

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:

Bukovec, M., 2016. Celovita sanacija Kulturnega doma v Veliki Loki. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kunič, R., somentor Pajek, L.): 52 str.
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5839/>

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:

Bukovec, M., 2016. Celovita sanacija Kulturnega doma v Veliki Loki. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kunič, R., co-supervisor Pajek, L.): 52 pp.
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5839/>

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 ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
SMER OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

MITJA BUKOVEC

**CELOVITA SANACIJA KULTURNEGA DOMA V
VELIKI LOKI**

Diplomska naloga št.: 588/SOG

**COMPLETE RENOVATION OF HOUSE OF CULTURE
VELIKA LOKA**

Graduation thesis No.: 588/SOG

Mentor:

doc. dr. Roman Kunič

Somentor:

asist. Luka Pajek

Ljubljana, 15. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

Spodaj podpisani študent Mitja Bukovec, vpisna številka 26106801, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Celovita sanacija kulturnega doma Velika Loka.

IZJAVLJAM

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobil vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil 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: Ljubljani

Datum: 29. 8. 2016

Podpis študenta:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	699.82:721(497.4)(043.2)
Avtor:	Mitja Bukovec
Mentor:	doc.dr.Roman Kunič
Somentor:	asist. Luka Pajek mag.inž.stavb.
Naslov:	Celovita sanacija kulturnega doma Velika Loka
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – Visokošolski Študij
Obseg in oprema:	52 Str., 12 tabel, 37 sl.
Ključne besede:	Energetska sanacija, zaščita pred vodo in vlago, zaščita pred hrupom, sanacija

Izvleček:

Cilj diplomske naloge je izdelava zasnove sanacije kulturnega doma na Veliki Loki. Na podlagi pridobljenih podatkov o objektu, raziskavi obstoječe konstrukcije ter z upoštevanjem trenutno veljavnih pravilnikov in smernic, je predlagana najboljša rešitev za sanacijo, ki bi preprečila dosedanje težave na objektu in omogočila koristno souporabo objekta stanovalcev ter aktivnega kulturnega društva v kraju.

V diplomski nalogi so glede na veljavne pravilnike ter smernice, ki veljajo v RS, načrtovani energetska sanacija objekta, sanacija vlage ter zaščita pred zvokom. Pri energetski sanaciji so izračunane toplotne prevodnosti obstoječih konstrukcijskih sklopov ter primerjane s predvidenimi saniranimi konstrukcijskimi sklopi. V primeru sanacije pred zvokom v zraku je, glede na bližino železniške proge, predvidena potrebna zvočna izolacija fasadnega pasu. V nalogi so opisani tudi osnovni materiali, ki so namenjeni za posamezno vrsto sanacije objekta

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	699.82:721(497.4)(043.2)
Author:	Mitja Bukovec
Supervisor:	assist.prof. Roman Kunič, Ph.D.
Co-supervisor:	assist. Luka Pajek M. Sc.
Title:	Complete renovation of House of culture Velika Loka
Docume/nt type:	Graduation Thesis – Higher professional studies
Notes:	52 p., 12 tab., 37 fig.
Key words:	Energy-saving renovation, protection against water and moisture, protection against noise, renovation

Abstract:

The objective of the thesis is making-out of conception of renovation of House of culture Velika Loka. Based on obtained data of the building, research of existing structure in accordance with currently applicable Rules and Guidance the best possible solution for renovation was found with goal to prevent its existing problems and providing beneficial sharing of residents of the building as much as activities of Cultural Association of Velika Loka.

In this thesis, regarding Rules and Guidance of Republic of Slovenia, energy-saving renovation, moisture renovation and protection from sound of the building were planned. Regarding energy-saving renovation thermal conductivity of existing constructional complexes was calculated and the result was compared to foreseen renovated constructional complexes. Regarding protection against sound there was sound insulation cladding belt planned, because of near railway track. Thesis also includes base material destined for respective type of renovation.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc.dr. Romanu Kuniču ter somentorju asist. Luki Pajeku mag.inž.stavb za pomoč in vodenje pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala gre sošolcem, domačim in Ani, ki so me v času študija podpirali.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Namen in cilj diplomske naloge.....	2
1.2	Metode dela oz. postopek izdelave diplomske naloge.....	3
2	ZAKONODAJNE ZAHTEVE.....	4
2.1	Pravilnik o učinkoviti rabi energije PURES 2010 Ur. l. RS št. 52/2010.....	4
2.2	Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010 UČINKOVITA RABA ENERGIJE	4
2.3	Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago (Ur.l. RS, št. 29/04 z dne 11.3.2004)	5
2.4	Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur.l. RS, št. 10/2012 z dne 10.2.2012) in uporaba Tehnične smernice TSG-1-005:2012 (Zaščita pred hrupom v stavbah).....	7
3	PROGRAM ZA IZRAČUN GRADBENE FIZIKE U-WERT	9
3.1	Interpretacija pomembnejših rezultatov programa.....	9
3.2	Vhodni podatki programa	11
4	HIDROIZOLACIJA	12
4.1	Vlaga	12
4.2.	Nabor materialov za izvedbo hidroizolacij	12
4.2.1	Bitumenske hidroizolacije.....	13
4.2.2	Sintetične HI	13
4.2.3	Kovinske folije.....	14
4.2.4	Premazne HI.....	14
4.3.	Kapilarna vlaga	15
4.3.1	Nabor materialov za preprečevanje kapilarnega dviga	15
5	TOPLOTNA IZOLACIJA.....	18
5.1	Najpogosteje uporabljeni TI materiali	18
6	ZVOČNA IZOLACIJA.....	22
6.1	Najpogosteje uporabljeni zvočno-izolacijski materiali	22
7	PREDSTAVITEV PROJEKTA SPLOŠNO	23
7.1	Predstavitev objekta	23
7.2	Predstavitev težav obstoječega stanja	25
7.3	Analiza obstoječega stanja konstrukcije.....	27
7.3.1	Streha	28
7.3.2	Medetažna konstrukcija: terasa.....	28
7.3.3	Medetažna konstrukcija: strop proti neogrevanemu podstrešju	29
7.3.4	Medetažna konstrukcija med pritličjem in nadstropjem.....	29
7.3.5	Zunanja stena	31

7.3.7 Stavbno pohištvo	32
8 PREDLOG SANACIJ TER IZVEDBA DETAJLOV	33
8.1 Medetažna konstrukcija (pritličje - nadstropje).....	33
8.1.1 Detajl predlagane sanacije	33
8.1.2 Toplotna izolacija	34
8.1.3 Hidroizolacija	35
8.1.4 Zvočna izolacija	35
8.1.4.1 Zvočna izolacija proti hrupu iz smeri dvorane v stanovanje	35
8.2 Tla na terenu.....	36
8.2.1 Detajl sanacije.....	36
8.2.2 Toplotna izolacija	36
8.2.3 Hidroizolacija	37
8.2.4 Detajl spoja obstoječe HI ter nove HI	38
8.2.5 Zvočna izolacija	39
8.3 Strop proti neogrevanemu podstrešju	39
8.3.1 Detajl sanacije.....	39
8.3.2 Toplotna izolacija	40
8.4 Teras, balkoni	41
8.4.1 Detajl sanacije.....	41
8.4.2 Toplotna izolacija	41
8.4.3 Hidroizolacija	42
8.4.4 Zvočna izolacija	42
8.5 Zunanja stena	43
8.5.1 Detajli sanacije.....	43
8.5.2 Toplotna izolacija	43
8.5.3 Zvočna izolacija proti zunanem zvoku	44
8.5.4 Hidroizolacija	45
8.5.5 Hidrofobna bariera	46
8.5.6 Izvedba drenaže	46
8.6 Stavbno pohištvo	47
8.6.1 Detajl montaže okna vzdolžni prerez.....	47
8.6.2 Detajl montaže okna prečni prerez.....	48
8.6.3 Toplotna izolacija oken.....	48
8.6.4 Zvočna izolacija oken.....	49
9 ZAKLJUČEK	50
VIRI:	51

KAZALO TABEL

Tabela 1: Ustreznost objekta KD glede na Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago	7
Tabela 2: Vrste hrupa in načini zaščite pred hrupom [5].....	8
Tabela 3: Toplotna prevodnost obstoječega stanja medetažne konstrukcije terase. Izračun je izveden s programom U-Wert (https://www.u-wert.net)	28
Tabela 4: Toplotna prevodnost obstoječega stanja stropa proti neogrevanemu podstrešju. Izračun je izveden s programom U-Wert (https://www.u-wert.net).....	29
Tabela 5: Toplotna prevodnost obstoječega stanja medetažne konstrukcije med pritličjem in nadstropjem. Izračun je izveden s programom U-Wert (https://www.u-wert.net) ..	30
Tabela 6: Toplotna prevodnost obstoječega stanja zunanje stene. Izračun je izveden s programom U-Wert (https://www.u-wert.net)	31
Tabela 7: Toplotna prevodnost obstoječega stanja tal na terenu. Izračun je izveden s programom U-Wert (https://www.u-wert.net)	32
Tabela 8: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti medetažne konstrukcije med pritličjem in nadstropjem. Izračun je izveden s programom U-Wert (https://www.u-wert.net) ..	34
Tabela 9: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti tal na terenu. Izračun s programom U-Wert (https://www.u-wert.net)	37
Tabela 10: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti stropa proti neogrevanem podstrešju, izračun s programom U-Wert (https://www.u-wert.net)	40
Tabela 11: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti medetažne konstrukcije terase, izračun s programom U-Wert (https://www.u-wert.net)	42
Tabela 12: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti zunanje stene [1] [5]	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Postopek izdelave diplomskega dela.....	3
Slika 2: Največje dovoljene toplotne prehodnosti [3]	5
Slika 3: Prikaz rezultata izračunanega s programom U-Wert [22].....	9
Slika 4: Potek nasičenega parnega tlaka glede na temperaturo po KS [22]	10
Slika 5: Potek relativne vlažnosti skozi KS [22]	10
Slika 6: Klimatski podatki za obravnavani objekt [23]	11
Slika 7: Primer izvedbe mehanske zapore s pločevino [11].....	16
Slika 8: Primer vrtanja zidu iz opeke debeline do 50 cm [6].....	17
Slika 9: Delitev toplotnoizolacijskih materialov glede na kemijsko sestavo in strukturo [13]..	18
Slika 10: Bela steklena volna [14] Slika 11: Rjava steklena volna [15].....	19
Slika 12: Kamena volna [15]	19
Slika 13: Plošča EPS z dodatki grafita [8]	20
Slika 14: Primerjava plošče EPS ter XPS [17].....	20
Slika 15: Tabela organskih in anorganskih TI materialov [13].....	21
Slika 16: Prikaz objekta na geodetskem posnetku [20]	24
Slika 17: Obravnavani objekt pogled s ceste [21].....	24
Slika 18: Dobro vidni sledovi poškodb vlage, dviga kapilarne vlage [21]	25
Slika 19: V notranjosti odpada fini omet ter oplesk [21]	26
Slika 20: V notranjosti odpada fini omet ter oplesk [21]	26
Slika 21: Prikaz obstoječega stanja [21].....	27
Slika 22: Primer sanacije medetažne konstrukcije [22].....	33
Slika 23: Izvedbe stika tla stena [24] Slika 24: Kemaband 12 tesnilni trak [24]	35
Slika 25: Primer izvedbe sanacije tal na terenu [22]	36
Slika 26: Detajl spoja hidroizolacij [21]	38
Slika 27: Očiščena obstoječa HI, ter izvedba spoja obstoječe HI ter nove HI [21]	38
Slika 28: Stik obstoječe ter nove HI [21].....	38
Slika 29: Detajl sanacije stropa proti neogrevanemu podstrešju [22].....	39
Slika 30: Detajl sanacije terase [22]	41
Slika 31: Detajl izvedbe sanacije - zunanja stena kamena volna [22].....	43
Slika 32: Izvedba hidroizolacije [21]	45
Slika 33: Izvedba injektiranja z injektirno kremo [21]	46
Slika 34: Izvedba drenaže ob obodu objekta [21].....	47
Slika 35: Detajl montaže novega okna [21]	47
Slika 36: Detajl montaže novega okna [21]	48
Slika 37: PVC okenski profil [25]	48

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

EN	-	Evropski standard
EPS	-	Ekspandirani polistiren
ETICS	-	Kontaktno toplotnoizolacijski fasadni sistem)
EU	-	Evropska unija
ISO	-	Mednarodno združenje za standardizacijo
MW	-	Mineralna volna (ang. Mineral wool)
PURES	-	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
TSG	-	Tehnična smernica
SIST	-	Slovenski inštitut za standardizacijo
T	-	Simbol za temperaturo
HI	-	Hidroizolacija
TI	-	Toplotna izolacija
KS	-	Konstruktivski sklop
NK	-	Nosilna konstrukcija
EPS	-	Ekspandiran polistiren »Stiropor«
XPS	-	Ekstrudirani polistiren »Stirodur«
KD	-	Kulturni dom

1 UVOD

V današnjem času je potreba po sanacijah stavb vse večja. Največji poudarek je sicer na energetske sanaciji, ne smemo pa pozabiti tudi na zaščito objekta pred hrupom ter zaščiti objekta pred vodo in vlago.

Vlada RS je dne 29. 10. 2015 sprejela »Dolgoročno strategijo za spodbujanje naložb energetske prenove stavb«, ki predvideva naslednje cilje, ki bi lahko bili izvedljivi do leta 2020 oziroma do leta 2030:

- prenova 3 % javnih stavb ožjega javnega sektorja letno;
- prenova 1,8 mio m² stavb v širšem javnem sektorju v obdobju 2014–2023;
- izboljšanje razmerja med vloženimi javnimi sredstvi in spodbujenimi naložbami v javnem sektorju na 1:3;
- izvedba 5 demonstracijskih projektov energetske prenove različnih tipov stavb.

Pričakovani rezultati so prenova 9,1 mio m² površin stavb, od tega:

- 6 mio m² stanovanjskih stavb;
- 1,8 mio m² javnih stavb (od tega je obvezna letna prenova 3 % stavb v ožjem javnem sektorju);
- 1,3 mio m² stavb v zasebnem storitvenem sektorju v obdobju 2014–2023. [1]

Zaščito pred hrupom v stavbah je Ministrstvo za okolje in prostor RS zajelo s »Pravilnikom o zaščiti pred hrupom v stavbah« (Uradni list RS, št. 10/2012) ter v »Tehnični smernici TSG-1-005:2012«, objavljenima v uradnem listu RS. Izdal jo je minister za okolje in prostor v soglasju z ministrom za gospodarstvo.

Skladno s pravilnikom o zaščiti pred hrupom v stavbah, je za izdelavo projektov novih stavb ter sanacijo stavb potrebno izdelati elaborat o zaščiti pred hrupom v stavbah. Po končani gradnji oziroma sanaciji so za pridobitev uporabnega dovoljenja potrebne pozitivne meritve zvočne izolacije.

Objekt je potrebno dobro zaščititi tudi pred vodo in vlago. Na kaj moramo biti pri tem pozorni, so ministrstvo za okolje in prostor ter pristojni minister zajeli v »Pravilniku o zaščiti stavb pred vlago«, objavljenem v Uradnem listu RS, št. 29/04 .

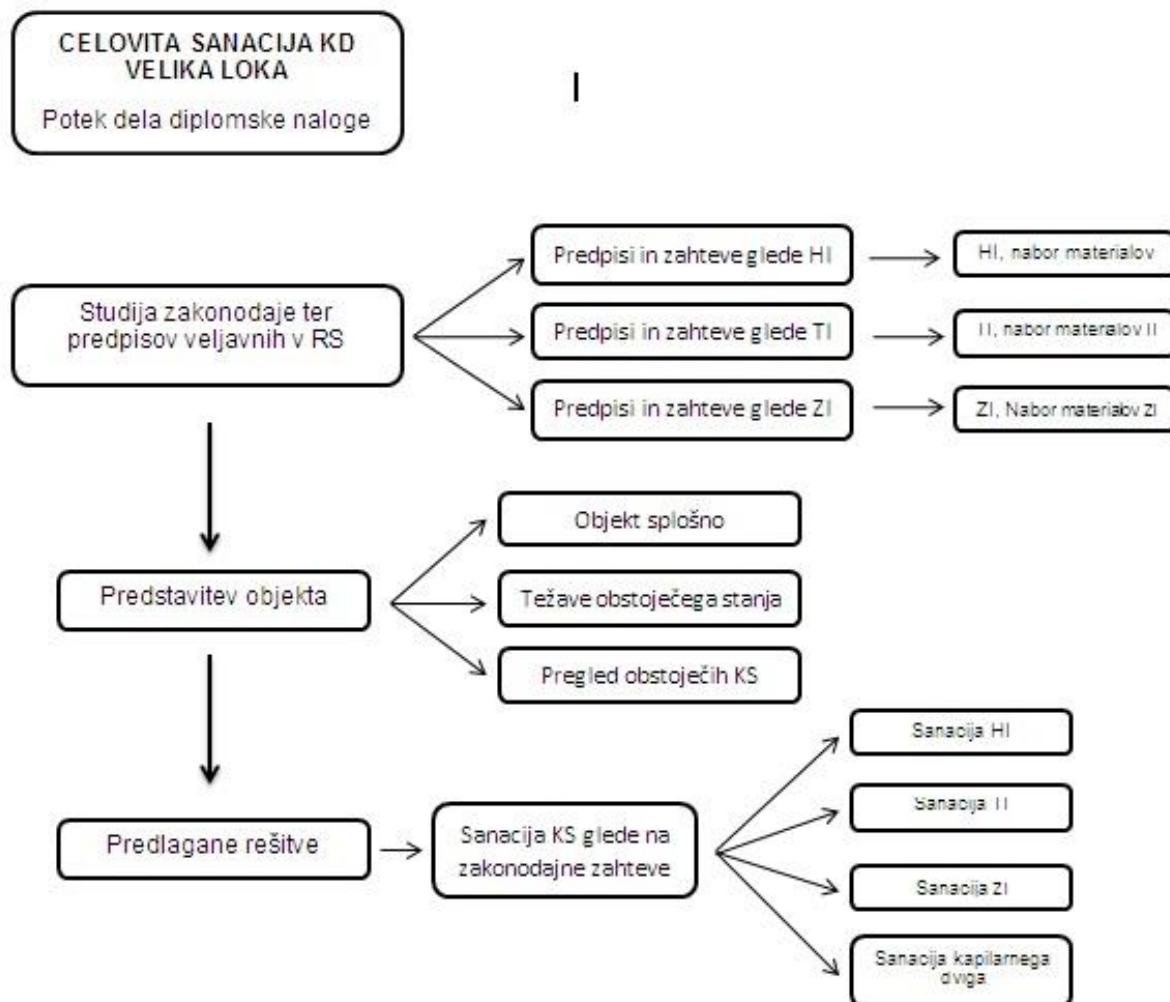
1.1 Namen in cilj diplomske naloge

Namen diplomske naloge:

- spoznavanje in preučitev zakonodaje glede energetske zaščite stavb, zaščite pred vodo in vlago ter zaščite objekta pred zvokom;
- pridobitev informacij o materialih, ki so najpogosteje uporabljeni pri posamezni vrsti sanacije objektov;
- preučitev obstoječih KS objekta ter težav s katerimi se srečujejo stanovalci in uporabniki;
- izdelati projekt sanacije KS objekta glede na njegove težave in z namenom, da se zagotovi ugodno bivanje ter uporabo objekta;
- pri projektu sanacije upoštevati zakonodajne zahteve za posamezne sanacije.

Cilj diplomske naloge je, z upoštevanjem zakonodaje v RS, izvesti projekt sanacije starega objekta. Objekt se namerava v bližnji prihodnosti v celoti obnoviti, notranjost kot tudi zunanjo podobo. Z izvedenimi izračuni ter predlogi sanacij bomo zagotovili, da bo objekt ugoden za uporabo tako za stanovalce, kot za potrebe kulturne dejavnosti na Veliki Loki.

1.2 Metode dela oz. postopek izdelave diplomske naloge



Slika 1: Postopek izdelave diplomskega dela

Slika prikazuje potek izdelave diplomske naloge.

2 ZAKONODAJNE ZAHTEVE

2.1 Pravilnik o učinkoviti rabi energije PURES 2010 Ur. l. RS št. 52/2010

Pures 2010 je Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, v veljavi od 1. 6. 2010. Sprejet je bil na podlagi Zakona o graditvi objektov (ZGO-1). Uporablja se pri gradnji novih objektov, rekonstrukciji objektov, kjer se posega v najmanj 25% površine toplotnega ovoja. Določa tehnične zahteve glede:

- toplotne zaščite,
- ogrevanja, hlajenja, prezračevanja,
- priprave tople vode ter razsvetljave,
- razsvetljave v stavbah. [2]

2.2 Tehnična smernica za graditev TSG-1-004:2010 UČINKOVITA RABA ENERGIJE

Tehnična smernica TSG-1-004:2010 določa vrsto minimalnih zahtev za energijsko učinkovitost sistemov in podsistemov v stavbi. Smernica nam podaja možne ukrepe in načine, s katerimi zadostimo zahtevam PURES. Uporaba tehnične smernice je zakonsko predpisana [3].

TSG-1-004:2010 nam podaja največje toplotne prehodnosti U_{max} za posamezne gradbene elemente toplotnega ovoja.

	Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore	U_{max} [W/(m ² K)]			
			6	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,35
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom	0,28	7	Tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo	0,35
2	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10 % površine neprozornega dela zunanje stene	0,60	8	Tla nad zunanjim zrakom	0,30
3	Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe	0,50	9	Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem – talnem ogrevanju (ploskovnem gretju)	0,30
4	Stene med stanovanji in stene proti stopniščem, hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom Notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah	0,70 0,90	10	Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh (ravne ali poševne strehe)	0,20
5	Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu	0,35	11	Terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5 % površine strehe	0,60
			12	Strop proti terenu	0,35
			13	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz kovin	1,30 1,60
			14	Strešna okna, steklene strehe	1,40
			15	Svetlobniki, svetlobne kupole (do skupno 5 % površine strehe)	2,40
			16	Vhodna vrata	1,60
			17	Garažna vrata	2,00

Slika 2: Največje dovoljene toplotne prehodnosti [3]

2.3 Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago (Ur.l. RS, št. 29/04 z dne 11.3.2004)

Pravilnik določa tehnične zahteve za stavbe, ki morajo biti izpolnjene glede zaščite pred vlago iz naslednjih virov: talna voda in vlaga, atmosferske padavine ter voda iz napeljav stavbe. Ne ureja pa zaščite stavb pred vlago zaradi kondenzacije pri prehodu vodne pare in zaščite stavb pred poplavnimi vodami.

Tehnične zahteve za zaščito stavb pred vlago:

- splošno: ovoj stavbe (npr. streha, zunanje stene, tla, stavbno pohištvo v ovoju) mora biti grajen tako, da ščiti stavbo pred prodorom vlage v notranjost stavbe ali navlaževanjem materialov ali gradbenih konstrukcij, ki bi jih vlaga lahko poškodovala, povzročila razvoj plesni in gliv ali poslabšala njihove lastnosti do te mere, da bi bila ogrožena zanesljivost stavbe;
- streha oz. deli stavbe, ki opravljajo vlogo strehe: ob upoštevanju lokalnih podnebnih razmer morajo biti grajeni tako, da ščitijo stavbo pred atmosferskimi vplivi in njihovimi posrednimi vplivi ter zagotavljajo odvajanje meteorne vode;
- kritina (z njenimi sestavnimi deli, kleparskimi izdelki in sistemom za odvajanje meteorne vode): biti mora vodotesna, odporna proti lokalnim vremenskim vplivom in odvajati vodo;

- preboji in povezovalni elementi: na mestih preboja mora biti zagotovljena popolna zaščita pred prodiranjem meteorne vode v ali med posamezne elemente ali plasti strehe ali v stavbo; povezovalni elementi (zaključki, obrobe, zaščite, ...) morajo biti grajeni tako, da ne pride do zamakanja pod strešno kritino ali v notranjost stavbe;
- drsenje snega in ledu ne sme poškodovati strešne kritine in drugih delov strehe ter sistema za odvajanje meteorne vode;
- zunanje in notranje stene ter preboji sten: ob upoštevanju lokalnih podnebnih razmer ščitijo pred atmosferskimi padavinami in njihovimi posrednimi vplivi, zagotavljajo odvajanje meteorne vode, ščitijo pred talno vlago, preprečujejo kapilarno dvig talne vlage v notranjost stavbe;
- fasada oz. njeni sloji, ki opravljajo funkcijo zaščite pred vlago: biti morajo odporni proti lokalnim vremenskim vplivom, zaključni sloj kontaktne fasade zunanje stene mora izpolnjevati zahteve za relativno difuzijsko upornost vodni pari in kapilarno vpojnost vode zaključnega sloja (po SIST EN ISO 7783-2 ali ETAG 004);
- tla v stiku s terenom: stavbo morajo ščititi pred prodorom talne vlage do zgornje površine poda oz. katerega koli sloja, ki bi ga talna vlaga lahko poškodovala;
- hidroizolacija zunanjih sten in tal v stiku s terenom: izvedene mora biti po SIST DIN 18195-1 do 10;
- stavbno pohoštvo: stavbo mora ščititi pred atmosferskimi vplivi; glede vodotesnosti mora biti upoštevan standard SIST EN 12208;
- notranje površine, izpostavljene močenju z vodo: biti morajo iz materialov odpornih proti vodi oz. zagotovljena mora biti vodonepropustna plast, s katero se prepreči prodiranje vlage do materialov ali delov gradbenih konstrukcij, ki bi jih vlaga lahko poškodovala;
- odvajanje meteorne vode: s sistemom za odvajanje meteorne vode in z ureditvijo terena okoli stavbe (tako da ne pride do zamrzovanja vode ali kondenzacije zračne vlage);
- drenaža (vertikalna, horizontalna, kombinacija obeh): potrebno izvesti, če iz geotehničnih preiskav izhaja, da je potrebno stavbo dodatno zaščititi pred zračno vlago.

Tabela 1: Ustreznost objekta KD glede na Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago

Ali stavba KD Velika Loka izpolnjuje zahteve iz "Pravilnika o zaščiti stavb pred vlago" glede:		obstoječe stanje		Če je odgovor po rekonstrukciji NE - predlagana rešitev, da bo izpolnjeno določilom iz pravilnika:
		DA	NE	
1	Streha		x	V celoti odvesti meteorno vodo
2	Kritine	x		
3	Preboji in povezovalni elementi	x		
4	Dršenje snega in ledu	x		
5	Zunanje in notranje stene		x	Preprečiti kapilarni dvig
6	Fasada		x	Izvedba nove fasade z zaključnim slojem
7	Tla		x	Potrebna nova HI tal
8	Hidroizolacija zunanjih sten in tal v stiku s terenom		x	Potrebno izvesti novo HI
9	Stavbo pohištvo		x	Potrebna menjava dotrajanih oken in vrat
10	Notranje površine, izpostavljene vodi		x	V sanitarijah se izvede HI na cementni osnovi
11	Odvajanje meteorne vode		x	V celoti odvesti meteorno vodo
12	Preprečevanje zmrzovanja vode in kondenzacije		x	Potrebna menjava vseh instalacij
13	Drenaža		x	Izvedba horizontalne drenaže

2.4 Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur.l. RS, št. 10/2012 z dne 10.2.2012) in uporaba Tehnične smernice TSG-1-005:2012 (Zaščita pred hrupom v stavbah)

Pravilnik določa zahteve, s katerimi se za gradnjo novih stavb ter rekonstrukcijo in vzdrževanje obstoječih stavb in njihovih delov omeji raven hrupa, s čimer se prepreči ogrožanje zdravja in ustvari ustrezne razmere za njihovo delo, druge dejavnosti in počitek.

4.člen pravilnika navaja vrste hrupa, pred katerimi mora biti zagotovljena zaščita pred hrupom. To so:

- zunanji hrup (npr. hrup zaradi prometa, hrup iz industrijskih objektov);
- hrup, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov;
- udarni hrup, ki se iz drugih prostorov prenaša preko konstrukcije;
- hrup obratovalne opreme;
- odmevni hrup.

Tabela 2: Vrste hrupa in načini zaščite pred hrupom [5]

		Izbira ukrepa in način zagotavljanja zaščite se zagotovi:
1	Zunanji hrup	z izvedbo zadostne zvočne izolacije zunanjih ločilnih elementov, ob upoštevanju ravni zunanjega hrupa
2	Hrup, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov	z izvedbo zadostne zvočne izolacije notranjih ločilnih elementov; skladno z namembnostjo prostorov, ki jih ločujejo in z ukrepi za zvočno izolacijo obratovalne opreme
3	Udarni hrup, ki se iz drugih prostorov prenaša prek konstrukcije	
4	Hrup obratovalne opreme	
5	Odmevni hrup	z namestitvijo ustrezne površine zvočno vpojnih elementov, ob upoštevanju velikosti ter oblike prostora

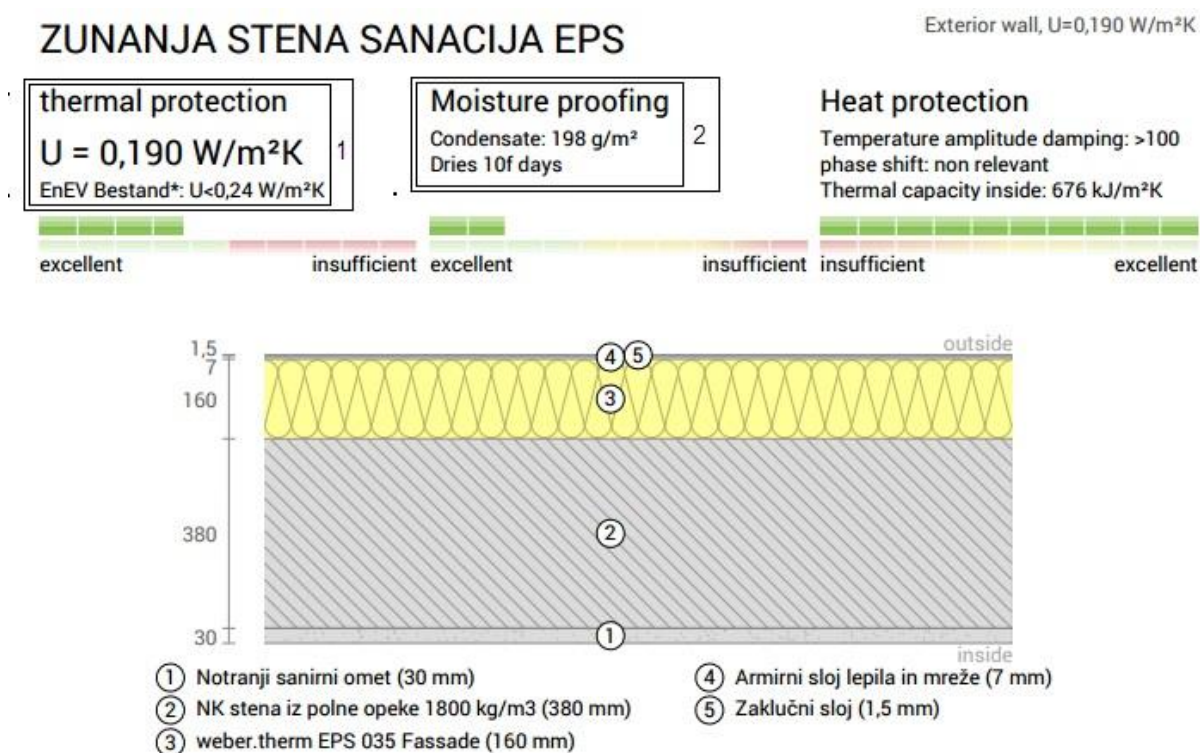
Priporočeni gradbeni ukrepi ali rešitve za doseg zahtev tega pravilnika so zapisani v Tehnični smernici za graditev TSG-1-005 (Zaščita pred hrupom v stavbah), ki jo izda Minister za okolje in prostor. Če so pri projektiranju in izvedbi zaščite pred hrupom v celoti uporabljeni ukrepi, navedeni v tehnični smernici ali dokumentih, na katere se ta sklicuje, velja domneva o skladnosti z zahtevami tega pravilnika [5].

3 PROGRAM ZA IZRAČUN GRADBENE FIZIKE U-WERT

Aplikacija U-Wert je prosto dostopna aplikacija na spletu (www.u-wert.net). S pomočjo aplikacije je mogoče izračunati prehod toplote in vlage skozi ovoj stavbe. Razvil jo je nemški fizik Ralf Plag.[22]

S programom, na podlagi vhodnih podatkov (temperatura, vlaga, lastnosti materialov), izdelamo analizo KS. Program nam poda izračune glede toplotne prehodnosti, difuzije vodne pare ter toplotne stabilnosti. Z dodajanjem različnih slojev spremljamo KS, ter pri tem opazujemo obnašanje KS.

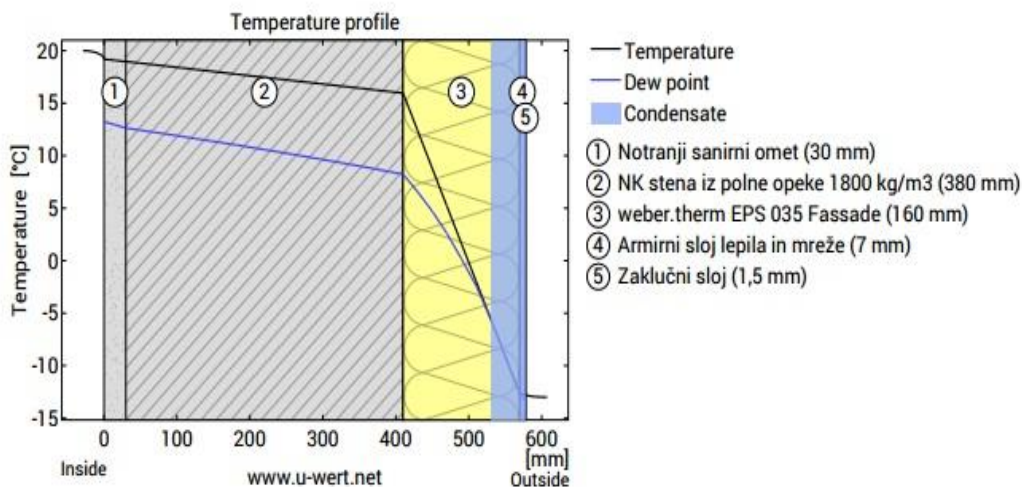
3.1 Interpretacija pomembnejših rezultatov programa



Slika 3: Prikaz rezultata izračunanega s programom U-Wert [22]

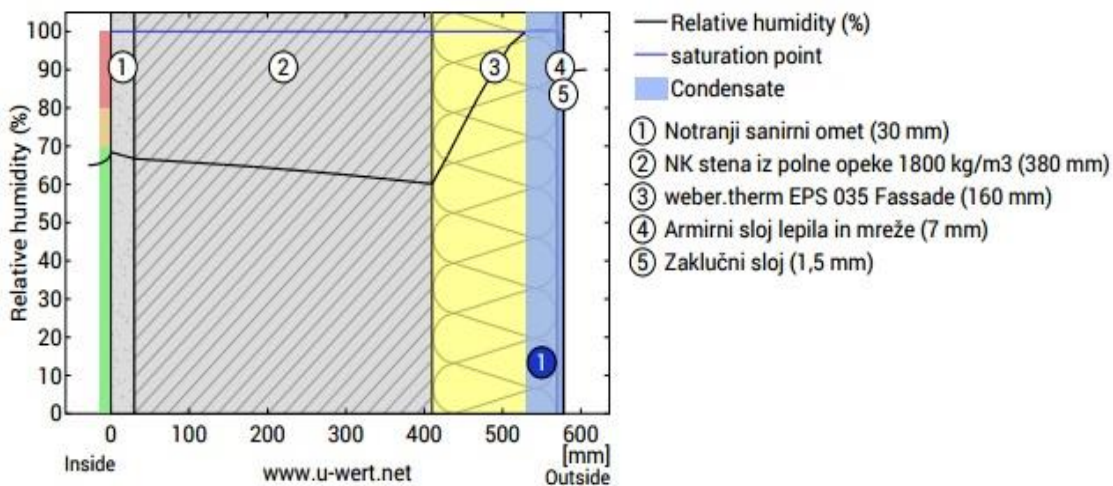
- 1 U = izračunana vrednost toplotne prevodnosti $U=0,190 \text{ W/m}^2\text{K}$, ter
EnEV = maksimalna vrednost toplotne prevodnosti po nemških predpisih.
- 2 V zimskem času 60 dni se nabere 198 g/m^2 kondenza, čas za njegovo izsušitev je 10 dni v poletnem obdobju.

Temperature profile



Slika 4: Potek nasičenega parnega tlaka glede na temperaturo po KS [22]

Črna črta nam prikazuje potek temperature skozi KS, modro črta pa nasičen parni tlak. Kjer se grafa sekata, pride do kondenzacije. Modro območje na sliki prikazuje območje kondenzacije.



Slika 5: Potek relativne vlažnosti skozi KS [22]

Iz slike je razviden potek relativne vlažnosti. Ko relativna vlažnost doseže 100%, pride na delu do kondenzacije.

3.2 Vhodni podatki programa

Vhodni podatki o konstrukcijskih sklopih so bili pridobljeni ob ogledu dejanskega stanja objekta ter vodenjem projekta adaptacije sobe za potrebe kulturnega društva, ki se je že izvedla. Z odstranitvijo obstoječih ometov se je dejansko videla prava sestava konstrukcijskih sklopov.

Klimatske podatki za objekt so bili pridobljeni na spletni stani [27], ob vnosu koordinat (X=87000, Y=497451) stavbe smo pridobili naslednje podatke:

Vpišite GK koordinate lokacije, za katero želite podnebne podatke:

X: 87000 Y: 497451

X	Y	Začetek kurilne sezone (zaporedni dan)	Konec kurilne sezone(zaporedni dan)	Temperaturni primanjkljaj (Kdan)	Jan_T (°C)	Feb_T (°C)	Mar_T (°C)	Apr_T (°C)	Maj_T (°C)	Jun_T (°C)	Jul_T (°C)	Avg_T (°C)	Sep_T (°C)	Okt_T (°C)	Nov_T (°C)	Dec_T (°C)	Povprečna letna temperatura (°C)	Projektna T (°C)	Energija sevanja (kWh/m ²)
87500	497500	265	140	3300	-1	1	5	9	14	17	19	19	15	10	4	1	9.5	-13	1160

Jan_vlaga (%)	Feb_vlaga (%)	Mar_vlaga (%)	Apr_vlaga (%)	Maj_vlaga (%)	Jun_vlaga (%)	Jul_vlaga (%)	Avg_vlaga (%)	Sep_vlaga (%)	Okt_vlaga (%)	Nov_vlaga (%)	Dec_vlaga (%)	Povprečna letna vlaga (%)
82	75	72	69	72	73	73	75	80	82	84	85	77

Slika 6: Klimatski podatki za obravnavani objekt [23]

Vhodni podatki za izračun so:

- $T_{notri} = 20^{\circ}\text{C}$;
- $T_{zunaj} = -13^{\circ}\text{C}$;
- $r_{notri} = 65\%$ (TSG-1-004:2010;3.3.2.(2));
- $r_{zunaj} = 90\%$ (relativna vlaga za zimski čas);
- prestopne meje zračne plasti so upoštevane;
- materiale lahko prosto dodajamo v programu, poznati moramo le njihove karakteristike. Možna je tudi uporaba materialov iz knjižnice programa.

4 HIDROIZOLACIJA

Namen HI je trajna zaščita objekta pred prodiranjem vode in vlage v objekt ali KS objekta. Sloj HI mora zagotavljati trajno nepropustnost za vodo ter vlago. V fazi načrtovanja in izvedbe HI je zelo pomemben izbor pravega HI materiala za posamezno zaščito konstrukcijskega sklopa ter natančna in kvalitetna izvedba. Kasnejša sanacija nekvalitetne izbire in izvedbe HI je velikokrat nemogoča, zelo težko izvedljiva ter predstavlja velik nepotreben finančni strošek. V primeru slabo izvedene HI, se kakovost bivanja v prostorih poslabša, vidne pa so tudi vizualne poškodbe objekta v notranjem ter zunanjem delu (plesen, vlažni madeži na stenah ter odpadanje ometa,...). [7]

Pri načrtovanju in izbiri HI, moramo biti pozorni na naslednje glavne karakteristike materiala:

- Koeficient difuzijskega upora μ , ki nam pove kolikokrat bolj je material odporen od zraka proti prehodu vodne pare. Nižja je vrednost μ , bolj je material prepusten za vodno paro;
- Debelina materiala d , nam pove kako debel je sloj;
- Sd faktor, ki nam pove kolikšna je debelina oz. upornost zraka, skozi katerega mora vodna para ($Sd=3$ pomeni, da je upor enak 3m zračnega sloja).

4.1 Vlaga

Vlaga pri starejših objektih predstavlja eno od največjih težav. Negativno vpliva na materiale ter konstrukcije. Posledice prevelike količine vlage v konstrukciji so propadanje, pojavljanje plesni in odstopanje ometa, kar pa za zdravo bivanje v objektu ni priporočljivo, včasih celo zdravju škodljivo. Vlaga je najbolj izrazita v zimskem času ter ob dolgotrajnem deževju. [6]

Izvor vlage je lahko:

- zamakanje v konstrukcijo (dež, sneg, površinske vode, poškodovana ali dotrajana vodovodna ali kanalizacijska inštalacija);
- kondenzna vlaga, ki se izloča iz vlažnega zraka na hladnih površinah, praviloma v notranjosti stavb, lahko pa tudi na zunanjih severnih in senčnih stenah;
- kapilarna vlaga, ki se širi iz vlažnega terena. [6]

4.2. Nabor materialov za izvedbo hidroizolacij

Hidroizolacijske materiale delimo na štiri skupine:

- HI na osnovi bitumna;
- sintetične HI;

- kovinske folije;
- premazne HI.

4.2.1. Bitumenske hidroizolacije

Bitumen je naraven ter ekološko sprejemljiv material. Njegovo uporabo zasledimo že v času antične Grčije. Bitumenske HI so najpogosteje uporabljene hidroizolacije, ki jih delimo na kompozitne bitumenske trakove ter premaze na osnovi bitumna. Bitumen je material pridobljen z destilacijo surove nafte, lahko pa se ga pridobi tudi na naravnem nahajališču.

Bitumenski trakovi

Uporabljajo se za hidroizolacijo objektov. Osnovni gradnik je bitumen z dodatki ter nosilec, kateri trakovom zagotovi dobre fizikalne ter tehnološke lastnosti. Z vgradnjo enega ali več slojev trakov se zagotovi popolno vodonepropustnost. Klasični trakovi se vgrajujejo po vročem postopku. Z gretjem traku se doseže sprijem na podlago. V zadnjem času močno narašča uporaba samolepilnih bitumenskih trakov, ki se samodejno lepijo na podlago. Vse bitumenske trakove je potrebno zaščititi z ustreznim materialom (EPS, XPS, gumbasta folija) [8].

Premazi na osnovi bitumna

Premaze na osnovi bitumna se uporablja predvsem za izvedbo detajlov ter izvedbo sanacij. Pri vgrajevanju je potrebno hladno zmes segreti, da preide v tekoče stanje, in šele nato se jo lahko vgradi [8].

4.2.2. Sintetične HI

Sintetične materiale predstavljajo trakovi, folije ter razni sintetični premazi. Poznamo naslednje vrste:

- nearmirane sintetične folije (folije brez ojačitve);
- folije, armirane v srednjem delu (armirane s steklenimi vlakni ali tkaninami);
- sintetične folije, ki so še dodatno ojačane na zunanji strani (ojačitev s steklenimi vlakni ali tkaninami).

Za proizvodnjo teh hidroizolacij se v večini uporabljajo termoplastični polimeri in elastomeri. Materiali, ki jih uporabljamo za hidroizolacije iz sintetičnih materialov so:

- PIB (poliobutilen);
- PVC (polivini klorid);
- ECB (etilen kopolimer bitumen);

- EPDM (etilen propilen dien monomer);
- TPO (termoplastični poliolefin);
- CPE (klorirani polietilen);
- EVA (etilen vinil acetat);
- CSPE (klor sulfatni polietilen).

Glavne prednosti sintetičnih hidroizolacij pred bitumenskimi so:

- sintetične hidroizolacije vgrajujemo enoslojno, bitumenske pa dvoslojno (večji strošek za dvoslojno izvedbo);
- teža sintetične hidroizolacije je do petkrat manjša kot teža bitumenske hidroizolacije, kar pomeni manjšo obremenjenost strehe;
- pri vgradnji sintetičnih hidroizolacij za varjenje uporabljamo topel zrak, pri bitumenskih pa odprt ogenj, kar predstavlja veliko nevarnost, saj lahko pride do požara;
- so samougasiljive, kar pomeni, da se v primeru odprtega ognja na njihovi površini ne more širiti požar [9].

4.2.3 Kovinske folije

Pod pojmom kovinske folije razumemo kovinske trakove oziroma pločevine. Lahko so aluminijasti, bakreni, jekleni, svinčeni ali cink-titanovi, ki so poseben primer. Danes se daje prednost aluminijastimi folijami debeline 0,08-0,2 mm, ker so z ekonomskega vidika bolj primerne. V primeru večjega števila folij se za njihovo medsebojno lepljenje oziroma spajanje uporabljajo bitumenski premazi [9].

4.2.4 Premazne HI

Premazi na osnovi polimerov

Nanašamo jih s premazovanjem ali pa z brizganjem. Končen produkt je iz enega kosa, brez zvarov. Osnova za polimerne hidroizolacije so predvsem poliuretani, epoksidi ter poliakrialiti. Akrialitni premazi so na osnovi vode, poliuretanski pa so lahko na osnovi topil ali vode. Akrialne hidroizolacije so paropropustne, to pomeni, da hidroizolacija aktivno diha, vlage ne spusti v objekt, vendar pa prepušča vlago iz objekta skozi strešno konstrukcijo.

Polimerne hidroizolacije niso paropropustne, saj delujejo kot parna zapora na premazanih površinah. Izmed polimernih hidroizolacij imajo lahko nekateri poliuretanski premazi določeno paropropustnost. Ti poliuretanski premazi imajo visoko elastičnost, kar pomeni, da uspešno prenašajo različne dilatacijske lastnosti materialov.

V primeru, da polagamo polimerne hidroizolacije na podlago, kjer je prisotna nevarnost pokanja (betonske plošče, keramične ploščice), jih polagamo skupaj z geotekstilom ali pa skupaj z mrežico iz steklenih vlaken. [9]

Hidroizolacija na bazi cementov

Tudi ta vrsta hidroizolacij se nanaša s premazovanjem ali brizganjem, kar omogoča kakovostno izvedbo detajlov. Vsebujejo komponente, ki pri nanosu prodrejo v beton in ga v reakciji z delci betona naredijo za vodo nepropustnega.

Pri hidroizolacijah na bazi cementov je zanimivo, da strešna konstrukcija kljub hidroizolaciji ostaja paropropustna, po končanem obdobju morebitnega zamakanja se posuši sama. Negativna stran teh izolacij je, da so razmeroma toge. Dodajati jim moramo razne aditive za povečanje njihove elastičnosti, ker lahko drugače pride do pokanja, sploh v primeru, če se ne držimo tehničnih predpisov proizvajalca pri nanašanju in sušenju.

Oba tipa premaznih hidroizolacij imata svoje prednosti ter slabosti. Velikokrat igra glavno vlogo ekonomski vidik, v katerem imajo cementna premazna sredstva prednost, ker so cenovno ugodnejša in tudi enostavnejša za izdelavo. [9]

4.3. Kapilarna vlaga

Do kapilarnega dviga v zgradbah pride zaradi neizvedene ali slabo izvedene hidroizolacije sten. Opredelimo jo kot vertikalni pretok vode skozi konstrukcijo. Kapilaren dvig je teoretično možen tudi do 10 m nad tlemi [10].

4.3.1. Nabor materialov za preprečevanje kapilarnega dviga

Preprečitev kapilarnega dviga lahko izvedemo na več načinov. V grobem jih delimo na dva: mehanske zapore in kemične rešitve.

Mehanske zapore

Mehanske zapore so najstarejše metode za preprečevanje kapilarnega dviga. Izvedene so z žaganjem stene ter vstavljanjem nerjavečih jeklenih plošč v steno. Metoda se dan danes zelo malo uporablja, ker je draga in bistveno posega v statiko stavbe ter pri tem vpliva na potresno varnost objekta. Ob horizontalnem rezanju stene, se v režo vstavlja pločevino, ki služi kot hidroizolacija.



Slika 7: Primer izvedbe mehanske zapore s pločevino [11]

Slika prikazuje že vtisnjeno pločevino v steno.

Kemične rešitve

Kemične rešitve delujejo na principu blokade por s hidrofobnimi sredstvi na bazi silikatov, ki preprečujejo kapilarni dvig. Na tržišču najdemo vse več proizvajalcev teh sredstev (Kema, Weber, Sika, Dryzone, ...).

- Weber.tec 946 injektirna krema

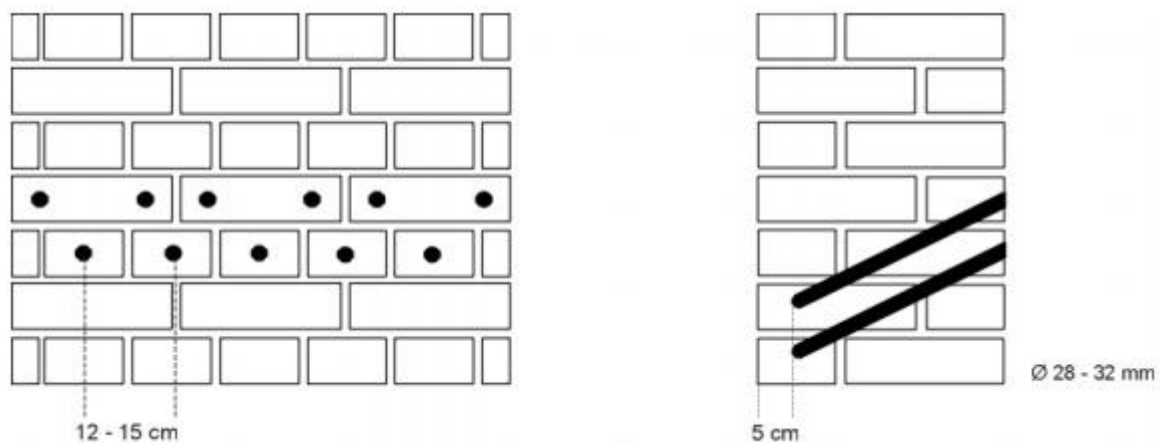
Weber ponuja enostavno in zelo učinkovito rešitev za izvedbo vodoravne zapore v steni, ki je obremenjena s kapilarnim vlekem vlage. Weber.tec 946 je injektirna krema z visokim deležem učinkovine (nad 80 %), ki jo je mogoče po metodi brez pritiska enostavno vbrizgati v izvrtine. Pripravljena je za takojšnjo uporabo in s hitro razporeditvijo po steni samostojno ustvari učinkovito vodoravno zaporo. Kremasta konsistenca v času injektiranja preprečuje nekontrolirano izcejanje oz. izlivanje iz razpok ali odtekanje učinkovine v votle dele konstrukcije, kar je problem klasične metode.

Stena je takoj po vbrizgu kreme pripravljena na vgradnjo fasadnega sistema ali preplastitev s sanacijskimi ometi. [12]

- Kemasol micro silikonska mikro emulzija

Silikonska mikro emulzija se uporablja za preprečevanje kapilarnega dviga vlage v kamnitih, opečnih in mešanih zidovih. Silikonsko emulzijo natakamo v izvrtine ter prepojimo obstoječi zid. Glavne prednosti silikonskih emulzij so: da statično ne oslabimo zidu, blokada se lahko izvede čim nižje zidu, trajnost emulzije je neomejena, izvedba je dokaj enostavna.

Vgrajevanje poteka v skladu s proizvajalčevimi navodili. [6]



Slika 8: Primer vrtnja zidu iz opeke debeline do 50 cm [6]

5 TOPLOTNA IZOLACIJA

Najpomembnejša lastnost toplotnoizolacijskega materiala je njegova toplotna prevodnost λ (W/mK). Tem nižja je vrednost λ , boljši je TI material. Pomembna je tudi izolativnost sloja gradbene konstrukcije, ki pa je odvisna od same debeline sloja. Pri izbiri materiala je poleg toplotne prevodnosti potrebno upoštevati tudi druge lastnosti kot so protipožarna odpornost, tlačna trdnost, difuzijska prepustnost, trajnost ter občutljivost na vlago. Na tržišču je bogata ponudba TI materialov, v zadnjem času pa na trg prihaja vse več ekoloških materialov [13].

Na tržišču je na voljo mnogo različnih vrst izolacij različnih proizvajalcev. Ločimo jih po vrsti materiala in po vrsti uporabe.

Glede na vrsto materiala jih ločimo na anorganske ter organske toplotne izolacije.

Anorganski TI materiali		Organski TI materiali	
TI iz mineralnih vlaken	Penjeni TI materiali	TI iz rastlinskih in živalskih vlaken	Penjeni TI materiali
steklena volna	penjeno steklo	kokosova vlakna, slama	ekspandir. in ekstrudir. polistiren
kamena volna	vermikulit	TI iz lesnih vlaken	penjeni poliuretan
	perlit	bombaž, ovčja volna, celulozna TI, papirna TI	penjeni polietilen
	ekspandirana glina	pluta	prosojne toplotne izolacije

Slika 9: Delitev toplotnoizolacijskih materialov glede na kemijsko sestavo in strukturo [13]

Pri načrtovanju in izbiri TI, moramo biti pozorni na naslednje glavne karakteristike materiala:

- Toplotna prevodnost λ , nam pove kako material prevaja toploto. Manjša je vrednost, boljši je TI material;
- Odziv materiala na ogenj, poznamo 6 razredov od A do F. V razred A spadajo materiali, ki ne gorijo, v razred F pa zelo gorljivi materiali.

5.1 Najpogosteje uporabljeni TI materiali

Steklena volna

Je ena izmed najpogosteje uporabljenih TI materialov. Na tržišču imamo mnogo proizvajalcev, na slovenskem trgu sta vodilna Ursa iz Novega Mesta ter Knauf Insulation iz Škofje Loke. Glavna surovina za izdelavo steklene volne je kremenčev pesek, reciklirano steklo ter veziva. Vrsta veziva vpliva na lastnosti volne. V današnjem času so veziva (fenol-formaldehidne smole), zamenjala okolju prijaznejša veziva. Narejena so iz obnovljivih virov, ki volno obarvajo rjavo, nekateri proizvajalci pa uporabljajo veziva na vodni osnovi, zato je njihova steklena volna bele barve. Nova veziva vplivajo tudi na druge lastnosti, in sicer je

volna mehkejša na otip, pri rezanju in vgradnji se sprosti bistveno manj prašnih delcev in nima neprijetnega vonja. Dobavljiva je v ploščah ali zvitkih. [14]



Slika 10: Bela steklena volna [14]



Slika 11: Rjava steklena volna [15]

Kamena volna

Je eden od klasičnih izolacijskih materialov, ki so pogosto uporabljeni v gradbeništvu v današnjem času. Ima izredne izolacijske lastnosti, ovira izgube energije, vpliva na zmanjšanje hrupa, odporna je na visoke temperature in s tem močno ovira širjenje požara. Izdeluje se iz magmatskih kamenin, žilindre, odpadne kamene volne ter talilnega dodatka. Glede na prevladujočo surovino iz katere se proizvaja se imenuje kamena volna. [28]



Slika 12: Kamena volna [15]

Ekspandirani polistiren EPS

Na trgu je prisoten že od leta 1954, prvi proizvajalec EPS je Basf. V gradbeništvu je eden izmed najpogostejše uporabljenih materialov, saj ga odlikuje enostavna obdelava ter odlična toplotna in zvočna izolativnost. Osnovna surovina za izdelavo je ogljikov stiren, ki je stranski produkt v naftni industriji. Surovini lahko dodamo grafitne dodatke in s tem izboljšamo toplotne lastnosti materiala. Slaba lastnost je gorljivost materiala. [16]



Slika 13: Plošča EPS z dodatki grafita [8]

Ekstrudirani polistiren XPS

Plošče XPS so izdelane iz granul polistirena, vendar po drugačnem postopku, kot pri izdelavi ekspandiranega polistirena EPS. XPS je iz zelo majhnih, popolnoma zaprtih celic. Njegova slabost je le ta, da je nekoliko dražji, vendar se odlično obnese na mestih, kjer je v neposrednem stiku z vodo, saj ne vpija vlage. Primeren je za toplotno zaščita kletnih sten, obrnjenih ravnih streh, tal skladišč, trgovin, itd.. Za zdravje je neškodljiv in pri delu z njim ni potrebna nobena zaščita. Slabost je gorljivost materiala [8].



Slika 14: Primerjava plošče EPS ter XPS [17]

Naravne izolacije

Pridobi se jih iz narave, v bolj ali manj končni obliki. V primerjavi z zgoraj naštetimi TI, so izjemno okolju prijazne, saj za proizvodnjo porabimo malo energije.

Material	Toplotna prevodnost (λ) v W/mK	Toplotna prehodnost pri 10 cm (k) v W/m ² K	Potrebna debelina za k=0.4 W/m ² K v cm	Relativ. strošek za material brez vgradnje za k=0.4 W/m ² K	Vgrajena energ. pri proizvodnji v kWh za k=0.4 W/m ² K	Prisotnost borovih snovi
Celuloza	0.045	0.45	10-11	1.12-1.71	8.5	Da
Pluta	0.045-0.05	0.45-0.5	11	2.00-2.94	77-86	Ne
Perlit	0.050-0.055	0.50-0.55	13	1.24-1.82	11-24	Ne
Lan	0.04-0.045	0.4-0.45	10-11	1.76-1.88	-	Ponekod
Ovčja volna	0.04-0.045	0.4-0.45	10-11	1.82-2.59	-	Ponekod
Bombaž	0.040	0.40	10	1.76	-	Da
Lesna vlakna	0.04-0.045	0.4-0.45	10-11	2.76	74-95	Ne
Kokosova vlakna	0.05	0.5	13	2.59-2.94	11	Da
Penjeno steklo	0.04-0.055	0.4-0.55	10-13	3.70-4.12	85	Ne
Ekspandirana glina	0.10-0.16	1.0-1.6	25-40	4.12-8.94	73-168	Ne
Lesna volna	0.09	0.9	23	4.53-5.71	45-74	Ne
Slama	0.09-0.130	0.9-1.3	23-33	-	-	Ne
Trstika	0.04-0.06	0.4-0.6	10-15	1.88-2.47	-	Ne
Mineralna volna	0.03-0.045	0.3-0.45	8-11	1.00	9-90	Ne
-kamena					47	(vsebujejo lahko
-steklena					15	formaldehid)
Poliuretan	0.020-0.035	0.20-0.35	5-9	2.12	47-64	Ne (drugo)
Ekspandiran polistiren	0.035-0.040	0.35-0.40	9-10	0.70-0.82	39-95	Ne (druge spor. snovi)
Ekstrudiran polistiren	0.030-0.035	0.30-0.35	6-9	2.29	43-89	Ne (drugo)

Slika 15: Tabela organskih in anorganskih TI materialov [13]

6 ZVOČNA IZOLACIJA

Zaščita pred zvokom je zelo pomembna, saj neprijetne in moteče zvoke proizvaja naša okolica, prav tako pa jih proizvajamo tudi sami. Zvok nastane v stavbi ali izven nje. V stavbi je običajno trajen, saj je posledica vsakodnevnih življenjskih opravil, kot so hoja, igra otrok, glasni pogovori, zabavna elektronika, točenje in odlivanje vode, itd. Izven stavbe je izvor lahko občasen (bližnje gradbišče, neurje) ali pa trajen (bližina ceste, železnice, industrijskih obratov). Zvok in s tem povezan hrup se prenaša po zraku ali po materialu. Težje potuje skozi masivne materiale, zato bo kompaktna betonska ali kamnita stena veliko bolje absorbirala hrup kot mavčno kartonasta ali plino-betonska stena. Zvočno zaščito ločimo glede na izvor zvoka. Ločimo zaščito pred zunanjim zvokom ter zaščito pred notranjim zvokom. Za dušenje zvočnih valov uporabljamo zvočne absorpcije [18].

6.1 Najpogosteje uporabljeni zvočno-izolacijski materiali

Kamena volna

Je tako zvočno izolacijski material kot toplotno izolacijski, opisan je bil že v poglavju 5.1.1.

Elastificiran EPS

Uporablja se za izolacijo proti udarnemu zvoku. Razlika med klasičnim ter elastificiranim EPS-om je v proizvodnji. Bloke stiroporja iz kalupov takoj stisnejo na manjši volumen, s tem spremenijo molekularno strukturo. Posledica spremembe je povečanje elastičnosti. Vgradnja plošč je izjemno preprosta, saj so lahke za obdelavo [8].

7 PREDSTAVITEV PROJEKTA SPLOŠNO

7.1 Predstavitev objekta

Objekt KD Velika Loka se nahaja na zemljišču velikosti 847 m² s parcelno št. 1074/5, k.o. Velika Loka. Zazidalne površine je 459,98 m². Stavba je večnamenski objekt namenjen družbeni dejavnosti (kulturni dom Velika Loka v pritličju), stanovanjski dejavnosti (tri stanovanja v nadstropju) in storitveni dejavnosti (poslovni del v pritličju). Grajena je bila pred letom 1967 in ima pridobljeno uporabno dovoljenje.

Obstoječi objekt je projektiran tako, da se vklaplja v grajeno strukturo območja ter v podobo kraja kot celote. Višinsko ne izstopa iz silhete naselja, oblikovno pa prevzema značilnosti lokalne arhitekture.

Celoten objekt je pravokotne tlorisne zasnove bruto dimenzije 33,91 m x 13,98 m + 5,23 m x 1,76 m (razmerje stranic objekta je 1:2,43), etažnosti P+1, streha je dvokapnica zaključena s polnimi čopi, naklona 40°, kritina je opečni zareznik opečne barve, smer slemena poteka vzdolž daljše stranice objekta (S-J). Višina slemena znaša 11,24 m nad nulto koto pritličja.

Vhodi v objekt so izvedeni z vseh štirih strani stavbe.

Vzhodno od objekta poteka regionalna cesta III. reda št. R3-652, odsek 1457 Moravče-Čatež-Trebnje, na katero je izvedena priključitev, na zahodni strani je železniška proga (LJ-NM) [19].

Začetni prikaz



Slika 16: Prikaz objekta na geodetskem posnetku [20]



Slika 17: Obravnavani objekt pogled s ceste [21]

7.2 Predstavitev težav obstoječega stanja

Tako v notranjosti kot zunanosti so vidni znaki prodiranja kapilarne vlage v konstrukcijo. Omet na steni ter oplesk se, zaradi pojava kapilarne vlage, luščita s stene. Na nekaterih delih je omet v celoti dotrajan. V prostoru stare pošte, kjer je bila izvedena lesena obloga, se je po odstranitvi pokazal enak problem. V prostorih je močan vonj po vlagi in plesni.

Na sliki 18 je viden problem detajla v izvedbi hidroizolacije ter možnost, da je hidroizolacija pod zidovi na nekaterih mestih poškodovana. Omet je tako na notranji kot tudi na zunanji strani stene izveden kar preko hidroizolacije, kar pomeni, da je sloj HI prekinjen. Vlaga ima tako prosto pot iz terena preko temelja v omet in posledično na NK objekta.

Težavo predstavljajo tudi dotrajane instalacije kanalizacije ter vode.



Slika 18: Dobro vidni sledovi poškodb vlage, dviga kapilarne vlage [21]

Na fasadi so vidni madeži povečanja vlage v konstrukciji. Spodnji del fasade je v veliki večini odpadel.



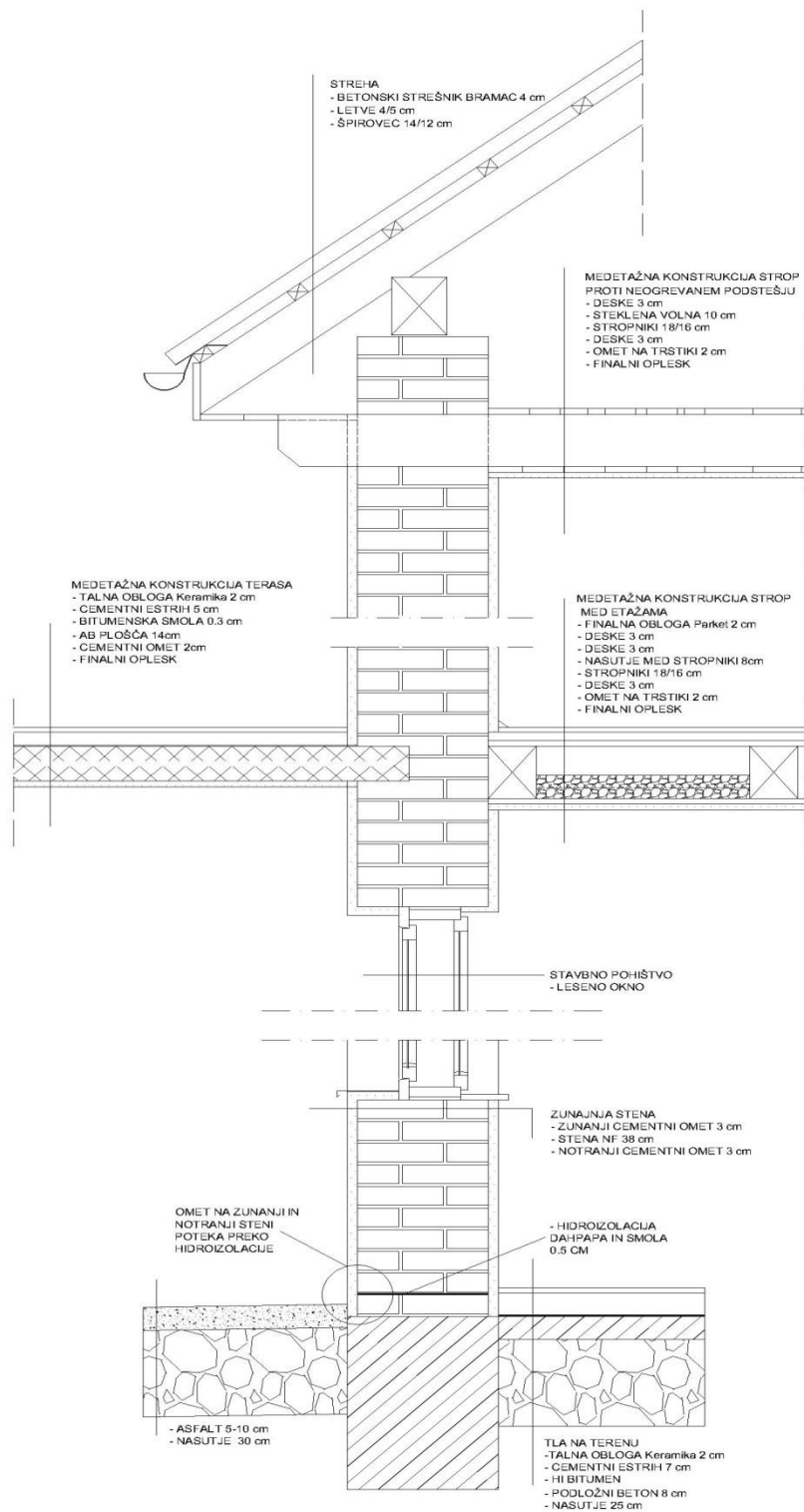
Slika 19: V notranjosti odpada fini omet ter oplesk [21]



Slika 20: V notranjosti odpada fini omet ter oplesk [21]

Iz slik je razvidno, da je vlaga tudi v notranjosti. Dobro so vidne poškodbe ometa.

7.3 Analiza obstoječega stanja konstrukcije



Slika 21: Prikaz obstoječega stanja [21]

Slika prikazuje trenutno stanje objekta. Podrobnejši opisi in analiza obstoječih konstrukcijskih sklopov so obravnavani v nadaljevanju diplomske naloge.

7.3.1 Streha

Strešna konstrukcija objekta je izdelana okoli leta 1950 iz tesanega lesa smreke. Osnovna konstrukcija strehe je trapezno vešalo. Obnovljena je bila leta 1999, v obnovi je bila zajeta menjava letev ter menjava strešne kritine. Letve so dimenzij 4/5 cm, za kritino je uporabljen betonski strešnik Bramac v opečno rdeči barvi. Glavna konstrukcija strehe se ob obnovi ni spremenila.

7.3.2 Medetažna konstrukcija: terasa

Objekt ima na južni strani pokrito teraso, ki je bila naknadno dograjena zaradi potrebe vetrolova ter sanitarij v pritličju. Obstoječa konstrukcija terase je sestavljena iz: keramičnih ploščic kot finalne obloge, cementnega estriha debeline 5 cm, HI je izvedena z bitumensko smolo, NK iz AB, na spodnji strani je izdelan omet.

Tabela 3: Toplotna prevodnost obstoječega stanja medetažne konstrukcije terase. Izračun je izveden s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA TERASA OBSTOJEČE STANJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m ² K)	
Keramika	0,02	1,200	
Cementni estrih	0,05	1,400	
HI bitumenska smola	0,003	0,170	
AB Plošča	0,14	2,000	
Omet	0,02	1,400	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		3,400	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,200	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP NE USTREZA			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop ne zadošča zahtevam TSG o učinkoviti rabi energije, ki predvideva za strop proti neogrevanemu prostoru maksimalno toplotno prevodnost $U_{\max} \leq 0,20 \text{ W}^2\text{K}$.

7.3.3 Medetažna konstrukcija: strop proti neogrevanemu podstrešju

Strop proti neogrevanemu podstrešju je izveden iz: smrekovih desk debeline 3 cm, stropnikov dimenzij 18/16, vmes je izolacija iz steklene volne debeline 18 cm, desk debeline 3 cm, ter ometa izvedenega na trstiki debeline 2 cm.

Tabela 4: Toplotna prevodnost obstoječega stanja stropa proti neogrevanemu podstrešju.

Izračun je izveden s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

STROP PROTI NEOGREVANEM PODSTREŠJU OBSTOJEČE STANJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m ² K)	
Omet na trstiki	0,02	0,910	
Smrekove deske	0,03	0,130	
Steklena volna	0,18	0,040	
Smrekove deske	0,03	0,130	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		0,240	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,200	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP NE USTREZA			
Difuzija vodne pare in kondenzacije, v konstrukcijskem sklopu pride do kondenzacije (2,0kg/m ² vlage) ki se izsuši v 140 dneh			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop ne zadošča zahtevam Tehnične smernice o učinkoviti rabi energije, ki predvideva za strop proti neogrevanemu prostoru maksimalno toplotno prevodnost $U_{max} \leq 0,20 \text{ W}^2\text{K}$. Pri difuziji vodne pare nastane 2,00 kg/m² vlage, ki se izsuši v poletnem obdobju v 140 dneh.

7.3.4 Medetažna konstrukcija med pritličjem in nadstropjem

Medetažna konstrukcija je izvedena iz: finalnega poda klasičnega hrastovega parketa debeline 2 cm, smrekovih desk 3 cm, ki potekajo v 2 slojih, lesenih smrekovih stropnikov dimenzij 18/16, med njimi je vgrajeno nasutje (pesek) povprečne debeline 8 cm, smrekovih desk debeline 3 cm ter ometom na trstiki debeline 2 cm.

Tabela 5: Toplotna prevodnost obstoječega stanja medetažne konstrukcije med pritličjem in nadstropjem. Izračun je izveden s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA MED PRITLIČJEM IN NADSTROPJEM - OBSTOJEČE STANJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m²K)	
Parket hrast	0,02	0,180	
Smrekove deske	0,03	0,130	
Smrekove deske	0,03	0,130	
Nasutje med stropniki	0,08	2,000	
Deske	0,03	0,130	
Omet	0,02	0,910	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		0,830	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,700	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP NE USTREZA			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop ne zadošča zahtevam Tehnične smernice o učinkoviti rabi energije, ki za medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot predvideva maksimalno toplotno prevodnost $U_{\max} \leq 0,70 \text{ W}^2\text{K}$.

7.3.5 Zunanja stena

Zunanja stena je zgrajena iz polne opeke normalnega formata, debeline zidu 38 cm. Z notranje in zunanje strani so stene ometane s cementno malto debeline 3 cm.

Tabela 6: Toplotna prevodnost obstoječega stanja zunanje stene. Izračun je izveden s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

ZUNANJA STENA OBSTOJEČE STANJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m ² K)	
Cementni omet	0,02	1,400	
Stena iz polne opeke NF	0,38	0,790	
Cementni omet	0,02	1,400	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		1,470	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,280	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP NE USTREZA			
Difuzija vodne pare in kondenzacije V konstrukcijskem sklopu pride do kondenzacije (0,90kg/m ² vlage) ki se izsuši v 43 dneh			

Iz izračuna je razvidno, da konstrukcijski sklop ne zadošča zahtevam Tehnične smernice o učinkoviti rabi energije, ki za zunanjo steno predvideva maksimalno toplotno prevodnost $U_{max} \leq 0,28 \text{ W}^2\text{K}$. Pri difuziji vodne pare nastane 0,90 kg/m² vlage, ki se izsuši v poletnem obdobju v 43 dneh.

7.3.6 Tla na terenu

Tla na terenu so izvedena iz: finalnega poda keramičnih ploščic debeline 2 cm, cementnega ne armiranega estriha debeline 7 cm, hidroizolacije iz bitumenske smole, podložnega betona debeline 8-10 cm ter utrjenega nasutja 20 cm.

Tabela 7: Toplotna prevodnost obstoječega stanja tal na terenu. Izračun je izveden s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

TLA NA TERENU OBSTOJEČE STANJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m*K)	
Keramične ploščice	0,02	1,280	
Cementni estrih	0,07	1,400	
Bitumenska izolacija	0,004	0,170	
Podložni beton	0,08	2,000	
Utrjeno kamnito nasutje	0,25	1,750	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		4,640	(W/m²K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,350	(W/m²K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP NE USTREZA			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop ne zadošča zahtevam Tehnične smernice o učinkoviti rabi energije, ki za tla na terenu predvideva maksimalno toplotno prevodnost $U_{\max} \leq 0,35 \text{ W}^2\text{K}$.

7.3.7 Stavbno pohištvo

Stavbno pohištvo objektu zagotavlja vstop v objekt, potrebe po zračenju objekta ter osvetljevanje notranjih prostorov. Ustrezati mora minimalnim zahtevam glede zaščite pred vodo, toplotno zaščito ter zaščito pred zvokom. Objekt je umeščen med državno cesto ter železniško progo, zato so še toliko bolj pomembne zvočne lastnosti stavbnega pohištva.

Določena okna in vrata v objektu so se že zamenjala, po informacijah stanovalcev leta 1999. Stara dvodelna okna so zamenjali z novimi PVC okni. Karakteristike teh oken niso znane. Glede na to, da so bila v tem času PVC okna v začetni fazi prodiranja na slovenski trg, se bodo okna nadomestila z novimi. V enem izmed stanovanj pa so še vedno stara dvokrilna lesena okna, ki se jih bo tudi zamenjalo.

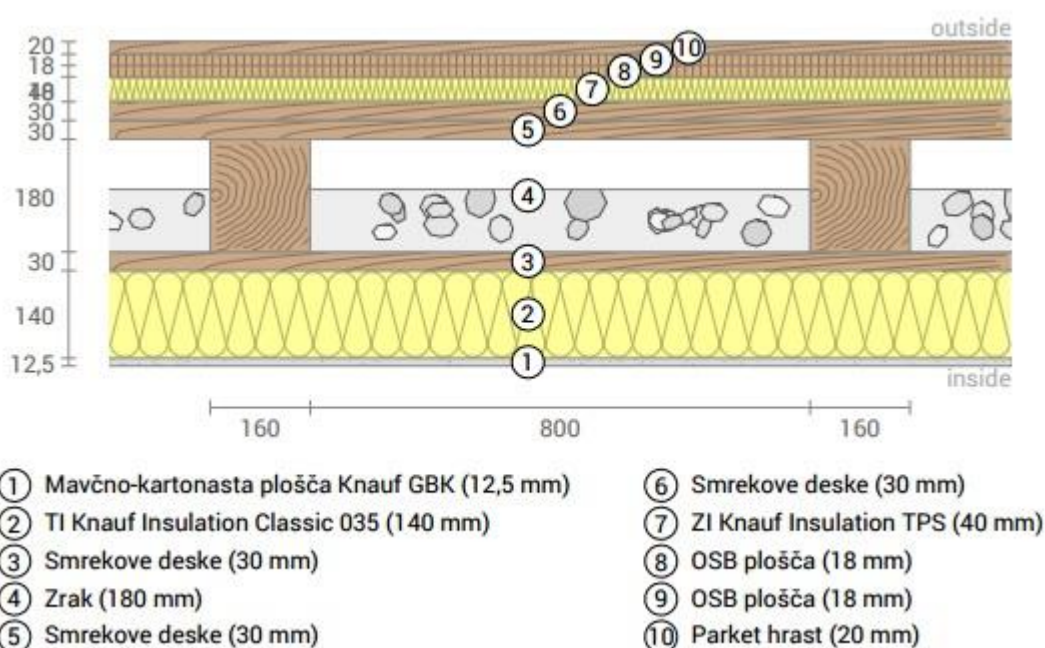
Okna na objektu so poenotena, dimenzij 90/120 cm, v sanitarnih prostorih pa 60/60 cm. Severna ploskev fasade vsebuje šest oken ter ena vhodna vrata. Površina oken je 4,32 m², dvokrilnih vrat pa 3,2 m². Južna stran objekta vsebuje sedem oken ter ena vhodna vrata. Površina oken je 7,08 m², dvokrilnih vrat pa 2,4 m². Vzhodna stran objekta vsebuje šestnajst oken ter dvoje vhodnih vrat. Površina oken je 18,72m², dvokrilnih vrat pa 4 m². Na zahodni strani objekta je dvanajst oken ter dvoje vhodnih vrat. Površina oken je 10,92 m², površina dvokrilnih vrat pa 4 m².

8 PREDLOG SANACIJ TER IZVEDBA DETAJLOV

Vse materiale, ki so predvideni za sanacijo, se lahko nadomesti z materiali drugih proizvajalcev z enakimi karakteristikami.

8.1 Medetažna konstrukcija (pritličje - nadstropje)

8.1.1 Detajl predlagane sanacije



Slika 22: Primer sanacije medetažne konstrukcije [22]

Predlagam, da se iz zgornje strani odstrani obstoječ finalni pod, ter izvede suho-montažni estrih, ki ima v primerjavi s klasičnim cementnim estrihom manjšo težo (klasični cementni estrih cca. 150kg/m², suho-montažni estrih 25 kg/m²). Stremimo se k tem, da dodatno ne obremenjuje nosilne konstrukcije. Na smrekove deske se položi sloj kamene volne debeline 4 cm (Knauf Insulation TPS), nanjo dva sloja OSB plošč debeline 18 mm, ki jih je potrebno položiti križno ter medsebojno lepiti ter vijačiti. Na stik tal in stene se namesti robni trak iz kamene volne debeline 12 mm (Knauf Insulation DL). V prostorih obremenjenih z vlago je potrebna uporaba vlago odpornih plošč (Knauf Vidifloor). Na pripravljeno podlago se izvede finalni pod hrastov parket debeline 2 cm.

S spodnje strani se po potrebi odstranijo obstoječi omet (v primeru, da je omet poškodovan, nesprijet s podlago). Svetujem, da se obstoječe deske zaščiti z osnovno impregnacijsko

zaščito (Silvanolin). Ker je na objektu zadostna etažna višina, je smiselna odločitev za izvedbo spuščene mavčno-kartonastega stropa. Med nosilno konstrukcijo mavčnih plošč ter obstoječo konstrukcijo se dodatno namesti izolacijo iz mineralne volne debeline 14 cm (Knauf Insulation Classic 035). Na konstrukcijo se namestijo mavčne plošče debeline 12,5 mm (Knauf Insulation GKP).

8.1.2 Toplotna izolacija

Toplotno izolacijo se izvede na spodnji in zgornji strani konstrukcije. Zgoraj se namesti sloj kamene volne debeline 4cm (Knauf Insulation plošča TPST). Na spodnji strani nad kovinsko konstrukcijo pa se namesti steklena volna debeline 14 cm (Knauf Insulation Classic 035).

Toplotna prevodnost za konstrukcijski sklop strop med ogrevanima prostoroma je v TSG4 določena z vrednostjo $U_{\max} \leq 0,70$ [W/m²K].

Tabela 8: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti medetažne konstrukcije med pritličjem in nadstropjem. Izračun je izveden s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA MED PRITLIČJEM IN NADSTROPJEM - PREDLOG SANACIJE			
SLOJI OD ZGORAJ NAVZDOL	DEBELINA (m)	λ (W/m*K)	
Parket	0,02	0,180	
OSB plošča	0,018	0,130	
OSB plošča	0,018	0,130	
Kamena volna	0,04	0,035	
Deske	0,03	0,130	
Deske	0,03	0,130	
Nasutje med stropniki	0,1	2,000	
Deske	0,025	0,130	
Steklena volna	0,14	0,035	
Mavčno-kartonasta plošča	0,0125	0,350	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		0,149	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,700	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP USTREZA			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop zadošča zahtevam Tehnične smernice o učinkoviti rabi energije. Tudi v primeru, da se na spodnji strani konstrukcije ne bi vgradilo dodatne izolacije iz mineralne volne, rezultat toplotne prevodnosti ustreza zahtevam.

8.1.3 Hidroizolacija

V prostorih, obremenjenimi z vodo in vlago (kopalnice, pralnice, kuhinje), je potrebna izvedba HI na cementni osnovi (Kema hidrostop elastic) v dveh slojih. Na vse stike tal in stene je potrebno namesti tesnilni trak (Kemaband 12). Vse materiale vgraditi po navodilih proizvajalca.



Slika 23: Izvedbe stika tla stena [24]



Slika 24: Kemaband 12 tesnilni trak [24]

8.1.4 Zvočna izolacija

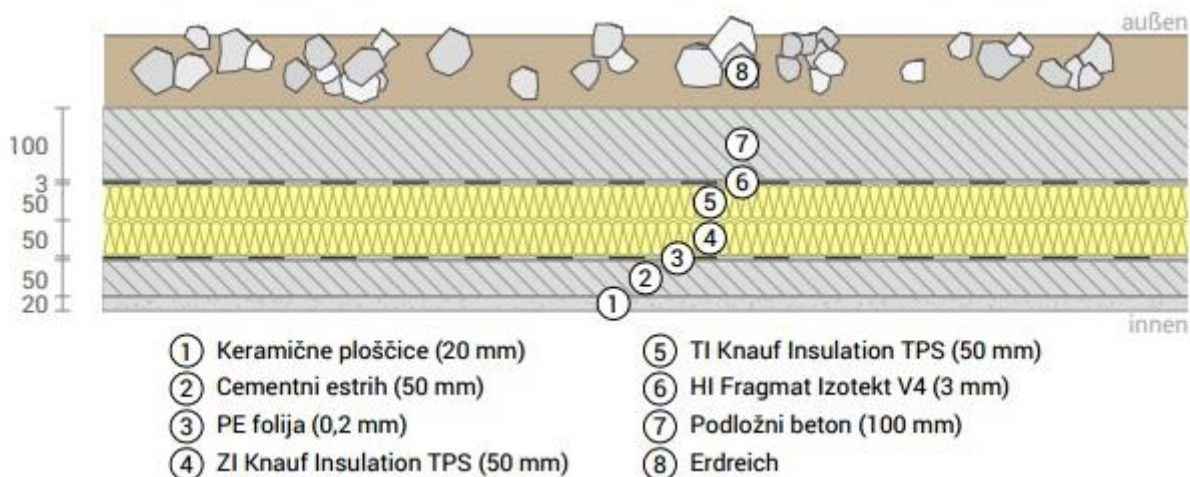
8.1.4.1 Zvočna izolacija proti hrupu iz smeri dvorane v stanovanje

Predpostavimo, da je v dvorani hrup, ki ga povzroča gledališka skupina ob predstavi, 100 dB. Medetažna konstrukcija ločuje kulturno dvorano ter stanovanjski del v zgornjem nadstropju. Določene izoliranosti pred zvokom v zraku notranjih ločilnih elementov so v Tehnični smernici podane z ovrednoteno zvočno izoliranostjo R'_w ali z ovrednoteno standardno razliko zvočnih ravni $D_{nT,w}$ (Preglednica 4 → 4.24 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in hrupno restavracijo), $R'_w = 62$ dB.

V dvorani ter na gledališkem odru se predlaga izvedba akustičnega stropa, s katerim bi močno zmanjšali prehod zvoka preko konstrukcije.

8.2 Tla na terenu

8.2.1 Detajl sanacije



Slika 25: Primer izvedbe sanacije tal na terenu [22]

Obstoječo konstrukcijo tal na terenu je potrebno v celoti porušiti, saj so v objektu dobro vidne neravnine tal, kot posledica posedanja nasutja. Debelino nasutja se obvezno preveri. V primeru, da je nasutja manj kot 15 cm, se ga v celoti odstrani ter skladišči na gradbiščni deponiji za kasnejšo vgradnjo. Sloj zemlje se odstrani do globine -0,56 m od kote končnega finalnega poda. Vgraditi je potrebno ločilno plast med zemljino in nasutjem (gradbeni filc), ki preprečuje mešanje zemljine in nasutja tampona. Tampon se vgradi v večjih slojih s sprotim utrjevanjem. Na poravnani nasip se predlaga vgradnja ločilnega sloja čepaste folije (TEFOND PLUS), ki preprečuje iztek cementnega mleka iz betonske mešanice v nasip. Podložni beton naj bo debeline do 8 cm, kvaliteta betona C16/20. Površino betona je potrebno gladko obdelati, da ne pride do poškodb hidroizolacije. Pred varjenjem HI se izvede protiprašni premaz ter privari hidroizolacijske trakove. Nato se izvede TI ter ZI, zadnji sloj izolacije je potrebno prekriti z ločilnim slojem PVC folijo. Izvede se klasičen mikroarmirani cementni estrih debeline 5 cm. Na stiku stene ter cementnega estriha se vgradi ločilni dilatacijski trak. Na suh estrih se položi finalna obloga (keramika), stik med stensko keramično obrobo ter tlemi se zapolni s trajno elastičnim kitom, ki omogoča dihanje estriha.

8.2.2 Toplotna izolacija

Toplotno izolacijo se izvede v dveh slojih s kameno volno debeline 5 cm (Knauf Insulation TPS), obvezno je križno polaganje. Na stik s steno se namesti robni trak iz kamene volne debeline 14 mm (Knauf Insulation DP).

Toplotna prevodnost za konstrukcijski sklop tal na terenu je v TSG4 določena z vrednostjo $U_{max} \leq 0,35$ [W/m²K].

Tabela 9: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti tal na terenu. Izračun s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

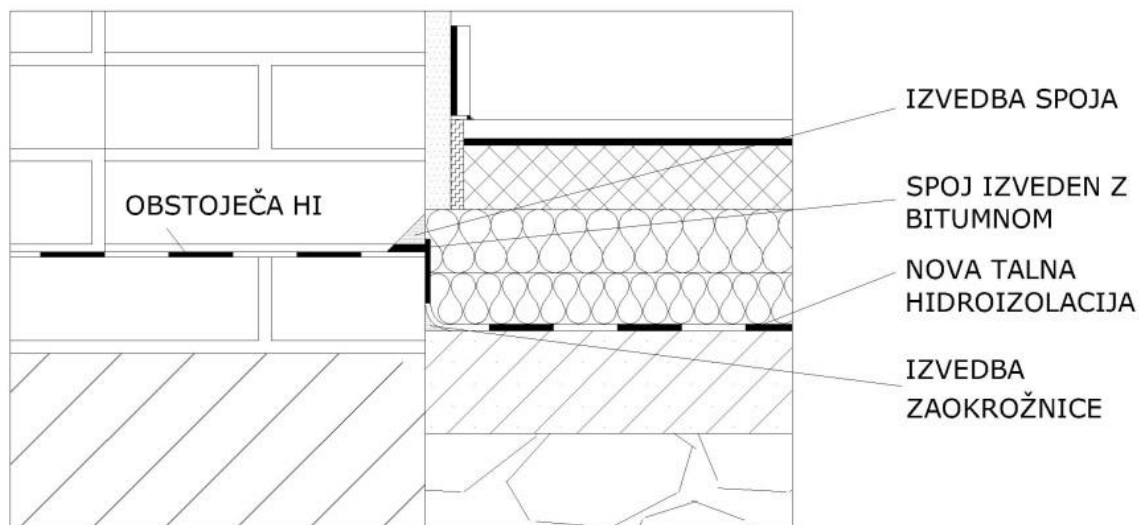
TLA NA TERENU - PREDLOG SANACIJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m*K)	
Keramične ploščice	0,02	1,280	
Cementni estrih	0,05	1,400	
PE folija	0,002	0,400	
Kamena volna	0,05	0,035	
Kamena volna	0,05	0,035	
Bitumenska izolacija	0,004	0,170	
Podložni beton	0,08	2,000	
Utrjeno kamnito nasutje	0,3	1,750	navlažena sloja
TOPLOTNA PREVODNOST U=		0,330	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,350	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP USTREZA			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop zadošča zahtevam Tehnične smernice o učinkoviti rabi energije.

8.2.3 Hidroizolacija

HI se izvede z hidroizolacijskim bitumenskim trakom (Fragamat IZOTEKT V4), ki je izdelan iz steklenega voala, obloženega s kakovostno bitumensko maso. Podložni beton se očisti vseh prašnih delcev ter izvede osnovni protiprašni premaz (Fragamat IBITOL HS), ki zagotavlja dober oprijem HI materialu. Nanj se v celoti privari HI trak. Posebno pozornost je potrebno nameniti spajanju obstoječe HI pod zidovi ter nove HI.

8.2.4 Detajl spoja obstoječe HI ter nove HI



Slika 26: Detajl spoja hidroizolacij [21]

Obstoječo HI pod steno se pripravi za spoj. Del opeke se odstrani ter očisti malte. Obstoječo HI se očisti vseh prašnih delcev, priporočljivo je sesanje ali pranje z vodo. Na spoju podložnega betona ter stene se izvede zaokrožnica (Hirostop kit), ki preprečuje lomljenje HI, ter omogoča lažje delo pri izvedbi HI. Nato se izvede povezavo med horizontalno ter vertikalno HI, ki se zaključi 1 cm višje od poteka obstoječe hidroizolacije. Spoj med obstoječo in novo hidroizolacijo se zapolni vročim bitumnom (Fragmat BITEM), ki se ob segrevanju vliva na spoj HI.



Slika 27: Očiščena obstoječa HI, ter izvedba spoja obstoječe HI ter nove HI [21]

Slika 28: Stik obstoječe ter nove HI [21]

Sliki prikazujeta potek spajanja obstoječe ter nove HI.

8.3.2 Toplotna izolacija

Ob izvedbi spuščenega stropa naj se med KS doda sloj mineralne volne (Knauf insulation classic D040), ki je vgrajen med nosilno konstrukcijo sistema spuščenega stropa.

Toplotna prevodnost za konstrukcijski sklop stropa proti neogrevanemu podstrešju je v TSG4 določena z vrednostjo $U_{\max} \leq 0,20$ [W/m²K]

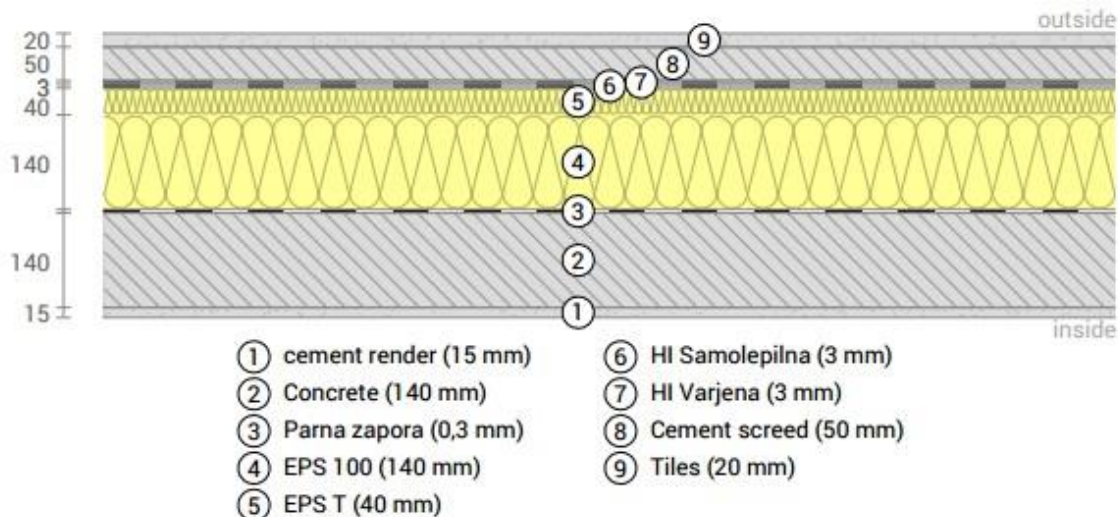
Tabela 10: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti stropa proti neogrevanem podstrešju, izračun s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

STROP PROTI NEOGREVANEM PODSTREŠJU PREDLOG SANACIJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m*K)	
Mavčno-kartonska plošča	0,0125	0,210	
Parna zapora	0,002	0,170	
Steklena volna	0,06	0,040	
Steklena volna	0,16	0,040	
Deske	0,03	0,130	
Kamna volna	0,02	0,035	
OSB Plošča	0,016	0,130	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		0,155	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,200	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP USTREZA			
<p>Difuzija vodne pare in kondenzacije, v konstrukcijskem sklopu pride do kondenzacije (0,0096 kg/m² vlage) ki se izsuši v 6 dneh.</p>			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop zadošča zahtevam Tehnične smernice o učinkoviti rabi energije.

8.4 Terase, balkoni

8.4.1 Detajl sanacije



Slika 30: Detajl sanacije terase [22]

Terasa je pokrita, v bodoče je predvidena zasteklitev. Predlog sanacije je, da se z zgornje strani odstrani vse obstoječe sloje do NK (betonske plošče). Na betonsko se izvede parna zapora, nanjo položi TI ter ZI ter izvede HI. Nato izdelamo cementni estrih, nanj se vgradi keramične ploščice, na izboljšano cementno lepilo, skupna debelina 2 cm.

8.4.2 Toplotna izolacija

TI se izvede dvoslojno, na HI se vgradi prvi sloj EPS (Fragmat EPS 100) debeline 14 cm, čezenj pa še dodatni sloj EPS (Fragmat EPS T elastificiran).

Toplotna prevodnost za konstrukcijski sklop terase je v TSG4 določena z vrednostjo $U_{\max} \leq 0,20$ [W/m²K].

Tabela 11: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti medetažne konstrukcije terase, izračun s programom U-Wert (<https://www.u-wert.net>)

MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA TERASA PREDLOG SANACIJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m ² K)	
Apneno cementni omet	0,03	1,400	
AB Plošča	0,14	2,000	
Parna zapora	0,0003	0,4	
EPS 100	0,14	0,036	
EPS T	0,04	0,043	
HI bitumenska samolepilna	0,003	0,170	
HI bitumenska varjena	0,003	0,170	
Cementni estrih	0,05	1,400	
Keramične ploščice	0,02	1,280	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		0,193	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,200	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP USTREZA			
Difuzija vodne pare in kondenzacije, v konstrukcijskem sklopu ne pride do kondenzacije			

Iz izračuna vidimo, da konstrukcijski sklop zadošča zahtevam tehnične smernice o učinkoviti rabi energije.

8.4.3 Hidroizolacija

HI se izvede z bitumenskimi trakovi dvoslojno (Samolepilni bitumenski trak, varjeni Fragmat Izotekt V4). Prvi sloj HI se nalepi direktno na TI. Na obodne vertikalne konstrukcije se izvede zavihke HI, do višine + 20 cm od nivoja končnega tlaka.

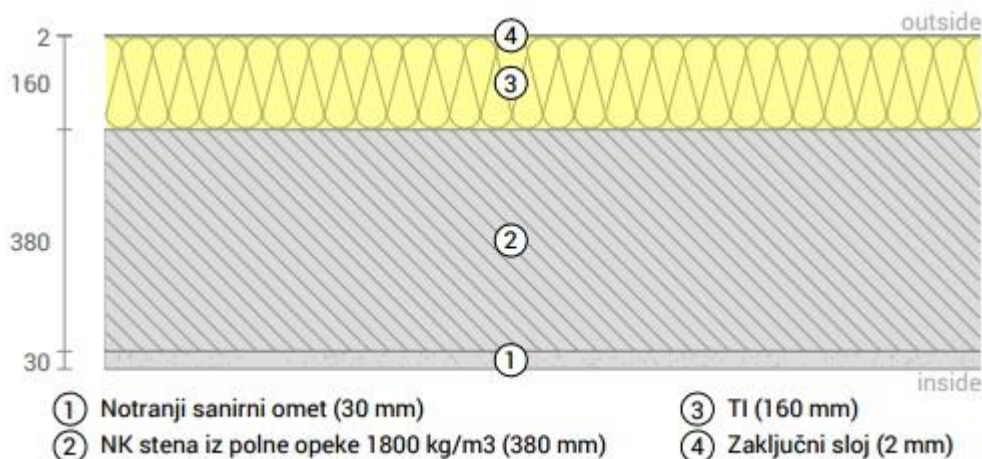
Parna zapora (Riwega DS 1500 SYN) se namesti direktno na obstoječo AB ploščo, vse stike se lepi, po navodilih proizvajalca.

8.4.4 Zvočna izolacija

ZI proti udarnem hrupu se izvede z TI materialom EPS debeline 4 cm. (Fragmat EPS T elastificiran). Na stiku cementnega estriha ter stene se vgradi ločilni EPS trak debeline 1 cm (Fragmat Stirotrak).

8.5 Zunanja stena

8.5.1 Detajli sanacije



Slika 31: Detajl izvedbe sanacije - zunanja stena kamena volna [22]

Sanacijo na podzidku se izvede z XPS ploščami do višine + 60 cm nad obstoječim terenom. Plošče se vgradi z lepljenjem z lepilno malto, ter za to namenjeno PU peno. Za fasado se predlaga izolacijo iz mineralne volne.

8.5.2 Toplotna izolacija

Za TI fasade je izbran proizvajalec Weber saint-gobain, fasadni sistem weber.therm family MW debeline 16 cm. Za izdelavo podzidka se uporabi XPS izolacijske plošče enake debeline. Sistem vsebuje lepilo za pritrditev fasadnih plošč, fasadne plošče, lepilo za izdelavo armirnega sloja, armirno fasadno mrežico, osnovni predpremaz ter zaključni sloj. Stremimo k čim večji paro propustnosti zaključnega sloja.

Toplotna prevodnost za konstrukcijski sklop zunanje stene je v TSG4 določena z vrednostjo $U_{max} = 0,20$ [W/m²K].

Tabela 12: Tabela za prikaz toplotne prevodnosti zunanje stene [1] [5]

ZUNANJA STENA PREDLOG SANACIJE			
SLOJI OD ZNOTRAJ NAVZVEN	DEBELINA (m)	λ (W/m*K)	
Sanirni omet	0,03	1,400	
Stena iz polne opeke NF	0,38	0,790	
Fina cementna izravnava	0,005	1,400	
Bitumenska hidroizolacija	0,004	0,170	
Mineralna volna M	0,16	0,035	
Zaključni sloj	0,002	0,700	
TOPLOTNA PREVODNOST U=		0,190	(W/m ² K)
DOVOLJENA PREVODNOST TSG U=		0,200	(W/m ² K)
KONSTRUKCIJSKI SKLOP USTREZA			
DIFUZIJA VODNE PARE V konstrukcijskem sklopu pride do kondenzacije (0,076 kg/m ² rose), ki se v poletnem času osuši v 2 dneh			

Iz izračunov vidimo, da konstrukcijski sklop zadošča zahtevam tehnične smernice o učinkoviti rabi energije.

8.5.3 Zvočna izolacija proti zunanjem zvoku

Ker nimamo podatkov o hrupu na območju kjer se stavba nahaja, pri izračunu zvočne izolacije zunanjih ločilnih elementov stavbe, upoštevamo splošne okoljske mejne ravni zunanjega hrupa, (preglednica 1, TSG 1-002:2012). Predpostavimo da se naš objekt spada v III. ali IV. območje. Izračun izvedemo za oba območja. [5]

Objekt s hrupom na zahodnem delu objekta najbolj obremenjuje železniška proga, ki je oddaljena 34,64 m. Ker je na zahodni strani objekta, poleg kulturne dvorane tudi stanovanjski del, izračun izvedemo tako za stanovanjski del, kot za kulturno dvorano. ZI ne sme presegati mejnih ekvivalentnih ravni hrupa določenih v (preglednica 2 TSG 1-002:2012). [5]

Pri izračunu je potrebno upoštevati tudi površino odprtin (okna, vrata).

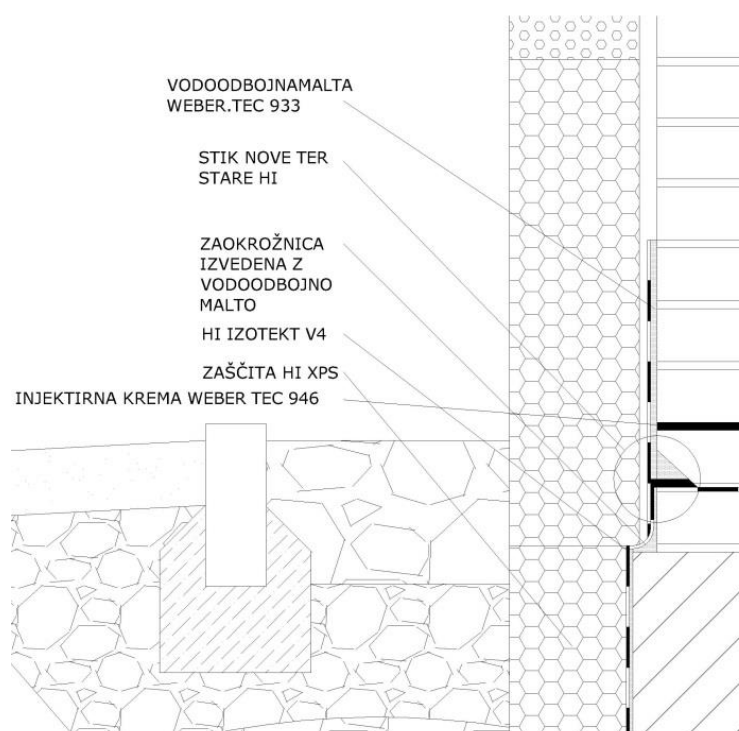
Korigirana enačba za izračun prehoda zvočne energije je:

$$(R'_{w,f} + C_{tr,f}) = (R_{w,f,p} + C_{tr,f,p}) - 10 \cdot \log \left[1 + \frac{S_o}{S_f} \cdot \left(\frac{10^{0.1(R_{w,f,p} + C_{tr,f,p})}}{10^{0.1(R'_{w,0} + C_{tr,0})}} \right) - 1 \right] [5]$$

Na podlagi izračunov se odločimo o zvočni izolaciji. Predlagam da se ZI izvede z TI materialom, že opisanim v poglavju 8.8.3, ter kvalitetnimi okni opisanimi v poglavju 8.9.5.

8.5.4 Hidroizolacija

Omet na zidu je potrebno odstraniti ter očistiti nečistoče (priporočeno pranje z visokotlačnim čistilcem). Temelj se v celoti odkoplje ter očisti. Predlaga se izvedba izravnave z vodoodbojno malto proizvajalca Weber (weber.tec 934), ki je namenjena popravilom ter izdelavi zaokrožnic. Malta je vodoodbojna, hitro sušeča, mikroarmirana ter odporna na skrčke. Detajl stikovanja se izvede enako kot na notranji strani stene (Slika 37). Na nanos malte se nanese protiprašni premaz (Fragmat Ibitol HS). Ko se premaz posuši, se izvede hidroizolacijo z bitumenskim trakom (Fragamt Izotekt V4), ki se ga v vertikalnih pasovih vari na podlago. Višina hidroizolacije naj sega 50 cm višje od nivoja terena. Hidroizolacijo pod nivojem terena se zaščiti z XPS ploščami, enake debeline kot je fasada. Pred izvedbo zasipa temelja se predlaga še dodatno zaščito TI z gumbasto folijo (Tefond Plus), ki omogoča lažje dreniranje vode po vertikali.



Slika 32: Izvedba hidroizolacije [21]

8.5.5 Hidrofobna bariera

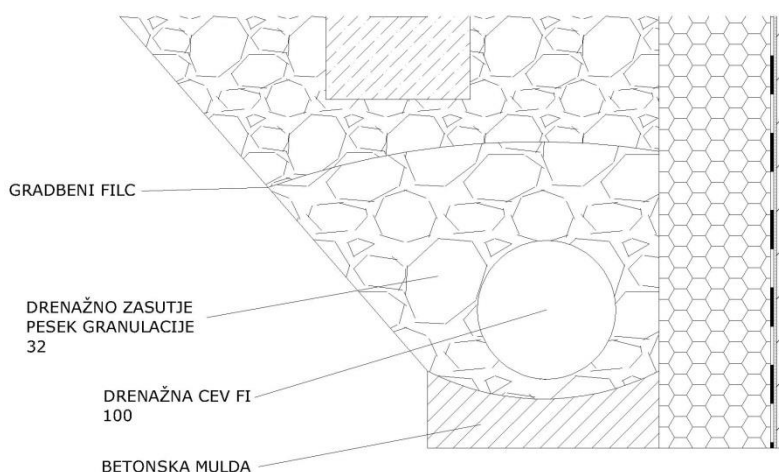
Hidrofobno bariero naj se izvede z injektirno kremo proizvajalca Weber (Weber.tec 946). Z obstoječega zidu je potrebno odstraniti obstoječi omet, da se ugotovi potek zidanja stene. V prvi horizontalni fugi se izvedejo izvrtine $\varnothing 16$ na medosni razdalji 8-12 cm. Globina izvrtine naj bo 5 cm manj kot je debelina celotne stene. Izvrtine se očisti prašnih delcev (izpihovanje z zrakom). V izvrtine se z injektirno pištolo vtisne injektirno kremo, tako da se izvrtina v celoti zapolni. Po navodilih proizvajalca se z deli lahko nadaljuje takoj. Pred začetkom del podrobno preberemo navodila proizvajalca.



Slika 33: Izvedba injektiranja z injektirno kremo [21]

8.5.6 Izvedba drenaže

Objekt je trenutno v celoti izveden brez drenaže. Zato predlagam, da se drenažo izvede okoli celotnega objekta, vodo iz drenaže pa se odpelje v obstoječi meteorni kanal. Okolica objekta se odkoplje, globina izkopa 80 cm (oziroma do nivoja temeljev). Na dnu izkopa se v naklonu zabetonira betonsko muldo, v padcu min 1-2% proti meteornem kanalu. Na betonsko muldo se položi drenažno cev $\varnothing 100$. Cev zasujemo z drenažnim zasipom 40 cm nad nivojem mulde. Okoli drenažnega zasipa je potrebna vgradnja gradbenega filca, ki zagotavlja, da se zasip ne blati z drobnimi delci zemljine ali tamponskega materiala. Nato je potrebno izvesti dobro utrditev, ter po končanih delih dograditi asfaltni sloj.

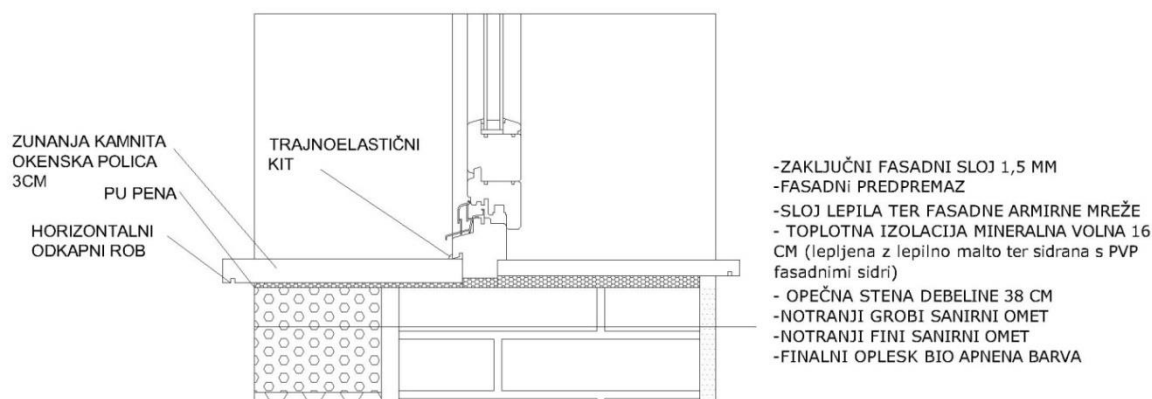


Slika 34: Izvedba drenaže ob obodu objekta [21]

8.6 Stavbno pohištvo

Objekt se na novo oprepi z novimi PVC okni. Izbere se podjetje, ki ima v svoji ponudbi profile znanega nemškega proizvajalca Inoutic profil Eforte. 6 komorni okenski profil je debeline 84 mm, z odličnimi toplotno izolacijskimi ter zvočno izolacijskimi karakteristikami.

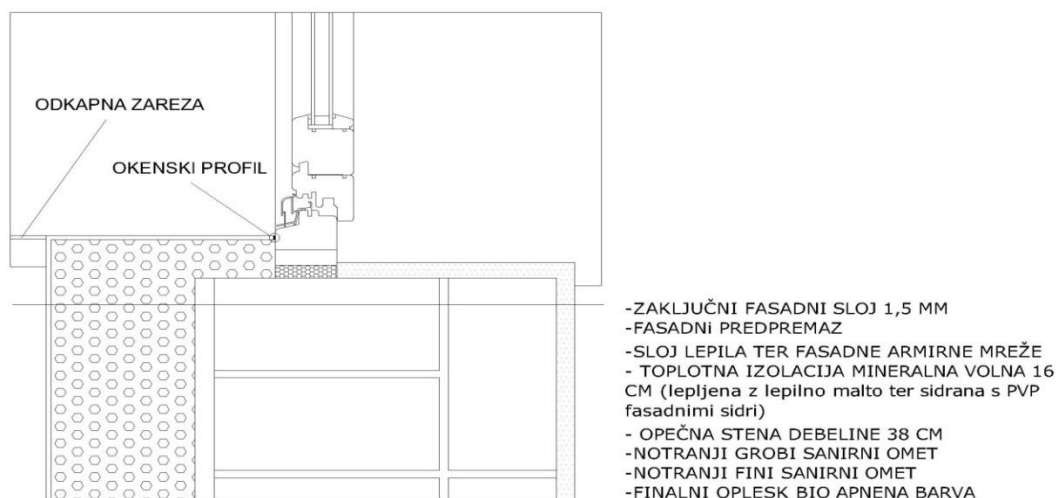
8.6.1 Detajl montaže okna vzdolžni prerez



Slika 35: Detajl montaže novega okna [21]

Okno se vstavi v zidarsko odprtino, ter ga pritrdi z vijaki v steno. Prostor med zidom ter oknom se zatesni z poliuretansko peno. Stik med spodnjim delom okvirja okna ter polico se zapolni s trajno elastičnim kitom, ki preprečuje zatekanje vode med polico in oknom. Priporočeno je, da se police vgradi na zato namenjeno PU peno, ki preprečuje nastanek toplotnega mostu. Polica mora imeti spodnji odkapni rob, ki zagotavlja da voda iz police ne teče po fasadi.

8.6.2 Detajl montaže okna prečni prerez



Slika 36: Detajl montaže novega okna [21]

Tudi na zgornjem robu mora imeti polica odkapno zarezo, ki zagotavlja, da voda ob robu police ne teče po fasadi. Na stik toplotne izolacije ter okna je potrebno vgraditi PVC okenski profil, ki se lepi na okvir okna. PVC okenski profil zagotavlja tesnjenje med oknom ter fasado.



Slika 37: PVC okenski profil [25]

8.6.3 Toplotna izolacija oken

Glede na podatke proizvajalca je toplotna izolacija okenskega okvirja $U_i=0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$, toplotna izolacija klasične trojne zasteklitve $U_g=0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ ter toplotna izolacija celotnega okna $U_w=0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. K dobri toplotni izolaciji prispevajo tudi tesnila ter dodatno tesnilo v utoru za stekla. Tesnila so izdelana iz visokokakovostnega TPE materiala.

S tem zagotovimo, da je vgradnja takih oken v skladu s pravilnikom učinkovite rabe energije v stavbah. V ogrevanih prostorih stavbe je tako dovoljeno uporabljati zasteklitev toplotne prehodnosti največ $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ter okna (skupaj okvir in zasteklitev) največ $U_w=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

8.6.4 Zvočna izolacija oken

Zvočno izolacijo oken označujemo z mednarodno oznako R_w , izražena v dB. Višja vrednost R_w , boljša je zvočna izolacija okna. Standardna zvočna izolacija dvoslojnega stekla je 32 dB. To vrednost lahko izboljšamo z troslojnimi stekli, različnimi debelinami stekla, vgradnjo dodatnih tesnil med okvirjem in oknom ter izbiro okenskega profila. Zvočna izolacija okna je v veliki meri odvisna tudi od kvalitete okna ter načina vgradnje okna v steno.

Glede na podatke proizvajalca novih oken je zvočna izolacija oken $R_w=$ do 47 dB.

Z izbiro takšnih oken zagotovimo, da ima objekt ustrezno zaščito pred hrupom. Izolacija je zadostna tudi ob upoštevanju, da je objekt v IV. območju z obremenitvijo 75 dB.

9 ZAKLJUČEK

Današnje sanacije stavb so usmerjene predvsem v energetske sanacije objekta, nemalokrat pa se zanemarljivo zaščita objekta pred vlago ter zaščita objekta pred zvokom. Pogosto se zgodi, da ima objekt lepo obnovljeno fasado, pri izvedbi pa so »pozabili« na sanacije odvodnjavanja, drenažo, hidroizolacijo, zvočno izolacijo. V notranjosti objekta se nabirajo plesni ter odpadki. Pri tem pa ne smemo pozabiti na udobno in predvsem zdravo notranje okolje.

Sanacija starih objektov je izjemno zahtevna tudi v smislu ocene stanja, saj je nemogoče izdelati popolni popis del. Šele ob začetku del, odstranitvi tlakov ter ometov, vidimo dejansko stanje konstrukcije ter konstrukcijskih sklopov, ki se nemalokrat razlikuje od predvidenega stanja. Šele takrat lahko primerno ocenimo, kako obsežna sanacija bo potrebna.

Pri diplomski nalogi sem poskušal zajeti vse detajle, ki bi bili lahko v prihodnosti kakor koli težava za ugodno uporabo prostorov obravnavanega objekta. Detajle smo poizkusili opisati ter izvesti čim bolj kvalitetno ter ugodno z ekonomskega vidika.

Velik pomen ima tudi kvalitetna izvedba del, saj dobro načrtovan detajl, ki ni kakovostno izveden, nima bistvenega pomena. Zato je pri izvedbi sanacij potreben dober nadzor investitorja nad izvajalcem in izvajalca nad delavci. Veliko k kakovostni izvedbi pripomore tudi »kakovosten« nadzornik.

Pri izdelovanju naloge sem spoznal veliko novih materialov, njihovih lastnosti, namene uporabe ter načine vgradnje. Spoznal sem se tudi s programskim orodjem U-Wert za izračun toplotnih prehodnosti ter difuzije vodne pare. V programu sem glede na osnovno konstrukcijo dodajal plasti in pri tem opazoval spremembe glede toplotne prehodnosti ter kondenzacije vodne pare. Dobljene rezultate sem primerjal z dovoljenimi vrednostmi iz pravilnikov. Tako sem poskušal sestaviti dober KS, ki ustreza zakonodajnim zahtevam.

VIRI:

- [1] Ministrstvo za infrastrukturo 2016. Energetska prenova stavb
http://www.mzi.gov.si/si/delovna_podrocja/energetika/energetska_prenova_stavb/
(Pridobljeno 1. 8. 2016.)
- [2] Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 52/2010: 7840–7847
- [3] Tehnična smernica za graditev objekta TSG-1-004:2010, UČINKOVITA RABA ENERGIJE 2010. Ministrstvo za okolje in prostor
- [4] Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago (Ur.l., št. 29/04 z dne 11. 3. 2004.)
- [5] Tehnična smernica TSG-1-005:2012, ZAŠČITA PRED HRUPOM V STAVBAH 2012. Ministrstvo za okolje in prostor
- [6] Goran Gomboši. 2015. Predlog sanacije kapilarne vlage, Kema Puconci d.o.o., str. 3
- [7] dr. Roman Kunič, univ.dipl.inž.grad. 2010. Hidroizolaciji moramo nameniti vso pozornost. Gradbenik 4/2010. str. 22-23.
- [8] Fragmat Tim d.o.o. 2016. <http://www.fragmat.si/si/gradbeni-program/izdelki/hidroizolacija>
(Pridobljeno 7. 5. 2016.)
- [9] Rok P. 2015. Primerjava izvedbe hidroizolacij objektov z uporabo vodotesnih betonov po sistemu »bele kadi« in sistemov »črne kadi«. Diplomaska naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo (samozaložba R. Pevec)
- [10] Kema d.d. 2016. <http://www.kema.si/si/> (Pridobljeno 2. 6. 2016.)
- [11] Hidrosanir d.o.o.. 2016. Sanacija kapilarne vlage z vgradnjo nerjaveče pločevine.
<http://www.hidrosanir.si/sanacija-vlaznih-zidov.html> (Pridobljeno 2. 8. 2016.)
- [12] Weber Saint-Gobain. 2016. Sanacija in obnova. <http://www.weber-terranova.si/sanacija-in-obnova.html> (Pridobljeno 7. 5. 2016.)
- [13] Aure. Toplotnoizolacijski materiali. <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/PDFknjiznjicaAURE/IL2-03.PDF> (Pridobljeno 3. 5. 2016.)
- [14] Ursa Slovenija d.o.o.. 2016. <http://www.ursa.si/sl-si/arhitekti/strani/faq.aspx> (Pridobljeno 3. 5. 2016.)
- [15] Knauf Insulation. 2016. <http://www.knaufinsulation.si/> (Pridobljeno 3. 5. 2016.)
- [16] Nemanič K. 2001. Polistireni – odporni na vlago in obremenitve. Delo in dom 29. 3. 2011.
- [17] Moj mojster. 2016. <http://www.mojmojster.net/clanek/137> (Pridobljeno 4. 5. 2016.)
- [18] Nep Slovenija. 2014. Zvočni mostovi.
http://nep.vitra.si/datoteke/clanki/Zvocni_Mostovi_Maj_2014.pdf (Pridobljeno 6. 5. 2016.)

- [19] Biro Klemenčič. 2013. Rekonstrukcija in preureditev notranjega dela objekta. Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja. junij 2013
- [20] Google earth. 2016. <https://www.google.si/maps/@45.9312548,14.9702989,3a,75y,211.35h,84.1t/data=!3m6!1e1!3m4!1s6f-Krl-y2d0qjVhPWbaYhQ!2e0!7i13312!8i6656> (Pridobljeno 10. 6. 2016.)
- [21] Lastna knjižnica slik
- [22] U-Werth. 2016. https://www.uwert.net/cad/?c=1&bt=0&unorm=enev14alt&T_i=20&RH_i=50&Te=-5&RH_e=80&outside=0 (Pridobljeno 8. 6. 2016.)
- [23] Podatki za pravilnik o učinkoviti rabi energije. 2016. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/> (Pridobljeno 10. 8. 2016.)
- [24] Bit promet. 2016. <http://bitpromet.hr/2014/10/kemaband-brtveca-traka-12/> (Pridobljeno 7. 7. 2016.)
- [25] Okenski profil. 2016. https://www.google.si/search?q=trak+kema&espv=2&biw=1242&bih=566&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwigso_0_dLOAhVKnRQKHS04CwIQ_AUIBigB#tbm=isch&q=okenski+profil&imgsrc=lp6T5T7sm7KhJM%3A (Pridobljeno 10. 7. 2016.)
- [26] Grobovšek, B., Zvočna zaščita mavčnih pregradnih sten. <http://gcs.gizrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT232.htm> (Pridobljeno 1. 8. 2016.)
- [27] Agencija Republike Slovenije za Okolje. 2016. Podatki za pravilnik o učinkoviti rabi energije. <http://www.meteo.si/met/sl/climate/tables/pravilnik-ucinkoviti-rabi-energije/> (Pridobljeno 2. 8. 2016.)
- [28] Žarnič, R. 2003. Lastnosti gradiv. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za preskušanje materialov in konstrukcij: 52 str.
- [29] Weber Saint-Gobain. 2016. Sanacija in obnova. <http://www.weber-terranova.si/fasade-in-fasadni-sistemi/fasadni-sistemi/fasadni-sistemi-weber.html> (Pridobljeno 10. 8. 2016.)