

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/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Malenšek, P., 2016. Prilagoditev toplotno neizoliranega ovoja gospodarskega objekta za potrebe bivanja. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kunič, R., somentor Pajek, L.): 33 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5879/>

Datum arhiviranja: 30-09-2016

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 original version of final thesis.

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

Malenšek, P., 2016. Prilagoditev toplotno neizoliranega ovoja gospodarskega objekta za potrebe bivanja. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kunič, R., co-supervisor Pajek, L.): 33 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5879/>

Archiving Date: 30-09-2016

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

**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

PETER MALENŠEK

**PRILAGODITEV TOPLOTNO NEIZOLIRANEGA
OVOJA GOSPODARSKEGA OBJEKTA ZA POTREBE
BIVANJA**

Diplomska naloga št.: 136/OG-MO

**ADJUSTMENT OF THERMALLY INSULATING
ENVELOPE OF HAYRACK FOR NEEDS OF
RESIDENCE**

Graduation thesis No.: 136/OG-MO

Mentor:

doc. dr. Roman Kunič

Somentor:

asist. Luka Pajek

Ljubljana, 20. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

Ta stran je namenoma prazna.

IZJAVE

Spodaj podpisani študent Peter Malenšek, vpisna številka 26109615, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: »Prilagoditev toplotno neizoliranega ovoja gospodarskega objekta za potrebe bivanja«

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 pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a 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: _____

Datum: _____

Podpis študenta/-ke:

BIBLIOGRAFIJSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.42:699.865(497.4)(043.2)
Avtor:	Peter Malenšek
Mentor:	doc. dr. Roman Kunič
Somentor:	asist. Luka Pajek
Naslov:	Prilagoditev toplotno neizoliranega ovoja gospodarskega objekta za potrebe bivanja
Tip dokumenta:	diplomska naloga
Obseg in oprema:	33 str., 20 sl., 16 preg.,
Gljučne besede:	Vakuumsko izolacijski paneli, prenova kozolca, PURES 2010

Izveček

Vsak objekt s časom postane neprimeren za uporabo oziroma potrebuje prenovo in s tem poseganje v sestavo ključnih konstrukcijskih sklopov. V diplomski nalogi smo podali predlog za preureditev toplotno neizoliranega ovoja gospodarskega objekta (v našem primeru 120 let starega kozolca), ki ne služi več svojemu namenu v objekt za potrebe bivanja. Ker smo želeli v čim večji meri ohraniti zunanji izgled, smo morali ovoj objekta toplotno izolirati na notranji strani. Pri tem smo upoštevali pravilnik o učinkoviti rabi energije (PURES 2010) [1]. Najprej smo določili sestavo konstrukcijskih sklopov in s pomočjo programa TEDI izračunali toplotne prehodnosti za posamezen konstrukcijski sklop. Dobljene vrednosti smo primerjali z največjimi dovoljenimi, ki jih določa Tehnična smernica za graditev TSG-4 [3]. Zaradi omejitve s prostorom smo se odločili za uporabo vakuumsko izolacijskih panelov. S tem ukrepom smo pridobili na uporabni višini mansarde in posledično na uporabni površini bivalne enote, kar bistveno vpliva na njeno uporabnost, funkcionalnost in ekonomičnost. Prav tako smo podali ekonomsko upravičenost uporabe VIP panelov, saj so paneli nov in sorazmerno drag izolacijski material, ki v gradbeništvo ni v vsakodnevni uporabi. Pri obnovi objekta smo morali poskrbeti, da ovoj zadostuje dovoljenim vrednostim potrebne energije za ogrevanje. Vrednosti smo izračunali s pomočjo programa TOST.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 004.42:699.865(497.4)(043.2)
Author: Peter Malenšek
Supervisor: Assoc. Prof. Roman Kunič, Ph.D
Cosupervisor: Luka Pajek, M.Sc.
Title: Adjustment of thermally insulating envelope of hayrack for needs of residence
Document type: Graduation Thesis – Higher professional studies
Scope and tools: 33 p., 20 fig., 16 tab.,
Keywords: Vaccum insulation panels, hayrack renovation

Abstract

With time every building becomes unsuitable for use and therefore needs to be renovated. In this thesis, we presented the best possible renovation plan, using a thermal insulation envelope for installation on the present building, which is a hayrack. We wanted to redesign it into a tourist accommodation facility. Because we wanted to retain the outside appearance of the building, we moved the thermal insulation envelope to the inside of the hayrack. In our work we followed the minimum requirements defined in the Regulation and Efficient Use of Energy in Buildings - PURES 2010 [1]. First, we determined the composition of individual construction units and then calculated the thermal conduction values using the TEDI program. These values were later compared to those determined in the Technical guidelines for building construction TSG-4 [3]. Because of space restrictions, vacuum insulation panels were used for thermal insulation. With this measure we were able to gain useful height for the mansard and, consequently, a larger surface for use in the living areas, thus improving the buildings useability, functionality and economy. We have also proven the economic viability of VIP panels, since this kind of thermal insulation is new and not in everyday use in construction and thus expensive. Using the TOST program, we also had to make sure that the envelope satisfied the buildings heating energy consumption requirements.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju dr. Romanu Kuniču in somentorju Lukatu Pajku za vso strokovno pomoč, ki sta mi jo je nudila v času pisanja diplomskega dela.

Prav posebna zahvala gre moji družini, ki me je spodbujala na moji študijski poti.

Rad bi se zahvalil tudi vsem prijateljem in prijateljicam s katerimi smo sodelovali v času študija.

IZJAVE.....	III
BIBLIOGRAFIJSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	IV
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	V
ZAHVALA	VI
1 UVOD	1
1.1 Namen diplomske naloge	1
1.2 Struktura diplomske naloge	2
2 ZASNOVA NALOGE	3
2.1 Slovenski kozolec	3
2.2 Zakonodaja	5
2.2.1 PURES 2010	5
2.2.2 Tehnična smernica za graditev TSG-4	5
2.3 Uporabljen program za izračun porabe energije v stavbah	6
2.3.1 TOST	7
2.4 Uporabljen program za izračun gradbene fizike v konstrukcijskih sklopih stavbe	7
2.4.1 TEDI	8
3 TOPLOTNOIZOLACIJSKI MATERIALI	9
3.1 VAKUUMSKO IZOLACIJSKI PANELI (VIP izolacija)	10
3.1.1 Sestava VIP panelov	10
3.1.2 Uporaba VIP panelov	11
3.1.3 Montaža VIP panelov	12
4 OPIS OBRAVNAVANEGA OBJEKTA.....	13
4.1.1 Splošno	13
4.1.2 Podoben uspešno izveden projekt	13
4.1.3 Lega objekta	14
4.1.4 Konstrukcijska sestava objekta	14
5 PREDLOGI ENERGETSKE UREDITVE OBJEKTA	16
5.1.1 Vhodni podatki za program TEDI	16
5.1.2 Reševanje problematike z VIP izolacijo	25
6 EKONOMSKA UPRAVIČENOST VIP IZOLACIJE	26

7	ENERGETSKA BILANCA NOVEGA STANJA S PROGRAMOM TOST	28
8	ZAKLJUČEK IN UGOTOVITVE.....	31
9	VIRI	32

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Stegnjeni ali enojni kozolec [4]</i>	3
<i>Slika 2: Vezani kozolec ali toplar [4]</i>	4
<i>Slika 3: Kozolec na kozo [5]</i>	4
<i>Slika 4: Kozolec brez strehe [5]</i>	4
<i>Slika 5: Vakuumsko izolacijski sistemi [10]</i>	10
<i>Slika 6: Primer vakuumsko izolacijskega panela proizvedenega v Turna Velenje (Povzeto po [12])</i>	11
<i>Slika 7:Praktični primer uporabe VIP panelov pri izolaciji balkona v primerjavi z tradicionalno izolacijo [10]</i>	12
<i>Slika 8: Obnova 150 let starega kozolca na nabrežju Savinje [7].</i>	13
<i>Slika 9: Prikazana lokacija obravnavanega kozolca v vasi Maline pri Štrekljercu</i>	14
<i>Slik10: Pogled na obravnavani objekt</i>	15
<i>Slika 11: Prikaz obravnavanih KS</i>	17
<i>Slika 12: Novo stanje tal na terenu</i>	18
<i>Slika 13: Novo stanje tal nad terenom</i>	19
<i>Slika 14: Novo stanje čelne stene mansarde</i>	20
<i>Slika 15: Novo stanje vzdolžne stene mansarde.</i>	21
<i>Slika 16: Novo stanje stropa mansarde</i>	22
<i>Slika 17: Novo stanje strehe nad bivalno mansardo</i>	22
<i>Slika 18: Novo stanje strehe nad bivalno mansardo</i>	24
<i>Slika 19: Prikaz svetle višine v mansardi</i>	25
<i>Slika 20: Tloris mansarde s prikazom območij tal nad terenom in medetaže</i>	27

KAZALO TABEL

<i>Tabela 2: Delitev toplotno izolacijskih materialov [13]</i>	9
<i>Tabela 3: Geodetske koordinate obravnavanega objekta</i>	16
<i>Tabela 4: Klimatski podatki za obravnavano lokacijo</i>	16
<i>Tabela 5: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s programom TEDI za tla na terenom (novo stanje)</i>	18
<i>Tabela 6: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za tla nad terenom (novo stanje)</i>	19
<i>Tabela 7: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za zunanjo steno v pritličju</i>	20
<i>Tabela 8: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za čelno steno v mansardi</i>	21
<i>Tabela 9: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za vzdolžno steno v mansardi</i>	21
<i>Tabela 10: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za strop v mansardi</i>	22
<i>Tabela 11: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za streho nad bivalno mansardo</i>	23
<i>Tabela 12: Opis sestave KS in izračun toplotne prehodnosti KS tal nad terenom z uporabo VIP</i>	26
<i>Tabela 13: Vhodni podatki karakteristik obravnavanega objekta za program TOST</i>	28
<i>Tabela 14: Karakteristike neprozornih elementov obravnavanega objekta</i>	28
<i>Tabela 15: Karakteristike prozornih elementov obravnavanega elementa</i>	29
<i>Tabela 16: Izračunana energetska bilanca novega stanja stavbe</i>	29
<i>Tabela 17: Izgube in dobitki obravnavanega objekta</i>	29
<i>Tabela 18: Izračunana letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine</i>	30

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

KS – konstrukcijski sklop

VIP – vakumsko izolacijski panel

HI – hidroizolacija

TI - toplotnaizolacija

EPS – ekspanzirani polistiren

Ta stran je namenoma prazna

1 UVOD

Kozolci veljajo za eno od razpoznavnosti velike večine slovenskega prostora in predstavljajo pomemben del naše stavbne in splošne kulturne dediščine s pogledom na zgodovinski razvoj. Posebne izkušnje s kozolci in poglede nanj imajo njihovi lastniki, saj so del njihovega življenja.

V preteklosti so kozolci služili kod gospodarska poslopja za sušenje sena, shranjevanje pridelkov, mlatev žita in podobno. Danes pa so zaradi napredka tehnologij postali, v tehnološkem smislu, neuporabni. Ponekod kozolci na žalost propadajo saj so lastniki mnenja, da nimajo ekonomske vrednosti novih vsebin pa jim ne iščejo. Zato se moramo vprašati: ali ga znamo vrednotiti v sedanjem času, ali mu znamo dati novo vsebino?

Turizem je vsekakor priložnost za oživitev takšnega objekta. V Sloveniji so bili kozolci uporabljeni v turistični propagandi, ponujajo pa mnogo več kod le to. Preureditev v bivalni objekt bi bila vsekakor zanimiva in bi pritegnila pozornost turistov.

Prenova objekta bi morala biti od začetka do konca zastavljena in izvedena optimalno. Pri tem se srečujemo s specifičnimi problemi, ki se razlikujejo v primerjavi z gradnjo novega objekta. Določeno imamo obstoječo lokacijo, orientacijo stavbe, konstrukcijski sistem in zunanji izgled v katerega ne smemo preveč posegati. Znotraj teh omejitev moramo izbrati načine za energetsko učinkovitost stavbe in doseganje določil Pravilnika o učinkoviti rabi energije (PURES 2010) [1]. Zagotoviti moramo tudi da stavba ostane stabilna, varna pred potresom in požarom, zagotavlja zdravo bivanje, prijazna do okolja in varčna [16]. V kolikor se odločimo za preureditev stavbe, ki je vpisana v register kulturne dediščine moramo pridobiti kulturno varstveno soglasje in upoštevati pogoje, ki so zahtevani v Zakonu o varstvu kulturne dediščine (ZVKD- 1) [2].

1.1 Namen diplomske naloge

Namen diplomske naloge je preurediti gospodarski objekt, v konkretnem primeru 120 let star kozolec, ki ne služi več svojemu namenu in mu na ta način spremeniti namembnost v turistični objekt ter mu zagotoviti ekonomsko upravičenost. Pri tem želim poiskati optimalen način za doseganje zastavljenega cilja. Pri obnovi bomo poskušali v čim večji meri ohraniti prvotni izgled kozolca, brez bistvenih posegov v njegovo konstrukcijsko sestavo. Izziv nam bo predstavljala prenova notranjosti kozolca, ker bomo toplotno izolacijo namesto na zunanji ovoj namestili v notranjost objekta, pri čemer bomo sloneli k čim večji ohranitvi uporabnega prostora.

1.2 Struktura diplomske naloge

Najprej bomo preučili pomembne predpise in tehnične zahteve, ki se nanašajo na energetske učinkovitost stavb ter preverili, če je objekt vpisan v register kulturne dediščine.

Nato bomo določili posamezne konstrukcijske sklope v katerih bomo uporabili klasično toplotno izolacijo in s pomočjo programa TEDI izračunali toplotno prehodnost ter preverili difuzijo vodne pare.

Na podlagi dobljenih rezultatov bomo izrisali detajle v programu AutoCAD. Predvidevamo, da se bojo v nekaterih konstrukcijskih sklopih pojavile težave z debelino le-tega. V takem primeru bomo klasično izolacijo zamenjali z vakuumsko izolacijskimi paneli (VIP). Ponovno bomo izračunali toplotno prehodnost in dobili tanjši sklop.

Konstrukcijske sklope bomo sestavili v celoto in tako bomo dobili ovoj stavbe, katerega bomo preverili s pomočjo programa TOST. Z izračunom bomo dobili primeren toplotni ovoj, ki ga bojo sestavljali klasični toplotnoizolacijski materiali v kombinaciji z VIP paneli, katerih ekonomsko upravičenost bomo podali z izračunom.

2 ZASNOVA NALOGE

2.1 Slovenski kozolec

Kljub temu, da so slovenski kozolci izgubili svojo namembnost v kmetijstvu, so še vedno pomemben del slovenske kulturne dediščine. Po Sloveniji najdemo veliko zapuščenih in propadajočih kozolcev, katerih lastniki jih ne znajo vrednotiti v sedanjem času in jim ne znajo dati nove vsebine.

Prvi kozolci so na našem ozemlju nastali že v srednjem veku. To so bili enostavno grajeni in konstrukcijsko nezahtevni kozolci. Namenjeni so bili za sušenje trave in shranjevanje pridelkov. Danes jih večinoma uporabljamo za shranjevanje kmetijskih strojev ali družabna srečanja. V Sloveniji jih najdemo na Gorenjskem, južnem Štajerskem, Notranjskem, Dolenjskem, Beli Krajini, severozahodnem Primorskem In na Koroškem. Za vsako pokrajino je značilen svoj tip kozolca. Poznamo naslednje tipe kozolcev [17]:

Stegnjeni ali enojni kozolec (slika 1):	Sestavljen je iz enakih stebrov na katerih je ozka streha in kateri so povezani s tako imenovanimi latami. Kriti so bili s slamo, v gorskih predelih pa s skodlami.
Vežani kozolec ali toplar (Slika 2):	Sestavljen je iz dveh enakih vrst razdelkov imenovanih okna ali štanti, katera sta bila združena pod eno streho. Streha je bila večinoma narejena v obliki čopa. Zgornji prostor je bil narejen iz križno vezanih obtesanih tramov. Ponekod najdemo toplarje, ki imajo priključen stegnjen kozolec.
Kozolec na kozo (Slika 3):	Ima enako sestavo kot enojni kozolec, le da so mu prislonili nadstrešek ali plašč.
Kozolec brez strehe (Slika 4):	To so na njivi ali travnikih začasno postavljeni stebri, tanjši kakor pri ostalih kozolcih.
Prislonjeni kozolec ali stog:	To je enojni kozolec, ki ne stoji samostojno. Prislonjen je na hlev, hišo ali kako drugo gospodarsko poslopje.



Slika 1: Stegnjeni ali enojni kozolec [4]



Slika 2: Vezani kozolec ali toplar [4]



Slika 3: Kozolec na kozo [5]



Slika 4: Kozolec brez strehe [5]

2.2 Zakonodaja

2.2.1 PURES 2010

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah [1] določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene v pravkar zgrajenih ali rekonstruiranih stavbah, kjer se posega v najmanj 25 % površine toplotnega ovoja. Pravilnik se nanaša na učinkovito rabo energije pri:

- toplotni zaščiti,
- ogrevanju, hlajenju, prezračevanju in njihovi kombinaciji,
- pripravi tople vode,
- razsvetljavi,
- zagotavljanju lastnih virov obnovljive energije za delovanje sistemov v stavbi,
- metodologiji za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z direktivo 31/2010/EU Evropskega parlamenta in sveta.

Gradbene ukrepe in rešitve za doseganje zahtev navedenih v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah določa Tehnična smernica za graditev TSG-14-004 Učinkovita raba energije [3].

Po pravilniku je potrebno pri zagotavljanju učinkovite rabe energije zajeti celotno življenjsko dobo objekta, njegovo namembnost, podnebne podatke, lokacijo kjer objekt stoji in kako je orientiran, materiale uporabljene v konstrukciji objekta in njegovem ovoju, vgrajene naprave in sisteme in uporabo obnovljivih virov.

2.2.2 Tehnična smernica za graditev TSG-4

Tehnično smernico za graditev TSG-4 [3] je izdalo Ministrstvo za okolje in prostor v sodelovanju z Ministrstvom za gospodarstvo na podlagi Zakona o graditvi objektov z namenom opredelitve osnovnih zahtev, ureditve pogojev za projektiranje, ureditev razredov in načinov vgradnje gradbenih materialov, ureditve izvajanja gradnje, določa metode računanja energijskih lastnosti stavb ... V njem so opredeljeni tudi postopki ugotavljanja izpolnjevanja osnovnih zahtev Uredbe 305/2011 [16] zahtev katere so:

- 1. Mehanska odpornost in stabilnost
- 2. Varnost pri požaru
- 3. Higiena, zdravje in okolje
- 4. Varnost in dostopnost pri uporabi
- 5. Zaščita pred hrupom
- 6. Varčevanje z energijo in ohranjanje toplote
- 7. Trajnostna raba naravnih virov

V poglavju o arhitekturni zasnovi je podano, da morajo biti z energijskega stališča ugodno razmerje med površino toplotnega ovoja objekta in uporabno prostornino. Predpisano je tudi, da morajo biti v stavbi prostori ugodno energijsko razporejeni. Prav tako je omenjeno, da morajo vgrajeni materiali omogočati učinkovito upravljanje s tokovi energije.

V tretjem poglavju o toplotni zaščiti objektov je podana predpisana prehodnost zasteklitve in dovoljena skupna prehodnost zasteklitve in okvirja. Omenjen je tudi vpliv toplotnih mostov, za katerega je predpisano, da mora biti čim manjši glede na letno porabo toplote. S pasivnimi ukrepi kot so pravilna lega objekta in senčenje zastekljenih površin moramo uravnati morebitno pregrevanje objekta. Omenja se tudi prehod vodne pare skozi ovoj stavbe za katero moramo poskrbeti, da ne kondenzira. V tehničnih smernicah je predpisano, da lahko v objekt vgrajujemo vrata in okna po standardu SIST EN 12207 za enoetažne, dvoetažne ali več etažne stavbe.

Prav tako je s tehničnimi smernicami predpisan način in vrsta ogrevanja in hlajenja obravnavanega objekta. Je pa res, da smernice obravnavajo samo energijske vidike ogrevanja in hlajenja. Pri projektiranju, gradnji in servisiranju ogrevalnih in hladilnih naprav je potrebno upoštevati pristojne pravilnike.

V stavbah, kjer ni zagotovljeno zadostno naravno prezračevanje, je potrebno glede na tehnične smernice zagotoviti nadomestno mehansko ali hibridno prezračevanje objekta. Prav tako predpis poudarja, da mora biti zagotovljeno učinkovito vračanje toplote zraka nazaj v prostor, kar zagotovimo z rekuperacijo ali pa z dodatnim segrevanjem vhodnega zraka.

Tehnične smernice omenjajo tudi razsvetljavo objektov, katera mora biti, če je le mogoče, v večji meri naravna. V nasprotnem primeru je potrebno uporabiti energetsko učinkovita svetila in primerno regulacijo. Način in število svetil je potrebno prilagoditi velikosti prostora in številu uporabnikov le tega.

Zakon v zadnjem delu podaja metodologije za izračun energetskih lastnosti stavbe z potrebnimi koeficienti za izračune ter osnovne podatke uporabljenih materialov [3].

Uporaba tehničnih smernic pri gradnji, obnovi ali adaptaciji objekta je obvezna.

2.3 Uporabljen program za izračun porabe energije v stavbah

Ker je ročni izračun porabe energije v stavbah zaradi kompleksnosti metode skoraj da neizvedljiv, se pri izračunu poslužujemo različne programske opreme. Na slovenskem trgu je na voljo kar nekaj programov za izračun porabe energije v stavbah v katerih je upoštevana veljavna zakonodaja in spremljajoči standardi. Nekateri izmed njih so bili razviti na Fakulteti za gradbeništvo, nekatere pa so razvili različni proizvajalci gradbenih materialov. Večinoma se ponujena programska oprema razlikujejo glede na zasnovo simulacijskega modela:

- Stacionaren simulacijski model (npr.: GenV, URSA 3),
- Dinamičen simulacijski model (npr.: EnergyPlus, DOE-2, TRNSYS, TAS),
- Kvazidinamični simulacijski model (npr.: TOST, ArchiMAID, Energija 2010, URSA 4, DOF-ENERGY 1.2).

Na slovenskem trgu so aktualni programi TOST, URSA 4, ArchiMAID, Energija 2010,... Ti programi v izkazu energijske karakteristike stavbe podajo izračune naslednjih količin:

- Specifične transmisijske toplotne izgube (H^T),
- Potrebno letno toploto za ogrevanje stavbe (Q_{NH}),
- Letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe na enoto uporabne površine stavbe (Q_{NH}/A_U),
- Letna primarna energija (Q_P),
- Letni izpusti CO_2 .

Vsi ti programi imajo enaka izhodišča vendar kljub temu prihaja do odstopanja pri izračunanih podatkih. To naj ne bi bila posledica samo nenatančnega vnosa podatkov, ampak tudi posledica načina izračuna. Na primer do odstopanja prihaja že pri zajemu konstantnih podatkov kot je povprečna letna temperatura (T_L), kar pokaže na različno pridobivanje podnebnih podatkov pri različnih razvijalcih programov. Z raziskavo, ki so jo naredili na Katedri za stavbe in konstrukcijske elemente (KSKE) na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, kjer so med seboj primerjali programe TOST, URSA 4, ArhiMAID in Energija 2010 so ugotovili, da prihaja do bistvenih odstopanj med programi in da le-ti močno presegajo pričakovane vrednosti. Po njihovem mnenju je prišlo do nepravilnosti pri razvoju programske opreme, ker je zakonodajalec razvoj programov popolnoma prepustil trgu [15].

2.3.1 TOST

Program TOST (Toplotni odziv Stavb) je bil razvit na Univerzi v Ljubljani in sicer na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo za namene izračuna energetske bilance stavb. Razvit je bil po pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah PURES 2010 upoštevajoč SIST EN ISO 13790 in TSG-1-004:2010. Ta program, tako kot večina ostalih programov na slovenskem trgu, upošteva kvazidinamičen simulacijski model in zahteva numeričen vnos vhodnih podatkov.

2.4 Uporabljen program za izračun gradbene fizike v konstrukcijskih sklopih stavbe

V praksi se uporabljajo programi različnih proizvajalcev, kot so WUFI, THERM, TEDI, ki nam omogočajo dinamične analize konstrukcijskih sklopov. Vsi ti programi imajo integrirano obsežno bazo materialov za katere so podane karakteristike, ki jih program potrebuje za termodinamični izračun.

2.4.1 TEDI

Program TEDI so razvili na Katedri za stavbe in konstrukcijske elemente (KSKE) na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo za namene izračuna gradbene fizike v konstrukcijskih sklopih stavb. Razvit je v skladu z Pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2010), SIST EN ISO 6946, SIST EN ISO 10211 in SIST 1025:2002. Program deluje po principu ročnega vnašanja konstrukcijskih sklopov pri tem pa sestavne materiale izbiraš v integrirani knjižnici materialov. Podatke o uporabljenem materialu ti poda v tabeli za izračunom prevodnosti. Pomanjkljivost knjižnice se pokaže pri izbiri materiala, saj so v knjižnici na voljo samo materiali določenih proizvajalcev s točno določenimi lastnostmi. Kot uporabnik programa ne moreš sam spreminjati ali določati lastnosti materiala, prav tako ne moreš dodajati novih materialov v knjižnico. Pri določevanju konstrukcijskega sklopa naletimo tudi na pomanjkljivost, ko želimo določiti prehodnost temperature skozi skeletno konstrukcijo, saj program ne podpira takih konstrukcij in moramo zračne plasti, ki delujejo kot toplotna izolacija dodatno definirati.

Toplotno prehodnost v programu TEDI izračunamo s pomočjo vnesenih klimatskih pogojev, ki veljajo za okolico izbranega konstrukcijskega sklopa. Iz teh podatkov program sam določi notranjo in zunanjo temperaturo zraka na podlagi katerih ovrednoti projektno temperaturo s katero opravi izračune, lahko pa le to podamo ročno. Potrebno je le še definirati sestavo konstrukcijskega sklopa in izbrati ustrezne materiale, ki ga sestavljajo. Nato program sam določi potrebne izračune in poda rezultate. Integrirana enačba za izračun toplotne prehodnosti skozi konstrukcijski sklop zajema vmesno vrednost, ki jo dobimo pri izračunu ob upoštevanju mejne plasti zraka na zunanji strani in pri izračunu brez upoštevanja le-tega [14].

3 TOPLOTNOIZOLACIJSKI MATERIALI

Na slovenskem trgu je v zadnjem času ponudba toplotnoizolacijskih materialov vse pestrejša. V ponudbi so tako preizkušeni tradicionalni materiali kakor tudi novi tehnološko inovativni materiali, katerih trajnost v praksi še ni čisto določena. Ko se odločamo za izbiro toplotnoizolacijskega materiala, moramo biti pozorni na njihove lastnosti, kot so toplotna prevodnost λ [W/mK], protipožarna odpornost, difuzijska prepustnost, tlačna trdnost, stisljivost, trajnost, občutljivost na navlaženje, vpliv na okolje in zdravje ljudi ... Prav tako je pri izbiri vse to pogojeno tudi s ceno.

Toplotnoizolacijske materiale na grobo delimo:

Tabela 1: Delitev toplotno izolacijskih materialov [13]

GLEDE NA KEMIJSKO SESTAVO IN STRUKTURO:

Anorganski materiali:	Iz mineralnih vlaken (<i>steklena volna, kamena volna, ...</i>) Penjeni materiali (<i>penjeno steklo, ekspandirana glina, ...</i>)
Organski materiali:	Iz rastlinskih in živalskih vlaken (<i>kokosova vlakna, lesena vlakna, ovčja volna, pluta, ...</i>) Penjeni materiali (<i>ekspandirani polistiren, ekstrudirani polistiren, penjeni poliuretan, ...</i>)

GLEDE NA FIZIKALNO-KEMIJSKE LASTNOSTI:

Vlaknasti materiali:	Snovi iz mineralnih, rastlinskih in živalskih vlaken
Porozni materiali	Iz anorganskih, naravnih organskih in sintetičnih snovi

GLEDE NA UPORABNIŠKI VIDIK:

Tradicionalni materiali	Penjeno steklo, lesene vlaknenke, mineralna vlakna...
Alternativni materiali	Mineralna volna, celulozni kosmiči, kokos, pluta, ovčja volna, bombaž, trstika, lesena vlakna, perlit, vermikulit, ekspandirana glina, penjeno steklo, prosojne toplotne izolacije, sistemi za izolacijo z vakuumom ...

Vse materiale, ki v svojem življenjskem krogu od proizvodnje preko uporabe in vse do odstranitve kar najmanj obremenjujejo zdravje ljudi in okolje, uvrščamo pod ekološke oziroma alternativne toplotnoizolacijske materiale. Najmanjšo vrednost potrebne energije za proizvodnjo dosegajo toplotne izolacije iz celuloze, mineralne volne, plute, kokosa... (vir) Srednjo vrednost dosegajo ekspandirani in ekstrudirani polistireni, lesne plošče iz oblancev, perlit. Najvišjo vrednost dosegajo penjeno steklo in lesena vlakna. Pri določanju potrebne vgrajene energije uporabimo za merilo potrebno energijo na doseženo enoto toplotne upornosti toplotno izolacijske plasti [13].

Trenutno največjo možnost toplotnih prihrankov nudijo sistemi za izolacijo z vakuumom, prav tako nam zaradi njihove majhne debeline omogočajo več možnosti za vgradnjo in njihovo uporabo pri sanacijah in adaptacijah stavb. V sklopu sistemov za izolacijo z vakuumom so bili razviti trije podsistemi:

- Vakuumsko izolacijski paneli (VIP),
- Vakuumski sendvič elementi (VIS) in
- Vakuumski izolacijski sistemi iz stekla (VIG). [10]



Slika 5: Vakuumsko izolacijski sistemi [10].

3.1 VAKUUMSKO IZOLACIJSKI PANELI (VIP izolacija)

V primerih novogradenj je trenutno manj pogosta uporaba VIP panelov, saj lahko notranjo površino korigiramo glede na potrebno debelino toplotne izolacije. Problem se pojavi pri rekonstrukcijah, kjer posegamo v že obstoječi objekt in potrebujemo veliko debelino toplotne izolacije, da zadostimo predpisom glede energetske učinkovitosti stavb. V takih primerih potrebujemo toplotno izolacijo majhne debeline, katera nam lahko s svojo nizko prevodnostjo toplote nadomesti tudi do 30 cm debeline običajne toplotne izolacije.

3.1.1 Sestava VIP panelov

Vakuumsko izolacijski paneli lahko s svojo inovativno sestavo dosežejo tudi do $0,003 \text{ W}/(\text{mK})$ toplotne prevodnosti in samo $6,66 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ toplotne upornosti pri debelini panela 20 mm [8]. Jedra plošč so izdelana iz mikroporoznega silicijevega dioksida (kremena) ter materialov, ki odbijajo toplotno sevanje in so dovolj kompaktni, da prenesejo ustvarjen notranji tlak. Večinoma so ti materiali celične, praškaste ali vlaknaste strukture in negorljivi. Da bi dosegli predpisano temperaturno prehodnost so plošče vakuumsko zatesnjene z visokotesno zaporno folijo iz metaliziranega laminata, ki pa mora omogočati tudi parno zaporo proti prehodu vlage. Zaščitni ovoj je sestavljen večplastno z veznimi lepilnimi sloji in vsaj en sloj je kovinski. Zelo pomembna je tudi sestava in izvedba kakovostnega varjenega spoja [12]. Plošče nekaterih proizvajalcev so opremljene s posebnim senzorjem, ki v plošči preverja notranji tlak plina, ki

znaša ob dobavi približno 5 mbar. Življenjska doba takih panelov je od 30 do 50 let ob vmesnem preverjanju notranjega tlaka panelov. Porast notranjega tlaka plina se predvideva približno 1 mbar na leto ob upoštevanju sobne temperature in debeline izolacije 20 mm.



Slika 6: Primer vakuumsko izolacijskega panela proizvedenega v Turna Velenje (Povzeto po [12])

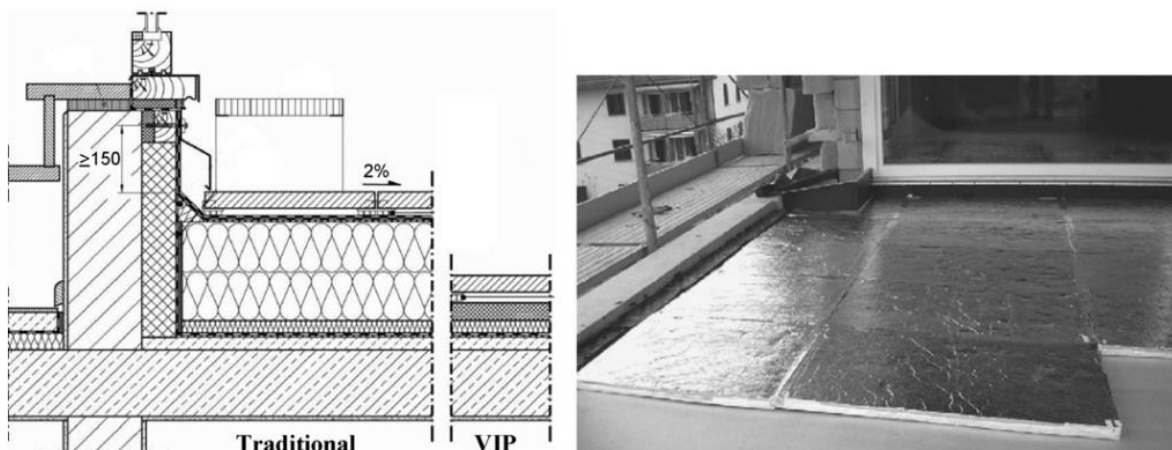
3.1.2 Uporaba VIP panelov

Uporaba VIP panelov je zelo široka zaradi njihovih odličnih izolacijskih sposobnostih in izredno majhne debeline, saj se uporabljajo pri toplotno izolativnih zabojih in kontejnerjih, komorah za shranjevanje, hladilnikih in zmrzovalnikih, fasadnih oblogah ... (vir) Poleg višje cene od običajnih izolacijskih panelov je pomanjkljivost VIP panelov tudi v njihovi obliki in prilagajanju objektu. Paneli se izdelujejo v točno predpisanih oblikah in dimenzijah in njihovo rezanje in krojenje na samem gradbišču zaradi vakuumsko zaprte sestave ni mogoče. Zaradi tega je potrebno pri proizvajalcu naročiti točne dimenzije panelov, ki bojo zadostovale za želeni objekt. Prav tako se močno razlikujejo tudi cene dimenzij fasadnih panelov. Standardne dimenzije so nekoliko cenejše od nestandardnih. Dimenzije plošče variirajo od maksimalne dimenzije 1200 x 1000 mm do minimalne 400 x 300 mm medtem, ko so debeline plošč med 10 mm in 40 mm. Te dimenzije se lahko od proizvajalca do proizvajalca nekoliko spreminjajo [8]. Kot pomembno pomanjkljivost VIP panelov moramo omeniti, da so kot samostojni elementi izredno krhki. Sami ne morejo prenašati koncentrirane obtežbe, zaradi tega jih ne moremo uporabljati za nosilne dele konstrukcij (vir).

3.1.3 Montaža VIP panelov

Pri montaži VIP panelov moramo biti posebej pozorni, saj jih ni dovoljeno mehansko pritrdjevati ali prebadati. Polagati jih moramo na čisto in razprašeno podlago, katera mora biti obenem gladka in brez ostrih delcev. Panele moramo zaščititi s posebnim slojem, saj so sami po sebi zelo krhki in paziti moramo, da ne prebodemo ali poškodujemo zaščitne folije (vir).

Zelo pomembno je pravilno izvedeno stikovanje panelov, saj ob nepravilno izvedenem stiku pride do toplotnega mostu. Po navadi posamezne panele med seboj lepimo s posebnim lepilom ali pa jih varimo. Pri polaganju VIP panelov strmimo k uporabi čim večjih dimenzij posameznega panela, saj se tako izognemo večjemu številu stikov in tako dosežemo boljše toplotno izolacijske lastnosti sloja. V kolikor se hočemo izogniti nastanku toplotnih mostov in poškodbam panelov pri vgrajevanju, uporabimo za izolacijo prefabricirane VIP panele [11].



Slika 7: Praktični primer uporabe VIP panelov pri izolaciji balkona v primerjavi z tradicionalno izolacijo [10].

Najpogosteje se VIP paneli uporabljajo v notranjih prostorih objekta, kjer želimo ohraniti čim večjo uporabno površino. Pri taki uporabi so najpogostejše poškodbe panelov med uporabo, zato jih moramo primerno zaščititi. Prav tako moramo pri taki uporabi panelov upoštevati možnost nastanka vlage na notranji strani nosilne konstrukcije in na stikih panelov.

Pri pravilni montaži se na VIP panele ne montira visoko izolativnih materialov, saj le-ti onemogočajo sledenje naknadnim poškodbam panelov, katere iščemo s termično kamero.

4 OPIS OBRAVNAVANEGA OBJEKTA

4.1.1 Splošno

V nalogi smo obravnavali kozolec, ki je tradicionalna vrsta kozolca za Belo krajino in Dolenjsko. Kozolec je v prostor umeščen še od leta 1902 in že daljše obdobje ne služi svojemu namenu. Zato smo se odločili, da ga prenovimo in mu določimo novo namembnost. Iz prvotne funkcije pomožnega kmetijskega objekta mu bomo spremenili namembnost v turistični objekt, ki bo služil za namestitev gostov pri tem pa bomo poskušali čim bolj ohraniti prvotni izgled kozolca. Objekt ni vpisan v register kulturne dediščine, zato bomo imeli pri obnovi nekoliko lažje delo, saj ga lahko bolje prilagodimo želenim potrebam. Zaradi spremembe namembnosti in želje po vzpostavitvi ugodnih bivalnih razmer v preurejenem objektu, bomo morali obstoječi sestavi ovoja dodati elemente kot so okna, toplotna izolacija objekta, ogrevanje, prezračevanje in podobno.

4.1.2 Podoben uspešno izveden projekt

Podobne obnove dotrajanega 150 let starega kozolca so se lotili v družini Breznik na nabrežju Savinje, za kar so prejeli nagrado SNOVALEC, ki jo podeljuje Slovenska turistična organizacija. V njihovem primeru so kozolec kupili in prestavili na njihovo zemljišče ter ga tam obnovili. Zunanosti niso veliko spreminjali, medtem, ko so notranosti posvetili veliko več oblikovanja, saj so jo oblikovali trije arhitekti: Janko Rožič, Gašper Drašler in Matjaž Suhadolc. Kozolec ima 19 m² bivalnih površin in 6,5 m² ganka. Pritličje je v celoti odprto z vrtno mizo in stoli med tem ko je v zgornjem delu urejena spalna enota. Za bivalni del so za toplotno izolacijo uporabili stekleno volno, katero so umestili med špirovce in stebre [6]. Potek prenove je predstavljen na sliki 8.



Slika 8: Obnova 150 let starega kozolca na nabrežju Savinje [7].

4.1.3 Lega objekta

Tudi do 20 % manjše toplotne izgube stavb lahko dosežemo s primerno izbiro lokacije stavbe. Najugodnejša lega stavbe je na prisojni strani pobočja in v zavetju pred vetrom. V nasprotju z nevtralnimi legami so lahko v takih legah temperature tudi za 2°C ugodnejše. Pod neugodne lokacije stavbe štejemo lege na hribih, na izpostavljenih legah ali v hladnih in senčnih dolinah. Velik vpliv na toplotne izgube imajo lege izpostavljene vetru, kateri povečuje konvekcijske toplotne izgube skozi lahke gradbene konstrukcije in okenske pripire. V takih primerih moramo biti še posebej pozorni na izvedbe stikov konstrukcijskih sklopov in ostalih elementov. [6]

Obravnavani kozolec stoji na turistični kmetiji Pecel v vasi Maline pri Štrekljencu v občini Semič. Natančna lokacija objekta je na sliki 9 označena z rdečo barvo:

Slika 9: Prikazana lokacija obravnavanega kozolca v vasi Maline pri Štrekljencu.



Objekt je umeščen na rob manjše vasi med stanovanjski objekt in kmetijska poslopja, iz severne strani pa se razprostira pobočje na katerem stoji. To pobočje je prisojno in v sončnih dnevih jutranje sonce hitro obsije objekt. Zaradi bližine ostalih poslopij in pobočja nad njim, je kozolec zaščiten pred vetrom. Sleme objekta je obrnjeno v smeri vzhod - zahod tako, da je ena daljša stranica obrnjena na južno stran druga pa na severno stran. Objekt stoji na kamnitih kraških tleh tako, da ni prisotnosti talne vode.

4.1.4 Konstrukcijska sestava objekta

Objekt je sestavljen iz lesenih nosilnih in nenosilnih konstrukcijskih elementov ter meri 12 m v dolžino in 7 m v širino, višina objekta pa je 7,5 m. Pri gradnji objekta je uporabljen večinoma hrastov in kostanjev les. Vertikalni del nosilne konstrukcije predstavljajo stebri dimenzij 24/24 cm, ki so postavljeni na kamnite podstavke kateri imajo funkcijo temeljev. Stebre med seboj povezujejo tramovi za horizontalno zavetrovanje pa poskrbijo roke ter križi. Simetrično ostrežje s čopi sestavljajo kapni in vmesni legi preko katerih se obtežba špirovcev prenaša na vertikalne elemente. Zaradi razbremenitve tramov in prenosa obtežbe bliže stebrov so vgrajena trapezna vešala. Na objektu je izvedena zračna streha pod naklonom 45°.

Na severni strani je konzolni nadstrešek na vzhodni in južni pa je podprt s stebri. Nadstreški služijo kot zaščita ovoja pred vremenskimi vplivi. Ovoj sestavljajo plohi, ki so vstavljeni v utore stebrov. Trenutno stanje obravnavanega objekta je predstavljeno na sliki 10.



Slik10: Pogled na obravnavani objekt

5 PREDLOGI ENERGETSKE UREDITVE OBJEKTA

5.1.1 Vhodni podatki za program TEDI

Kot osnova za določitev klimatskih podatkov (tabela 4) potrebujemo geodetske koordinate objekta (tabela 3) na podlagi katerih program z baze podatkov določi vrednosti.

Tabela 2: Geodetske koordinate obravnavanega objekta

X	61500
Y	517500

Tabela 3: Klimatski podatki za obravnavano lokacijo

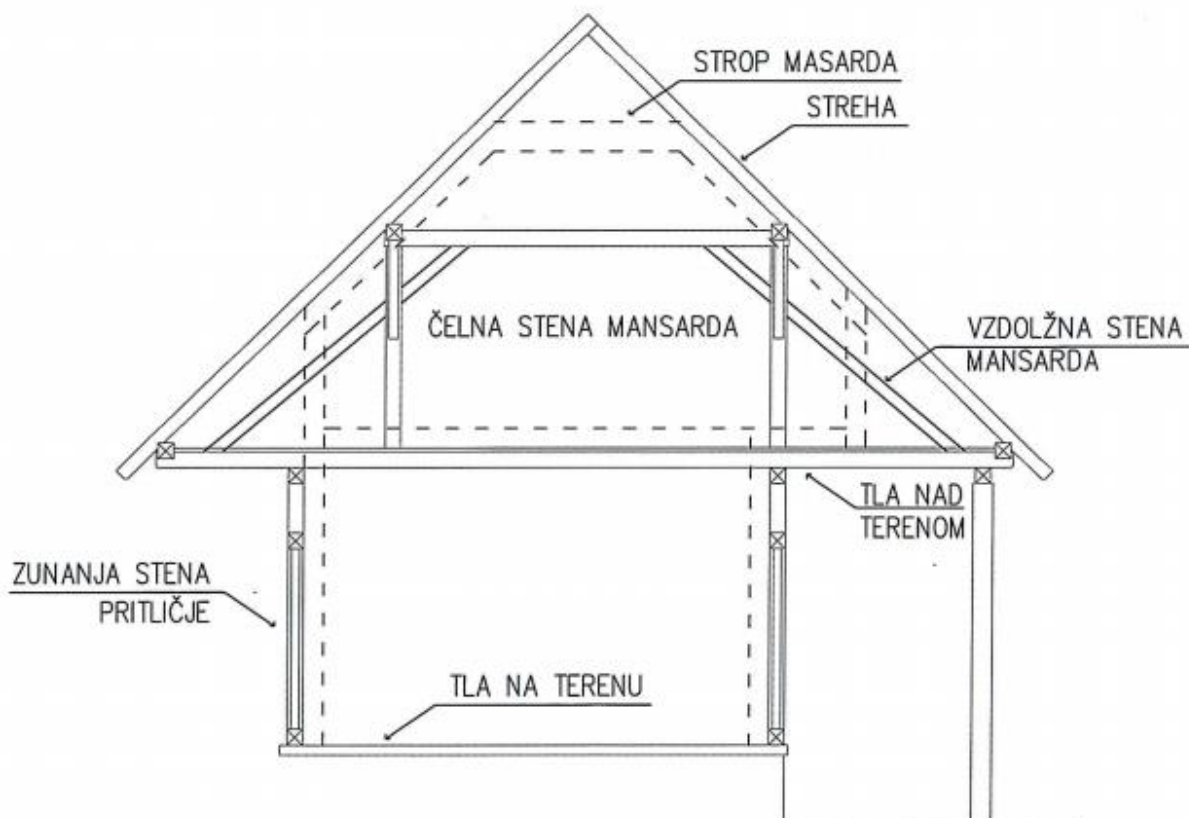
Temperaturni primanjkljaj DD (dan K)	3500
Projektna temperatura (°C)	-10
Povprečna letna temperatura (°C)	9,3
Letna sončna energija (kWh/m ²)	1160
Trajanje ogrevalne sezone (dnevi)	260
Začetek ogrevalne sezone (dan)	255
Konec ogrevalne sezone (dan)	150

Stavba bo spadala med tiste s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19 °C ali poleti hlajene pod 26°C ter bo neklimatizirana stavba in stavba brez procesov z večjim nastajanjem vodne pare. Pri izračunu je upoštevana relativna vlažnost 60 %.

Obstoječe stanje objekta vsebuje konstrukcijske sklope (KS), ki niso toplotno in zvočno izolirani. Na podlagi lege in obstoječe sestave smo dopolnili KS pri tem pa smo bili pozorni, da nismo preveč vplivali na zunanji izgled objekta.

Obravnavali smo naslednje konstrukcijske sklope (Slika 11):

- Tla na terenu
- Tla nad terenom
- Zunanja stena pritličje
- Čelna stena mansarda
- Vzdolžno steno mansarde
- Strop mansarda
- Streha nad bivalno masardo



Slika 11: Prikaz obravnavanih KS

5.1.1.1 Sestave KS in izračun toplotne prehodnosti s programom TEDI

Tla na terenu, obstoječe stanje

Trenutna tla so izvedena iz 10 cm debelih hrastovih plohov, orientiranih v prečni smeri objekta, ki na robovih nalegajo na tramove. Pod njimi je teren v naklonu tako, da iz južne smeri lahko vstopa zrak. Na severni strani je razdalja med plohi in tlemi prenizka, zato je konstrukcija dotrajana in smo bili primorani najti novo konstrukcijsko rešitev.

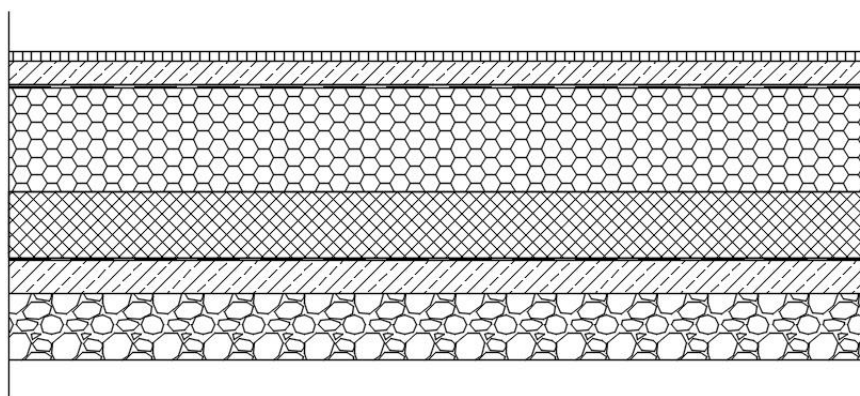
Tla na terenu, novo stanje

Odločili smo se za odstranitev plohov in jih zamenjati s klasičnimi tlemi na terenu. Na južnem delu, kjer je bil vstop zraka, izvedemo nov kamniti podporni zid ter vgradimo tamponsko nasutje, ki bo služilo kot podlaga za kasnejše sloje. Posebno pozornost moramo nameniti HI in TI, ker imamo relativno lahko konstrukcijo. S pomočjo hidravličnih dvigal postopoma pridvigemo objekt in izvedemo nove točkovne temelje, na katerih izvedemo hidroizolacijo (HI) in tako zaščitimo nosilno konstrukcijo objekta. Na zbitem tamponskem nasutju izvedemo podložni beton, na katerega položimo bitumensko HI in jo spojimo s HI pod točkovnimi temelji. Na severni strani objekta v vzdolžni smeri vgradimo kanaleta in tako odvedemo vodo, ki bi ob nalivih lahko vstopila v objekt. Nato po celotni tlorisni površini izvedemo AB ploščo ter na njo

položimo TI, parno oviro, cementni estrih ter zaključimo s finalno obdelavo. Sestava novega konstrukcijskega sklopa je prikazana v tabeli 5 in sliki 12.

Tabela 4: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s programom TEDI za tla na terenu (novo stanje)

Tla na terenu: novo stanje			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Keramične ploščice	0,02	2300	1,28
Cementni estrih	0,04	2000	1,16
PE folija	0,002	1000	0,19
XPS	0,16	20	0,037
Betonska plošča	0,1	2400	2,04
Bitumenska lepenka	0,01	1100	0,19
Podložni beton	0,05	2000	1,16
$U=0,215 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{MAX}}=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$			
KS ustreza !			



Slika 12: Novo stanje tal na terenu

Tla nad terenom, obstoječe stanje

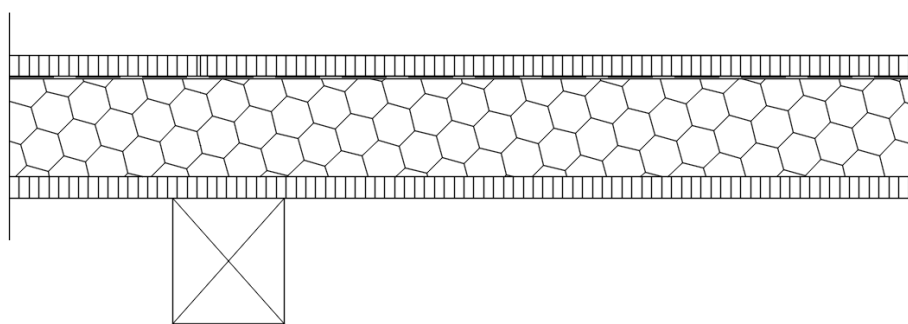
V prečni smeri objekta so vgrajeni leseni nosilci na katerih potekajo v vzdolžni smeri lesene deske, ki so stikovane na pero in utor.

Tla nad terenom, novo stanje

Na lesene deske položimo TI, parno zaporo in izvedemo plavajoči pod. Obravnavana situacija je predstavljena v tabeli 6 in sliki 13.

Tabela 5: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za tla nad terenom (novo stanje)

Tla nad terenom: novo stanje			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Les- hrast	0,025	700	0,21
PE folija	0,002	1000	0,19
EPS	0,14	20	0,037
deske	0,025	700	0,21
$U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{MAX}}=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$			
KS ustreza !			



Slika 13: Novo stanje tal nad terenom

Zunanja stena pritličje, obstoječe stanje

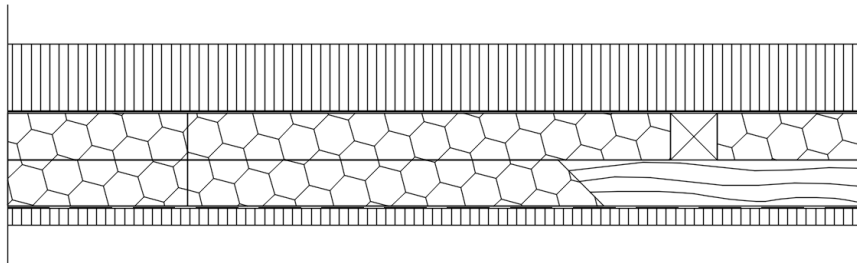
Zunanja stena v pritličju je sestavljena iz lesenih hrastovih plohov debeline 10 cm, ki so vstavljeni v utore stebrov. Na zunanji strani so vidni leseni križi, ki služijo kot horizontalno zavetrovanje objekta.

Zunanja stena pritličje, novo stanje

Z zunanje strani sestava ostane nespremenjena. Z notranje strani vgradimo toplotno izolacijo, ki jo stikujemo s TI ostalih konstrukcijskih sklopov. Lesene morale, ki bojo služili kot sekundarna nosilna konstrukcija TI in finalne obdelave, vijačimo v horizontalni in vertikalni smeri ter tako preprečimo linijski toplotni most ter izničimo neravnine obstoječe stene. Kot finalno obdelavo izvedemo obitje iz lesenih desk. Obravnavana situacija je predstavljena v tabeli 7 in na sliki 14.

Tabela 6: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za zunanjo steno v pritličju

Zunanja stena pritličje			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Les- hrast	0,025	700	0,21
PE folija	0,002	1000	0,19
Mineralna volna	0,14	200	0,041
Les- hrast	0,1	700	0,21
$U=0,239 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{MAX}}=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$			
KS ustreza !			



Slika 14: Novo stanje čelne stene mansarde

Čelna stena mansarda, obstoječe stanje

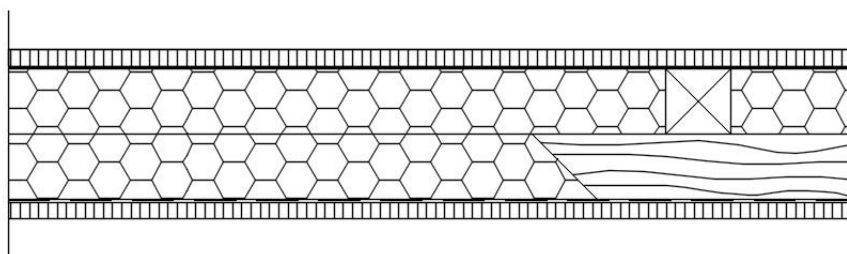
Čelno steno predstavlja skeletna lesena konstrukcija , ki je obita z lesenimi deskami.

Čelna stena mansarda, novo stanje

Izvesti je potrebno dodatno sekundarno konstrukcijo za vgraditev okna kakor tudi za vgraditev toplotne izolacije, finalne obdelave in obitja iz lesenih desk. Obravnavana situacija je predstavljena v tabeli 8 in na sliki 15.

Tabela 7: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za čelno steno v mansardi

Čelna stena mansarda			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Les- hrast	0,025	700	0,21
PE folija	0,002	1000	0,19
Mineralna volna	0,2	200	0,041
Les- hrast	0,02	700	0,21
$U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{MAX}}=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$			
KS ustreza !			



Slika 15: Novo stanje vzdolžne stene mansarde.

Vzdolžna stena mansarda, obstoječe stanje

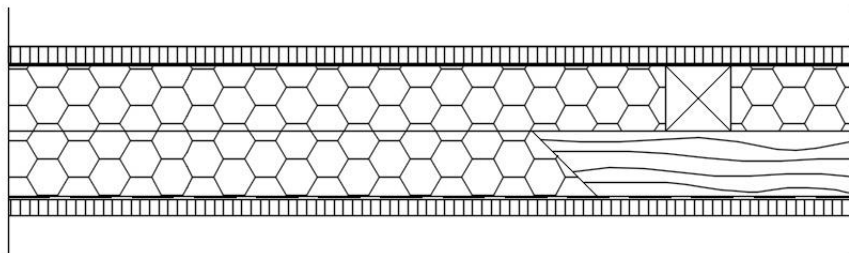
V mansardi trenutno ni izvedene stene v vzdolžni smeri.

Vzdolžna stena mansarda, novo stanje

Izvedemo steno iz vertikalnih in horizontalno vgrajenih lesenih moralov ter jo obijemo z lesenimi deskami. Med lesene deske vgradimo TI in jo povežemo z izolacijo strehe, sten oziroma izolacijo tal nad terenom. Obravnavana situacija je predstavljena v tabeli 9 in na sliki 16.

Tabela 8: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za vzdolžno steno v mansardi

Vzdolžna stena mansarda			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Les- hrast	0,025	700	0,21
PE folija	0,002	1000	0,19
Mineralna volna	0,2	200	0,041
Les- hrast	0,02	700	0,21
$U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{MAX}}=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$			
KS ustreza !			



Slika 16: Novo stanje stropa mansarde

Strop mansarda, obstoječe stanje

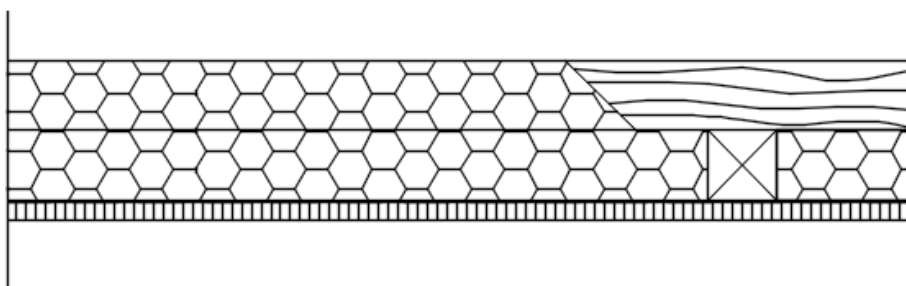
Trenutno ni izvedenega stropa

Strop mansarda, novo stanje

Na špirovce privijačimo lesene morale, ki nam služijo kot nosilna konstrukcija finalne obdelave obitja iz lesenih desk. Na finalno obdelavo položimo TI in med oba sloja vgradimo parno oviro. Obravnavana situacija je predstavljena v tabeli 8 in na sliki 17.

Tabela 9: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za strop v mansardi

Strop mansarda			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Les- hrast	0,025	700	0,21
PE folija	0,002	1000	0,19
Mineralna volna	0,2	200	0,041
$U=0,193 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{MAX}}=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$			
KS ustreza !			



Slika 17: Novo stanje strehe nad bivalno mansardo

Streha nad bivalno mansardo, obstoječe stanje

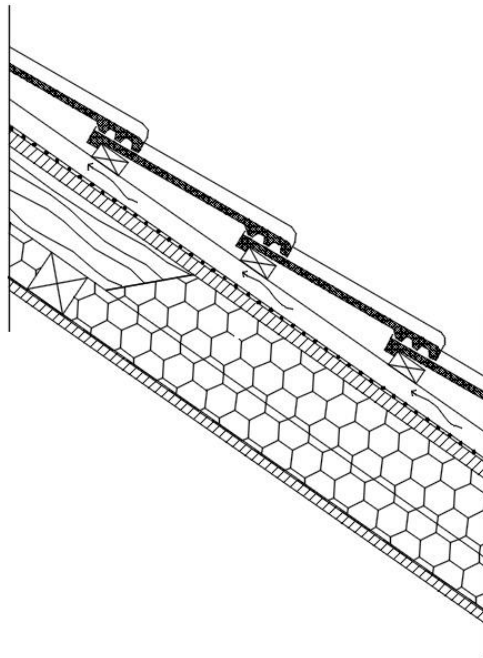
Trenutno je izvedena zračna streha pokrita z strešniki.

Streha nad bivalno mansardo, novo stanje

Pod lesene špirovce privijamo lesene morale preko katerih izničimo neravnine na obstoječih tesanih špirovcih. Med lesene morale in špirovce vgradimo TI, ki jo stikujemo z ostalimi konstrukcijskimi sklopi. Na notranji strani TI vgradimo parno zaporo ter konstrukcijski sklop zaključimo z obitjem iz lesenih desk. Obravnavana situacija je predstavljena v tabeli 11 in na sliki 18.

Tabela 10: Opis sestav KS in izračun toplotne prehodnosti s pomočjo programa TEDI za streho nad bivalno mansardo

Streha nad bivalno mansardo			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Les- hrast	0,025	700	0,21
PE folija	0,002	1000	0,19
Mineralna volna	0,2	200	0,041
lesen opaž	0,02	500	0,14
zračna plast	0,05	1	0,135
strešnik	0,02	1900	0,99
$U=0,175 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{MAX}}=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$			
KS ustreza !			



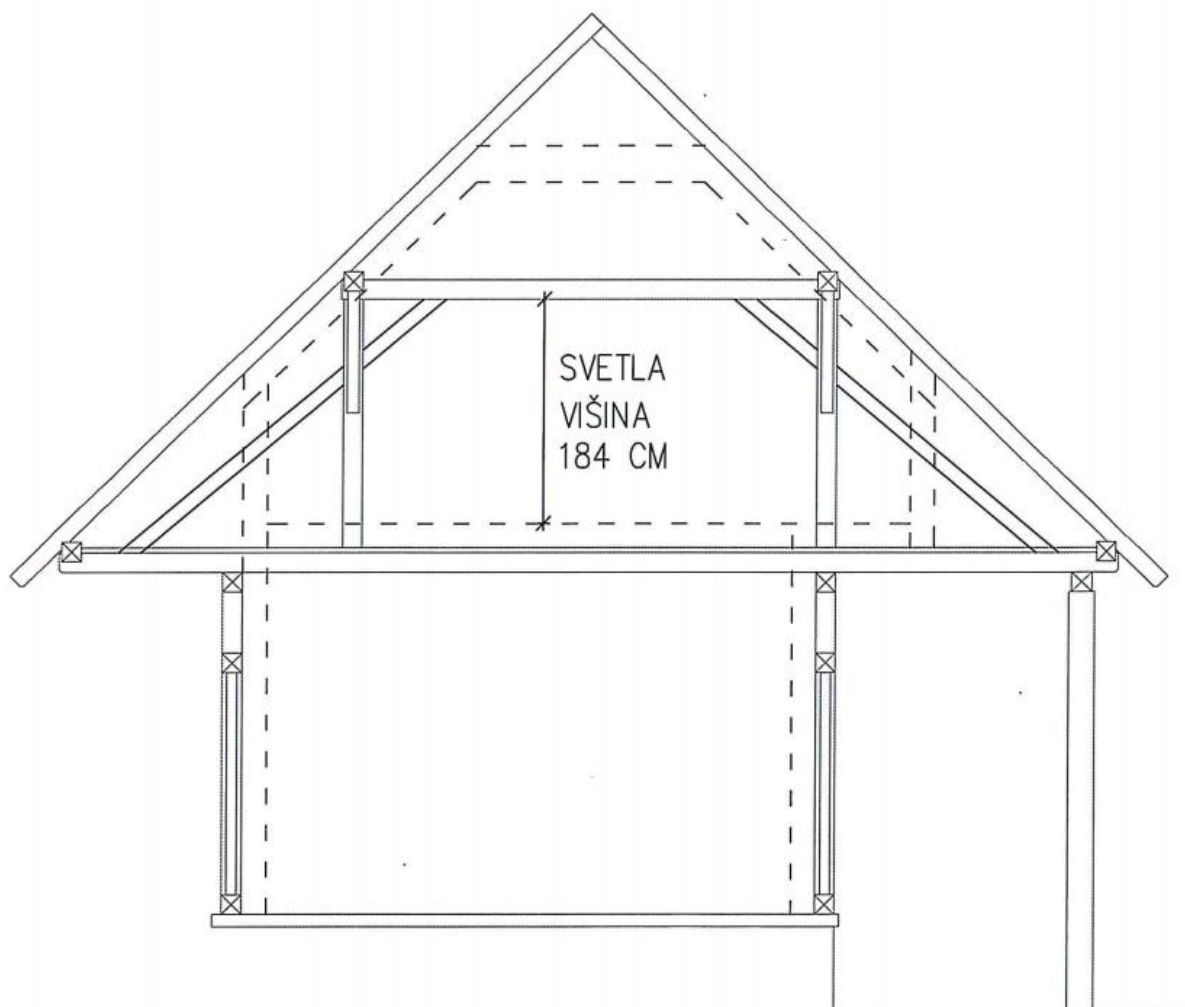
Slika 18: Novo stanje strehe nad bivalno mansardo

5.1.1.2 Problematika svetle višine mansarde

Finalno obdelavo želimo izvesti na enaki višinski koti po vsej površini mansarde, zato moramo prilagoditi sestavo medetažnega KS tal nad terenom. Zaradi obstoječe konstrukcije ostrešja objekta smo omejeni z višino uporabnega prostora, kar predstavlja še dodatni izziv. Pri predvideni izvedbi KS tal nad terenom dobimo svetlo višino pod razpiralom samo 184 cm (slika 19), kar je prenizko za normalno gibanje po prostoru.

Nastali problem lahko rešimo z izdelavo jeklenega okvirja, ki bi nadomestil obstoječe trapezno vešalo in povečal svetlo višino. Ker želimo ohraniti vidne dele obstoječega trapeznega vešala in v največji možni meri ohraniti obstoječo konstrukcijo, moramo poiskati drugo rešitev.

Odločili smo se za zamenjavo klasične izolacije KS tal nad terenom z VIP paneli, s čimer bi zmanjšali debelino KS in s tem pridobili na svetli višini prostora.



Slika 19: Prikaz svetle višine v mansardi

5.1.2 Reševanje problematike z VIP izolacijo

S kombinacijo VIP in EPS je debelina toplotne izolacije 3,5 cm za U faktor 0,22 W/m²K (tabela 10). Debelina klasične toplotne izolacije pa znaša 14 cm za U faktor 0,25 W/m²K (tabela 6) iz česar je razvidno, da poleg ugodnejše toplotne prehodnosti pridobimo tudi dodatnih 10,5 cm svetle višine, ki v primerjavi z predhodno svetlo višino (slika 19) sedaj znaša 194,5 cm in zadostuje za normalno gibanje po prostoru. Posebno pozornost pri vgrajevanju izbrane toplotne izolacije moramo posveti stikovanju panelov in njihovi zaščiti. Zaradi lažje vgradnje in uporabe Izberemo VIP panel zaščiten z EPS ter nanj izvedemo plavajoči pod ter na ta način obtežbo porazdelimo na večjo površino in se izognemo poškodbam panelov zaradi obtežbe. Sestava in toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa v katerem smo za toplotno izolacijo uporabili VIP panele zaščiten z EPS je predstavljena v tabeli 10.

Tabela 11: Opis sestave KS in izračun toplotne prehodnosti KS tal nad terenom z uporabo VIP

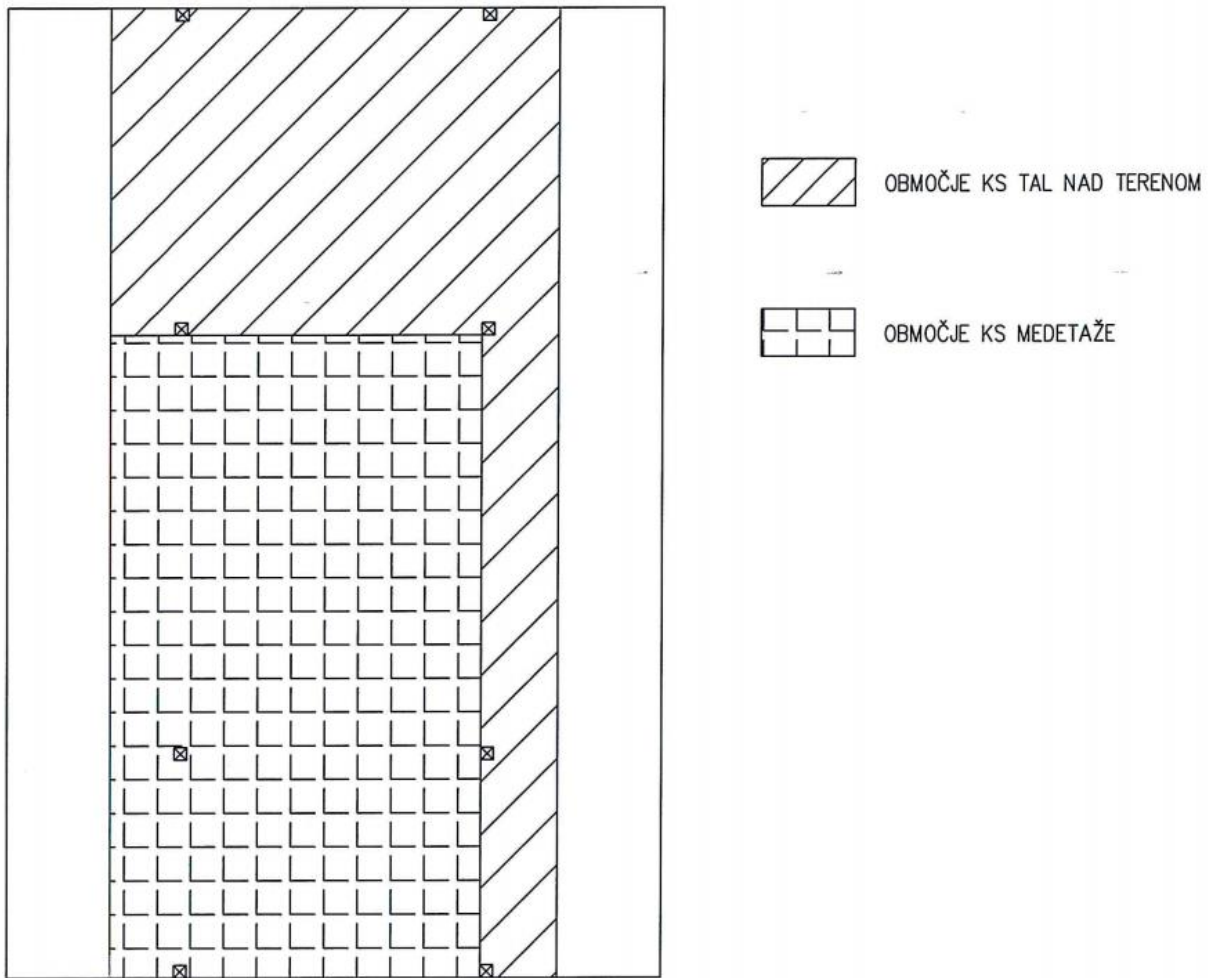
Tla nad terenom z uporabo VIP			
Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)
Les- hrast	0,025	700	0,21
PE folija	0,002	1000	0,19
EPS	0,010	20	0,037
VIP	0,015	180	0,004
EPS	0,010	20	0,037
deske	0,025	700	0,21
$U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K} < U \text{ MAX}=0,28 \text{ W/m}^2\text{k}$			
KS ustreza !			

6 EKONOMSKA UPRAVIČENOST VIP IZOLACIJE

Strošek izdelave in vgrajevanja VIP izolacije je precej visok, saj je predvidoma za 100 €/m² višji kakor, če bi vgradili klasično toplotno izolacijo. Lahko bi zaključili, da je vložek na enoto površine, ki jo na ta način izoliramo, previsok.

Resnica pa je nekoliko drugačna. Z zamenjavo tipa toplotne izolacije konstrukcijskega sklopa tal nad terenom smo pridobili 31,85 m² uporabne površine (tabela 12), kar predstavlja približno 1/3 celotne površine objekta. Na sliki 20 je predstavljen tloris mansarde kjer je razvidno, da tla nad terenom zajemajo velik del mansarde. Pridobili nismo samo na površini, temveč tudi na funkcionalnosti objekta in na ta način povečali kakovost bivanja.

Uporaba specialnih izolacij je vsekakor smiselna za sanacije in prenove objektov, kjer smo omejeni s prostorom. Pri novogradnjah pa je smiselno načrtovati objekt na način, da se izognemo vgradnji specialnih izolacij oziroma jih pri reševanju detajlov uporabimo v kombinaciji s klasičnimi.



Slika 20: Tloris mansarde s prikazom območij tal nad terenom in medetaže

7 Energetska bilanca novega stanja s programom TOST

S pomočjo podanih faktorjev in površin v tabelah 12, 13 in 14 smo s programom TOST izračunali koliko energije na letni ravni potrebujemo za ogrevanje objekta. Zaradi povezanosti pritličja in mansarde preko odprtega stopnišča smo upoštevali eno ogrevalno cono. Pri določanju neto uporabne površine stavbe smo upoštevali celotno pritličje in mansardo, kar znaša 99,6 m². S pomočjo določene kondicionirane prostornine stavbe, ki znaša 196 m³ za obravnavani objekt in določene površine toplotnega ovoja stavbe, ki znaša 286,99 m² je program določil faktor oblike, ki znaša 1,46 m⁻¹ in katerega je uporabil v nadaljnjem izračunu (tabela 12). Uporabljene koeficiente toplotne prevodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov smo v program TOST uvozili iz programa TEDI in so predstavljeni v tabeli 13.

Za potrebe izračuna energetske bilance smo klimatske pogoje določili iz lokacije objekta, katera je s koordinatami objekta predstavljena v tabeli 3 in smo jo uporabili že v izračunu s programom TEDI. Lega in orientacija sta takšni, da ne prihaja do senčenja objekta, zato smo izbrali faktor osončenosti 1.

Ker bo objekt namenjen turistični dejavnosti in ne bo popolnoma zaseden preko celega leta smo pri določanju računskih obdobij predvideli 80 % zasedenost objekta skozi celotno leto. Pri izračunu smo predvideli, da bo naravno prezračevanje in daljinsko ogrevanje objekta. Pri določanju načina prezračevanja smo upoštevali urno izmenjavo zraka z zunanjim okoljem skozi dan 0,8 h⁻¹ in ponoči 0,5 h⁻¹. Pri izračunu smo upoštevali poenostavljen način določanja toplotnih mostov, kot je določen v TSG-01-004-3.1.2 [3].

Tabela 12: Vhodni podatki karakteristik obravnavanega objekta za program TOST

Neto uporabna površina stavbe	Au= 99,60 m ²
Kondicionalna prostornina stavbe	Va= 196,00 m ³
Površina toplotnega ovoja stavbe	286,99 m ²
Oblikovni faktor	fo = A/V _e = 1,46 m ⁻¹
Moč gostote svetil	PN = 5,0 W/m ²

Tabela 13: Karakteristike neprozornih elementov obravnavanega objekta

NEPROZORNI ELEMENTI				
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)
Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	Vertikalno	125,80	0,218	0,28
Tla na terenu	Horizontalno	37,60	0,257	0,35
Tla nad zunanjim zrakom	Horizontalno	31,85	0,220	0,30
Strop proti neogrevanemu prostoru, poševna streha	Horizontalno	80,16	0,180	0,20

Zaradi lepšega estetskega videza objekta in kompatibilnosti materialov, smo se odločili za uporabo lesenih oken z dvojno zasteklitvijo s koeficientom toplotne prehodnosti 1,1 (W/m²K) in prehoda celotnega sončnega sevanja (g faktor) 70 %. Določene vrednosti so podane v tabeli 14.

Tabela 14: Karakteristike prozornih elementov obravnavanega elementa

PROZORNI ELEMENTI					
Oznaka elementa	Orientacija, naklon	Površina (m ²)	U _{elementa} (W/m ² K)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja	Faktor okvirja
Zunanje okno	Jug	3,36	1,10	0,70	0,42
Zunanje okno	Sever	3,36	1,10	0,70	0,42
Zunanje okno	Vzhod	3,36	1,10	0,70	0,42
Zunanje okno	Vzhod	1,5	1,10	0,70	0,42

Na podlagi zgoraj navedenih površin in faktorjev nam je program podal energetske bilanco predvidene prenove objekta, katera je predstavljena v tabeli 15 in izgube in dobitke objekta, kateri so podani v tabeli 16. Izračunane vrednosti so primerjane z vrednostmi podanimi v PURES-u 2010 in so v vseh postavkah nižje od največjih dovoljenih vrednosti.

Tabela 15: Izračunana energetska bilanca novega stanja stavbe

	Izračunan	Največji dovoljen
Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	H' _T = 0,30 W/m ² K	H' _{Tmax} = 0,36 W/m ² K
Letna raba primarne energije	Q _p = 12.658 kWh	Q _{pmax} = 25.062 kWh
Letna potrebna toplota za ogrevanje	Q _{NH} = 6600 kWh	Q _{NHmax} = 9157 kWh
Letni potrebni hlad za hlajenje	Q _{NC} = 347 kWh	Q _{NCmax} = 4980 kWh
Stavba ustreza pogojem o varčevanju z energijo po PURES		

Tabela 16: Izgube in dobitki obravnavanega objekta

	Enota kWh
Transmisijske izgube	8,12
Ventilacijske izgube	2,205
Skupne izgube	10,325
Notranji dobitki	0
Solarni dobitki	1,733
Skupni dobitki	1,733

Zgoraj napisano velja tudi za izračunano letno potrebno toploto za ogrevanje na enoto neto uporabne površine katera je izračunana v tabeli 17.

Tabela 17: Izračunana letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine

Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine	
Izračunana	Največja dovoljena
$Q_{NH}/A_u = 66,27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{\max} = 91,57 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Stavba ustreza pogojem o varčevanju z energijo po PURES	

8 Zaključek in ugotovitve

Pri pisanju diplomske naloge smo prišli do zaključka, da smo pri kompleksnih prenovah dotrajanih objektov zelo omejeni glede poseganja v nosilno konstrukcijo objekta. Pri novogradnjah imamo veliko več možnosti pri izbiri lokacije in načina gradnje objekta medtem, ko imamo pri obnovi že lociran objekt na določenem območju in že podano obliko in sestavo objekta. V večini primerov, kjer je nosilna konstrukcija obravnavanega objekta še sposobna opravljati svojo funkcijo in je dokazano s strani statika, da je potresno odporna, je najbolj optimalno posegati samo v sestavo zaščitnega (toplotno, zvočno in hidro-izolativnega) dela konstrukcijskih sklopov.

V večini primerov, kjer se ljudje odločajo o prenovi dotrajanega objekta, se srečujejo z zastarelimi in nefunkcionalnimi razporeditvami in merami prostorov, saj so včasih ljudje imeli drugačne življenjske navade in potrebe. Ta problem je še posebej izrazit, ko pri prenovi spreminjamo namembnost kmetijskega objekta v bivalni prostor. Velikokrat se zgodi, da nekateri prostori ostanejo popolnoma neizkoriščeni zaradi premajhne uporabne površine ali prenizke svetle višine prostora. Take probleme rešujemo z inovativnimi materiali, ki nam omogočajo pri enakih vplivih na počutje v prostoru večjo funkcionalnost prostora. V obravnavanem primeru smo tako običajno toplotno izolacijo, ki nam je s svojo debelino nižala svetlo višino mansarde zamenjali z bolj funkcionalnimi, vendar dražjimi vakuumsko izolacijskimi paneli.

V večini primerov, kjer si pri reševanju problemov pomagamo z novejšimi in bolj razvitimi ter funkcijsko zmogljivejšimi materiali, posledično nastanejo tudi višji stroški obnove. V našem primeru bi bil del mansarde obravnavanega objekta uporaben samo za shranjevanje krame, prav tako pa bi bila površina pritličja in preostali del mansarde premajhen za normalno bivanje v objektu. Z uporabo VIP panelov smo pridobili na svetli višini mansarde in uporabni površini bivalne enote, jo prilagodili za normalno uporabo in tako izboljšali izkoriščenost objekta.

9 Viri

- [1] Pravilnik o učinkoviti rabi energije (PURES 2010). Ur.l. RS, št. 52/2010
- [2] Zakon o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1). Ur.l. RS, št. 16/2008
- [3] Tehnične smernice za graditev objektov (dopolni)
- [4] Pirc Gašper, Starost in količine različnih vrst lesa v Vdmikovem toplarju iz Domžal. Diplomaska naloga, 2015.
- [5] Dežela kozolcev.
<http://www.dezelakozolcev.si/si/> (Pridobljeno 4.4.2016)
- [6] Osnove toplotne zaščite zgradb.
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/arhiv_aure/il_2-01.pdf
(pridobljeno dne 20.2.2016)
- [7] Sonja Bizjak, Prenova slovenskega kozolca. Delo in vrt.si, 2012
<http://www.dominvrt.si/clanek/trend/osupljiva-prenova-slovenskega-kozolca.html> (Pridobljeno dne 31.3.2016)
- [8] Vakuumsko izolacijski paneli.
<http://www.fragmat.si/download/clanki/Vakuumsko%20izolacijski%20paneli.pdf> (Pridobljeno dne 20.3.2016)
- [9] Vakuumska izolacijska plošča va-Q-plus
http://www.kalcer.si/iz_va-q-tec/va-Q-plus_TDB_eng_ab1108_SLO.pdf (Pridobljeno dne 20.3.2016)
- [10] Baetens, R., Jelle, B. P., Thue, J. V., Tenpierik, M. J., Grynning, S., Uvsløkk, S., Gustavsen, A. 2010. Vacuum insulation panels for building applications: A review and beyond. *Energy and Buildings* 42: p. 147 – 172.
- [11] Johansson, P. 2012. Vacuum Insulation Panels in Buildings. Literature review. Report in Building Physics. Goteborg. Chalmers University of Technology.
- [12] Kunič, R. 2011. Vakuumsko izolacijski paneli – najučinkovitejša toplotna izolacija. *Gradbenik*. 10/11, 68 – 71.
- [13] Toplotno izolacijski materiali.
http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/arhiv_aure/il_2-03.pdf
(Pridobljeno 15.3.2016)
- [14] Primerjava med določanjem toplotne prehodnosti in toplotnega toka med programom TEDI ter analitičnim izračunom.
[http://www.gradbena.fizika.si/lzdelek5\(VDukic\).pdf](http://www.gradbena.fizika.si/lzdelek5(VDukic).pdf) (Pridobljeno dne 3.3.2016)
- [15] Košir M., Krainer A., Šestan P., Kristl Ž. Študija delovanja programske opreme za izračun porabe energije v stavbah. *Gradbeni vestnik*. Marec 2013. UDK: 628.86:628.92

[16] Uredba EU 305/2011. 2011. Regulation (EU) no 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC.

[17] Štepec S., Geruč D., Čufar K. Kozolec na prepihu časa: Simončičev toplar v Bistrici na Dolenjskem. Vestnik / Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, 2011. UDK: 728.94.633.2(497.434)

STANDARDI:

SIST EN 12207. Okna in vrata – Prepustnost zraka na pripirah – Klasifikacija

SIST EN ISO 13790:2008. Energijske lastnosti stavb – Račun rabe energije za ogrevanje in hlajenje prostorov (ISO 13790:2008)

SIST EN ISO 6946:2008. Gradbene komponente in gradbeni elementi – Toplotna upornost in toplotna prevodnost – Računske metode (ISO 6946:2007)

SIST EN ISO 10211:2008. Toplotni mostovi v stavbah – Toplotni tokovi in površinske temperature – Podrobni izračuni (ISO 10211:2007)

SIST 1025:2002. Toplotna tehnika v gradbenitvu – Metoda izračuna difuzije vodne pare v stavbah

