudi na severni strani, vendar še vedno ni ustrezna. Točka 5 direktnega sončnega sevanja ne prejme. Glede na Tehnično smernico je ustrezna samo ena stran, južna stran in dve točki na njej.

→Osončenost v času zimskega solsticija – 21.12.

Če povzamem Tehnično smernico za čas zimskega solsticija (21.12.), je zahtevana osončenost najmanj 2 uri. Zopet sem ustrezne točke obarvala zeleno, neustrezne pa rdeče. Vzorec se ponavlja, največ osončenosti je na južni fasadi, sledi zahodna fasada. Točki na severni fasadi ne prejmeta direktnega sončnega sevanja. Vzhodna fasada je osončena samo štiri minute manj kot je priporočeno. Ustrezni sta južna in zahodna stran, v času zimskega solsticija imamo tri točke, ki ustrezajo zahtevam.

UGOTOVITEV:

Prvotni tloris je bil popolnoma preprost. Predvidevam, da so želeli izkoristiti sončno sevanje na podoben način kot v Sokratovi hiši. Če se vrnemo na rezultate, ki sem jih dobila iz študije osončenosti, je razvidno, da je osončenost največja na južni fasadi. Prvotni tloris je bil podolgovat. Okna so bila samo na južni strani, načrtov, ki bi bili podlaga za dokazovanje prvotne oblike stavbe ni, edini vir je ustno izročilo.

Glede na prvotni tloris, je vidno, da so želeli izrabiti sonce. Poleti padajo sončni žarki na stavbni ovoj pod večjim kotom kot pozimi. S tem so se želeli poleti senčiti, sama stavba je grajena tako, da gre sleme strehe od vzhoda proti zahodu. Pozimi so vpadni sončni žarki pod nižjim kotom in s tem padajo globlje v objekt, ki ima okna obrnjena proti jugu, kjer je osončenost največja. Z dozidavanjem stavbe, se je povečajo število odprtih na zahodni in predvsem severni strani. Glede na solarno geometrijo, je severna stran najmanj osončena. S tem, ko so stavbo dozidali, so naredili odprtine na mestih, ki niso ugodna. Predlog prenove energetske prenove stavbe želim izvesti na trenutnem objektu, zaradi tega je edini poseg, ki ga smem narediti, da posekam drevesa in s tem povečam osončenost.

5.4 Rezultati – PRIMER 2

PRIMER 2: Osončenost obstoječega stanja brez dreves

Ravnala sem se po tehnični smernici, upoštevala sem osončenost v času ekvinokcija najmanj 4 ure, v času poletnega solsticija najmanj 6 ur in v času zimskega solsticija najmanj 2 uri. Rezultate, ki ustrezajo tehnični smernici sem pobarvala zeleno, ostale pa rdeče.

PRIMERJAVA:

Za vsak primer, sem izdelala preglednico (preglednica 20), ki prikazuje relativno spremembo osončenosti na izbranih točkah.

Preglednica 20: Primerjava osončenosti, ko imamo drevesa in ko jih nimamo

Osončenost v času ekvinokcija: 21. 03.					
TOČKA	FASADA	DREVESA	BREZ DREVES	RAZLIKA	RELATIVNA SPREMEMBA
1	Južna fasada	7 h 46 min	8 h 20 min	+ 0 h 34 min	+7,3%
2	Južna fasada	7 h 48 min	8 h 45 min	+ 0 h 57 min	+12,2%
3	Zahodna fasada	5 h 54 min	5 h 54 min	Ostane isto	0%
4	Severna fasada	0 h 10 min	0 h 47 min	+ 0 h 37 min	+370%
5	Severna fasada	0 h 0 min	0 h 0 min	Ostane isto	0%
6	Vzhodna fasada	2 h 20 min	2 h 29 min	+ 0 h 9 min	+6,4%
Osončenost v času zimskega solsticija: 21. 06.					
TOČKA	FASADA	DREVESA	BREZ DREVES	RAZLIKA	
1	Južna fasada	6h 13 min	7 h 44 min	+ 1 h 31 min	+24,4%
2	Južna fasada	7 h 5 min	7 h 44 min	+ 0 h 39 min	+9,1%
3	Zahodna fasada	5 h 15 min	5 h 34 min	+ 0 h 19 min	+6%
4	Severna fasada	2 h 16 min	2 h 16 min	Ostane isto	0%
5	Severna fasada	0 h 0 min	0 h 0 min	Ostane isto	0%
6	Vzhodna fasada	1 h 17 min	4 h 26 min	+ 3 h 9 min	+245,5%
Osončenost v času zimskega solsticija: 21. 12.					
TOČKA	FASADA	DREVESA	BREZ DREVES	RAZLIKA	
1	Južna fasada	6 h 11 min	8 h 29 min	+ 2 h 18 min	37,2%
2	Južna fasada	4 h 5 min	7 h 6 min	+ 3 h 1 min	73,9%
3	Zahodna fasada	3 h 54 min	5 h 51 min	+ 1 h 57 min	50%
4	Severna fasada	0 h 0 min	0 h 0 min	Ostane isto	0%
5	Severna fasada	0 h 0 min	0 h 0 min	Ostane isto	0%
6	Vzhodna fasada	1 h 56 min	2 h 49 min	+ 0 h 53 min	45,7%

KOMENTAR:

Iz preglednic je razvidno, da se čas osončenosti na vse točkah poveča. Točke, ki ustrezajo, se niso bistveno spremenile, le da je točka 6 v zimskem solsticiju tokrat ustrezna, prej pa ni bila. Analizo osončenosti sem izvedla, ker me je zanimal vpliv bioklimatskega načrtovanja na gradnjo v preteklosti. Ugotovila sem, da je bila prvotna gradnja izvedena z upoštevanjem okolja, prizidek, pa ni bil izveden ugodno. Trenutno objekta ne moremo podreti, ker želimo prenoviti obstoječega. Iz analize osončenosti v primeru 2 vidimo, da lahko osončenost povečamo tako, da posekamo drevesa na domačiji. Pri računu energetske bilance, analize osončenosti ne bom upoštevala, želela sem samo primerjavo s Tehnično smernico [6] ter vpogled v bioklimatsko načrtovanje v preteklosti.

6 PRENOVA

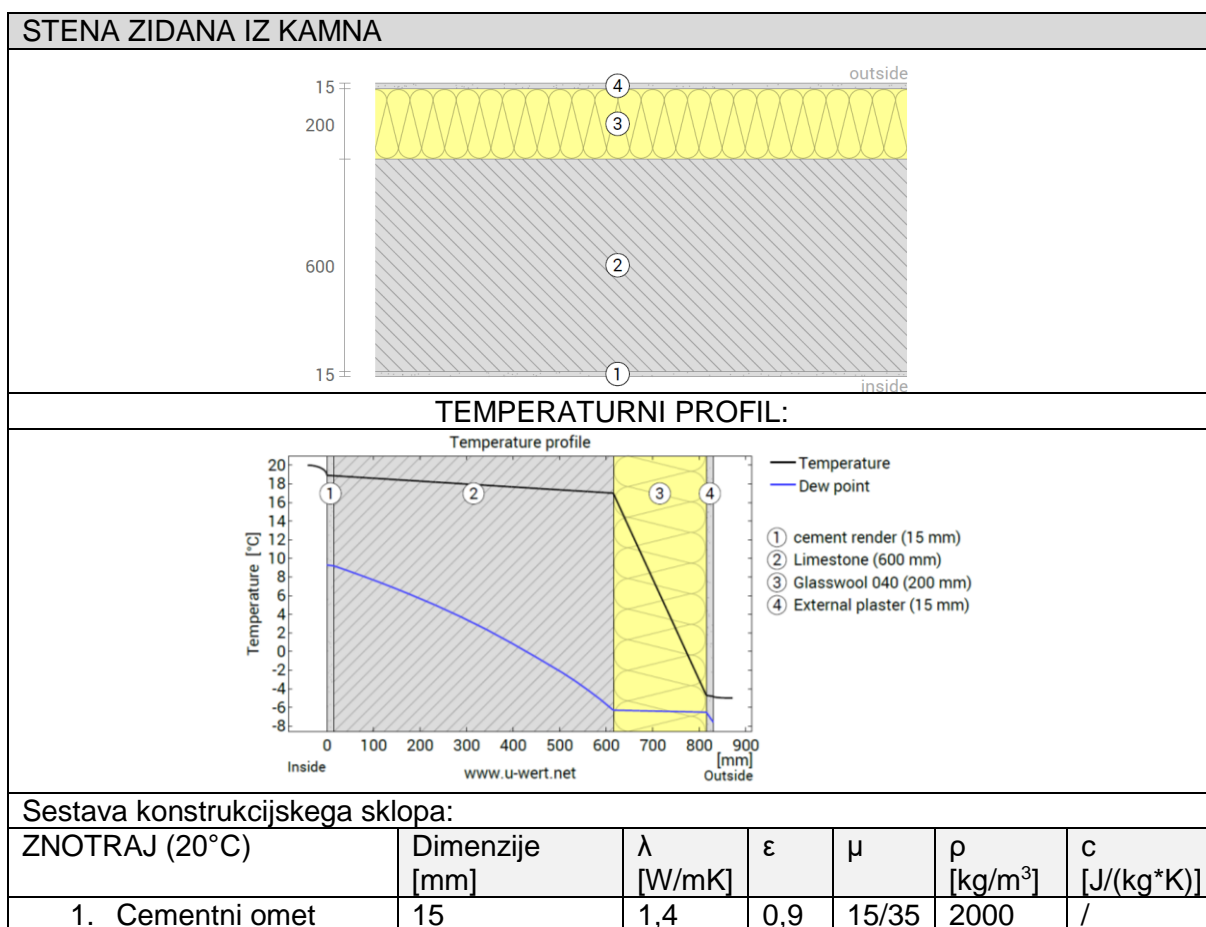
6.1 KONSTRUKCIJSKI SKLOPI

V sklopu predloga prenove, bom na mestu fasadnega pasu predlagala dve rešitvi. Prva rešitev je položaj TI zunaj, ki jo bom označevala z a., druga rešitev pa je položaj TI znotraj, kar bom označila z b. V primeru a. je poseg viden navzven, torej naredimo večji poseg v izgled stavbe. Pri primeru b. posega v zunanost ni, izgubimo pa uporabno površino

- KONSTRUKCIJSKI SKLOP 1 – Primer a. – Stena zidana iz kamna, TI zunaj

V poglavju 3 sem opisala trenutno stanje konstrukcijskih sklopov. Stene stavbe so zidane iz kamna, prvotni tloris ter opečnih zidakov, prizidek. Steno zidano iz kamna sem toplotno izolirala s pomočjo steklene volne. Lega TI je v primeru a. zunaj. V notranjosti sem apneni omet zamenjala s cementnim, sledi obstoječa kamnita stena, na njo je pritrjena TI – steklena volna, na katero je narejen zaključni sloj – tankoslojni fasadni omet. Rezultati, ki sem jih dobila se spremenijo. U faktor se zmanjša. Pred prenovo je znašal $1,58 \text{ W/m}^2\text{K}$, s predlogom prenove se zmanjša na $0,177 \text{ W/m}^2\text{K}$. V primeru predloga prenove je U faktor ustrezen, manjši je od $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Temperatura površine znaša $18,9^\circ\text{C}$, glede na obstoječe stanje se je povečala za $7,2^\circ\text{C}$, temperaturna amplituda je večja kot 100. Do problema kondenzacije vodne pare ne pride.

Preglednica 21: Stena zidana iz kamna, TI zunaj



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

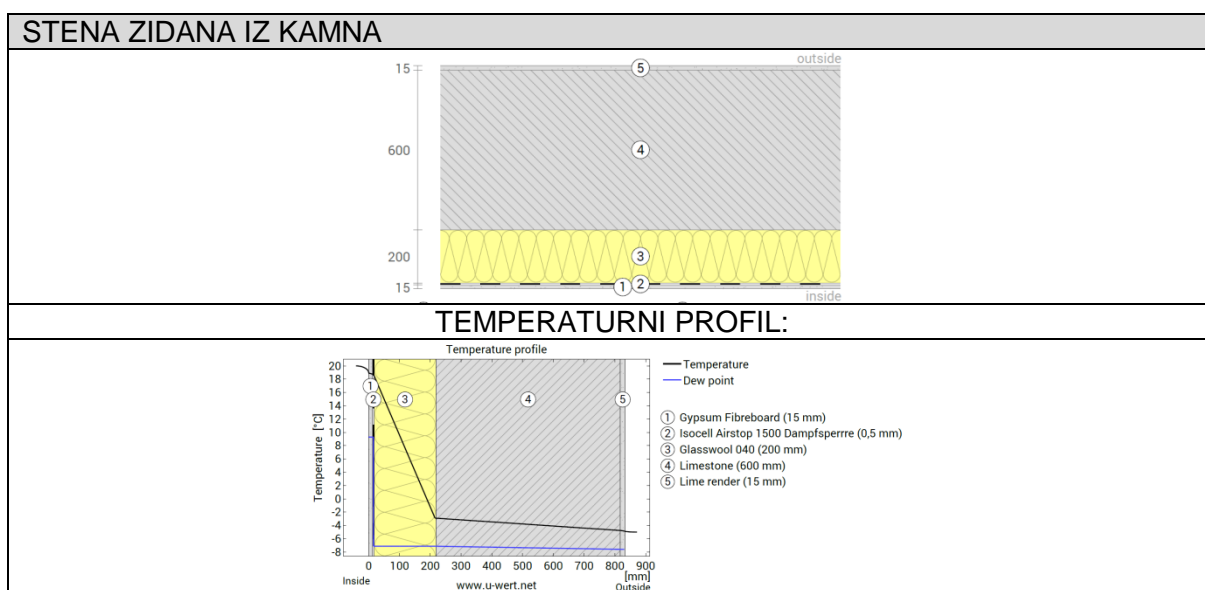
Nadaljevanje...

2. Stena zidana iz kamna	600	1,4	0,9	40/40	2000	1000
3. Steklena volna	200	0,04	0,9	1/2	20	830
4. Tankoslojni fasadni omet	15	0,54	0,9	11/11	1400	1000
ZUNAJ (-5°C)						
Sistem NK	Ekso					
U-faktor [W/m ² K]	0,177					
Tpovšine [°C]	18,9°C					
η [h]	/					
V [-]	>100					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

- KONSTRUKCIJSKI SKLOP 1 – Primer b. – Stena zidana iz kamna

V primeru b., je pripravljen predlog prenove stavbe s položajem TI znotraj. Namen toplotnega izoliranja stavbnega ovoja s položajem TI znotraj je, da ohranimo zunanji videz. Kamnito steno sem prenovila tako, da sem v zunanosti apneni cement samo obnovila, saj želim izgled kot je bil v preteklosti. Na kamnito steno je v notranjosti pritrjena TI – steklena volna, na katero je nameščena parna ovira. Zaključek je narejen s pomočjo mavčne plošče. Glede na obstoječe stanje so se rezultati spremenili. U faktor znaša 0,18 W/m²K, v primeru položaja TI zunaj znaša 0,177 W/m²K, v primeru obstoječega stanja pa 1,58 W/m²K. U faktor je v primeru položaja TI znotraj večji kot v primeru a. Maksimalni dovoljen znaša 0,24 W/m²K, kar pomeni, da je ustrezen. Temperatura površine znaša 18,9°C, glede na obstoječe stanje se je povečala za 7,2°C, fazni zamik je 23 ur, temperaturna amplituda je večja kot 100. Do kondenzacije vodne pare ne pride.

Preglednica 22: Stena zidana iz kamna, izolacija znotraj



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

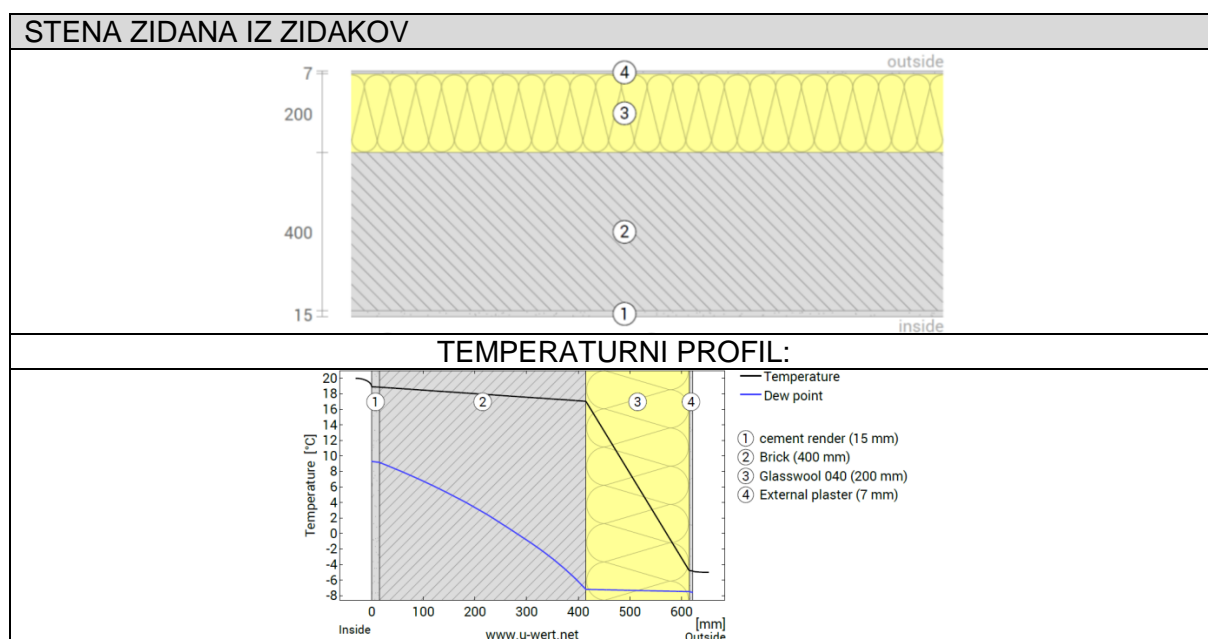
Nadaljevanje...

Sestava konstrukcijskega sklopa:						
ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije [mm]	λ [W/mK]	ϵ	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Mavčna plošča	15	0,35	0,9	4/19	1150	1100
2. Parna ovira – Isocell Airstop 1500	0,5	0,22	0,9	200000	130	1700
3. Steklena volna	200	0,04	0,9	1/2	20	830
4. Stena zidana iz kamna	600	1,4	0,9	40/40	2000	1000
5. Apneni omet	15	0,87	0,9	10/10	1400	1000
ZUNAJ (-5°C)						
Sistem NK	Ekso					
U-faktor [W/m ² K]	0,18					
Tpovršine [°C]	18,9°C					
η [h]	23					
V [-]	>100					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

- **KONSTRUKCIJSKI SKLOP 2 - Primer a.** – Stena zidana iz zidakov

V primeru a., je podana rešitev prenove stene zidane iz opečnih zidakov z lego TI zunaj. V notranjosti je apneni omet zamenjal cementi omet. Na steno zidano iz opečnih zidakov, je pritrjena TI – steklena volna. Na stekleni volni je izveden zaključni sloj – Tankoslojni fasadni omet. Glede na obstoječe stanje so se rezultati spremenili. U faktor znaša 0,178 W/m²K. V primerjavi s prvotnim se je zmanjšal za devetkrat. Temperatura površine je 18,9°C, povečala se je za 7,3°C glede na prvotno stanje. Fazni zamik znaša 18 ur, temperaturna amplituda pa je večja kot 100. Do kondenzacije vodne pare ne pride.

Preglednica 23: Stena zidana iz zidakov



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

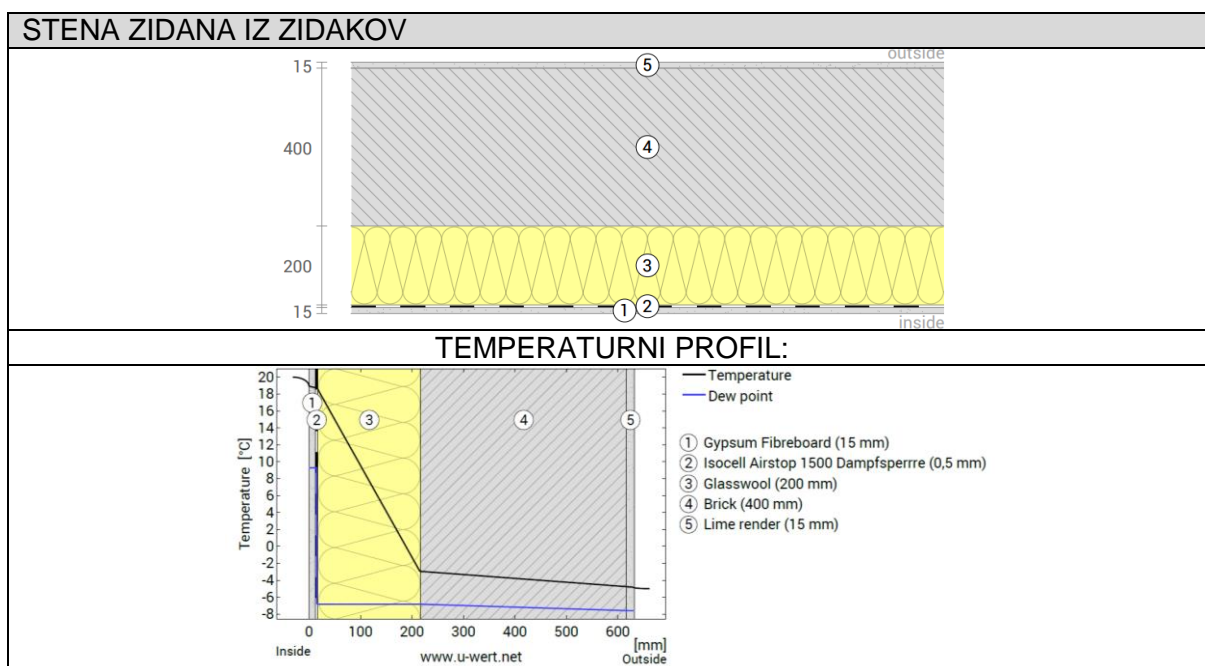
Nadaljevanje...

Sestava konstrukcijskega sklopa:						
ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije [mm]	λ [W/mK]	ϵ	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Cementni omet	15	1,4	0,9	15/35	2000	/
2. Stena zidana iz opečnih zidakov	400	0,96	0,9	50/100	2000	1000
3. Steklena volna	200	0,04	0,9	1/2	20	830
4. Tankoslojni fasadni omet	15	0,54	0,9	11/11	1400	1000
ZUNAJ (-5°C)						
Sistem NK	Ekso					
U-faktor [W/m ² K]	0,178					
Tpovršine [°C]	18,9°C					
η [h]	18 h					
V [-]	>100					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

- **KONSTRUKCIJSKI SKLOP 2 - Primer b.** – Stena zidana iz zidakov

V primeru TI znotraj, želimo ohraniti izgled zunanosti. Obstoječi apneni omet obnovimo. V notranjosti je na steno zidano iz opečnih zidakov pritrjena TI – steklena volna, na katero je položena parna ovira. U faktor se glede na obstoječe stanje poveča za skoraj devetkrat, znaša 0,18 W/m²K. Temperatura površine znaša 18,9°C, glede na obstoječe stanje se je povečala za 7,3°C, fazni zamik je 23 ur, temperaturna amplituda je večja kot 100. Kondenzacije vodne pare ni.

Preglednica 24: Stena zidana iz zidakov



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

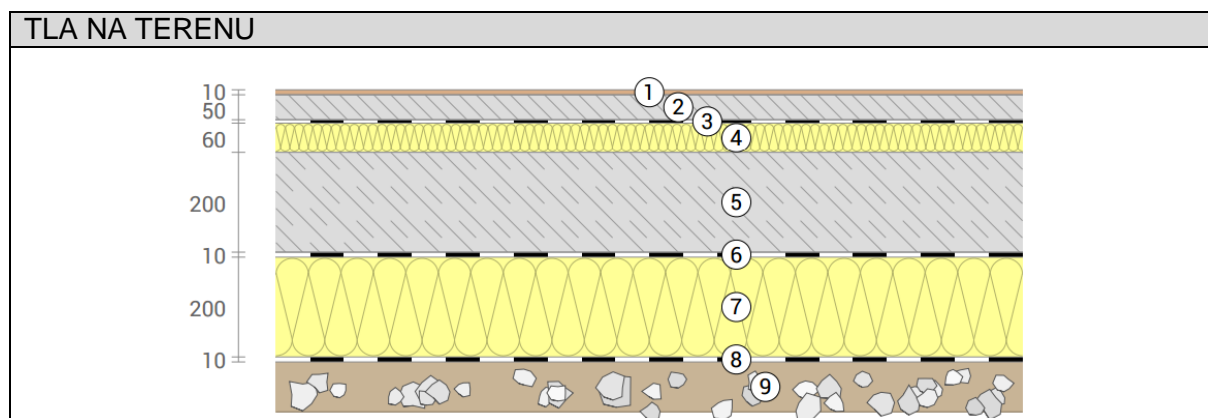
Nadaljevanje...

Sestava konstrukcijskega sklopa:						
ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije [mm]	λ [W/mK]	ϵ	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Mavčna plošča	15	0,35	0,9	4/19	1150	1100
2. Parna ovira – Isocell Airstop 1500	0,5	0,5	0,9	3000000	245	0
3. Steklena volna	200	0,04	0,9	1/2	20	830
4. Stena zidana iz opečnih zidakov	400	0,96	0,9	50/100	2000	1000
5. Apneni omet	15	0,87	0,9	10/10	1400	1000
ZUNAJ (-5°C)						
Sistem NK	Ekso					
U-faktor [W/m ² K]	0,18					
Tpovršine [°C]	18,9°C					
η [h]	23 h					
V [-]	>100					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

- **KONSTRUKCIJSKI SKLOP 3** – Tla na terenu

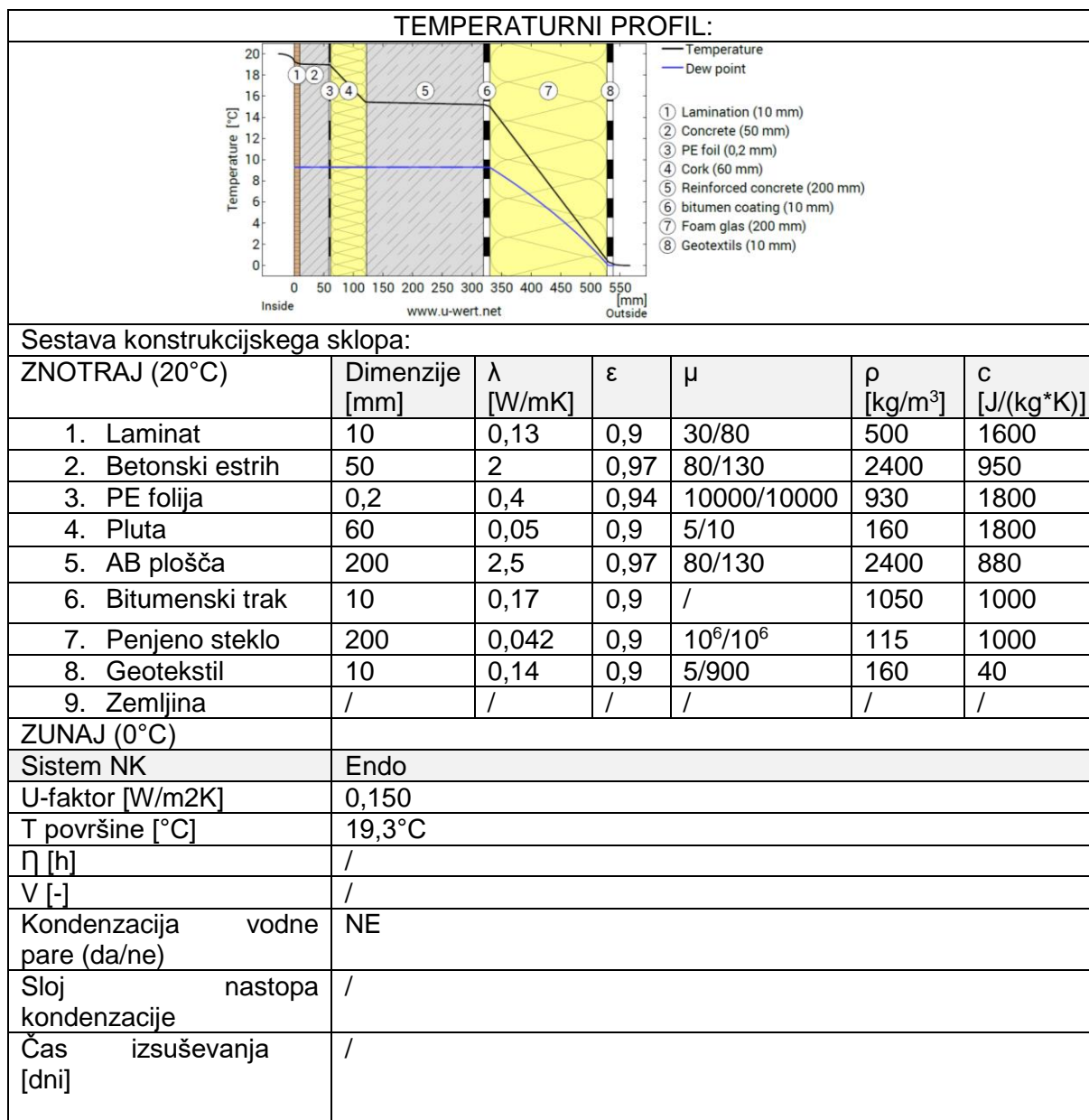
Trenutno so tla domačije lesena. Tla želim v celoti prenoviti. Na zemljino se polaga geotekstil, nanj se položi penjeno steklo, sledi bitumenski trak, AB plošča, pluta, PE folija, betonski estrih in laminat. U faktor znaša 0,15 W/m²K, ki se je glede na obstoječe stanje zmanjšal za sedemnajstkrat. Temperatura površine je 19,3°C, v primerjavi z obstoječim stanjem se poveča za 9,7°C. Pri obstoječih tleh na terenu prihaja do kondenzacije vodne para, pri predlogu prenove do kondenzacije vodne pare ne pride.

Preglednica 25: Tla na terenu



Preglednica se nadaljuje na naslednji strani...

Nadaljevanje...



- KONSTRUKCIJSKI SKLOP 4 – Streha

V poglavju 3, je opisano obstoječe stanje strehe (preglednica 5). Predloga prenove strehe nisem pripravila, saj bo streha ostala nespremenjena. Streha se nahaja nad podstrešjem, ki sem ga umestila v neogrevano cono. Konstrukcijski sklop, ki služi kot izolacija pritličja je medetažna konstrukcija.

- KONSTRUKCIJSKI SKLOP 5 - medetažna konstrukcija

Predlog prenove medetažne temelji na zamenjavi toplotno izolacijskih materialov. Stramit, ki je toplotna izolacija v obstoječem stanju domačije, se zamenja s stekleno volno. Poleg steklene volne, ki je nameščena med tramovi, se položijo na lesene deske nad tramovi še XPS plošče. XPS plošče sem izbrala, ker lahko na njih položim OSB plošče in lahko po podstrešju hodimo. U faktor se je glede na obstoječega zmanjšal za skoraj trikrat, znaša 0,157 W/m²K. Temperatura površine znaša 19,1°C, glede na obstoječe stanje se poveča za

0,9°C, fazni zamik je 11 ur, temperaturna amplituda je 25. Do kondenzacije vodne pare ne prihaja.

Preglednica 26: medetažna konstrukcija

MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA						
TEMPERATURNI PROFIL:						
Sestava konstrukcijskega sklopa:						
ZNOTRAJ (20°C)	Dimenzije	λ [W/mK]	ϵ	μ	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg*K)]
1. Lesene deske (smreka)	24mm	0,13	0,9	20/50	450	1600
2. Steklena volna med tramovi						
→Steklena volna	180mm	0,04	0,9	1/2	20	830
→Tramovi	180*160mm ²	0,13	0,9	20/50	450	1600
3. Lesene deske (smreka)	24mm	0,13	0,9	20/50	450	1600
4. XPS	100mm	0,04	0,9	80/200	35	1450
ZUNAJ (5°C)						
Sistem NK	Ekso					
U-faktor [W/m ² K]	0,157					
T površine [°C]	19,1°C					
η [h]	11					
V [-]	25					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					
Sistem NK	Ekso					
Sestava	KONSTRUKCIJSKI SKLOP 5					
U-faktor [W/m ² K]	0,157					
T površine [°C]	19,1°C					
η [h]	11					
V [-]	25					
Kondenzacija vodne pare (da/ne)	NE					
Sloj nastopa kondenzacije	/					
Čas izsuševanja [dni]	/					

7 ENERGETSKA BILANCA PRENOVLJENEGA OBJEKTA

V poglavju 6, sem predstavila primere predloga prenove konstrukcijskih sklopov. Rezultate, ki sem jih dobila, bom vnesla v programsko orodje TOST [8]. V poglavju 4, sem izvedla energetska bilanco trenutnega stanja. Nekateri vhodni podatki ostajajo nespremenjeni, predstavila bom samo tiste, ki se spremenijo.

→SPLOŠNI PODATKI – prikaz izbora parametrov za ogrevanje ter pripravo tople vode. Hlajenja v stavbi ne bom imela, saj ne pričakujem pretiranega pregrevanja.

Preglednica 27: Parametri ogrevanja

Energent:	Toplotna črpalka
Generacija	3,0
Distribucija	0,95
Emisija	0,96

Preglednica 28: Parametri tople vode

Energent:	Toplotna črpalka
Generacija	3,0
Distribucija	0,95
Emisija	1,0

Klimatski podatki ostajajo nespremenjeni, so kot vidni na sliki 15, v poglavju 4. V primeru lege termoizolacije zunaj ostanejo prostornine ter površine enake (preglednica 10). V primeru da je lega toplotne izolacije znotraj se prostornina ter površina za ogrevani coni zmanjša (preglednica 29).

Preglednica 29: Prostornine in površine glede na lego TI

	1 KC	2 KC	NC
Neto prostornina cone [m³] – TI zunaj: PRIMER a.	176,4	112	130
Neto prostornina cone [m³] – TI znotraj: PRIMER b.	142,8	89,6	130
Uporabna površina cone [m²] – TI zunaj: PRIMER a.	63	40	103
Uporabna površina cone [m²] – TI znotraj: PRIMER b.	51	32	103

→PREZRAČEVANJE:

Ob zamenjavi oken ter sanaciji stavbnega ovoja je tesnjenje stavbe boljše, zaradi tega je urna izmenjava zraka z zunanjim okoljem manjša (preglednica 30).

Preglednica 30: Urna izmenjava zraka z zunanjim okoljem

	1 KC	2 KC	NC
Urna izmenjava zraka z zunanjim okoljem n [h⁻¹]			
Dan=Noč	0,6	0,6	1,3
Vikend	0,6	0,6	1,3
Nezasedeno	0,6	0,6	1,3
Minimalna izmenjava zraka n_{min} [h⁻¹]			
Dan=Noč	0,5	0,5	0,2
Vikend	0,5	0,5	0,2
Nezasedeno	0,5	0,5	0,2

→ ZUNANJA STENA, STREHA

Dimenzije oken so ostale iste (preglednica 14, poglavje 4), zamenjala jih bom z bolj učinkovitimi, torej površina netransparentnega dela ostane enaka, spremenijo pa se faktorji toplotne prehodnosti (preglednica 30). Streha ostane nespremenjena (preglednica 31).

Preglednica 31: Zunanje stene

	1 KC	2 KC	NC
Površina A [m²] (netransparentni del) – TI zunaj: PRIMER a.	66,25	54,04	35,4
Površina A [m²] (netransparentni del) –TI znotraj: PRIMER b.	65,13	52,92	35,4
Toplotna prehodnost U [m²K/W] – TI zunaj: PRIMER a.	0,177	0,178	0,178
Toplotna prehodnost U [m²K/W] – TI znotraj: PRIMER b.	0,18	0,18	1,64

Preglednica 32: Streha

	1 KC	2 KC	NC
Površina A [m²]	/	/	117,16
Toplotna prehodnost U [m²K/W]	/	/	2,83

Preglednica 33: Specifikacije oken [10]

	1 KC = 2 KC = NC
Toplotna prehodnost UW [m²K/W]	0,87
Prehod celotnega sončnega sevanja	0,53
Faktor okvirja FF	0,2

→TLA

Debeline sten so se zaradi izolacije povečale, v primeru položaja toplotne izolacije znotraj se zmanjša površina tal ter obseg. Skupni toplotni upor tal se poveča (preglednica 34).

Preglednica 34: Tla na terenu

	1 KC	2 KC	NC
Deb. zunanje stene nad nivojem terena dw [m]	0,8	0,6	/
Površina tal Af [m²] – TI zunaj: PRIMER a.	63	40	/
Površina tal Af [m²] – TI znotraj: PRIMER b.	51	32	
Izpstavljeni obseg tal P [m] – TI zunaj: PRIMER a.	39,3	28,2	/
Izpstavljeni obseg tal P [m] – TI znotraj: PRIMER b.	37,7	26,6	
Skupni toplotni upor tal Rf,t [m²K/W]	6,623	6,623	/

→KONSTRUKCIJSKI SKLOPI MED CONAMI

V preglednici 35 je prikazana sprememba toplotne prehodnosti sklopov med conami, v primeru, ko je lega TI zunaj. V preglednici 36 je prikazano na primeru ko je TI znotraj.

Preglednica 35: TI zunaj, PRIMER a.

A [m²] / U [m²K/W]	NC	1 KC	2 KC
1 KC	63 / 0,157	/	28,28/0,177
2 KC	40 / 0,157	28,28/0,177	/

Preglednica 36: TI znotraj, PRIMER b.

A [m²] / U [m²K/W]	NC	1 KC	2 KC
1 KC	51 / 0,157	/	24,92/0,18
2 KC	32 / 0,157	24,92/0,18	/

REZULTAT - PRIMER a. – Položaj TI je zunaj

Preglednica 37: Energetska bilanca predloga prenove – TI zunaj

	IZRAČUNANA VREDNOST		DOVOLJENA VREDNOST
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe (W/m ² K)	0,19		0,36
Letna raba primarne energije (kWh)	7943		23602
Letna potrebna toplota za ogrevanje (kWh)	6143		7591
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	(kWh/m ² a)	59,64	73,70
	(kWh/m ³ a)	21,30	/
Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO₂ za delovanje sistemov rabe			
Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine (kWh/m ² a)	77,12		
Letni izpusti CO ₂ (kg)	1684		
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	16,35		
IZGUBE IN DOBITKI			
[kWh]	1 KC	2 KC	Stavba
Transmisijske izgube	3573	2549	6123
Ventilacijske izgube	2414	1602	4016
Skupne izgube	5988	4151	10139
Notranji dobitki	1392	994	2385
Solarni dobitki	1417	285	1702
Skupni dobitki	2808	1279	4087

KOMENTAR

Največja dovoljena vrednost koeficienta specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe znaša 0,36 W/m²K. Rezultat, ki sem ga dobila znaša 0,19 W/m²K, pred prenovo je znašal 1,08 W/m²K. Vrednost obstoječega stanja ni ustrezna, s predlogom energetske prenove se zmanjša za petkratno vrednost. Transmisijske izgube so s predlogom energetske prenove padle in so ustrezne. Izračunana vrednost letne porabe toplote za ogrevanje v primeru obstoječega stanja znaša 36025 kWh, vrednost v primeru prenove pa pade na 6143 kWh, kar pomeni, da se zmanjša za šestkrat. Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine znaša pri obstoječem stanju 349,76 kWh/m²a, v primeru prenove se skoraj šestkrat zmanjša, novo dobljena vrednost je 59,64 kWh/m²a.

Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine znaša 77,12 kWh/m²a. Letni izpust CO₂ je 1684 kg, kar je za 14190 kg manj izpustov kot v primeru obstoječega stanja. Letni izpusti CO₂ na enoto kondicionirane prostornine znaša 16,35 kg/m²a, glede na obstoječe stanje se je devetkrat zmanjšal.

Največji dobitki ter izgube so v prvi ogrevani coni. Skupne izgube stavbe znašajo 5988 kWh, to pomeni, da so se glede na obstoječe stanje izgube zmanjšale za štirikrat. Ventilacijske izgube prve in druge ogrevane cone, so se glede na obstoječe stanje zmanjšale za skoraj enkrat. Zmanjšanje ventilacijski izgub je vidno zaradi zamenjave oken. Nova okna tesnijo bolje. Skupni dobitki znašajo 2808 kWh, kar pomeni, da so glede na obstoječe stanje skoraj enkrat manjši.

PRIMER b. – Položaj TI je znotraj

Preglednica 38: Energetska bilanca obstoječega stanja – TI znotraj

	IZRAČUNANA VREDNOST		DOVOLJENA VREDNOST
Koeficient specifičnih transmisijских toplotnih izgub stavbe (W/m ² K)	0,20		0,36
Letna raba primarne energije (kWh)	7285		19513
Letna potrebna toplota za ogrevanje (kWh)	5317		6613
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	(kWh/m ² a)	64,06	79,67
	(kWh/m ³ a)	22,88	/
Kazalniki letne rabe primarne energije in letnih izpustov CO₂ za delovanje sistemov rabe			
Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine (kWh/m ² a)	87,77		
Letni izpusti CO ₂ (kg)	1544		
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine (kg/m ² a)	18,61		
IZGUBE IN DOBITKI			
[kWh]	1 KC	2 KC	Stavba
Transmisijske izgube	3251	2322	5574
Ventilacijske izgube	1939	1281	3220
Skupne izgube	5191	3603	8794
Notranji dobitki	1102	794	1897
Solarni dobitki	1382	284	1665
Skupni dobitki	2484	1078	3562

KOMENTAR:

Predlog energetske prenove z lego TI znotraj je podan, ker želim, da se izgled domačije v čim večji meri ohrani. Domačija ni objekt kulturne dediščine, zaradi tega, sem pripravila tudi primer, ko je položaj TI zunaj. V obeh primerih je energetska bilanca ustrezna. Vrednosti, ki sem jih dobila ne presegajo dovoljenih. Primerjava z obstoječim stanjem je opisana v sklopu preglednice 37. Preglednico 38 bom primerjala s primerom, ko je položaj TI zunaj. Koeficient specifičnih transmisijских toplotnih izgub stavbe znaša 0,2 W/m²K, kar pomeni, da je v primerjavi s primerom a. za 0,01 W/m²K večji. Če primerjamo še ostale vrednosti, vidimo, da so odstopanja zelo majhna. Izpustni plini CO₂ja se v primeru b. za približno 10 % zmanjšajo, prav tako, so se izgube in dobitki v primeru b. zmanjšali za približno 10 %.

Energetski bilanci sta ustrezni v obeh primerih. V primeru, da se sprejme predlog energetske prenove, je potrebno pretehtati prednosti in slabosti primera, ko je položaj TI znotraj. V večini primerov, se TI polaga na zunanjo stran. Za položaj TI znotraj se odločimo, ko ne želimo oz. ni dovoljeno, posegati v zunanji izgled fasadnega pasu. Slabosti notranje toplotne izolacije so: slaba toplotna stabilnost, izguba volumna prostora, težje se je izogniti toplotnim mostovom, težja izvedba okenskih odprtín. Prednosti so: večje udobje iz vidika temperaturnih obodnih površin (temperaturno sevanje), hiter odziv na spremembe notranje temperature, pri izvedbi ni potrebe po gradbenem odru, bolj akustičen prostor.

8 ZAKLJUČEK

V okviru diplomske naloge, je bila predlagana energetska prenova stare domačije. Stara domačija je bila zgrajena leta 1869. Prvotni tloris je bil podolgovat in zidan iz kamna. Okenske odprtine so bile samo na južni strani. Okrog leta 1946 je postala hiša za družino premajhna. Zaradi tega so naredili prizidek na severni strani podolgovatega tlorisa. Prizidek je zidan iz opečnih zidakov. Z njim se je površina transparentnega dela stavbe povečala na račun oken na severni in zahodni strani. Ker je domačija stara skoraj dvesto let, načrtov o gradnji ni. Poteka gradnje ne morem podkrepiti z načrti, imam samo ustni vir.

Domačija, ki sem jo obravnavala v okviru diplomske naloge leži v občini Nazarje, natančneje na Prihovi. Domačija je glede na arhitekturno regijo umeščena v Savinjsko – Kozjansko regijo ter v arhitekturno krajino Gornja Savinjska dolina. Arhitektura krajine Gornja Savinjska dolina se je razvila pod vplivom tako imenovane Dunajske arhitekture. Dunajska arhitektura se je prenesla iz Gradca in se preko Celja razširila še v Domžale ter Kamnik. Domačijo sem umestila v ustrezen vzorec, za katerega so značilne stavbe v gručah. Tlorisi so podolgovati, stavbe so zidane in pritlične, z mansardami nad vhodi. Za objekte so značilne dvokapne strehe, ki so strme, s čopi ali brez. Prevladujoča kritina so bobrovci ali zarezniki. Arhitekturni detajli so skromni.

Po umestitvi domačije v arhitekturno regijo, krajino ter pravilen vzorec, sem na podlagi meritev pripravila načrte. Stavbo sem pregledala, pripravila konstrukcijske sklope ter jih analizirala glede na obstoječe stanje. Za vsak material posebej sem v preglednice vpisala dimenzije ter njihove specifikacije posameznih materialov. S pomočjo analize sem pridobila še podatke o toplotni prehodnosti, temperaturi površine, faznih zamikih, temperaturni amplitudi ter kondenzaciji vodne pare. Toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov trenutnega stanja presegajo maksimalne dovoljene vrednosti po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah. Glede na obstoječe stanje je toplotna prehodnost stene zidane iz kamna $1,58 \text{ W/m}^2\text{K}$, stene zidane iz opečnih zidakov $1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, tal na terenu $2,57 \text{ W/m}^2\text{K}$, strehe $2,83 \text{ W/m}^2\text{K}$ ter medetažne konstrukcije $0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$. Konstrukcijski sklopi obstoječega stanja so zelo slabo toplotno izolirani. S pomočjo omenjenih konstrukcijskih sklopov sem izvedla energetsko bilanco obstoječega stanja. Stavbo sem razdelila na 3 cone. Pritličje, sem razdelila na dve coni in sicer na ogrevano cono 1 – prostor zidan s steno iz kamna ter ogrevano cono 2 – prostor zidan iz zidakov. Tretja cona je bila neogrevana. To je podstrešje, ki je prezračevano. Energetska bilanca obstoječega stanja ni ustrezna, kar je bilo glede na stanje konstrukcijskih sklopov pričakovano. Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe je trikratno presegal maksimalno dovoljeno vrednost. Vrednost letne porabe toplote za ogrevanje je bila presežena za 23125 kWh. Izpusti CO₂ ja v okolje so bili visoki. Domačija v obstoječem stanju ni energetsko varčna.

Pred pripravo predloga energetske prenove, sem izvedla analizo osončenosti. Analizo osončenosti sem izvedla, ker me je zanimalo, kakšna je osončenost objekta glede na zahteve Tehnične smernice ter koncept bioklimatskega načrtovanja v preteklosti. Obstoječega stanja domačije ne želimo spreminjati, zaradi tega oblike stavbe ne moremo prilagoditi tako, da bi se osončenost povečala. Edini ukrep, ki ga lahko izvedemo je, da posekamo drevesa, ki so ob domačiji. Z analizo osončenosti sem ugotovila, da se osončenost v primeru sečnje dreves poveča. Kot smo že opisali, je bil prvotni tloris podolgovate oblike, okenske odprtine so se nahajale samo na južni strani. Osončenost je

bila, glede na prvotno obliko stavbe, veliko bolj ugodna. Na južni strani so pozimi izkoristili vpad sončnih žarkov v stavbo, poleti pa so sončni žarki pod višjim kotom, tako je šlo sonce preko slemena. Analize osončenosti pri energetske bilanci nisem uporabila.

Pripravila sem predlog prenove konstrukcijskih sklopov. V primeru stavbnega ovoja sem predlagala dve rešitvi – glede na lego TI. Stene sem izolirala s stekleno volno debeline 20 cm. V primeru notranje toplotne izolacije, je znašal faktor toplotne prehodnosti stene zidane iz kamna ter stene zidane iz opečnih zidakov $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pri zunanji izolaciji je znašal faktor prehodnosti stene zidane iz kamna $0,177 \text{ W/m}^2\text{K}$, stene zidane iz opečnih zidakov pa $0,178 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tla sem v celotni zamenjala. Faktor prehodnosti sem izboljšala na $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Strehe v sklopu predloga energetske prenove nisem zamenjala, saj je podstrešje prezračevano, tako nam izolacija strehe ne koristi. Faktor prehodnosti medetažne konstrukcije znaša v primeru prenove $0,157 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Z novimi vhodnimi podatki sem ponovno pripravila energetsko bilanco. Energetska bilanco sem izvedla posebej za primer notranje in zunanje toplotne izolacije. Energetska bilanca je v obeh primerih ustrezna, odstopanja so majhna, v območju desetih procentov. Glede na energetsko bilanco obstoječega stanja, se rezultati bistveno razlikujejo. Vrednosti v primeru energetske prenove so manjše od predpisanih, energetska učinkovitost se je do šestkrat izboljšala. Zmanjšala se je letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine, ki znaša $29,45 \text{ kWh/m}^3\text{a}$. Letni izpust CO_2 je 1800 kg , kar je za 11562 kg manj izpustov kot v primeru obstoječega stanja. Letni izpusti CO_2 na enoto kondicionirane prostornine znaša $6,24 \text{ kg/m}^3\text{a}$, glede na obstoječe stanje se je sedemkrat zmanjšal.

V uvodnem delu sem postavila dve hipotezi. Prva hipoteza, ki sem jo postavila je bila, da so konstrukcijski sklopi v trenutnem stanju slabo toplotno izolativni. V poglavju 3, kjer je opisano obstoječe stanje konstrukcijskih sklopov, sem hipotezo potrdila. Razvidno je bilo, da so toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov močno presežene glede na dovoljene vrednosti po PURES 2010. Stene obstoječega stanja niso toplotno izolirane, tla so lesena - pojavlja se kondenzacija vodne pare. Toplotno izolirana je samo medetažna konstrukcija, ki kljub temu ni ustrezna. Druga hipoteza, ki sem jo postavila se je nanašala na energetsko varčnost domačije. Trdila sem, da je le-ta potrebna energetske prenove. S poglavjem 4 sem hipotezo potrdila. Energetska bilanca trenutnega stanja ni bila ustrezna. Z nadaljnjim delom sem pripravila predlog energetske prenove. V primeru realizacije predloga energetske prenove, bi upoštevala primer, kjer smo stene toplotno izolirali od znotraj. Ta primer bi izbrala zaradi tega, ker bi tako ohranila avtentičen videz stavbe. V zunanosti bi na stavbnem ovoju trenutni apneni omet samo obnovila, tako sprememb izgleda nebi bilo. Toplotno izolacijo bi pritrdila od znotraj, s tem bi izgubila uporabno površino. Uporabna površina v primeru toplotnega izoliranja zunaj znaša 103 m^2 . V primeru toplotnega izoliranja znotraj, se uporabna površina zmanjša za 20 m^2 ter znaša 83 m^2 . Uporabna površina se zmanjša za približno 20 %. Sprememba uporabne površine ni pretirana, z njo se ohrani prvoten videz domačije.

VIRI

- [1] Pogovor: V stare hiše je vpeta naša kultura. 2015.
<https://www.deloindom.si/slovenska/pogovor-v-stare-hise-je-vpeta-nasa-kultura>
(Pridobljeno 20. 6. 2016)
- [2] Fister, P. 1993. Arhitekturne krajine in regije Slovenije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Zavod Republike Slovenije za prostorsko planiranje. Str. 4, 23, 189
- [3] Fister, P. 1993. Glosar arhitekturne tipologije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Zavod Republike Slovenije za prostorsko planiranje. Str. 20, 75, 94
- [4] Google zemljevidi.
<https://www.google.si/maps/@46.3209642,14.951296,15z?hl=sl> (Pridobljeno 6. 4. 2016)
- [5] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES). Uradni list RS, št. 52/2010:
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=98727> (pridobljeno 15. 5. 2016)
- [6] Tehnična smernica TSG-1-004 Učinkovita raba energije: 2010.
http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (pridobljeno 15. 5. 2016)
- [7] u.wert. 2009.
<https://www.u-wert.net/> (Pridobljeno 20. 5. 2016)
- [8] Krainer, A. Perdan, R., 2009. Računalniški program (TOST) za izračun energetske bilance stavbe po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ljubljana, UL FGG.
- [9] SIST EN ISO 13790:2008 - Energy performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling
- [10] Krainer, A., Perdan, R. 2009. Uporabniški priročnik za računalniški program (TOST) za izračun energetske bilance stavbe po Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ljubljana, UL FGG.
- [11] Agencija Republike Slovenije za Okolje. Atlas okolja.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 20. 6. 2016)
- [12] SketchUp. 2016.
<http://www.sketchup.com/> (Pridobljeno 5. 5. 2016)
- [13] Google zemljevidi.
<https://www.google.si/maps/> (Pridobljeno 10. 5. 2016)

[14] LSS Chronolux. 2016.

<http://www.sketchup.com/> (Pridobljeno 5. 5. 2016)