

# Tehnička dijagnoza zgrade dječjeg doma u Koprivnici i prijedlog mjera sanacije

---

**Stojičić, Mario**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:620832>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-26**

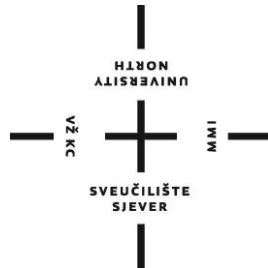


*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br. 42/GRD/2021

**Tehnička dijagnoza zgrade dječjeg doma i  
prijedlog mjera sanacije**

Mario Stojčić

Varaždin, rujan 2021.



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Studij Graditeljstva**



DIPLOMSKI RAD br. 42/GRD/2021

**Tehnička dijagnoza zgrade dječjeg doma i  
prijedlog mjera sanacije**

Student:  
Mario Stojičić, 0840/336D

Mentor:  
doc. dr. sc. Matija Orešković

Varaždin, rujan 2021.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Marko Stojčić

MATIČNI BROJ 0840/336D

DATUM 6.08.2021.

KOLEGIJ Tehnička dijagnoza

NASLOV RADA Tehnička dijagnoza zgrade dječjeg doma u Koprivnici i prijedlog mjera sanacije

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Technical diagnosis of a children's home building in Koprivnica and the proposal of rehabilitation measures

MENTOR Matija OREŠKOVIĆ

ZVANJE Docent

### ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc. Aleksej ANISKIN
2. doc.dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ
3. doc.dr.sc. Bojan ĐURIN
4. prof.dr.sc. Božo SOLDI
- 5.

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 42/GRD/2021

### OPIS

U Diplomskom radu je potrebno napraviti potpunu ocjenu postojećeg stanja nosive konstrukcije zgrade bivšeg dječjeg doma u gradu Koprivnici, uz detaljan pregled te detaljnu dijagnostiku oštećenja. Sva oštećenja je potrebno navesti te slikovno prikazati uz tehnički opis oštećenja zgrade. Nadalje, potrebno je iznijeti prijedlog mjera sanacije sa opisom metoda sanacije te prikazom lokacije te dinamike kojom bi se sanacija vršila te troškovnik sanacijskih radova.

Diplomski rad mora biti rađen prema Uputama za izradu Diplomskog rada Sveučilišta Sjever.

ZADATAK URUČEN

30.09.2021

POTPIS MENTORA



## Sažetak

Ovim diplomskim radom obradilo se i ocjenilo stanje zgrade bivšeg dječjeg doma u gradu Koprivnici u kojoj je vlaga dominantni uzrok raznih oštećenja u svim etažama zgrade.

Glavni predmet i cilj rada bio je izvršiti postupak pregleda građevine i evidentiranje oštećenja, te se obradio prijedlog rješenja izvedbe potrebnih sanacijskih radova na zgradi.

U razradi teme, na samom početku, obradila su se općenito karakteristična oštećenja i uzroci kod starih zgrada (predmetna zgrada je iz 1924. godine). U sljedećoj cjelini detaljno se obradila pojava i vrste vlage kao vodećim uzrokom oštećenja kod predmetne zgrade.

Sljedeći korak u razradi je bio tehnički opis predmetne zgrade. Nakon toga, pristupilo se rekognosciranju predmetne zgrade.

Nakon rekognosciranja, razrađen je tehnički opis potrebnih sanacijskih radova.

U sljedećem dijelu predmetnog rada, predložen je troškovnik sanacijskih radova kao jedan od pokazatelja vrijednosti i težine predloženih mjera sanacije.

Na samom kraju rada priloženi su nacrti predmetne zgrade s detaljima oštećenja koji su izrađeni kao rezultat višekratnog izlaska na teren i izrade detaljne snimke postojećeg stanja zgrade.

**Ključne riječi:** oštećenja, vlaga, rekognosciranje, dijagnosticiranje, sanacija

# TECHNICAL DIAGNOSIS OF THE ORPHANAGE BUILDING AND PROPOSAL OF REMEDIATION MEASURES

## Abstract

This diploma thesis deals with and evaluates the condition of the building of the former orphanage in the city of Koprivnica, where moisture is the dominant cause of various damages in all floors of the building.

The main subject and goal of the thesis was to perform the procedure of inspecting the building and recording the damage, and the proposal of the solution for the execution of the necessary remediation measures on the building was processed.

In elaborating the topic, at the very beginning, the generally characteristic damages and causes in old buildings were dealt (the subject building is from the 1924).

In the next section, the occurrence and types of moisture as the leading cause of damage to the subject building were discussed in detail.

The next step in the elaboration was the reconnaissance of the building. After that, the reconnaissance of the building was started.

After the reconnaissance, a technical description of the necessary remediation works was developed.

In the next part of the present paper, the cost estimate of remediation works is proposed as one of the indicators of the value and severity of the proposed remediation measures.

At the very end of the thesis, there are drawings of the building with details of the damage, which were made as a result of repeated field trips and a detailed snapshot of the existing condition of the building.

**Keywords:** damage, moisture, reconnaissance, diagnosing, sanitation

# SADRŽAJ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. UVOD .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. STARE ZGRADE - KARAKTERISTIČNA OŠTEĆENJA I NJIHOVI UZOCI...3</b> | <b>3</b>  |
| 2.1. OPĆENITO.....   | 3         |
| 2.2. PREGLED GRAĐEVINA I EVIDENTIRANJE OŠTEĆENJA.....                  | 7         |
| <b>3. VLAGA KAO VODEĆI UZROK OŠTEĆENJA PREDMETNE ZGRADE .....</b>      | <b>12</b> |
| 3.1. VRSTE VLAGE U GRAĐEVINAMA I NJIHOVO PODRIJETLO.....               | 12        |
| 3.2. LIKVIDNA VLAGA .....  | 14        |
| 3.3. HIGROSKOPNA VLAGA.....  | 18        |
| 3.4. KONDENZIRANA VLAGA.....   | 21        |
| <b>4. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE ZGRADE.....</b>                          | <b>23</b> |
| 4.1. POVIJESNI ASPEKT ZGRADE .....                                     | 23        |
| 4.2. LOKACIJA I SMJEŠTAJ ZGRADE.....                                   | 25        |
| 4.3. PROSTORNO-PLANSKI UVJETI .....                                    | 25        |
| 4.4. TEHNIČKI OPIS PROJEKTIRANOG I IZVEDENOG STANJA GRAĐEVINE....      | 28        |
| <b>5. REKOGNOSCIRANJE PREDMETNE ZGRADE.....</b>                        | <b>31</b> |
| 5.1. DIJAGNOSTICIRANJE OŠTEĆENJA - OPĆENITO .....                      | 31        |
| 5.2. PATOLOGIJA OŠTEĆENJA PREDMETNE ZGRADE.....                        | 35        |
| 5.3. PRIJEDLOZI I NAČINI SANACIJE .....                                | 44        |
| 5.3.1. Sanacija podrumskog dijela zgrade .....                         | 44        |
| 5.3.2. Sanacija ostalih dijelova zgrade.....                           | 50        |
| 5.3.3. Sanacija higroskopne vlage .....                                | 51        |
| 5.3.4. Sanacija kondenzirane vlage.....                                | 52        |
| <b>6. ZAKLJUČAK.....</b>   | <b>54</b> |
| <b>7. LITERATURA.....</b>  | <b>57</b> |
| <b>POPIS SLIKA .....</b>   | <b>58</b> |
| <b>POPIS TABLICA .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>PRILOZI</b>   |           |



## 1. UVOD

Građevinski materijali kao što su opeka, mort, žbuka i kamen, podložni su različitim procesima starenja i uništenja. No najčešći uzrok propadanja tih materijala je vlaga koja je dospjela u njihove pore. Protiv štetnog utjecaja vlage na građevinske materijale izuzetno je važno postavljanje pravilne dijagnoze. Dijagnozom se može odrediti adekvatna metoda sanacije vlage i uklanjanja njenih posljedica. Svaki objekt zahtijeva poseban individualni pristup. Iako se rad na dijagnostici doima kao zahtjevan i skup proces, takav pristup daje najbolje rezultate. Naime, znatno je skuplje provesti neprimjeren sanacijski postupak koji se oslanja na nepotpunu ili čak pogrešnu dijagnozu, koja nakon odrađenih radova stanje zgrade vraća na početno te se pojavljuju opet isti štetni utjecaji vlage.

Vrlo čest je slučaj da se građevine koje su oštećene vlagom obnavljaju bez prethodno primjenjenih mjera za sanaciju same vlage. Pri takvom obnavljanju izvedu se unutarnja i vanjska žbuka te se sve uredno oliči. Vlasnici zgrade zadovoljani su vanjskim izgledom tako obnovljene zgrade. Ali nakon nekog vremena opet se počinju pojavljivati simptomi štetnoga djelovanja vlage. Pojavljuju se vlažne mrlje, izlučuju se soli na rubovima, boja se ljušti, a žbuka osipa. Dakle, vlasnik građevine prije početka radova mora tražiti analizu stručnjaka za izvedbu sanacijskih postupaka i osigurati stručni nadzor nad izvedbom radova.

Sustav sanacije vlage sastoji se od više faza rada. Na izvođačima radova odgovornost je da primjenjuju tehnološke propise, upute za rad i rokove izvršenja pojedinih faza. Za uspješnu primjenu određenog sustava sanacije važno je temeljito i dosljedno poštivanje tehnoloških propisa i rokova. [1]

Vlaga je dominantni uzrok oštećenja dijelova predmetne građevine.

Vlaga zbog svoje raznolikosti i složenosti predstavlja najveći izazov pri sanaciji objekata i očuvanja građevine. Vlaga u zidovima u pravilu uvjetuje opsežne, a time i skupe sanacije. Uzrok je najčešće nedostatak odnosno neispravna vodoravna i/ili okomita hidroizolacija. Voda i vlažnost zemlje mogu prodrijeti u zidove i uspeti se uz pomoć kapilarnog efekta.

Kapilarna vlaga je, pored kondenzacije i higroskopske vodupojnosti, glavni uzrok oštećenja zidova. Prirodni fenomen, tzv. kapilarni efekt u zidovima, koji omogućuje hranjenje i rast biljaka, predstavlja središnji problem.

Posljedica vlage u zidovima je smanjena čvrstoća građevinske materije jer primjerice vlažna cigla je daleko slabija od suhe. Osuši li se, cigla postaje opet čvrsta kao i prije. Osjetljivost na smrzavanje također ima posljedice zbog toga što smrznuta vlaga uzrokuje u građevnom materijalu pucanje istoga. [1]

Ovim radom opisan je postupak pregleda građevine i evidentiranje oštećenja, tehnički je opisano projektirano i izvedeno stanje predmetne zgrade, te je predloženo rješenje izvedbe potrebnih sanacijskih radova na zgradi.

Izlaskom na teren i snimanjem zgrade kao i njenih oštećenja nastojalo se što detaljnije prikupiti sve podatke koji su bili potrebni za što vjerniji prikaz cjelokupnog stanja predmetne zgrade, a što je predočeno izradom pripadajućih nacрта svih etaža zgrade na kojima su prikazani detalji oštećenja.

Na osnovu prikupljenih podataka, predložene su i detaljno opisane mjere sanacije s opisom načina izvedbe sanacijskih mjera.

Kao prilog diplomskog rada, izrađen je troškovnik s jediničnim cijenama i količinama svih predloženih sanacijskih radova na predmetnoj zgradi.

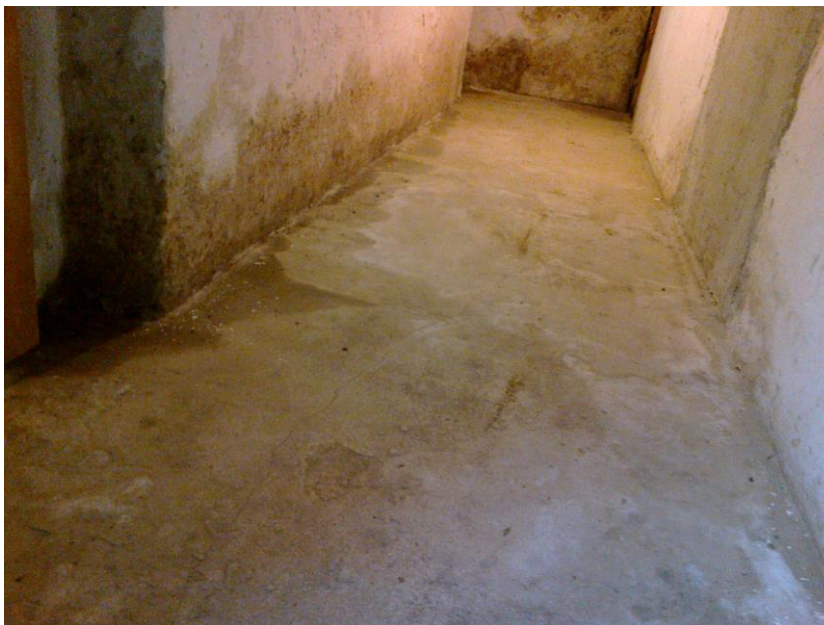
## 2. STARE ZGRADE – KARAKTERISTIČNA OŠTEĆENJA I NJIHOVI UZROCI

### 2.1. Općenito

Iako ne postoje dvije slične stare zgrade, postoje određene vrste oštećenja koje se događaju češće kod takvih zgrada. Građevni dijelovi koji su stalno izloženi vremenskim utjecajima ili vlazi posebno su osjetljivi na oštećenja. Zbog toga su podrum, fasade i krovovi često pogođeni i treba ih pažljivo provjeriti prije obnove.

#### Vlažni podrum

Oštećenja uzrokovana vlagom nastaju osobito na građevnim dijelovima u dodiru s tlom. Ovdje podzemna voda i kišnica cure izvana kroz temeljnu ploču i zidove. Znakovi vlažnih zidova podruma su iscvjetavanje i odvajanje žbuke na unutarnjim zidnim površinama vanjskih zidova podruma. Uzrok je obično nedostatak ili oštećenje vanjske hidroizolacije. Voda jednostavno prodire kroz bočne vanjske zidove ili odozdo kroz temeljnu ploču.



*Slika 2.1 Vlažni zid u podrumu predmetne zgrade*

#### Pukotine na fasadi i osipanje

Uzroci pukotina na fasadi mogu biti različiti i kreću se od različitih slijeganja do vibracija uzrokovanih prometom pa do temperaturnih razlika između pojedinih građevnih dijelova. Uz utvrđivanje uzroka, važno je utvrditi i da li je stvaranje pukotina završeno i da li je zajamčena

stabilnost. Tek tada se može izvršiti obnova. S druge strane, osipanje žbuke događa se kada se vezivno sredstvo sadržano u žbuci s vremenom ispere i sloj žbuke izgubi svoju čvrstoću.



*Slika 2.2 Osipanje fasade predmetne zgrade*

### **Oštećeni prozori i vrata**

Postojeći prozori i vrata u starim zgradama često su oslabljeni u svojoj funkciji zbog starosti i dugotrajne upotrebe. Prozorski okviri i krila vrata izrađeni od drveta mogu se iskriviti i više se ne zatvaraju pravilno. Okovi i ručke za otvaranje također se s vremenom troše. Ovisno o starosti, prozori imaju samo jedno staklo. Kao rezultat, imaju neodgovarajuću toplinsku i zvučnu izolaciju. Troškovi obnove vrata i prozora često premašuju cijenu potpune zamjene. Zato se često zahtijeva ugradnja prozora koji su izgledom slični postojećim prozorima.

### **Krovna konstrukcija**

Obično postoje dva razloga za oštećenje drvenih dijelova krovne konstrukcije: vlaga i drvene štetočine. I jedno i drugo može dovesti do toga da drvo istruli i tako izgubi svoju nosivost. Pogotovo u slučaju vrlo starih krovnih konstrukcija, koji su često bez toplinske izolacije i slojeva za zaštitu od vremenskih utjecaja. Ako je krovni pokrov oštećen, vlaga može nesmetano prodrijeti u strukturu. Trajno vlažno drvo, s druge strane, idealno je za nastanak drvnih gljivica koje oštećuju drvo. Češća je i zaraza drvenim štetnicima kao što su insekti ili štetočine. Prodiru duboko u drvo i tako oštećuju strukturu drvene konstrukcije.



*Slika 2.3 Dotrajala krovna konstrukcija predmetne zgrade*

### **Zastarjele električne instalacije**

Električne instalacije u starim zgradama često nisu u dobrom stanju i često više ne odgovaraju današnjoj tehnologiji i sigurnosnim zahtjevima. Čak i ako su instalacije s vremena na vrijeme dopunjene ili provjeravane, teško je procijeniti kvalitetu i profesionalnu ugradnju istih. Kao i kod zastarjelog sustava grijanja, u osnovi ima smisla samo potpuna zamjena cijele instalacije.

### **Dotrajali vodovod**

Problemi s zastarjelom kanalizacijom i vodovodnim cijevima utječu i na cijevnu mrežu unutar i izvan zgrade. Sanitarne instalacije unutar zgrade često pokazuju oštećenja od korozije ili naslaga kamenca. Kao rezultat toga, može se poremetiti tlak vode, a time ispuštanje otpadnih voda. Čak i ako se provjerom ne otkriju veće štete, ima smisla zamijeniti instalacije iz predostrožnosti zbog dotrajalosti, jer ta zamjena nakon toga može biti vrlo skupa. Podzemne cijevi i sabirne cijevi koje vode do javne kanalizacijske mreže također su često oštećene naslagama ili korozijom. Pregled kamerom može pružiti informacije o stanju odvodnog voda. Pomoću posebnih postupaka, vodovi se često mogu očistiti i popraviti bez potpune zamjene.



*Slika 2.4 Dotrajale vodovodne instalacije predmetne zgrade*

### **Zastarjeli sustav grijanja**

Pogotovo se u neizoliranim starim zgradama zimi gubi puno topline kroz vanjske zidove i krovove. Ako kuća također ima i neučinkovit sustav grijanja s velikom potrošnjom, to dovodi do značajnih troškova grijanja. Često se mogu pronaći i stare zgrade u kojima su sobe opremljene individualnim pećima umjesto učinkovitijeg centralnog grijanja. Uz ugradnju modernog kotla, pojedinačne peći zamjenjuju i moderni radijatori. Također se moraju uzeti u obzir dodatni radovi poput prilagođavanja dimnjaka novom sustavu i polaganja cijevi za grijanje. Ovdje je važno precizno prilagoditi dimenzioniranje snage grijanja bilo kojim mjerama vezanim uz energiju, poput izolacije fasade ili zamjene vanjske stolarije. Podrška sustavu grijanja putem obnovljivih izvora za proizvodnju energije još je jedan od načina uštede troškova grijanja u starim zgradama.

## 2.2. Pregled građevina i evidentiranje oštećenja

Prema [6], postupak pregleda starih građevina i evidentiranje oštećenja provodi se na sljedeći način:

- pregled se unaprijed planira i počinje vizualnim pregledom općeg stanja građevine i njene okoline
- na osnovu vizualnog pregleda određuje se obuhvat daljnjih zahvata, snimanje instrumentima, uzimanje uzoraka za laboratorijske analize
- snimanjem na licu mjesta uočava se geometrijska pravilnost zgrade, u horizontalnom i u vertikalnom smislu
- vizualno se mogu utvrditi veća oštećenja pojedinih elemenata zgrade, dok za potpunu ocjenu stanja građevine nužna su ispitivanja druge vrste. Stanje konstrukcije, najčešće najvažnije za opstanak zgrade, provjerava se laboratorijskim ispitivanjima radi utvrđivanja fizičko-mehaničkih svojstava materijala. Preporučuju se metode ispitivanja bez razaranja.

Detaljna ispitivanja zahtijevaju otkrivanje pojedinih podzemnih dijelova građevine, nedostupnih mjesta, otvaranje sonde i uzimanje odgovarajućih uzoraka. Pri snimanju temelja utvrđuje se tip temelja, građevni materijal, oblik, dimenzije i dubina, snimaju se oštećenja. Položaj i oblik oštećenja trebaju biti što vjernije prikazani (primjena ultrazvuka, fotogrametrije, rendgena, sonara itd.) [6]

Prema [6], ispitivanjima treba dodati podatke o:

1. osnovnim karakteristikama temelja i tla
2. konstrukcijskom sklopu i njegovom stanju
3. elastičnim karakteristikama materijala, njegovoj vlažnosti i dr.
4. zonama oštećenja konstrukcije, pregrada i obloge

### Uzroci pukotina

Važno je evidentirati oblik pukotina, njihov pravac pružanja i veličinu otvora. Ukoliko je moguće, poželjno je promatranje pukotina kroz vrijeme i praćenje eventualnog povećanja i proširivanja. Očitovanje oštećenja, tj. oblik iskazivanja je složen zbog čestog preklapanja nepovoljnih okolnosti – uzroka.

Oštećenja u vidu napuknuća i pukotina (napuknuća preko 3 – 5mm) su posljedica prekoračenja otpornosti materijala ili veziva na zatezanje, pritisak, smicanje itd. Porijeklo sila koje izazivaju stanja naprezanja i pojavu napuknuća je veoma različito.

Prema [6], najčešća je podjela uzroka na:

- **unutrašnje** - unutrašnji uzroci proizlaze iz samih osobina materijala konstrukcije (bubrenje opeke, skupljanje žbuke (mort) i betona, bubrenje i vitoperenje drveta i razne kemijske reakcije) koje tijekom vremena mogu značajno izmijeniti stanja naprezanja pojedinih dijelova konstrukcije
- **vanjske** - vanjski uzroci su raznovrsni, najčešće vezani za nejednaka slijeganja temelja, promjenu temperature, lokalna preopterećenja (koncentracija sila, dinamički utjecaji uslijed prometa, udarno djelovanje vjetrova, seizmički utjecaji, podzemni radovi,...)

Prema [6], najčešći uzroci stvaranja pukotina razvrstavaju se u 4 skupine:

1. slijeganje temelja kao posljedica konsolidacije tla, kretanja vode kroz plastično tlo, nedovoljne ispitivosti tla ili kao posljedica pogrešne koncepcije temeljenja
2. prekomjerne deformacije oslonaca koje uzrokuju najozbiljnija oštećenja u pregradnim zidovima, podovima i u većini završnih radova na zgradi – svi nenosivi elementi prilagođavaju se deformacijama nosača samo do određene granice, nakon čega dolazi do njihovog oštećenja
3. razlika u vlažnosti pojedinih elemenata praćeno različitim skupljanjem i bubrenjem materijala, što dovodi do oštećenja
4. velike temperaturne razlike, koje izazivaju dilatiranje građevinskih elemenata, naročito u slučajevima krovova (loše izolirani ili sa velikom površinom bez dilatacijskih spojnica)

### **Ostali uzroci oštećenja**

Vanjski uzroci nastaju djelovanjem prirode i namjernim ili nenamjernim djelovanjem ljudi i dijele se na:

1. dugotrajne uzroke koji pretpostavljaju fizičke, kemijske i mikrobiološke procese koji dovode do postupnog narušavanja konstrukcije i materijala građevine
2. prirodne, slučajne uzroke, koje je nemoguće predvidjeti (stihijske pojave)
3. kratkoročno ili dugoročno djelovanje ljudi koje dovodi do oštećenja uslijed načina korištenja objekta





*Slika 2.5 Utjecaj vlage i atmosferilija na fasadu predmetne zgrade*

Prema [6], najopćenitija klasifikacija koja se primjenjuje za građevine je podjela na oštećenja nastala uslijed:

- nepravilnog korištenja građevine i neodgovarajućeg održavanja
- indirektnog djelovanja radova izvedenih u okolini građevine, djelovanja požara i ratnih razaranja
- grešaka u projektu, tj. procjeni raspodjele opterećenja i vlaženja podloge temelja
- djelovanja mraza
- deformacija zidova izgrađenih na glinovitom tlu nepogodnom za fundiranje
- neravnomjernih slijeganja
- blizine vodotoka i utjecaja morfoloških karakteristika terena
- vlaženja tla nestabilnih mehaničkih karakteristika (napr. prapor ili les)
- vibracija izazvanih prometom, strojevima ili seizmičkim djelovanjima
- utjecaja korozije
- gubitka nosivosti veza
- utjecaja vlage i atmosferilija
- promjena izazvanih naknadnim radovima na građevini

### **Oštećenja uslijed građenja i eksploatacije**

Oštećenja mogu nastati u toku građenja ili tijekom eksploatacije građevine.

U toku građenja oštećenja se javljaju uslijed grešaka pri projektiranju, ugrađivanja

nekvalitetnih ili neprikladnih materijala i grešaka prilikom izvođenja nekih složenih detalja. Najveći broj oštećenja u toku građenja mogu nastati kod temeljenja građevine. Budući da su se u prošlosti podaci o tlu skupljali iskustveno, greške u temeljenju su bile česte i ima puno primjera popravaka još u toku građenja.

Greške uslijed nepravilnog projektiranja (koncepta) najčešće se uočavaju ukoliko je pogrešno procijenjen karakter i veličina opterećenja, kao i slijeganje pojedinih dijelova zgrade. [6]

Stari graditelji su se u konceptu građevina zadovoljavali ujednačavanjem opterećenja u temeljnom dnu, što je u slučaju različitih kontaktnih površina dovelo do diferencijalnih slijeganja. [6]

Vanjska oštećenja od snijega, vjetra, sila potresa i danas je teško obuhvatiti proračunom, a u prošlosti je to bilo empirijski.

Prema [6], postoje oštećenja čije je uzroke veoma teško uočiti. To su:

- nedostatak prethodnog iskustva u izvođenju radova
- neprovođenje eksperimenta za kompleksnija rješenja
- težnja za postizanjem ekonomskih učinaka
- kod monumentalnijih starih građevina oštećenja su mogla nastati i tijekom građenja u dugom vremenskom razdoblju (posebice karakteristično za građevine sa zasvođenim sustavima)

Tijekom korištenja građevinskih objekata oštećenja mogu biti izazvana neprimjerenom upotrebom i nemarnim održavanjem. Preopterećenje pojedinih dijelova zgrade nastaje uslijed promjene njihove namjene, proširivanjem i dograđivanjem u raznim vremenskim razdobljima, a uslijed djelovanja klimatskih i nepovoljnih geotehničkih čimbenika dolazi do postupnog razvoja oštećenja.

### **Oštećenja uslijed prisustva podzemne vode**

Najveći broj oštećenja vezan je za lokalne uvjete u tlu i prisustvo podzemne vode. Pojava podzemne vode iznad uobičajenog nivoa narušava strukturu tla i njegovo ponašanje pod opterećenjem temelja, a osobito je izraženo ukoliko voda ima agresivnih sastojaka ili se radi o tlu sa nestabilnim mehaničkim karakteristikama (les ili prapor). [6]

Pojavu podzemne vode izazivaju radovi u okolini građevina kojima se remeti vodotok, zatim nezatrpani radovi, izmjena strukture slojeva ili presijecanje podzemnih infrastrukture (vodovod, kanalizacija), te smanjenje površinskog isparavanja uslijed pokrivanja asfaltom ili betonom veće površine oko zgrade.

Pod utjecajem raznih radova u okruženju građevine, najviše se djeluje na promjenu razine podzemnih voda. Pod utjecajem vode odvijaju se fizikalno-kemijski procesi koji dovode do narušavanja strukture materijala. Promjena razine podzemne vode može dovesti do stvaranja leda u tlu i to na području temeljne zone, a to izaziva bubrenje tla i stvara pritisak na temelje, a pri otapanju tla redovito dolazi do većih slijeganja, jer tlo naglo smanjuje svoju zapreminu. Ova pojava dovodi do razdvajanja morta i obloga od zidova, te do propadanja životnog vijeka građevine.

### 3. VLAGA KAO VODEĆI UZROK OŠTEĆENJA PREDMETNE ZGRADE

#### 3.1. Vrste vlage u građevinama i njihovo podrijetlo

Najveći neprijatelji starih građevina su elementarne nepogode, ratna razaranja i vlaga. U starim građevinama se susrećemo s brojnim oštećenjima nastalim od vlage: svijetle mrlje s tamnim obrubima, žbuka koja se osipa i otpada, izgrizena opeka i ljuskavi kamen. No i stari stambeni i gospodarski objekti na selu također su oštećeni vlagom. Čak i na novim zidanim građevinama mogu se pojaviti velike vlažne mrlje koje se uzdižu fasadom i do dva metra od tla. Zgrade s dobro projektiranom i pravilno izvedenom hidroizolacijom većinom su u dobrom stanju.

Štetno djelovanje vlage na građevinske materijale uglavnom je posredno, a ne izravno. Dokaz tome su zidovi koji su dugo vremena bili zatrpani vlažnom zemljom, a da pritom nisu propadali. Dakle, takvi zidovi u stalnoj vlazi su čak i sačuvani. Međutim, ako bi se takvi zidovi iskopali, ubrzo bi počeli propadati. Uzrok propadanja zidova su različite vrste soli koje se prilikom sušenja zida koncentriraju na njegovoj površini. Tako nakupljene soli stvaraju izuzetno visoke tlakove te na taj način razaraju strukturu zida. U ovom slučaju vlaga ima posredničku ulogu u razaranju građevnog materijala. [1]

Vlaga izravno djeluje najčešće u dodiru s metalom, posebno željezom. Željezo izloženo vlazi korodira. Korozijom željeza nastaje hrđa. Korodirano željezo, kao armatura usidrena u kamen ili beton, expandira i stvara u njima pukotine. Takve pukotine se sve više povećavaju te na kraju dolazi do odvajanja i većih dijelova kamena.

Izravno štetno djelovanje vode na građevinske materijale očituje se i pri niskim temperaturama prilikom smrzavanja vode u pukotinama i porama. Tako nastali led se pri topljenju širi, stvara visoki tlak u šupljinama i pritom lomi kamen, opeku i žbuku.

Da bismo bolje razumijeli problematiku u vezi vlage građevinama, važno je utvrditi izvore vlaženja i vrste vlage koje se pojavljuju u građevinama.

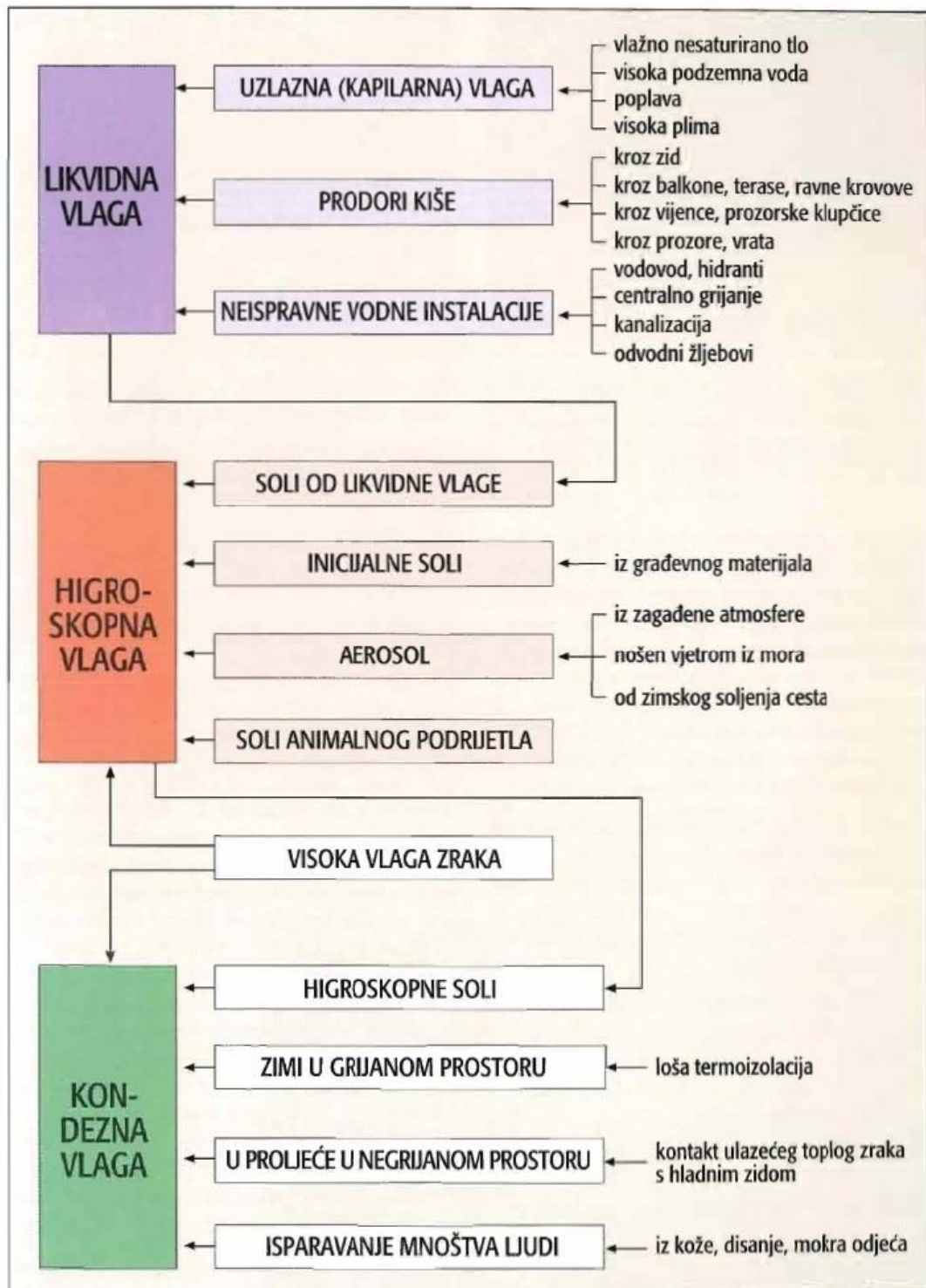
Prema [2], svi oblici vlage mogu biti podijeljeni u jednu od sljedećih vrsta vlage:

1. Likvidna (kapilarna) vlaga
2. higroskopna vlaga
3. kondenzirana vlaga

Na shematskom prikazu (sl. 3.1) mogu se vidjeti izvori pojedinih vrsta vlaženja i njihovi međusobni utjecaji. Likvidna vlaga je vlaga koju je uzrokovala tekuća voda: kiša, podzemne

vode, poplave i curenje vodovodnih instalacija. Higroskopna vlaga nastaje na način da soli akumulirane u zidu upijaju vodenu paru iz zraka. Kondenzirana vlaga također se pojavljuje zbog vodene pare u zraku, ali se pojavljuje na površini zida u obliku rose, a nastaje dodiranjem toplog zraka s hladnim zidom. Također, higroskopna i kondenzirana vlaga nakon nastajanja dalje migriraju kapilarama. No takve migracije su ipak manje od onih uzrokovanih tekućom vodom.

[1]



Slika 3.1 Vrste vlage i njihovo podrijetlo (Malinar, 2003)

Uz već navedene vrste vlage također postoji i tzv. građevinska vlaga koja se može nalaziti u zidovima novogradnje. Različiti mortovi, žbuke i betonske ploče pripremaju se miješanjem veziva i agregata s viškom vode. Prilikom ugradnje dio vode se kemijski veže, a ostatak se postepeno prosušuje i za nekoliko mjeseci nestaje. Granica vlažnosti zida koja se može tolerirati je oko 4% mase suhog zida. Viši postoci vlage su štetni za čovjeka koji boravi u takvom prostoru, za inventar unutar prostora i za samu građevinu. Opeka i kamen mogu se smatrati suhima ako vlaga ne prelazi 3% volumena suhog zida, odnosno 5% mase suhog zida. [1]

Vlažan zid ima puno veću toplinsku vodljivost u odnosu na suhi. Za grijanje takvih prostora troši se osjetno više energije. Dakle, vlažan zid je slabiji toplinski izolator od suhoga pa se toplina na taj način gubi kroz zidove.

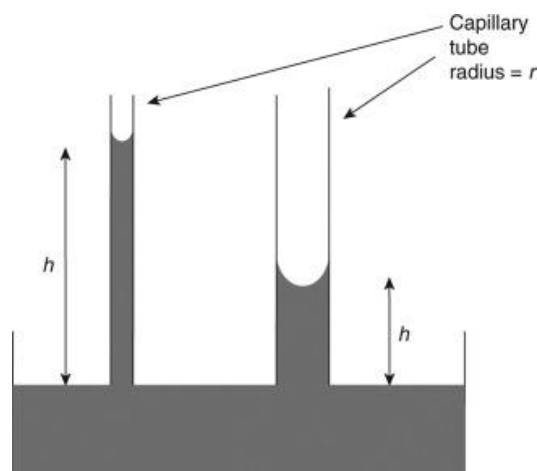
Toplina se također gubi i na energiju potrebnu za isparavanje vlage iz zida pa je takav zid hladniji u odnosu na suhi zid kod iste temperature zraka.

### 3.2. Likvidna vlaga

Likvidna vlaga obuhvaća oblike vlage koji su u zid ušli u obliku tekuće vode. Ovoj grupi pripadaju kapilarna vlaga koja vodu iz tla transportira kroz temelje u zid, vlaga od prodora kiše i vlaga od curenja neispravnih vodovodnih instalacija.

#### Kapilarna vlaga

Vlaga iz tla kapilarnim silama ulazi u temelje zidova i uzdiže se u više dijelove građevine. Takva vlaga često se naziva i zemna kapilarna vlaga. Visina kapilarnog dizanja ovisi o promjeru kapilara u građevnom materijalu, a manji promjer kapilara uzrokovat će više uzdizanje vode nego veći promjer (sl. 3.2).



Slika 3.2 Visina kapilarnog uzlaza ovisna je o promjeru kapilare

(Izvor: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/capillary-suction>)

U sljedećoj tablici prikazane su teoretske visine kapilarnog dizanja u ovisnosti o radijusu pora. [1]

| Radijus pore | Visina kapilarnog uzlaza |
|--------------|--------------------------|
| 1 mm         | 0,015 m = 1,5 cm         |
| 0,1 mm       | 0,15 m = 15 cm           |
| 0,01 mm      | 1,5 m                    |
| 0,001 mm     | 15 m                     |
| 0,0001 mm    | 150 m                    |

Tablica 3.1 Teoretske visine kapilarnog dizanja u ovisnosti o radijusu pora

Kapilarna vlaga u zidu može se pojaviti ako je tlo vlažno i nesaturirano, zbog prisutnosti visoke podzemne vode, poplave i visoka plima. Također, otapanje velikih količina snijega može izazvati pojavu kapilarne vlage.

Za detaljnije razumijevanje odnosa vlage i podzemne vode, važno je usvojiti neke osnovne činjenice o podzemnim vodama. Voda u podzemlju može potpuno ispunjavati sve šupljine i takva voda se naziva vodom temeljnicom. Takav prostor s vodom temeljnicom nazivamo zonom saturacije ili zasićenja. Vodno lice je pojam za površinu zone saturacije, odnosno vode temeljnice. Za sušnog vremena vodno lice je niže, a povećanjem oborina vodno lice se povisuje. Iznad vodnog lica nisu sve šupljine ispunjene vodom, dijelom su ispunjene zrakom, pa se takva zona naziva zonom aeracije. U zoni aeracije, oborinska voda se cijedi kroz veće šupljine prema vodi temeljnici, a u manjim šupljinama voda je fizički vezana raznim silama u obliku vlage. [1]

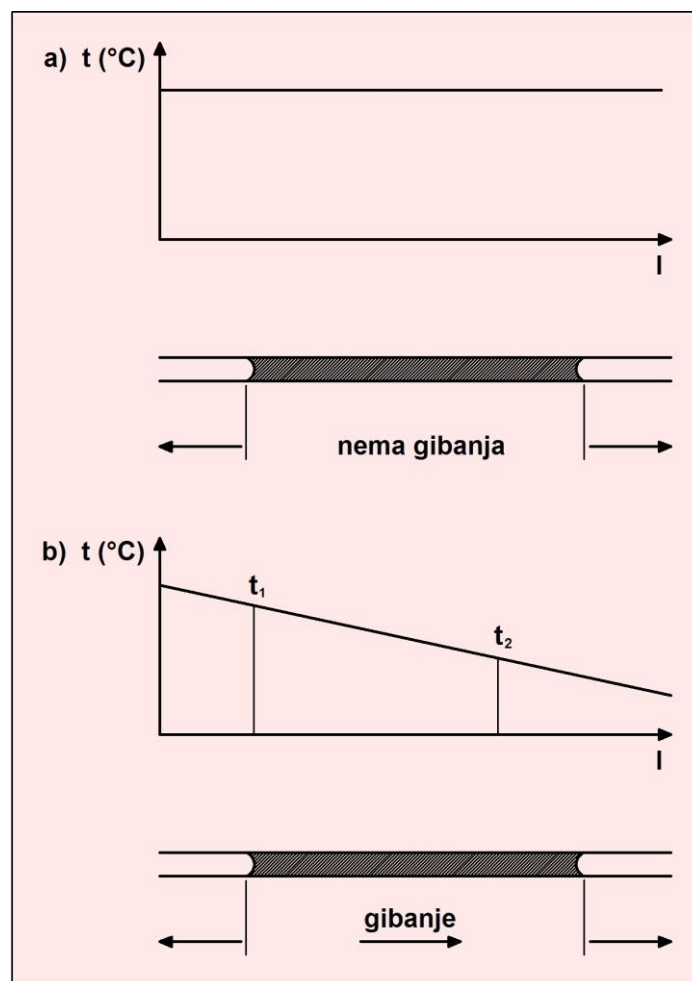


Slika 3.3 Kapilarna vlaga u zidovima povijesne građevine (kuća „Dolenec“ u Koprivnici)

Za vrijeme velikih kiša ili otapanja snijega vodno se lice podiže i može doseći do površine tla. To će za posljedicu imati značajno povišenje vlage u zidovima i tako prouzročiti nove štete na njima. Dakle, vlaga ulazi bočno u zid i navlažuje podrumске, a nerijetko i prizemne prostore. Naknadne oborine uzrokuju poplavljanja koja su opasna za zgrade unatoč ispravno izvedenoj horizontalnoj hidroizolaciji. Također, do poplavljanja nekog područja može doći prilikom obilnih oborina i tamo gdje nema prisutnosti podzemne vode. Tlo je u nemogućnosti upijati velike količine oborinske vode pa su posljedice jednake kao i kad je tlo saturirano.

U obalnim područjima poplavljanje temelja i donjih dijelova zgrada mogu uzrokovati visoke plime. To je zapravo val koji nastaje atmosferskim utjecajem. Posljedice su brzo dizanje i spuštanje razine mora. Još jedana problem kod poplava nastalih visokom plimom jest prisutnost morske soli koja dospijeva u građevni materijal. [1]

Općenito, voda u kapilari će se gibati od tople strane prema hladnoj (sl. 3.4). Zbog te činjenice, pojava soli na vanjskim zidovima je najveća zimi kod vrlo niskih temperatura zraka, jer se vlaga iz dubine zida giba do same površine. [1]



Slika 3.4 Gibanje vode u kapilari s obzirom na temperaturni gradijent



## **Prodori kiše**

Kiša može prodrijeti u unutrašnjost građevine kroz kose krovove zbog njihova oštećenja ili zbog loše položenog pokrova. Čest je i slučaj prokišnjavaanja kroz neispravno izveden spoj kosog krova sa zidom. Velike, ako ne i najveće količine kišnice dospiju u zidove prodorom kroz neispravno izvedene ravne krovove i to na mjestima gdje je dotrajala krovna hidroizolacija. Nadalje, oštećeni žljebovi za odvod krovnih voda uzrokuju vlaženje zida. Žljebovi od pocinčanoga željeznog lima podložni su koroziji pa voda kroz njih curi i vlaži zidove.

Voda se može slijevati s krova na zid i u slučaju kada nema žlijeba. Vertikale odvoda krovnih voda također su često začepljene, oštećene korozijom ili neispravno izvedene. Izlaz kišnice iz vertikalnih cijevi često je napravljen tako da vlaži donje dijelove zida i temelje, jer nije spojen na kanalizaciju ili odvodnja nije riješena na drugi način koji neće uzrokovati vlaženje zida. Neispravno izvedene okapnice na balkonima, terasama, prozorima i dr. također su vrlo česti uzročnici vlaženja zidova.

Prodiranje kiše u strukturu zida i unutrašnjost zgrade događa se i zbog pogrešnoga nagiba pločnika, terasa, balkona, prozorskih klupčica i vijenaca na pročeljima.

Kiša nošena snažnim vjetrom može također prodrijeti kroz nepravilno obrađenu površinu zida i vlažiti njegovu unutrašnjost. To se naročito događa na nežbukanim zidovima s loše izvedenim sljubnicama između opeke ili kamenih elemenata.

## **Curenje neispravnih vodovodnih instalacija**

Zidovi se neočekivano često ovlažuju curenjem neispravnih vodovodnih instalacija. Pucanje vodovodne cijevi u kratkom će roku prilično namočiti zid, a kvar će uglavnom biti brzo uočen i otklonjen. Ali laganije curenje vode na spoju cijevi bit će dugotrajno jer se puno teže uočava. Slično se može dogoditi i sa sustavom centralnog grijanja s pomoću radijatora ili podnog grijanja. Često je i prisutno dugotrajno curenje kanalizacijskih cijevi, što je za zid još opasnije od curenja vodovoda i centralnog grijanja. Otpadne vode sadrže razne štetne tvari i soli, koji su glavni uzročnici razaranja građevinskog materijala.

### 3.3. Higroskopna vlaga

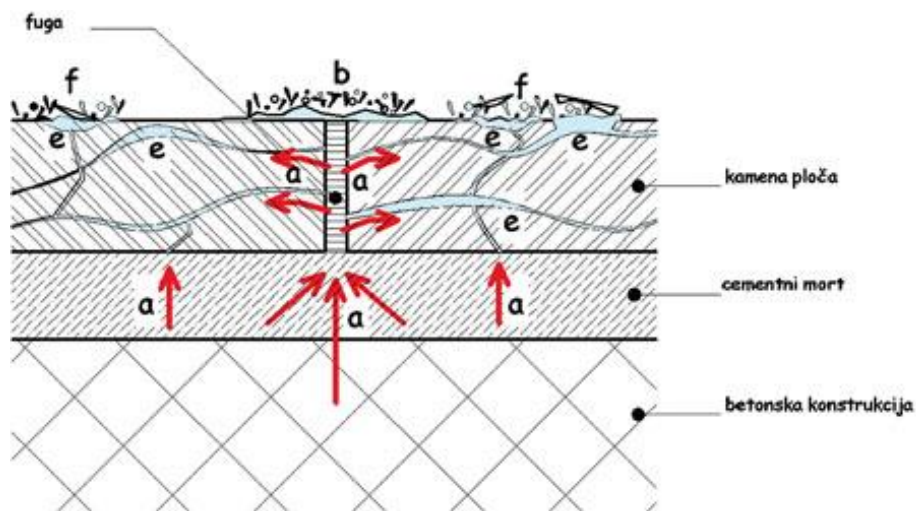
Građevinski materijali kao što su kamen, opeka, mort ili žbuka općenito pokazuju higroskopna svojstva što znači da upijaju vlagu iz zraka. Što je zrak vlažniji, to će i materijal biti vlažniji.

Posebno je problematična prisutnost topljivih tj. higroskopnih soli u strukturi građevnih materijala. Također, većina topljivih soli je mnogo higroskopnija od kamena, opeke ili žbuke. Dakle, s povećanjem vlage u zraku raste i vlaga materijala i to proporcionalno udjelu soli. Stoga je uloga soli u propadanju građevnog materijala vrlo značajna i vrlo ih je važno detektirati i ukloniti iz materijala.

Prema [1], različite vrste soli mogu dospjeti u zid na jedan od sljedećih načina:

- kao soli transportirane iz tla kapilarnom vlagom
- soli koje potječu iz građevinskog materijala prije ugradnje u zid
- soli iz morskog pijeska upotrebljenog za mortove i žbuke
- soli iz portland-cementa
- aerosol iz onečišćenog zraka i morske vlage
- sol od zimskog posipavanja cesta

Soli koje su dospjele u zid na neki od gore navedenih načina prilikom sušenja zida migriraju zajedno s vodom prema površini. Isparavanjem vlage takve soli ostaju na površini zida gdje se koncentriraju i kristaliziraju. Na taj način nastaju svijetle mrlje na zidu. Takva pojava naziva se eflorescencijom ili iscvjetavanjem soli (sl. 3.5) [1]



a – migracija topivih soli iz cementa

b – iscvjetavanje (eflorescencija topivih soli duž fuge)

e – subiscvjetavanje (subeflorescencija ili kriptoflorescencija topivih soli u slojnicama ili porama)

f – ljuškanje površine kamena uzrokovano kristalizacijskim tlakom

Slika 3.5 Iscvjetavanje i oštećenja (ljuškanje) uslijed kristalizacijskih tlakova i napreznja  
(<https://korak.com.hr/korak-052-prosinac-2015-iscvjetavanja-na-kamenim-povrsinama/>)

Soli kao što su kloridi izuzetno su topljive u vodi. U otopini mogu djelovati na razne načine. Prilično su pokretljive i prodorne, pa razaraju strukturu građevinskog materijala. Zbog svojih osobina kloridi su odgovorni za razaranje veziva u strukturama. Koncentriranjem takvih soli i rastom kristala u porama pojavljuju se visoki tlakovi koji razaraju građevni materijal. [1]

U prethodnim poglavljima upoznali smo se s mehanizmom kapilarne vlage. Vлага u tlu sadrži razne otopljene soli čiji sastav ovisi o sastavu slojeva kroz koje je voda prolazila. U zoni isparavanja vlage soli se izlučuju na površini ili neposredno pod površinom zida.

### **Soli koje potječu iz građevinskog materijala prije ugradnje u zid**

Soli koje se nalazile u sastavu građevnog materijala prije njegove ugradnje, najzastupljenije su u nekim vrstama opeka. Takve soli potječu od gline bogate solima. Vrlo čest je slučaj da se s neožbukanih fasada opeka pretvara u crveni prah koji vjetar i kiša raznose, pa na mjestu gdje je bila opeka ostaje šupljina. Ta pojava nastaje kada vlaga djeluje na takvu vrstu opeke.

Neke vrste kamena mogu sadržavati soli još iz vremena njihova nastajanja. Najčešći su sastojci kloridi. Ako je, recimo, kamen vađen uza samu morsku obalu, kontaminacija solima je vjerojatno veća. Takav će kamen ubrzo nakon ugradnje pokazati znakove cvjetanja soli, ljuskanja i propadanja. [1]

### **Soli iz morskog pijeska upotrebljenog za mortove i žbuke**

Vrlo često žbuke i mortovi imaju u sastavu štetne sastojke koji potječu iz punila ili iz veziva. Naime, ako je za pripremanje žbuke upotrebljavan neisprani morski pijesak, tada će takva žbuka biti onečišćena morskim solima. Sastojak morskih soli jest natrijev klorid. Te soli će uzrokovati stalno vlaženje zidova i propadanje takve žbuke ili morta. Destruktivni proces koji su započele proširiti će se i na ugrađeni kamen, beton ili opeku. [1]

### **Soli iz portland-cementa**

Portland-cement je u novogradnji nezaobilazan građevni materijal, velike je čvrstoće i relativno prihvatljive cijene. U novoizgrađenim objektima u kojima su primijenjene sve mjere protiv štetnoga djelovanja vlage, portland-cement upotrebljen u betonu, mortu i žbuci neće stvarati probleme jer ti materijali zbog ispravne hidroizolacije neće doći u dugotrajniji dodir s velikom količinom vlage. Stoga neće biti izlučivanja štetnih soli koje su u sastavu portland-cementa, a koje razaraju strukturu materijala. Štetnost portland cementa proizlazi u slučaju naknadnih građevinskih intervencija na starim zgradama čiji su zidovi zbog izostanka hidroizolacije (ili loše izvedene i uništene hidroizolacije) vrlo vlažni. Osobitu pozornost treba obratiti na uporabu

portland-cementa pri konzervatorsko-restauratorskim zahvatima na zgradama koje imaju kulturno-spomeničku vrijednost.

Pri izlučivanju topljivih soli sadržanih u cementu nastati će štete u zonama isparavanja vlage i koncentriranja tih soli.

Smjese za injektiranje zidova u svrhu statičke sanacije kod starih građevina često sadrže portland-cement. U tom slučaju se postiže sanacijski učinak, ali s vremenom se u dodiru s vlagom (pogotovo ako ona nije u potpunosti sanirana) aktiviraju topljive soli iz portland-cementa koje dugoročno stvaraju štetu građevini. A sličan je slučaj i s nekim žbukama za sanaciju vlage koje također sadrže portland-cement. Naime, svaki sanacijski materijal bi trebao sadržavati cement koji ne sadrži topljive soli ili ih ima u prihvatljivoj koncentraciji. [1]

Možemo zaključiti da uporaba portland-cementa nije štetna pri gradnji novih zgrada ako su poduzete sve propisane mjere na hidroizolaciji. Portland-cement nije pogodan za veće sanacijske zahvate na starim zgradama spomeničkih vrijednosti ako nije u potpunosti izvedena sanacija vlage. To obuhvaća sve oblike vlage, a ne samo npr. kapilarne. Kao zamjenski materijal za portland-cement mogu poslužiti mortovi izrađeni na bazi gašenog vapna s pucolanom. No, pri sanaciji manjih površina na spomenicima kulture može se uporabiti portland-cement. [1]

### **Aerosol iz onečišćenog zraka i morske vlage**

Aerosol (sitne krute čestice ili kapljice u zraku) nastaje u onečišćenoj urbanoj ili industrijskoj atmosferi. Najopasniji od svih onečišćivača za građevinske materijale jest sumporna kiselina. Ona na površinu građevine dopijeva u obliku kisele kiše ili smoga i tamo se kondenzira. Sumporna kiselina uglavnom nastaje izgaranjem fosilnih goriva koja sadrže sumpor, a koja se rabe u kućanstvu i industriji.

### 3.4. Kondenzirana vlaga

Kondenzacija ili rošenje vodene pare pretežno se događa na unutarnjim plohama građevine, iako ponekad nastaju uvjeti i za vanjsku kondenzaciju. Uzroci mogu biti različiti, ali se ta pojava uglavnom događa kod povećane vlage zraka.

Na zidu se kondenzacija događa kada je zid hladniji od okolnoga zraka, odnosno kada topli zrak dospije do površine hladnog zida. Temperatura pri kojoj nastupa zasićenje zraka vodenom parom zove se rosište.

Zbog toga možemo reći da se kondenzacija događa kada temperatura zida (poda ili stropa) padne ispod rosišta. Očituje se kao tanki sloj sićušnih kapljica izlučene vodene pare na hladnoj površini. Vrlo je aktivan čimbenik u razaranju materijala.

Treba napomenuti da dobro upijajući materijali neće pokazati kondenziranu vlagu na površini iako se određena količina vodene pare tamo izlučila.

U hladnom razdoblju godine kondenzacija na unutarnjim plohama zidova događa se u grijanim prostorima u slučaju kada su zidovi vrlo tanki i slabo su toplinski izolirani. Toplina se gubi kroz zid prema vanjskom prostoru. Kada je odvodnja topline veća od dovoda topline iz unutarnjega prostora, zid se osjetno ohladi u usporedbi s unutarnjim zrakom. Topli zrak strujanjem dolazi do površine zida i predaje svoju toplinu zidu. Padom temperature zraka povećava se relativna vlaga zraka uz sam zid. Vodena se para tu zasićuje i nastaje rošenje. Na takvim se mjestima ubrzo pojavljuju tamne plijesni. Najčešći primjer pojave kondenzacije jest rošenje površine zidova s lošom termoizolacijom u kuhinjama i kupaonicama. Tamo se relativna vlaga dodatno povišuje stvaranjem razlike u temperaturi zraka i zida, ali i povećanjem apsolutne vlage nastale isparavanjem prilikom kuhanja ili kupanja.

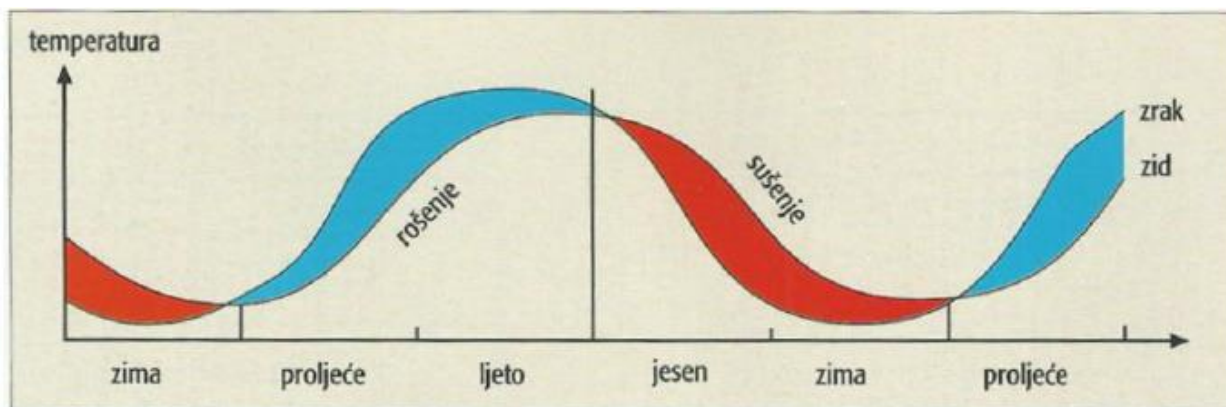
Prema [1], kondenzacija se zimi događa na slabo izoliranim zidovima ako se:

1. snizi temperatura vanjskoga zraka pa se zidovi ohlade
2. poveća apsolutna vlaga u unutrašnjosti
3. naglo poveća temperatura zraka u unutrašnjosti, pa je zid još vrlo hladan u odnosu na unutarnji zrak (posebno se odnosi na površine zaklonjene od grijaćeg tijela).

U prostoru koji zimi nije grijan zidovi se kroz više mjeseci osjetno ohlade. Dolaskom proljeća dolazi toplije vrijeme pa se topao vanjski zrak kada ulazi u unutrašnjost, hladi na hladnim zidovima. Hlađenjem zraka raste relativna vlaga. Ako je temperaturna razlika između toplog zraka koji ulazi i hladnoga unutarnjeg zida dovoljno velika, na zidu nastaje kondenzacija. Pri dodiru s relativno toplim zrakom hladni se zid pomalo zagrijava, čime se s vremenom smanjuje mogućnost kondenzacije. No, ukoliko postoji potrebna temperaturna razlika zraka i zida, dolaziti

će do kondenzacije. Deblji zidovi će se zagrijavati sporije od tankih jer imaju veći toplinski kapacitet. Tanki zidovi će se brže zagrijavati od debelih zbog grijanja Sunčevim zračenjem. Zidovi uz tlo i ispod razine tla sporije će se zagrijavati od onih uz strop ili na katovima.

Kondenzacija ovog tipa prisutna je u proljeće. U objektima koji imaju vrlo debele zidove u prizemnim dijelovima traje čak do početka ljeta (sl. 3.6). [1]



Slika 3.6 Usporedba srednje temperature zraka s temperaturom zida na unutarnjoj površini negrijane zgrade (Malinar, 2003)

Kondenzaciju pojačava i kiša koja namoči zidove.

Rošenje zidova osobito se dugo zadržava u mjestima koja su zaklonjena od zagrijavanja radijacijom, pa su plohe izložene samo strujanju toploga zraka koji ih nedovoljno zagrijava. Čak i tako mala količina dovedene topline u velikoj se mjeri odvodi prijenosom topline kroz donje dijelove zida prema podu, temelju i tlu, pa su plohe zidova na takvim mjestima još dugo hladne u usporedbi s zrakom koji ulazi u prostor.

Ukratko, kondenzacija u proljeće u negrijanim prostorima nastaje kada vanjski topli zrak dođe u dodir s hladnim plohamu u unutrašnjosti.

Temperatura zidova mijenja se promjenama temperature zraka. Te su promjene manje što je veća debljina zida. Također će se sporije mijenjati temperature zidova uz pod zbog tla koje ima veliki toplinski kapacitet. U nastupu toplog razdoblja površina se zida postupno zagrijava pa se nakon nekoga vremena temperatura na površini zida izjednači s temperaturom zraka. Zbog toga neće nastati rošenje na površini. No, na unutarnjem dijelu zida temperatura može biti niža i ako je dosegla rosište vanjskoga zraka, doći će u dubini zida do kondenzacije. Posljedice kondenzacije u strukturi naročito su štetne kod vrlo niskih temperatura. [1]

## 4. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE ZGRADE

### 4.1. Povijesni aspekt zgrade

Časne sestre Družbe Kćeri Božje 1893. godine došle su u malo podravsko pogranično mjesto Legrad u kojem su osnovale samostan, držale dječji vrtić i pučku školu za djevojčice. Iz Legrada 1923. godine sestre su došle u Koprivnicu da bi izvršile upis djece za novoosnovani dječji vrtić u gradu. Vrtić je započelo djelovati u prostoriji koja se nalazila u prizemlju još nedovršene zgrade Katoličkog doma. No to je bio tek privremeni smještaj.

Za sve veći broj polaznika dječjeg vrtića dotadašnja jedna prostorija u nedovršenom Katoličkom domu postala je premalena. Osim toga, mnogi roditelji čija su ženska djeca u ono vrijeme polazila Gimnaziju u Koprivnici i to iz okolnih mjesta i naselja, a dolazili su dnevno vlakom i pješke na nastavu, savjetovali su i preporučili sestrama da otvore učenički dom u koji su voljni dati svoju djecu, a koji bi bio pod upravom i nadzorom časnih sestara. 1924. godine tadašnji gradonačelnik sestrama je ponudio zemljišni prostor između zgrade Domoljuba i realne gimnazije. Međutim, stručnim istraživanjem dokazalo se da je to zemljište mekano i vlažno, a po ocjeni građevinskih stručnjaka ne bi bilo pogodno da se na njemu izgradi dvokatna masivna zgrada. [3]



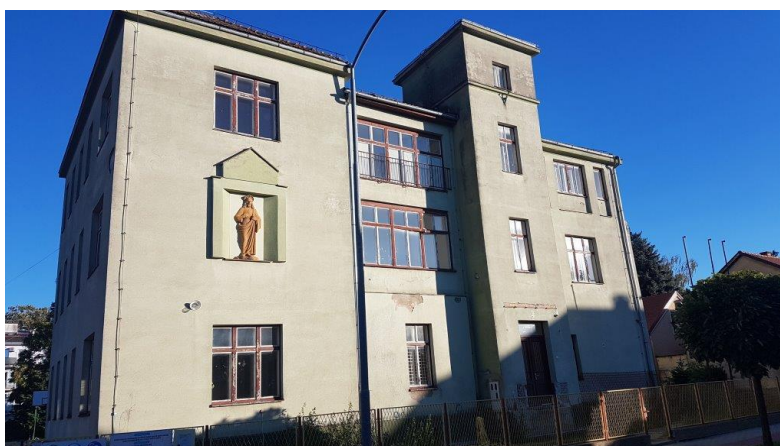
*Slika 4.1 Predmetna zgrada (tada katolički ženski konvikt) u Koprivnici (snimljeno 1930. godine) (Kovačić, 2001)*

Definitivna odluka o mjestu gdje će se izgraditi nova dvokatna kuća za samostan donesena je na Gradskoj sjednici grada Koprivnice, 1924. godine. Lokacija je određena i odobrena uz suglasnost tražitelja i davaoca na tzv. Verlijevom zemljištu, najvjerojatnije posjedu nekadašnje ljekarničke obitelji Verli (danas se na tom mjestu u zgradi koja je časnim sestrama oduzeta, nacionalizirana, nalazi Dom za djecu i mladež "Svitanje"). Gradska uprava sestrama je ustupila zemljište veličine 40 x 40 kvadratnih metara bez naplate, ali uz uvjet da se cigla za gradnju kupi od koprivničke gradske ciglane i da radnici i obrtnici budu domaći ljudi i majstori. Plan zgrade izradio je arhitekt iz Sarajeva, Karlo Patrik, a gradnju kuće izveo je graditelj Valentin Cella iz Zagreba koji je na natječaju za gradnju ponudio najnižu cijenu. [3]

Kopanje temelja, odnosno gradnja, započela je 11. rujna 1924. Gradnja podruma završila je 7. listopada 1924. godine. Gradnja je dobro i brzo napredovala, tako da je zgrada došla pod krov već 29. studenog 1924. godine. [3]

Na dan 1. srpnja 1925. časne sestre su se uselile u svoju novu kuću, samostan Presvetog Srca Isusova. Električnu rasvjetu Dom je dobio 24. prosinca 1925. godine, a prve žarulje zasvijetlile su u badnjoj noći te godine. [3]

Na pročelju zgrade časnih sestara u Basaričekovoj ulici broj 13, 22. kolovoza 1929. godine postavljen je kip Srca Isusova visok dva metra koji je samostanu darovao graditelj kuće Valentin Cella iz Zagreba. Kip težak 757 kilograma izradio je kipar V Frais, a za njegovo postavljanje i učvršćenje u udubinu, nišu zida na pročelju zgrade, bilo je potrebno 16 ljudi. Pedesetih godina prošlog stoljeća, bila je namjena tadašnjih vlasti da se taj kip ukloni i makne. Međutim, u toj nakani nije se uspjelo, kip je bio pri ugradnji povezan jakim željeznim šipkama tj. armiran u same zidove zgrade i nije ga bilo moguće nikako odstraniti niti maknuti s toga mjesta. Da se kip ne vidi morao je biti zazidan zidom od cigli. Tako je zazidan bio sve do 1990. godine kada je ponovno odzidan i otkriven, ali sada nema više križa iznad kipa, a kip je obojen smeđom bojom dok je prvobitno bio bijele boje kamena od kojeg je izrađen. [3]



Slika 4.2 Današnji izgled predmetne zgrade



## 4.2. Lokacija i smještaj zgrade

Grad Koprivnica sjedište je Koprivničko-križevačke županije.

Koprivničko-križevačka županija smještena je u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske. Sa sjeveroistočne strane graniči s Republikom Mađarskom. Unutar Republike Hrvatske Koprivničko-križevačka županija graniči sa sljedećim županijama: Međimurskom, Varaždinskom, Zagrebačkom, Bjelovarsko-bilogorskom i Virovitičko-podravskom.

Prema prirodno-geografskoj regionalizaciji Republike Hrvatske Koprivničko-križevačka županija pripada Panonskoj megaregiji, a unutar nje zavali sjeverozapadne Hrvatske.

Sjeveroistočni dio Županije čini dolina rijeke Drave. Kao središnja naselja ovog prostora ističu se u prvom redu Koprivnica, tradicionalni centar nastao na kontaktu ravničarskog i brdskog dijela Županije.

U prirodno-zemljopisnom pogledu Koprivnica se nalazi na najpogodnijoj lokaciji, tj. na otcjeditoj terasi na kontaktu tercijarnih pobrđa gore Bilogore s južne strane, obronaka Kalnika s jugozapada i močvarnih terena aluvijalne ravni koje je stvorila rijeka Drava sa sjeverne strane. Smještena je 50 km jugoistočno od Varaždina te 85 km sjeveroistočno od Zagreba; nadmorska visina 149 m.

Predmetna zgrada dječjeg doma u Koprivnici nalazi se na adresi Đure Basaričeka 13, na katastarskoj čestici broj 1523, k.o. Koprivnica. Ukupna površina čestice iznosi 2382 m<sup>2</sup>.

Osim predmetne zgrade, na istoj čestici nalaze se još i zgrada dječjeg vrtića te kuća-samostan.

## 4.3. Prostorno-planski uvjeti

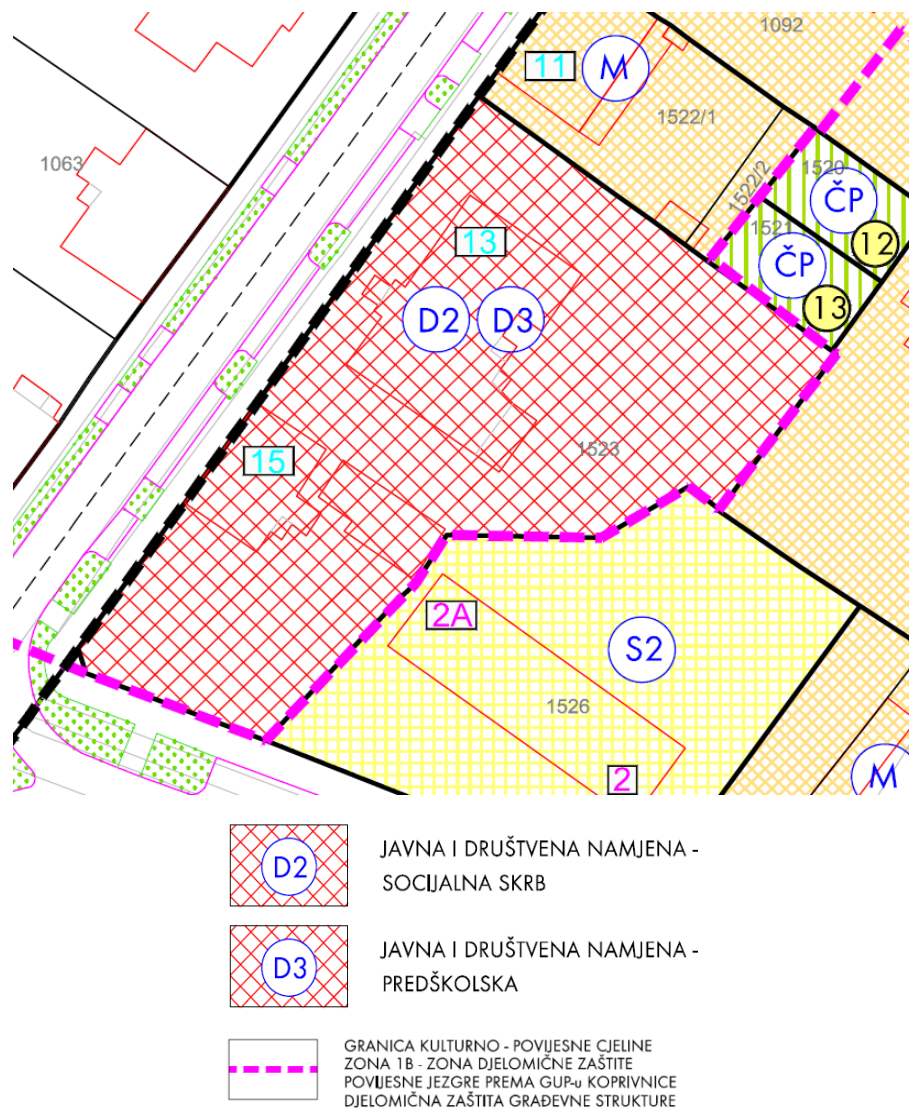
**KATASTARSKA ČESTICA BR: 1523**

**KATASTARSKA OPĆINA: KOPRIVNICA, 314340**

**ZEMLJIŠNA ČESTICA BR: 1523**

**KATASTARSKA OPĆINA: KOPRIVNICA**

Prema o Detaljnom planu uređenja „Zona centralnih funkcija“ u gradu Koprivnici (GGK 3/11, 10/18 i 11/18 – pročišćeni tekst), predmetna zgrada se nalazi na predmetnoj katastarskoj čestici unutar kulturno-povijesne cjeline, javne i društvene namjene.



Slika 4.3 Prikaz predmetne čestice na kartografskom prikazu (Detaljna namjena površina)

## IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA



REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA  
PODRUČNI URED ZA KATASTAR KOPRIVNICA

NESLUŽBENA VERZIJA

K.o. KOPRIVNICA, 314340  
k.č. br.: 1523

### IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 1000

Izvorno mjerilo plana 1:1000

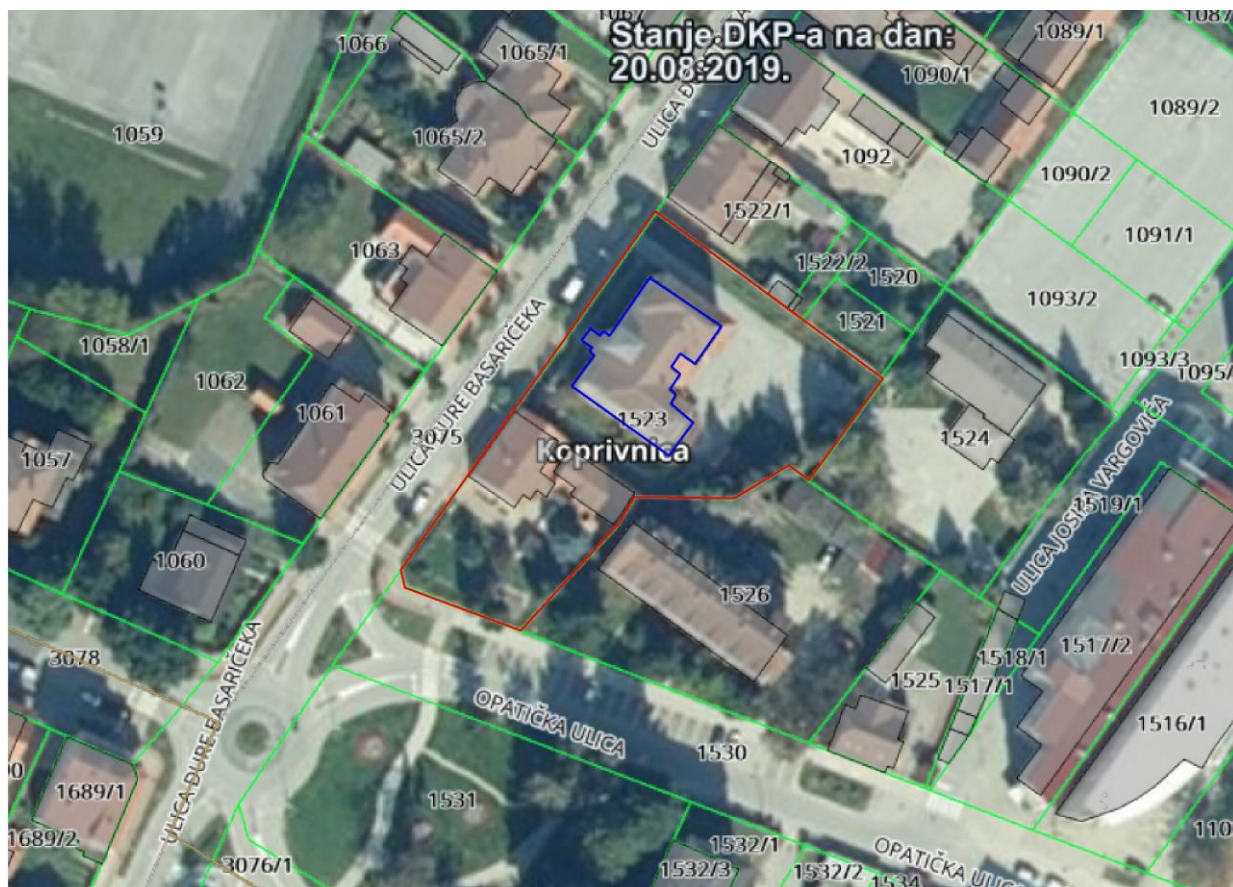


Datum ispisa: 16.09.2021

Slika 4.4 Izvod iz katastarskog plana za predmetnu česticu

#### 4.4. Tehnički opis projektiranog i izvedenog stanja građevine

Zgrada Samostana Presvetog Srca i Dječjeg vrtića Svetog Josipa nalazi se na adresi Đure Basarićeka 13, Koprivnica, k.č.br. 1523, k.o. Koprivnica, unutar zaštićene kulturno povijesne cjeline Z - 2708 - Povijesna jezgra grada Koprivnice sa proširenjem (sl. 4.5).



Slika 4.5 Situacija predmetne zgrade na lokaciji

Zgrada je u izvornom obliku sagrađena za funkciju opatičkog samostana, prema nacrtima oko 1924. godine. Naknadno je rekonstruirana u dječji dom, prema građevinskoj dozvoli i projektnoj dokumentaciji iz 1975.g. i sastoji se od podruma, prizemlja, 2 kata i potkrovlja (Po + Pr + 2 + Pt).

Tlocrtne dimenzije zgrade se mogu upisati u pravokutnik dimenzija 22,48 m x 29,03 m, max. visine 16,25 m do glavnog krova i 17,67 m do tornja, mjereno od kote okolnog terena.

U zgradi su izvedene električne instalacije rasvjete, plinske instalacije, instalacije toplovodnog, radijatorskog grijanja preko plinskih kotlova, vodovodne instalacije, instalacije pripreme tople vode preko plinskog kota, telefonske instalacije, te kuhinjske instalacije. Podrum zgrade i potkrovlje zgrade su značajno oštećeni od djelovanja vlage, a vanjska stolarija je dotrajala.

Trenutno zgrada nije u funkciji, ali posjeduje priključke na sve prije navedene instalacije.

Zgrada je u izvornom obliku sagrađena od masivnih zidova zidanih punom opekom debljina sa žbukom 50cm, 65cm, 78cm, u cem.-vapnenom mortu, s armirano-betonskim pločama podruma, drvenim međukatnim konstrukcijama prizemlja, 1. kata i 2. kata, te drvenim konstrukcijama unutarnjih stubišta i krovšta. Sva stolarija u izvornom obliku je bila drvena, masivna. [4]

Naknadnom rekonstrukcijom u dječji dom sve međukatne i stubišne drvene konstrukcije, zamijenjene su armirano-betonskim pločama i gredama, te je unutarnji prostor pregradnim konstrukcijama i dijelom promijenjenom stolarijom prilagođen novoj funkciji.

Dograđen je prizemni dio praonice i spremišta s zadnje dvorišne strane.

### **Nosiva konstrukcija**

Zgrada dječjeg doma predstavlja četveroetažni objekt (Po + Pr + 2) s nosivim zidovima od opeke debljine 50, 65 i 78 cm. Stropna konstrukcija izvedena je kao monolitna armirano betonska konstrukcija. Na krajnje lijevom i desnom dijelu međukatnih ploča projektirane su „OMNIA” armirano betonske ploče ukupne debljine 12 cm na armirano betonskim nosačima 20/60, a na srednjem dijelu (stubišni prostor, stubište, prostori sanitarija i hodnici) predviđena je arm.-bet. ploča debljine 12 cm. [4]

Sve armirano betonske ploče povezane su sa zidovima preko armirano betonskih serklaža dimenzija 20/60, koji su predviđeni u svim nosivim zidovima. [4]

### **Temelji i temeljno tlo**

Izveden je sustav podzemnih betonskih temeljnih greda i traka. Dubina temeljenja iznosi 0,60 m ispod poda podruma, a širina temelja glavnih nosivih zidova iznosi 0,90 m. [4]

Temeljno tlo se sastoji od prašinaste gline srednje do visoke plastičnosti, teško gnječivog do polučvrstog konzistentnog stanja.

### **Zidovi**

Nosivi zidovi su izvedeni od opeke debljine 50, 65 i 78 cm obostrano žbukani bez sloja izolacije. Pregradni zidovi izvedeni su od siporex bloketa debljine 15 cm obostrano žbukani i ojačani horizontalnim serklažima 15/20 cm u visini iznad vratiju. [4]

Zidovi su ožbukani i obojeni disperzivnim bojama.

U sanitarnim prostorijama u kuhinji izvedeno je opločenje keramičkim pločicama do visine 2,10 m.

**Podovi**

Podovi u sobama su izvedeni kao parket na cementnoj glazuri i s toplinskom izolacijom 2 cm, a u sanitarnim prostorijama i hodnicima keramičke pločice odnosno teraco pločice u cementnom mortu.

**Prozori i vrata**

Vanjsku stolariju čine drveni prozori krilo na krilo ostakljeni jednostrukim staklom debljine 4 mm. Ulazna i unutarnja vrata su drvena.

**Krovna konstrukcija**

Krovna konstrukcija je izvedena kao drveno, višestrešno, sastavljeno od rogova i greda, pokrov od glinenog crijepa.

**Instalacije i oprema**

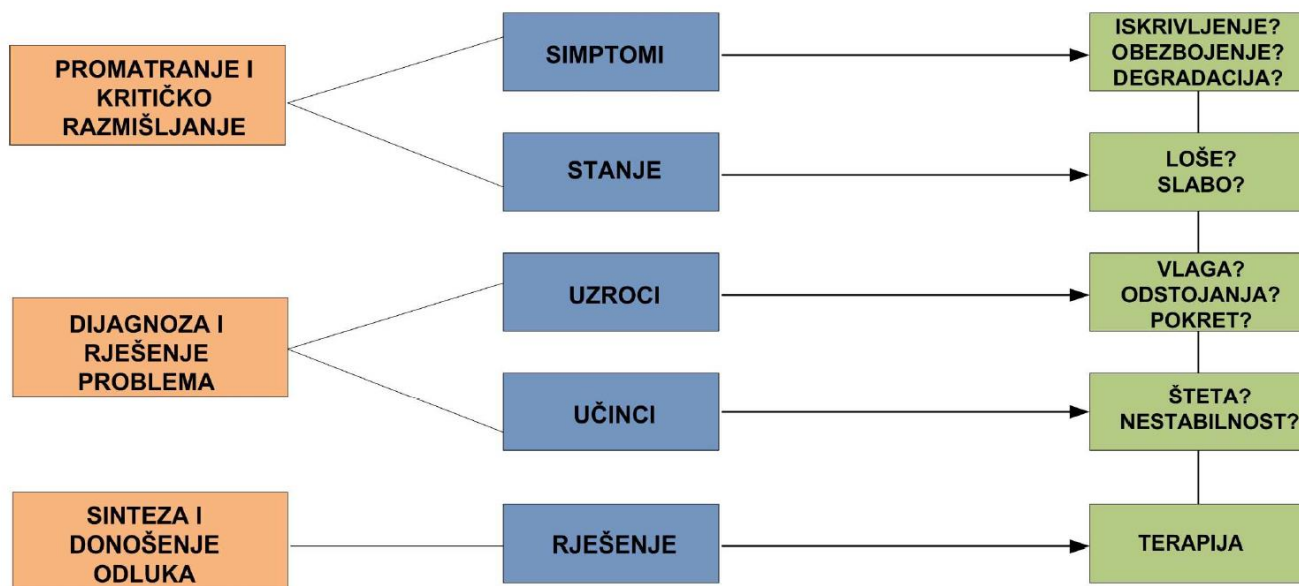
U zgradi su izvedene električne instalacije rasvjete, plinske instalacije, instalacije toplovodnog, radijatorskog grijanja preko plinskih kotlova, vodovodne instalacije, instalacije pripreme tople vode preko plinskog kota, telefonske instalacije, te kuhinjske instalacije.

## 5. REKOGNOSCIRANJE PREDMETNE ZGRADE

### 5.1. Dijagnosticiranje oštećenja - općenito

Kako bi se riješili problemi koje stvara vlaga u građevinama, dijagnostika ima važnu ulogu. Brojni primjeri iz prakse pokazuju nam da je neuspješnom saniranju vlage u zgradama uzrok loše izvedena sanacija, kao i netočno postavljena dijagnoza.

Zbog nedovoljne pozornosti posvećene dijagnosticiranju često su specijalizirani izvođači sanacije vlage u zabludi kad tvrde da je za saniranje vlage važno samo presjeći kapilarno uzdizanje vlage iz tla. U pravilu se događa da i nakon pravilno izvedene horizontalne hidroizolacije vlaga ostaje u zidovima, jer postoje također i drugi uzroci i oblici vlaženja. Često je zanemareno postojanje higroskopne vlage koju su uzrokovale akumulirane topljive (higroskopne) soli. Također, horizontalnom hidroizolacijom nećemo ukloniti kondenziranu vlagu, samo ćemo je donekle smanjiti. Dakle, sanacijskom zahvatu treba prethoditi istraživanje kojim se postavlja dijagnoza i utvrđuju mjere sanacijskih zahvata. Saniranje vlage bit će uspješno samo uz dobro postavljenu dijagnozu, pravilan redoslijed zahvata i poštivanje tehnoloških propisa u svim fazama radova.



Slika 5.1 Shema – proces dijagnostike objekta (Orešković, 2019)

Zbog što pravilnijeg postavljanja dijagnoze potrebno je načiniti anamnezu objekta, tj. proučiti zatečeno stanje kao i sve možebitne sanacijske zahvate izvedene u prošlosti. Također je potrebno istražiti dokumentaciju o prethodno izvedenim radovima. Nakon upoznavanja s prethodno

izvedenim radovima potrebno je obaviti vizualni pregled objekta, pri čemu treba uočiti moguće izvore vlaženja. Zapažanja treba upisati u dnevnik, a pozicije raznih pojava vlage treba ucrtati u arhitektonski nacrt.

Iz podataka vizualnoga pregleda i iz rezultata mjerenja i analiza treba izvesti zaključke o izvorima vlaženja i o vrstama vlage te naći rješenja za njihovo sprječavanje, kao i otklanjanje posljedica njihova štetnog djelovanja. Istraživanje u svrhu postavljanja dijagnoze i izrade programa sanacijskog zahvata sastoji se od više koraka. Specijalizirani stručnjak ili više njih, najprije razgledava cijeli objekt kako bi vizualnim pregledom uočio moguće izvore vlaženja zidova. Mjesta prodiranja vlage vide se na zidu u obliku manjih ili većih tamnih mrlja. Na mjestima isparivanja vlage zapaža se iscjetavanje soli koje se očituje kao osipanje, mrvljenje žbuke i opeke, a u najgorem slučaju kao odlamanje većih dijelova građevnog materijala. Iz dokumentacije treba utvrditi ima li zgrada horizontalnu hidroizolaciju zidova. Ako se to ne zna pouzdano, treba sondirati zid u području temelja da bi se to jednoznačno utvrdilo. Hidroizolacija možda i postoji, ali treba ustanoviti obavlja li ona još uvijek svoju funkciju ili je propala. I uz postojanje hidroizolacije vlaga se može uspeti u više dijelove preko neodgovarajuće žbuke. Također je potrebno ustanoviti eventualno postojanje drenažnog sustava i njegovu funkcionalnost.

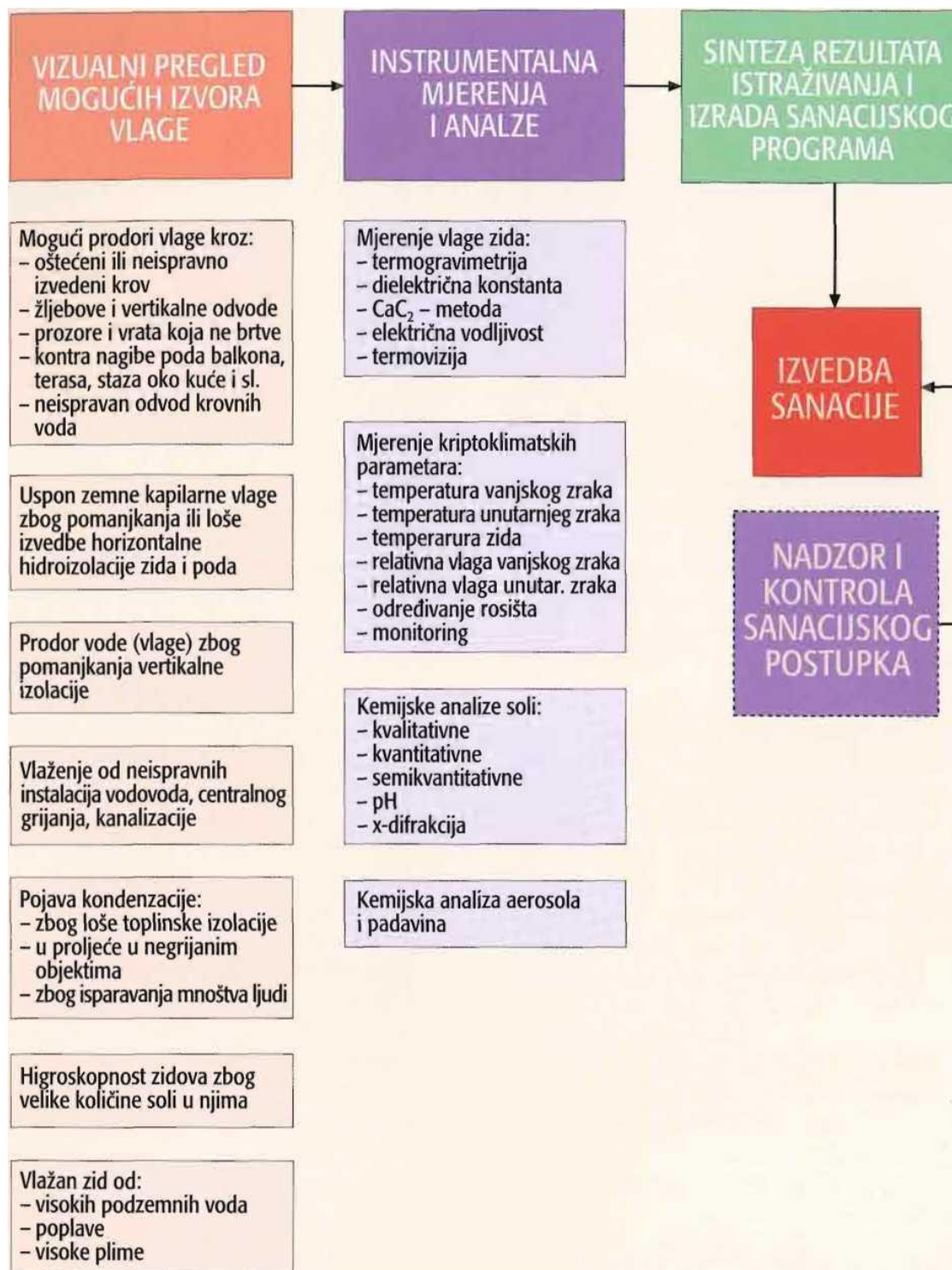
Provjerava se mogućnost prodora krovnih voda kroz neispravno položene ili polupane crjepove, kao i curenje vode iz žljebova i vertikalnih odvoda zbog njihova oštećenja ili ispunjenosti raznovrsnim talogom. Vrlo je čest slučaj da se prigodom jakih pljuskova voda preljeva s kosih spojeva dvaju krovnih ploha različitih orijentacija preko ruba žlijeba, jer nema limenog opšava koji bi to spriječio. Krovne vode mogu prodirati u zid i vlažiti ga ukoliko zgrada nema žlijeba. Drveće koje raste uz zgradu može zadržavati vlagu i onemogućivati sušenje zidova. Lišće s tog drveća u jesen može ispuniti žljebove i uzrokovati prelijevanje vode preko njih. Poseban su problem ravni krovovi. Voda od kiše ili otapanja snijega može kroz njih prodrijeti u unutrašnjost zbog dotrajale, odnosno loše izvedene krovne hidroizolacije, ili zbog dotrajalih brtvila u dilatacijskim reškama. [1]

Manjkavo obavljen vizualni pregled unatoč mjerenjima i proračunima može navesti na pogrešne zaključke i loše postavljenu dijagnozu.

Tamne plijesni na zidovima i stropovima također su indikatori vlaženja u određenim uvjetima. Takve pojave treba uočiti te ih dokumentirati fotografijama, ucrtati ih na tlocrtu i zabilježiti tekstualnim opisom.

Pri pregledu građevine treba registrirati pukotine loše zabrtvljenih prozorskih okvira kao i razbijena stakla na prozorima i vratima kuda mogu ulaziti oborine nošene vjetrom.





Slika 5.2 Shematski prikaz postupaka dijagnosticiranja vlage (Malinar, 2003)

Loša vrsta žbuke, ali i otpala fasadna žbuka omogućit će ulazak kišnice tjerane jakim vjetrom prema unutrašnjosti zida. Neodgovarajući nagib prozorskih klupčica, vijenaca ili poda balkona ili terase, također često uzrokuje vlaženje zida. Nerijetko je vlaženje zida uzrokovano loše postavljenim okapnicama. Površina tla oko zgrade može biti nagnuta prema zidovima, umjesto

da ima propisani nagib tako da odvodi površinsku vodu od njih. Za vlažnost zidova odgovorno je i curenje neispravnih instalacija vodovoda, kanalizacije ili centralnog grijanja. Sve navedeno treba uočiti, dokumentirati i pronaći odgovarajuća rješenja za uklanjanje izvora vlaženja i saniranje posljedica vlaženja.

Oblik vlage koja je najčešća je kapilarna vlaga koja prodire iz tla u zid koji nema izvedenu horizontalnu hidroizolaciju.

Prigodom pregleda građevine treba uočiti mjesta iscvjetavanja soli. Akumulirane soli u zidu i nakon odstranjivanja izvora vlaženja, i dalje upijaju vlagu kod povišene relativne vlage zraka i otpuštaju je kada je relativna vlaga niska. Zbog toga zidovi u određenim vremenskim uvjetima ostaju i dalje vlažni, iako je izvor vlaženja odstranjen. Pri pregledu objekta posebnu pozornost treba obratiti upravo na takvu higroskopnu vlagu. [1]

Sva zapažanja trebaju biti opisana i fotografski dokumentirana jer se mnoge pojave teško mogu rekonstruirati prema kasnijem sjećanju. Ponegdje će biti prikladno da se izrade skice i crteži na kojima se neke uočene pojave mogu bolje naglasiti.

Nakon obavljenoga istraživanja i postavljanja sigurne dijagnoze izrađuju se mjere sanacijskih zahvata.

## 5.2. Patologija oštećenja predmete zgrade

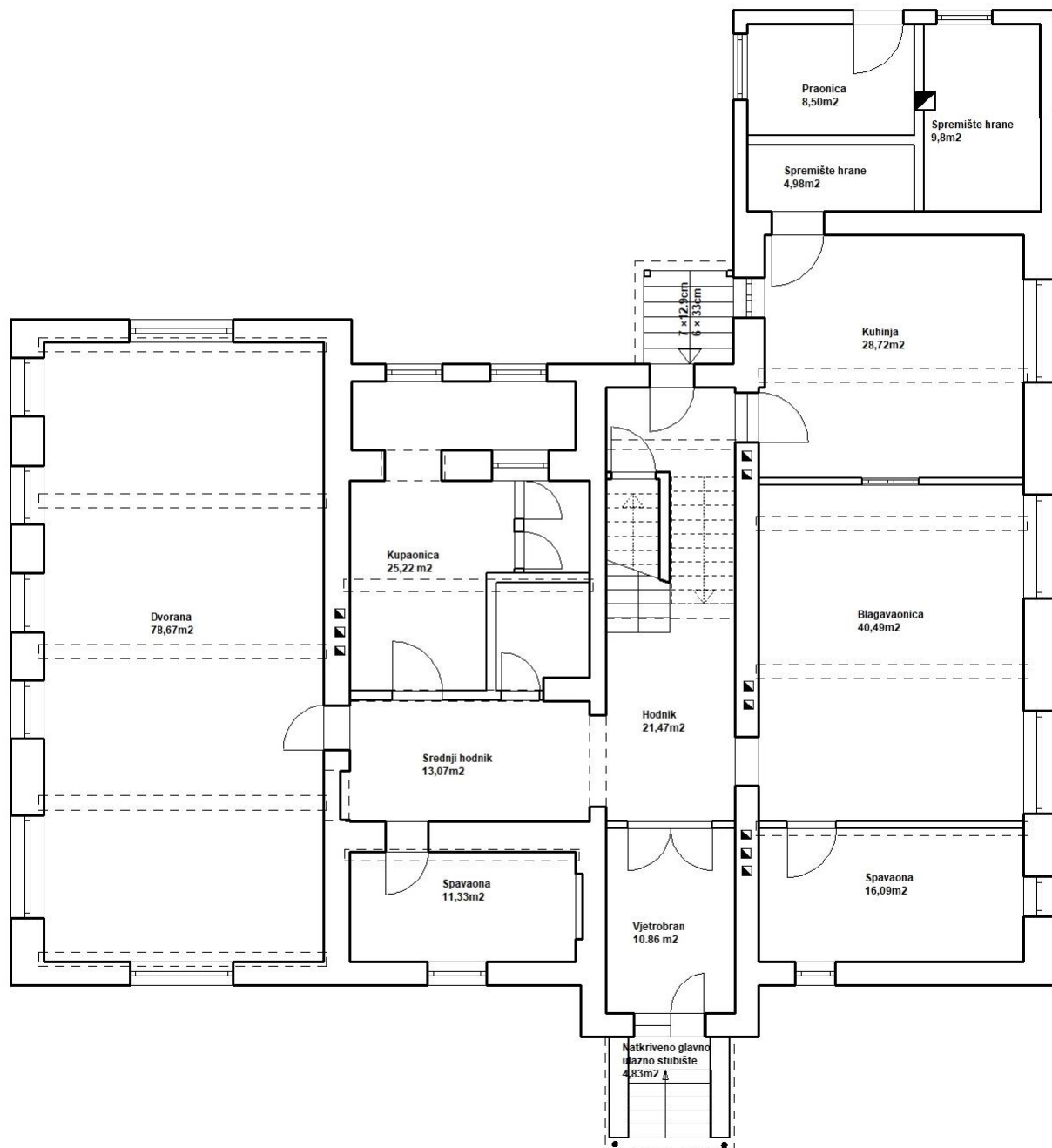


*Slika 5.3 Pogled na sjevero-zapadno pročelje predmetne zgrade*

Terenskim pregledom svih etaža predmetne zgrade, izvršen je detaljan pregled svih dijelova konstrukcije, kao i okruženja oko zgrade zajedničkih dijelova zgrade.

Ponovimo, zgrada je u izvornom obliku sagrađena za funkciju opatičkog samostana, prema nacrtima oko 1924. godine. Naknadno je rekonstruirana u dječji dom, prema građevinskoj dozvoli i projektnoj dokumentaciji iz 1975.g. i sastoji se od podruma, prizemlja, 2 kata i potkrovlja (Po + Pr + 2 + Pt). Zgrada je u izvornom obliku sagrađena od masivnih zidova zidanih punom opekom debljina sa žbukom 50cm, 65cm, 78cm, u cem.-vapnenom mortu, s armirano-betonskim pločama podruma, drvenim međukatnim konstrukcijama prizemlja, 1. kata i 2. kata, te drvenim konstrukcijama unutarnjih stubišta i krovšta. Sva stolarija u izvornom obliku je bila drvena, masivna. Naknadnom rekonstrukcijom u dječji dom sve međukatne i stubišne drvene konstrukcije, zamijenjene su armirano-betonskim pločama i gredama, te je unutarnji prostor pregradnim konstrukcijama i dijelom promijenjenom stolarijom prilagođen novoj funkciji.

**Tlocrt PRIZEMLJA**  
postojeće stanje



Slika 5.4 Tlocrt prizemne etaže predmetne zgrade

U nastavku su opisana su pojedina detaljna oštećenja svrstana prema dijelu zgrade.

### Unutarnji prostori podruma

Pojava vlage u podrumskim zidovima predmetne građevine je gotovo očekivana. Ovdje se radi o pojavi kapilarne vlage. Budući da su strukture konstruktivnih građevinskih materijala (opeka), od kojih je izgrađena predmetna zgrada, veoma porozne kroz mikro pore u njihovoj strukturi apsorbira se i podiže vlaga iz okolnog tla. Zbog površinske napetosti vode dolazi do kapilarnog efekta i voda se doslovno "penje" kroz zid. Ova pojava nam ukazuje na to da nije izvedena primjerena hidroizolacija u zgradi.



*Slika 5.5 Učinci kapilarne vlage u podrumskim zidovima*

U početku se podrum koristio kao pomoćni prostor koji je ujedno služio kao tampon zona između tla i prizemlja zgrade. Efekt kapilarne vlage nije bio problematičan ovakvim korištenjem podruma jer je upravo zbog toga podrum bio dobro i konstantno provjetran. Kasnijim useljavanjem podrumskih prostora (koje je značilo uvođenje grijanja te zatvaranje otvora podruma prozorima) efekt kapilarne vlage postaje vidljiv. Znakovi koji su vidljivi u podrumskim prostorima predmetne zgrade su raslojavanje, otpadanje i uništenje žbuke, plijesni na površini, neugodan miris vlage u prostoru te hladni zidovi. Vlaga u podrumskim prostorima mogla je biti uzrokovana i drugim razlozima kao što su probijanje hidroizolacije, puknuće cijevi u zidovima ili uz ukopani zid, prokišnjavaње, kondenzat koji je posljedica hladnih mostova ili neadekvatne termo izolacije ili prodor podzemne vode.

Drveni podovi u podrumu (parket u dvorani) su nabubрили i odvojili se od podloge na kojoj su vidljivi tragovi vode (sl. 5.6).



*Slika 5.6 Drveni podovi u podrumu (parket u dvorani) su nabubрили i odvojili se od podloge*

### Unutarnji prostori prizemlja i katova

U prostorima prizemlja i katova unutrašnja žbuka sa stropova i zidova je ispucala i odvojila se od podloge uslijed utjecaja vlage. Vidljiva je plijesan na zidovima i stropovima.

Zidovi su hladni i vlažni. Prisutan je neugodan miris vlage u prostoru, a to je zapravo miris ustajale i pokvarene vode u zidovima, koja evaporira iz zidova u prostor, sa sobom nosi bakterije i gljivice s kojima zasićuje prostor i povećava atmosfersku vlagu. Pojava i razvoj kućnih plijesni rezultat je složenog međudjelovanja brojnih mogućih uzroka, od navika stanara do svojstava građevine. Vrlo je rijetko samo jedan uzrok odgovoran za nastanak kućne plijesni. Uvjeti života u takvim objektima neminovno nose zdravstveni rizik, najprije opada imunitet, a zatim dolazi do razvoja alergijskih i imunoloških reakcija, pojave astme i drugih bolesti.



Slika 5.7 Žbuka na zidovima je ispucala i odvaja se od podloge



*Slika 5.8 Pojava plijesni na zidovima i stropovima predmetne zgrade*



### Ovojnica zgrade

Ovojnica grijanog prostora čine vanjski zidovi, otvori u vanjskim zidovima te kosi krov. Vanjski zidovi su od opeke, debljine 43 cm, 58 cm i 71 cm, izvedeni od pune opeke, te su obostrano ožbukani. Vanjska žbuka je mjestimično na zidovima dotrajala, s vidljivim mjestimičnim oštećenjima nastala uslijed nepovoljnog utjecaja vlage i ostalih atmosferilija na građevne elemente. Podrum zgrade i potkrovlje zgrade su značajno oštećeni od djelovanja vlage, a vanjska stolarija je dotrajala. Većina neprozirnih obodnih konstrukcija ima veće koeficijente prolaska topline od propisanih važećim trenutno tehničkim propisom i ne zadovoljavaju u pogledu toplinske zaštite i ostalih fizikalnih svojstava.



Slika 5.9 Oštećenja na ovojnici zgrade uslijed utjecaja vlage ostalih atmosferilija

**Prozori i vrata**

Vanjsku stolariju čine drveni prozori krilo na krilo ostakljeni jednostrukim staklom debljine 4 mm te nisu sukladni zahtjevima energetske učinkovitosti za zgrade. Većina prozora nema zaštitu od sunca s unutarne strane.



*Slika 5.10 Drveni dotrajali prozori*

### Krovnna konstrukcija

Potkrovlje zgrade je značajno oštećeni od djelovanja vlage, a krovna konstrukcija (rogovi i grede) su dotrajali.



*Slika 5.11 Dotrajala krovna konstrukcija*

### Instalacije i oprema

Instalacije su dijelom dotrajale, dijelom ugrađeni materijali ne zadovoljavaju sadašnje standarde.



*Slika 5.12 Dotrajale instalacije*

***Na kraju diplomskog rada priloženi su izrađeni nacrti svih etaža predmetne zgrade s označenim detaljima oštećenja.***

### 5.3. Prijedlozi i načini sanacije

#### 5.3.1. Sanacija podrumskog dijela zgrade

##### Prekid kapilarne vlage SKGI-metodom

SKGI metoda (kontinuirana gravitacijska infuzija) je jedno od sustavnih rješenja za zaštitu i izolaciju opečnih zidova od vlage. Tok kapilarne vlage prekida se kontinuiranom gravitacijskom infuzijom sredstva za prekid toka kapilarne vlage koji se u zid ulijeva kroz bušotine posebnim dozerima na koje su priključene posude. Stalnom kontrolom i dolijevanjem sredstva za prekid toka kapilarne vlage u posudama se održava zadovoljavajuća razina tekućine koja ispunjava cijelu bušotinu i sprečava pristup zraka. [11]



*Slika 5.13 SKGI metoda prekida kapilarne vlage ulijevanjem sredstva za prekid toka kapilarne vlage (Izvor: <https://webgradnja.hr/clanci/sustavna-rjesenja-prekid-toka-kapilarne-vlage-kod-opecnih-zidova-obostrano/1159>)*

Prema [11], zaštita i izolacija opečnih zidova ovom metodom provodi se u nekoliko faza radova:

1. obostrano otucanje stare, trošne i vlažne žbuke i zdrave žbuke cca 50 cm iznad vidljive vlažne crte na zidu
2. produbljivanje sljubnica

3. pranje površine, ispunjavanje spojnica mortom, poravnavanje pripremljene površine zida sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost
4. izrada višeslojne hidroizolacije na obrađenu površinu zida nanošenjem dvokomponentnog krutog vodonepropusnog premaza za hidroizolaciju
5. proštemavanje i izrada kutnika (holkera) na spoju zid-pod sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost, prekid toka kapilarne vlage iznad kote poda SKGI-metodom ulijevanjem sredstva za prekid toka kapilarne vlage
6. žbukanje zidova klasičnim načinom (špric, gruba i fina žbuka)
7. žbukanje sokla polimercementnim mortom sa dodatkom sredstva za vodonepropusnost

**Postupak:**

Nakon demontaža postojećih podnih obloga podruma, treba ukloniti dotrajale cementne estrihe i glazure, očistiti od oštih dijelova i otprašiti armirano-betonske podne ploče, te sanirati eventualne pukotine na istima posebnim polimer-bitumenskim emulzijama.

Na prije opisano pripremljene podloge treba izvesti bitumenske hidroizolacije od jednog hladnog prednamaza bitumenskom emulzijom i jedan sloj bitumenske ljepenke s staklenom tkaninom.

Vanjske podrumske zidove treba otkopati. Sve podrumske zidove treba očistiti od dotrajale žbuke i slabih dijelova, izvesti utore na spojevima betonske ploče i zida radi izrade holkera, te sve otprašiti. Pripremno izvesti cementni špric, te ispunjavati reške i izraditi holker, sve sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost.

Prekid kapilarne vlage izvesti "SKGI" metodom, bušenjem iznad kote podova.



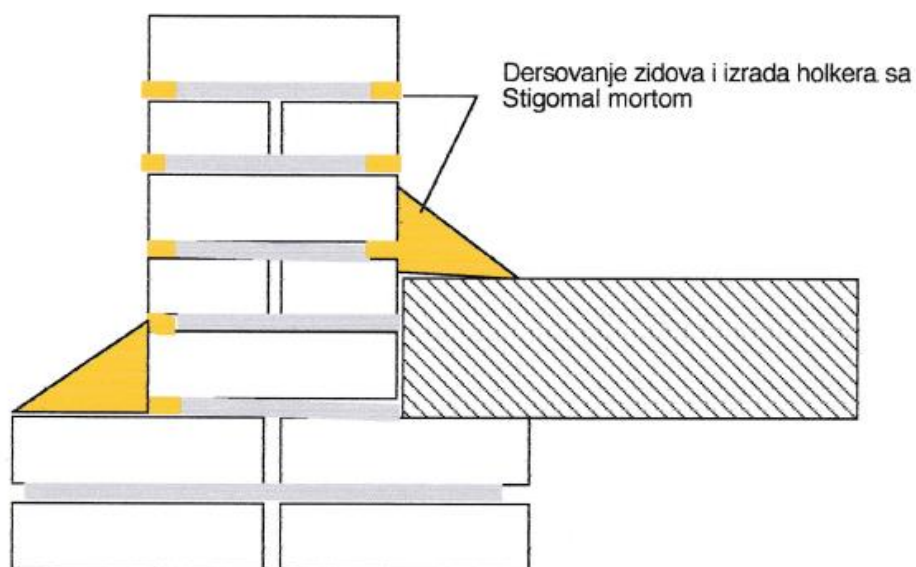
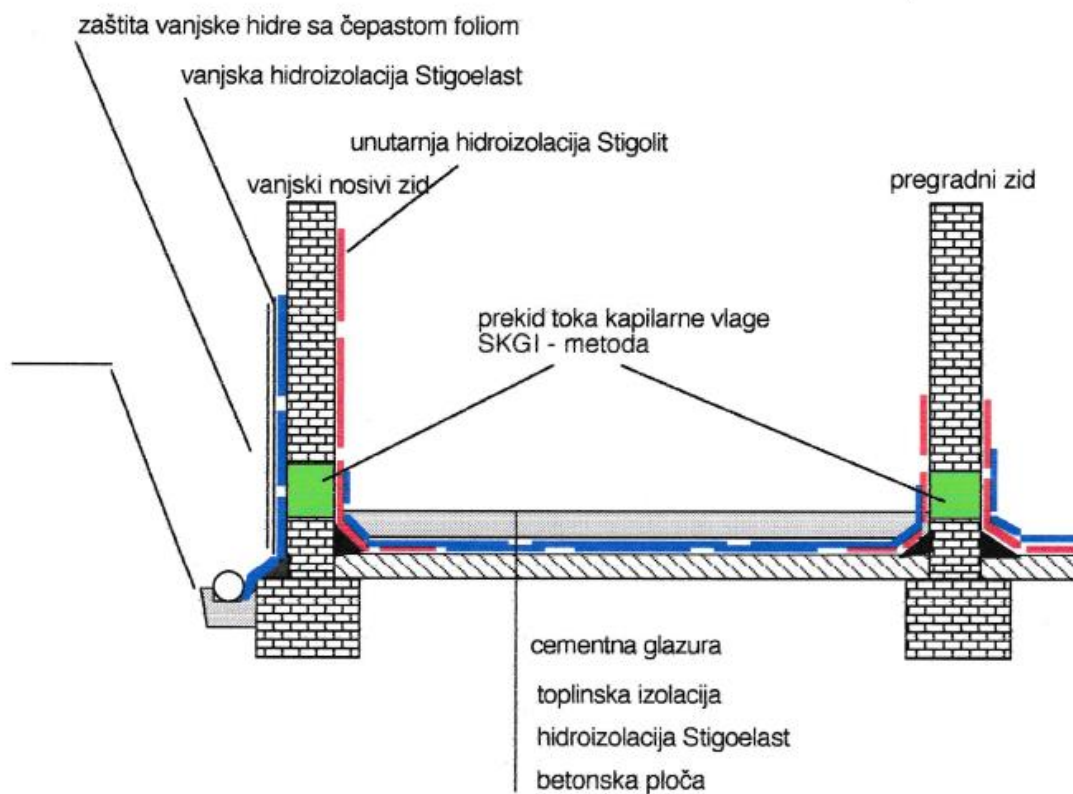
Slika 5.14 Otucavanje kompletne žbuke sa vanjskih zidova predmetne zgrade do pune visine

**Faze radova: Sanacija hidroizolacije s prekidom kapilarne vlage SKGI-metodom****Unutrašnji zidovi i podovi:**

1. Demontaža drvene podne obloge
2. Otucavanje kompletne žbuke sa vanjskih zidova do pune visine. Na pregradnim zidovima je potrebno otući do visine 1 metra
3. Čišćenje fuga između opeke dubine do 20 cm, ispiranje i čišćenje površine
4. Skidanje postojeće podne hidroizolacije izrađene od varene trake. Potrebno je odstraniti sve slojeve na površini koja se odvojila od podloge
5. Proštemavanje spoja betonske ploče i zida. Izrada utora za obradu holкера
6. Izrada holкера sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za povećanje vodonepropusnosti
8. Ispunjavanje spojnica zidova sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost, uz obavezno nabacivanje špric morta kao prve ruke
7. Izrada vertikalne hidroizolacije sa dvokomponentnim krutim vodonepropusnim premazom za hidroizolaciju zidova i podova. Nanosi se u tri sloja četkom. Prva dva sloja prije bušenja rupa, a treći završni nakon zatvaranja rupa. Nanosi se u punoj visini vanjskih zidova, a 1 metar visine na pregradnim zidovima.
- 8. Prekid kapilarne vlage SKGI metodom. Na pregradnim zidovima izvodi se iznad kote podova, a na vanjskim iznad kote terena, ili u slučaju kopanja rova oko objekta radi izrade drenaže može se izvoditi i iznad kote podova.**

**Faze radova:**

- a. **dvoredno bušenje rupa fi20 dubine 2/3 zida**
  - b. **ugradnja dozatora u rupe**
  - c. **višednevno ulijevanje sredstva za prekid toka kapilarne vlage**
  - d. **ako je trošan i šupalj zid uliti vapneno mlijeko**
  - e. **demontaža dozatora nakon zasićenja i zatvaranje rupa brzoveznim mortom za popravak**
9. Izrada podne hidroizolacije sa dvokomponentnim elastičnim vodonepropusnim premazom za hidroizolaciju u tri sloja sa ugrađenom fasadnom mrežicom između prvog i drugog sloja
  10. Žbukanje zidova produžnom žbukom (špric, gruba, fina)
  11. Izrada cementne glazure iznad hidroizolacije, cca 4 cm debljine.



Slika 5.15 Postupak sanacije hidroizolacije s prekidom kapilarne vlage SKGI-metodom

(Izvor: <https://stig.hr/s-k-g-i-metoda/>)

**Faze radova: vanjski zidovi nakon otkopavanja oko objekta radi izrade drenaže:**

- Odstranjivanje ljepenke tj. varene trake sa površine zidova . Odstranjuje se sva površina koja je odvojena.
- Ispunjavanje spojnica zidova sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost
- Na proširenju temeljne stope izraditi holker tj. zaobljenje sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost
- Izrada vertikalne hidroizolacije zidova sa dvokomponentnim elastičnim vodonepropusnim premazom za hidroizolaciju, u tri sloja. Između prvog i drugog ugraditi fasadnu mrežicu.
- Kao mehaničku zaštitu hidroizolacije i toplinske izolacije, izvodi se PE čepasta folija, a s vanjske strane nasip krupnog oblog šljunka i filterski sloj geotekstila.



*Slika 5.16 Otkopavanje oko zidova i izrada vertikalne hidroizolacije zidova sa dvokomponentnim elastičnim vodonepropusnim premazom, u tri sloja*

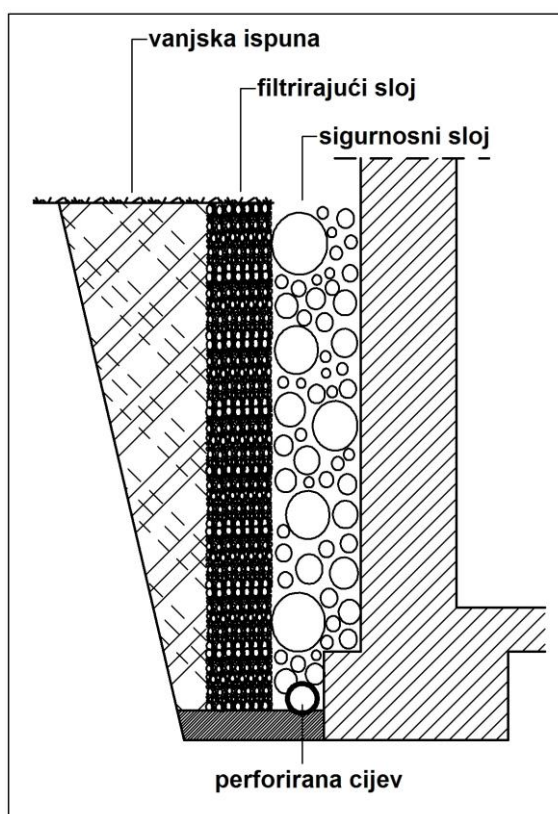


### Drenaža oko podruma zgrade

Drenaža se primjenjuje za sprječavanje bočnoga prodora površinskih voda nastalih uslijed jakih kiša, i za sprječavanje povišenja vodnog lica za vrijeme visokih voda, tako da razina takve vode ne dosegne zid i kapilarno podiže. Dovoljno duboko položeni drenažni kanali i pravilno riješen odvod krovnih voda smanjiti će vlagu u zidu. No, drenaža neće riješiti posljedice dugotrajnoga vlaženja u obliku taloženja štetnih topljivih soli u zidu, pa je higroskopnu vlagu potrebno sanirati na drugi način. Postoje razne izvedbe drenaže. Drenažne cijevi izrađuju se od perforiranog betona ili perforirane plastike. Polaže se na dno kanala iskopanog uz zid, malo ispod razine temelja. Zatrpava se krupnim šljunkom. Geotekstil se umeće između zemlje i šljunka da bi spriječio zamuljivanje šljunka. Perforirane cijevi najbolje je položiti oko cijele zgrade. Na mjestima skretanja cijevi potrebno je postaviti revizijska okna.

Iskop za polaganje perforiranih cijevi izvodi se uz sam zid tj. temelj. Korisno je predvidjeti i vertikalnu hidroizolaciju ukoliko bi došlo do intenzivnog bočnog prodora vode. No, ako je drenaža ispravno izvedena, ovakav dodatni zahvat nije ni potreban (sl. 5.17).

Temelj katkad može biti dublji od obližnje kanalizacije u koju treba odvesti drenažnu vodu. Nema smisla, recimo, polagati drenažne cijevi iznad dna temelja. Drenažne cijevi treba postaviti ispod razine temelja, a na najnižoj točki drenažnog kanala treba postaviti pumpu koja prepumpava vodu na višu razinu i odvodi je u kanalizaciju. [1]



Slika 5.17 Drenaža s perforiranom cijevi

### 5.3.2. Sanacija ostalih dijelova zgrade

#### Ovojnica zgrade

Vanjski dijelovi ovojnice zgrade (zidovi, podovi, krovovi) bez toplinske izolacije ne zadovoljavaju uvjete vezane za kondenzaciju vodene pare i sprječavanju nastanka građevinske štete. Rješenje sanacije vlage je postavljanje toplinske izolacije sa vanjske strane zida. To može biti termo žbuka ili lijepljenje termoizolacijskih ploča. Prvenstveno vlažne zidove treba očistiti od plijesni, dezinficirati biocidom te potom izolirati. Biocidi su sredstva za uništavanje biogenih štetočina.

Na postojeće nadzemne vanjske zidove podruma treba izvesti "ETICS" sustav od ploča mineralne vune debljine ploča prema proračunu, sa završnim oplemenjenim vodoodbojnim slojem akrilne žbuke.

Podzemni dio vanjskih podrumskih zidova se završno oblaže PE čepastom folijom i zatrpava slojem krupnog oblog kamenja (batude) i filterskim slojem geotekstila prema okolnom tlu.

Na postojeće vanjske zidove prizemlja i katova treba izvesti "ETICS" sustav od ploča mineralne vune debljine ploča prema proračunu, sa završnim oplemenjenim vodoodbojnim slojem akrilne žbuke.

Ugradnja toplinske izolacije vanjskih zidova pridonijet će povećanju energetske učinkovitosti građevine, ali isto tako i povećanju ugodnosti boravka i rada u prostoru.

#### Podovi

Kapilarna vlaga iz tla prolazi i kroz neizolirani pod u prizemlju ili podrumu zgrade. Dakle, potrebno je izvesti hidroizolaciju poda. Postojeći neizolirani pod je potrebno ukloniti, a na njegovo se mjesto polaže armiranobetonska ploča. Nakon prosušivanja betona na ploču se stavlja hidroizolacija. Na hidroizolaciju postavlja se toplinska izolacija. Nakon toga izvodi se cementna glazura na koju se polaže završni pod. Važno je napomenuti da betonski pod bez hidroizolacije propušta vlagu i dopušta isparavanje u prostor.

#### Stropovi

Kod stropova potrebno je skinuti dotrajale žbuke s čišćenjem do čvrste podloge, otprašiti, te ponovo žbukati, izravnati i obojiti poludisperzijskim bojama.

## **Prozori i vrata**

Postojeći drveni prozori krilo na krilo nisu sukladni zahtjevima energetske učinkovitosti za zgrade, te ih je potrebno zamijeniti novima.

## **Krovna konstrukcija**

Sanacija krovišta treba obuhvatiti zamjenu dotrajalih rogova i greda, te cjelokupni pokrovni materijal i letve, a na saniranim rogovima postojeće krovne konstrukcije treba izvesti novu daščanu oplatu i paropropusnu foliju.

### **5.3.3. Sanacija higroskopne vlage**

Za eliminaciju vlage u zidu nije dovoljno samo odstraniti izvor vlaženja zida nego treba ukloniti i posljedice djelovanja vlage kroz dulje razdoblje. To su uglavnom nakupljene topljive soli koje su dospjele pod i na površinu zida. U vlažnim uvjetima upijaju vlagu iz zraka i tako ovlažuju zidove, unatoč tome što je primarni izvor vlaženja odstranjen. Pristupa se postupku odsoljavanja. U praksi se uporabljaju razne metode za odsoljavanje. Prije njih svakako treba odstraniti primarni izvor vlaženja koji uzrokuje nakupljanje soli.

Akumulirane soli možemo odstraniti iz zida:

- četkanjem
- ispiranjem
- sanirnim žbukama

U praksi se pokazalo da je racionalno kombiniranje dvaju ili čak više postupaka. [1]

#### **Sanacija vlage četkanjem i ispiranjem**

Kada se soli nakupe u vidljivim količinama na površini zida, treba ih jednostavno očetkati. Pri tome ih se ne smije ostaviti na tlu, jer će dio njih opet postupno ulaziti u zid.

Soli s vanjske strane zida mogu se ukloniti ispiranjem. Najprije se odstranjuje trošna zasoljena žbuka s donjeg dijela zida i očiste se reške. Poželjno je da se žbuka odstranjuje za suhoga vremena, jer će tada veliki dio soli biti na površini žbuke. Kad se iskopa drenažni kanal i polože perforirane cijevi, zid treba isprati vodom pod tlakom da bi se i tako odstranio znatan dio soli iz opeke. Preporučljivo je da se nakon desalinizacije i sušenja zid ožbuka sanirnom žbukom. [1]

### **Sanacija vlage sanirnim žbukama**

Uklanjanjem primarnog izvora vlaženja zida i saniranjem higroskopne vlage još nije sve u potpunosti riješeno u ukupnoj sanaciji vlage. U velikoj masi zidova uvijek će biti zaostalih soli, koje s vremenom mogu nanijeti određene štete. Iako te štete više ne mogu biti toliko drastične kao prije odsoljavanja, treba i njih svesti na najmanju moguću mjeru. To se postiže žbukanjem zida sanirnim žbukama. To su žbuke čija su svojstva: vlagonepropusnost, paropropusnost i veliki porni prostor. Svojstvo vlagonepropusnosti neće propuštati likvidnu vlagu izvana u unutrašnjost žbuke. Paropropusnost žbuke je poželjna jer omogućuje da se vlaga sadržana u zidu otpušta u obliku vodene pare. Treća značajka, relativno veliki porni prostor, važna je upravo zbog zaostalih soli. Ovako obrađeni zid ne smije se ličiti disperzivnim, nego mineralnim bojama.

Ako nije bilo moguće dovoljno dobro provesti sanaciju higroskopne vlage, sanirna će žbuka ipak mnogo dulje izdržati od obične žbuke bez navedenih svojstava. U krajnjem slučaju, i kada nije izveden nikakav sanacijski zahvat na uklanjanju primarne i higroskopne vlage, sanacijska će žbuka trajati dulje od običnih žbuka. Svakako je najlošija mogućnost da se zid ožbuka jakim cementnom ili produženom žbukom. Takve će žbuke mnogo brže propasti nego klasična vapnena žbuka. Treba ipak imati na umu da sanirne žbuke ipak ne otklanjaju uzrok vlaženja niti isušuju zid, ali su preporučljive zbog navedenih razloga. [1]

#### **5.3.4. Sanacija kondenzirane vlage**

Kondenzacija na zidovima nastaje u prostorima s nedovoljnom toplinskom izolacijom zida ili stropa pa se na tim mjestima pojavljuju tamne mrlje od plijesni. Te plijesni mogu se uništiti raznim biocidnim sredstvima. Time nije uklonjen izvor vlaženja pa će se nakon biocidnoga djelovanja plijesni opet pojaviti. Kondenzacija i plijesni pojavljuje se i na mjestima izlaza vodovodnih cijevi iz zida, ako te cijevi nisu toplinski izolirane. Pojava kondenzacije najizraženija je zimi, odnosno u hladnim vremenskim uvjetima. Najbolje rješenje sanacije jest nanošenje toplinske izolacije na vanjskoj strani zida. To može biti termo-žbuka ili lijepljenje termoizolacijskih ploča. Kada to zbog nekog razloga nije moguće izvesti s vanjske strane, preostaje da se izolacija postavi s unutarnje strane. Vlažne zidove treba počistiti od plijesni, dezinficirati biocidom i izolirati odgovarajućim materijalima. Stropovi su redovito manje izloženi mehaničkim oštećenjima pa se mogu prekriti pločama ekspaniranog polistirena (stiropor). Još je bolji i mehanički otporniji ekstrudirani polistiren. Debljina izolacije određuje se prema toplinskom otporu zida.

Na nalijepljene ploče potom se nanosi tanki sloj ljepila u koje se utisne sintetička mrežica. Površina se može završno obraditi finom vapnenom žbukom u vrlo tankom sloju i na kraju obojiti mineralnom bojom. Ako je zid podložen mehaničkim oštećenjima, umjesto ekspaniranog polistirena može se upotrijebiti kombi-ploča od heraklita i stiropora. Površina se ožbuka finom vapnenastom žbukom i oboji mineralnom bojom.

*Na kraju diplomskog rada priložen je izrađeni troškovnik koji se sastoji od radova ranije navedenih potrebnih i predloženih mjera sanacije. U troškovniku su izražene jedinične cijene i ukupne količine radova, dobivene izmjerom na licu mjesta i pomoću izrađenih nacрта.*

*Jedinične cijene dobivene su temeljem istraživanja aktualnih cijena na tržištu.*

## 6. ZAKLJUČAK

Ovim diplomskim radom izvršen je detaljni pregled stare zgrade dječjeg doma u Koprivnici. Snimanjem postojećeg stanja izrađeni su pripadajući nacrti svih etaža. Nacrti bili su potrebni kako bi se izradili prilozi s označenim oštećenjima po etažama zgrade i na temelju kojih su djelomično uzete mjere za izračun količina radova u troškovniku. Detaljan troškovnik s izračunatim količinama radova i jediničnim cijenama izrađen je kao stvarni pokazatelj vrijednosti i težine predloženih mjera sanacije.

Predmetna zgrada u izvornom obliku sagrađena je za funkciju opatičkog samostana, prema nacrtima oko 1924. godine. Naknadno je rekonstruirana u dječji dom, prema građevinskoj dozvoli i projektnoj dokumentaciji iz 1975.g. i sastoji se od podruma, prizemlja, 2 kata i potkrovlja (Po + Pr + 2 + Pt).

Prisutnost raznih oblike vlage utvrđena je kao vodeći uzrok brojnih oštećenja u zgradi i na ovojnici zgrade.

Vlaga u građevinama jedan je od najčešćih uzročnika propadanja građevnih elemenata i zgrade u cjelini. No, važno je napomenuti da građevinski materijal koji je izložen stalnoj vlazi u zasićenoj koncentraciji neće propadati sve dok ne nastanu uvjeti za sušenje. Tada dolazi do kristalizacija raznih soli koje vlaga pri ispravanju otapa, te ih akumulira u sve većoj količini. Nakupljanje kristala takvih soli u porama građevinskoga materijala izaziva izuzetno visoke tlakove i naprezanja, koji višestruko premašuju čvrstoću čak najčvršćih materijala. Posljedica kristalizacije soli je pucanje i mrvljenje opeke, kamena, morta ili žbuke. Zidovi dobivaju ružne mrlje i osipaju se. Građevina postaje ispunjena neugodnim mirisom plijesni i propadanja. Protiv štetnog djelovanja vlage postoje razna rješenja, ali to je dugotrajan, opsežan i ozbiljan proces.

Ulaskom u podrum zgrade, utvrđena su brojna oštećenja građevnih elemenata zbog prisustva kapilarne vlage, od osipanja žbuke i vlažnih mrlja na zidovima do odvajanje podova od podloge na kojoj su bili također vidljivi tragovi vode.

U prostorima prizemlja i katova unutrašnja žbuka sa stropova i zidova je ispucala i odvojila se od podloge uslijed utjecaja vlage. Vidljiva je plijesan na zidovima i stropovima, a zidovi su hladni i vlažni.

Neke od mjera sanacije obuhvaćaju:

- Prekid kapilarne vlage u zidovima i podovima podrumskog dijela zgrade hidroizolacijskom sanacijom vanjskih i unutarnjih ploha zidova podruma te podova podruma
- Izvedba drenaže oko podruma

- Izvedba toplinske izolacije ovojnice zgrade radi sprečavanja kondenzacije vodene pare i energetske učinkovitosti zgrade
- Skidanje stare žbuke gotovo sa svih stropova zgrade i ponovno žbukanje istih
- Zamjena postojećih dotrajalih drvenih prozora
- Zamjena postojeće dotrajale krovne konstrukcije i izvedba nove daščane oplata i paropropusne folije
- Zamjena i izvedba novih žljebova, opšava i odvodnih cijevi

Na kraju je važno je napomenuti da predložene radove sanacije treba izvoditi određenim redoslijedom. Tijekom izvođenja radova sve stavke sanacijskih mjera treba dosljedno i savjesno slijediti i provesti. Neprovođenjem samo jedne stavke može se ugroziti sav uloženi trud i novac.

UNIVERSITET  
SVEUČILIŠTE  
SJEVER

Sveučilište  
Sjever

VŽKC



MMI

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MARIO STOJČIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Tehnička dijagnoza zgrade dječjeg doma i prijedlog mjera sanacije (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Mario Stojičić  
MARIO STOJČIĆ

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MARIO STOJČIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom TEHNIČKA DIJAGNOZA ZGRADE DJEČJEG DOMA I PRIJEDLOG MJERA SANACIJE (upisati naslov) čiji sam autor/ica. PRIJEDLOG MJERA SANACIJE

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Mario Stojičić  
MARIO STOJČIĆ

(vlastoručni potpis)



## 7. LITERATURA

Knjige:

- [1] Malinar, H. (2003): Vлага u povijesnim građevinama, Ministarstvo kulture – Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb
- [2] Orešković, M. (2019): Nastavni materijali iz kolegija Tehnička dijagnoza na Diplomskom studiju graditeljstva, Sveučilište Sjever, Varaždin
- [3] Kovačić, M. (2001): Časne sestre Družbe kćeri Božje Ljubavi u Koprivnici, Podravski zbornik, Koprivnica
- [4] TEHNIKA d.d.: Glavni projekt sanacije dječjeg doma, 1976

E-knjige:

- [5] Brambilla A., Sangiorgio A. (2021): Moisture and buildings (durability issues, implications and strategies to mitigate the risk), Elsevier, United States

Internet izvori:

- [6] <https://idoc.pub/documents/sanacije-rekonstrukcije-j3novvpqoyld>
- [7] [https://www.hkig.hr/fdsak3jnFsk1Kfa/novosti/Manual\\_Ostecenja\\_v2\\_0-\(2\).pdf](https://www.hkig.hr/fdsak3jnFsk1Kfa/novosti/Manual_Ostecenja_v2_0-(2).pdf)
- [8] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-58-2006-05-09.pdf>
- [9] <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-08/documents/moisture-control.pdf>
- [10] [https://bib.irb.hr/datoteka/597072.Toplinska\\_ovojnica\\_zgrade\\_-\\_problemi\\_i\\_rjeenja\\_u\\_praksi.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/597072.Toplinska_ovojnica_zgrade_-_problemi_i_rjeenja_u_praksi.pdf)
- [11] <https://stig.hr/>

## POPIS SLIKA

|   |    |
|---|----|
| Slika 2.1 Vlažni zid u podrumu predmetne zgrade.....  | 3  |
| Slika 2.2 Osipanje fasade predmetne zgrade.....   | 4  |
| Slika 2.3 Dotrajala krovna konstrukcija predmetne zgrade.....   | 5  |
| Slika 2.4 Dotrajale vodovodne instalacije predmetne zgrade.....   | 6  |
| Slika 2.5 Utjecaj vlage i atmosferilija na fasadu predmetne zgrade.....   | 9  |
| Slika 3.1 Vrste vlage i njihovo podrijetlo (Izvor: H. Malinar: Vlaga u povijesnim građevinama, Ministarstvo kulture – Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb, 2003).....  | 13 |
| Slika 3.2 Visina kapilarnog uzlaza ovisna je o promjeru kapilare.....   | 14 |
| Slika 3.3 Kapilarna vlaga u zidovima povijesne građevine (kuća „Doleneć“ u Koprivnici).....   | 15 |
| Slika 3.4 Gibanje vode u kapilari s obzirom na temperaturni gradijent.....  | 16 |
| Slika 3.5 Iscvjetavanje i oštećenja (ljuskanje) uslijed kristalizacijskih tlakova i naprezanja (Izvor: <a href="https://korak.com.hr/korak-052-prosinac-2015-iscvjetavanja-na-kamenim-povrsinama/">https://korak.com.hr/korak-052-prosinac-2015-iscvjetavanja-na-kamenim-povrsinama/</a> )..... | 18 |
| Slika 3.6 Usporedba srednje temperature zraka s temperaturom zida na unutarnjoj površini negrijane zgrade (Izvor: H. Malinar: Vlaga u povijesnim građevinama, Ministarstvo kulture – Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb, 2003).....   | 22 |
| Slika 4.1 Predmetna zgrada (tada katolički ženski konvikt) u Koprivnici (snimljeno 1930. godine) (Izvor: M. Kovačić: Časne sestre Družbe kćeri Božje Ljubavi u Koprivnici, Podravski zbornik, Koprivnica, 2001) .....   | 23 |
| Slika 4.2 Današnji izgled predmetne zgrade.....   | 24 |
| Slika 4.3 Prikaz predmetne čestice na kartografskom prikazu (Detaljna namjena površina).....  | 26 |
| Slika 4.4 Izvod iz katastarskog plana za predmetnu česticu.....   | 27 |
| Slika 4.5 Situacija predmetne zgrade na lokaciji.....   | 28 |
| Slika 5.1 Shema – proces dijagnostike objekta (Izvor: M. Orešković: Nastavni materijali iz  |    |

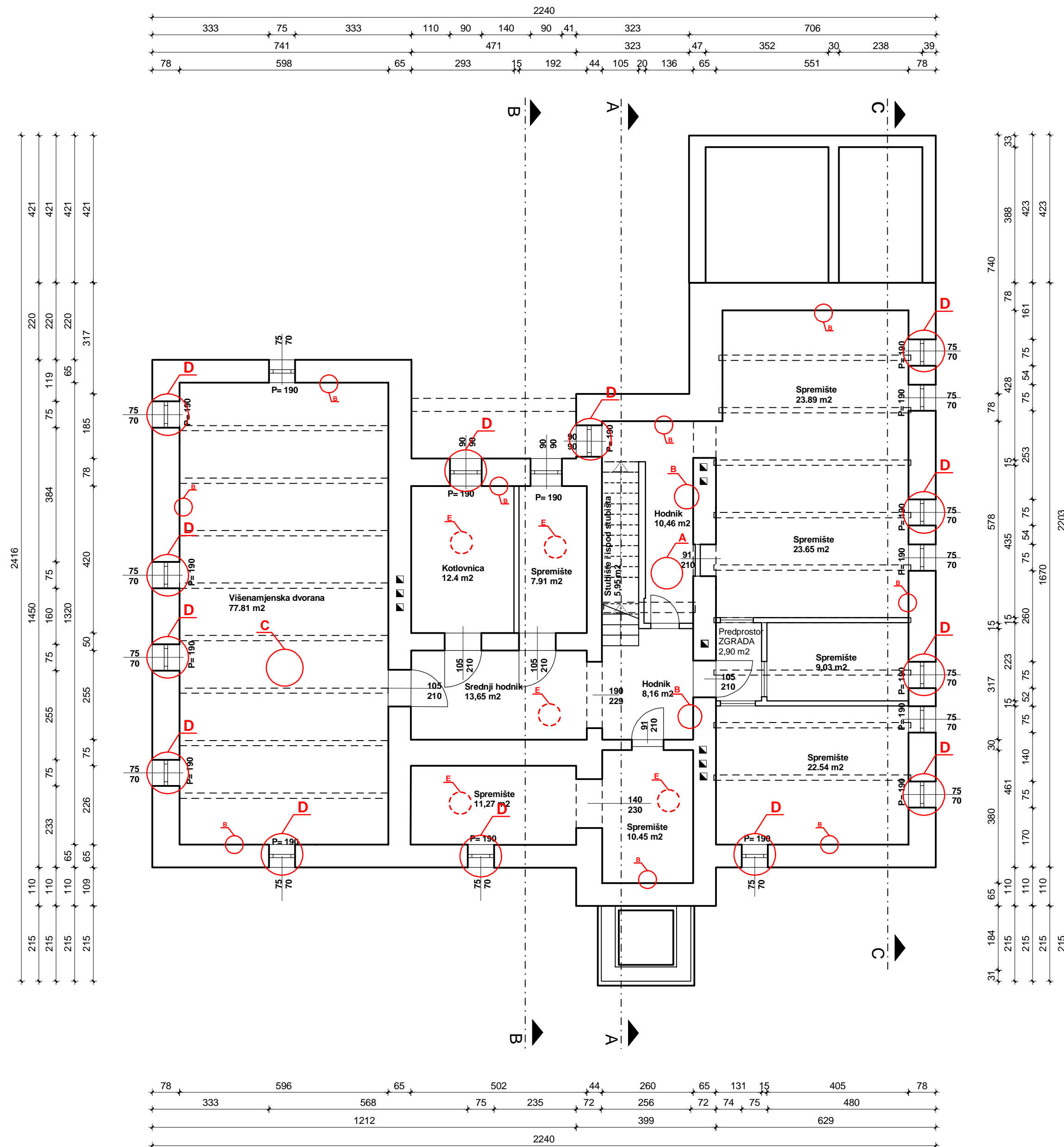
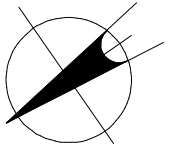
|   |    |
|---|----|
| kolegija Teh. dijagnoza na Diplomskom studiju graditeljstva, Sveučilište Sjever, Varaždin).....   | 31 |
| Slika 5.2 Shematski prikaz postupaka dijagnosticiranja vlage (Izvor: H. Malinar: Vlaga u povijesnim građevinama, Ministarstvo kulture – Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb, 2003).....  | 33 |
| Slika 5.3 Pogled na sjevero-zapadno pročelje predmetne zgrade.....  | 35 |
| Slika 5.4 Tlocrt prizemne etaže predmetne zgrade.....   | 36 |
| Slika 5.5 Učinci kapilarne vlage u podrumskim zidovima.....   | 37 |
| Slika 5.6 Drveni podovi u podrumu (parket u dvorani) su nabubrili i odvojili se od podloge.....   | 38 |
| Slika 5.7 Žbuka na zidovima je ispucala i odvaja se od podloge.....   | 39 |
| Slika 5.8 Pojava plijesni na zidovima i stropovima predmetne zgrade.....  | 40 |
| Slika 5.9 Oštećenja na ovojnici zgrade uslijed utjecaja vlage ostalih atmosferilija.....  | 41 |
| Slika 5.10 Drveni dotrajali prozori.....  | 42 |
| Slika 5.11 Dotrajala krovna konstrukcija.....   | 43 |
| Slika 5.12 Dotrajale instalacije.....   | 43 |
| Slika 5.13 SKGI metoda prekida kapilarne vlage ulijevanjem sredstva za prekid toka kapilarne vlage (Izvor: <a href="https://webgradnja.hr/clanci/sustavna-rjesenja-prekid-toka-kapilarne-vlage-kod-opecnih-zidova-obostrano/1159">https://webgradnja.hr/clanci/sustavna-rjesenja-prekid-toka-kapilarne-vlage-kod-opecnih-zidova-obostrano/1159</a> )..... | 44 |
| Slika 5.14 Otucavanje kompletne žbuke sa vanjskih zidova do pune visine.....  | 45 |
| Slika 5.15 Postupak sanacije hidroizolacije s prekidom kapilarne vlage SKGI-metodom (Izvor: <a href="https://stig.hr/s-k-g-i-metoda/">https://stig.hr/s-k-g-i-metoda/</a> ).....  | 47 |
| Slika 5.16 Otkopavanje oko zidova i izrada vertikalne hidroizolacije zidova sa dvokomponentnim elastičnim vodonepropusnim premazom, u tri sloja.....  | 48 |
| Slika 5.17 Drenaža s perforiranom cijevi (Izvor: H. Malinar: Vlaga u povijesnim građevinama, Ministarstvo kulture – Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb, 2003).....  | 49 |

## **POPIS TABLICA**

Tablica 3.1 Teoretske visine kapilarnog dizanja u ovisnosti o radijusu pora zgrade.....15

# **PRILOZI**

# Tlocrt PODRUMA postojeće stanje



## Oštećenja u strukturi i elementima zgrade



A. Vidljiva vlaga u podu



B. Kapilarna vlaga u zidovima



C. Drveni podovi u podrumu (parket u dvorani) su nabrekli i odvojili se od podloge



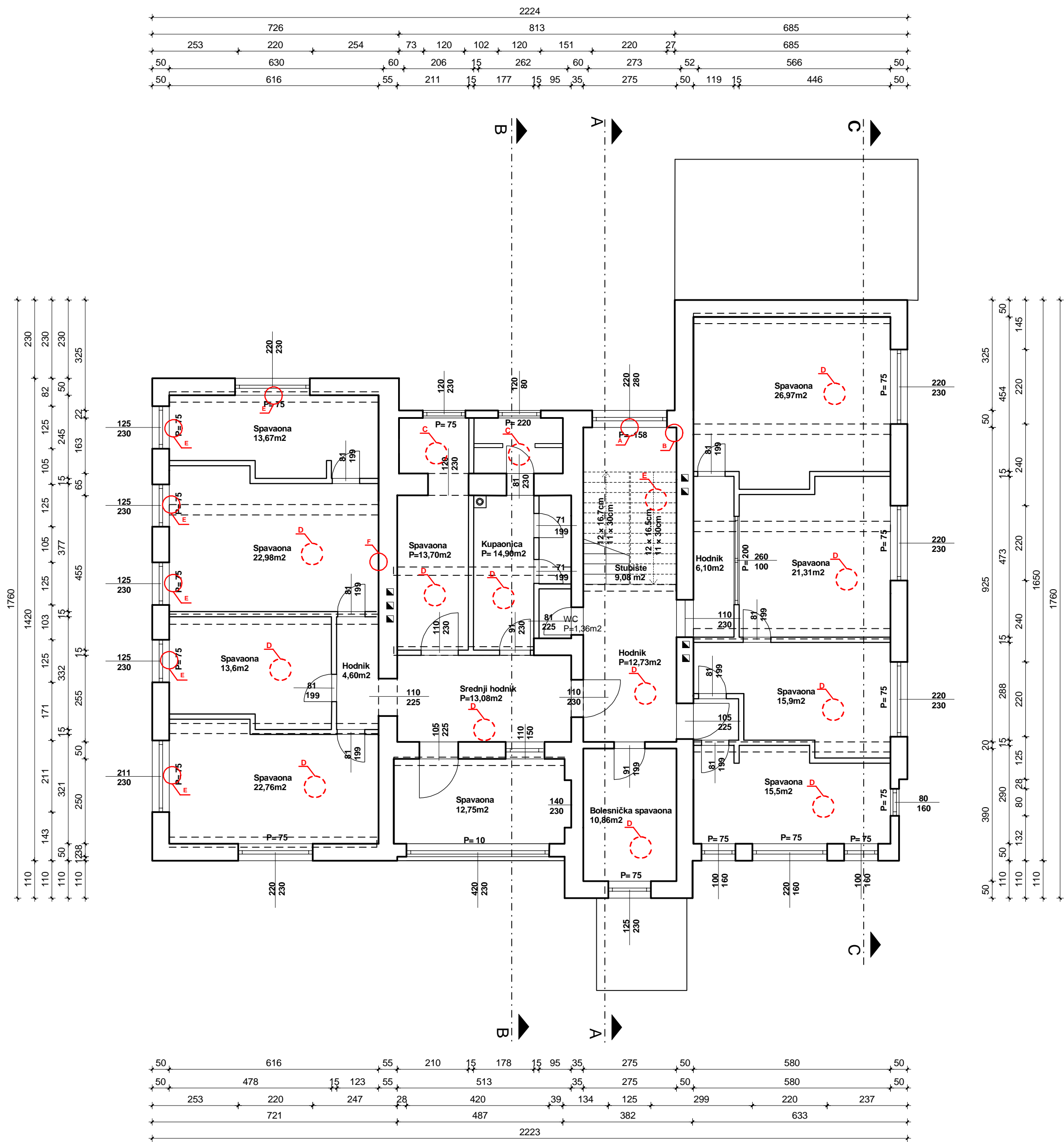
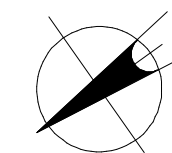
D. Sitne pukotine na nadvoju iznad prozora



E. Otpadanje žbuke sa stropova podruma

|   |                    |          |                               |           |
|---|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|
|   | SVEUČILIŠTE SJEVER |          |                               |           |
|   | KOLEGIJ:           |          | TEHNIČKA DIJAGNOZA            |           |
|   | VRSTA PROJEKTA:    |          | DIPLOMSKI RAD                 |           |
|   | MENTOR:            |          | doc. dr. sc. Matija Orešković |           |
|   | STUDENT:           |          | Mario Stojičić                |           |
| DATUM:  |                    | 09.2021. | MJERILO:                      | M 1:100   |
| SADRŽAJ: TLOCRT PODRUMA S OZNAČENIM OŠTEĆENJIMA |                    |          |                               | PRILOG: 1 |

# Tlocrt 2. KATA postojeće stanje



## Oštećenja u strukturi i elementima zgrade



A. Otpadanje žbuke s vanjskog zida iznad prozora



B. Pojava plijesni na zidu



C. Pojava plijesni na stropu



D. Otpadanje žbuke sa stropova



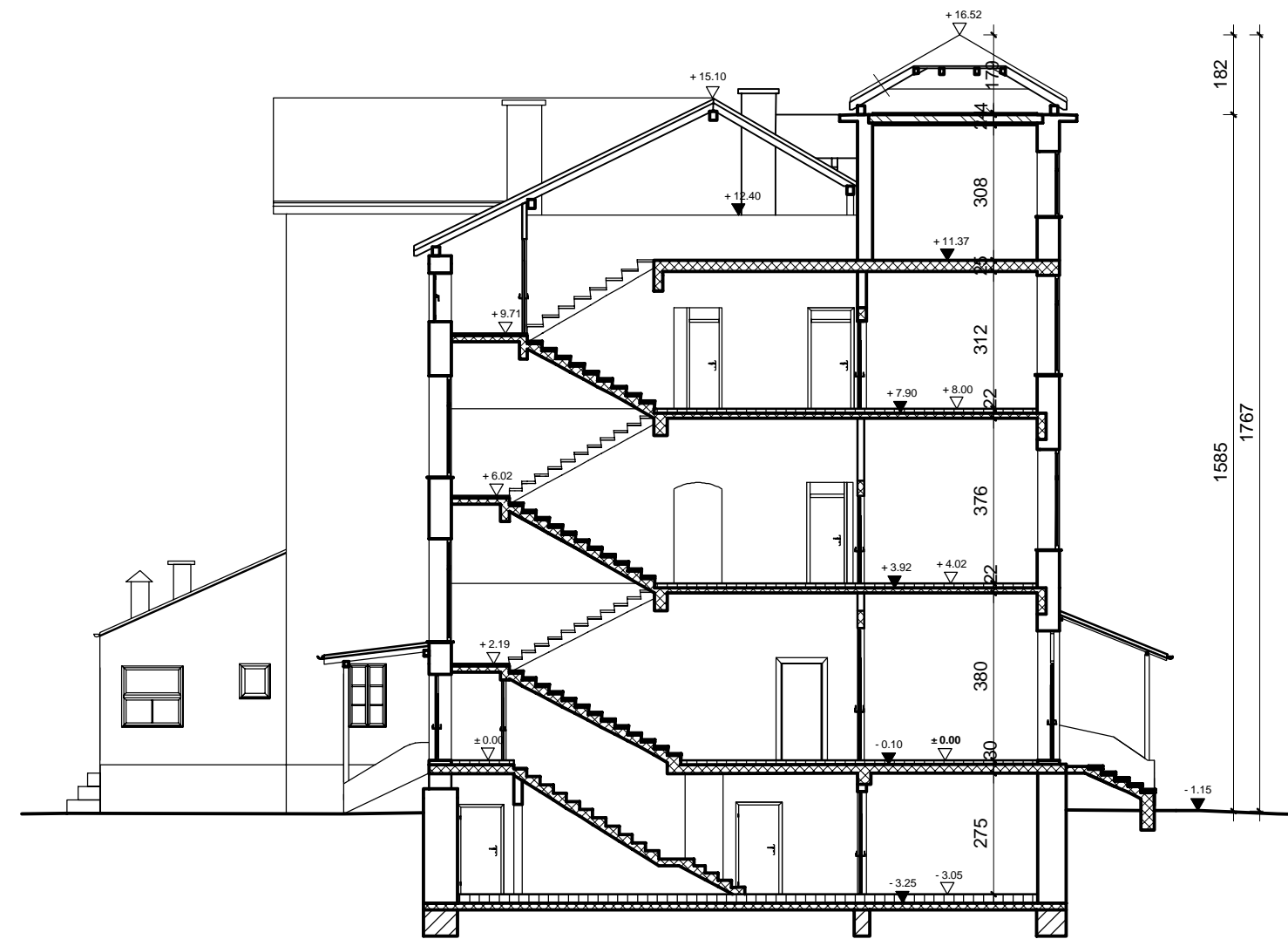
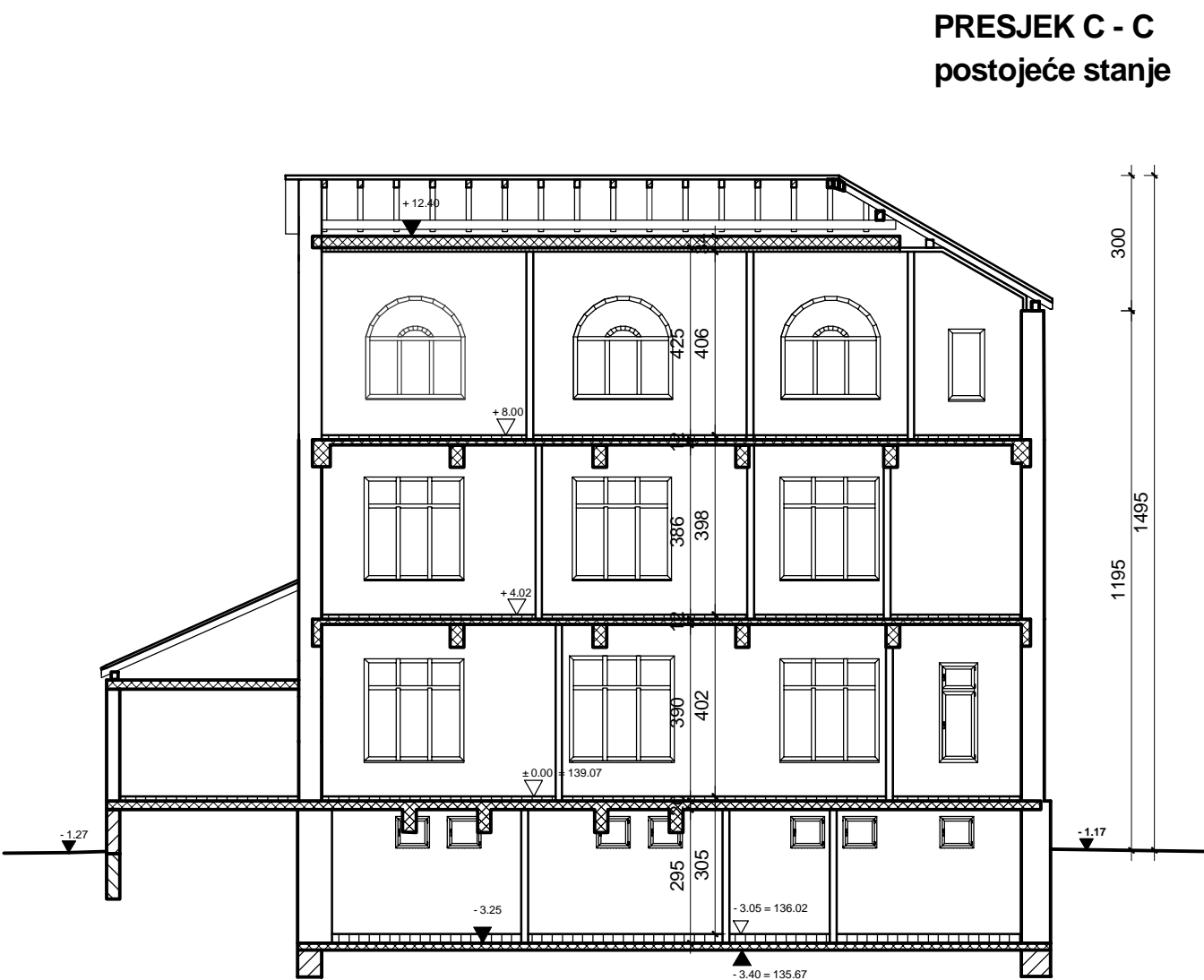
E. Otpadanje žbuke s vanjskog zida ispod prozora



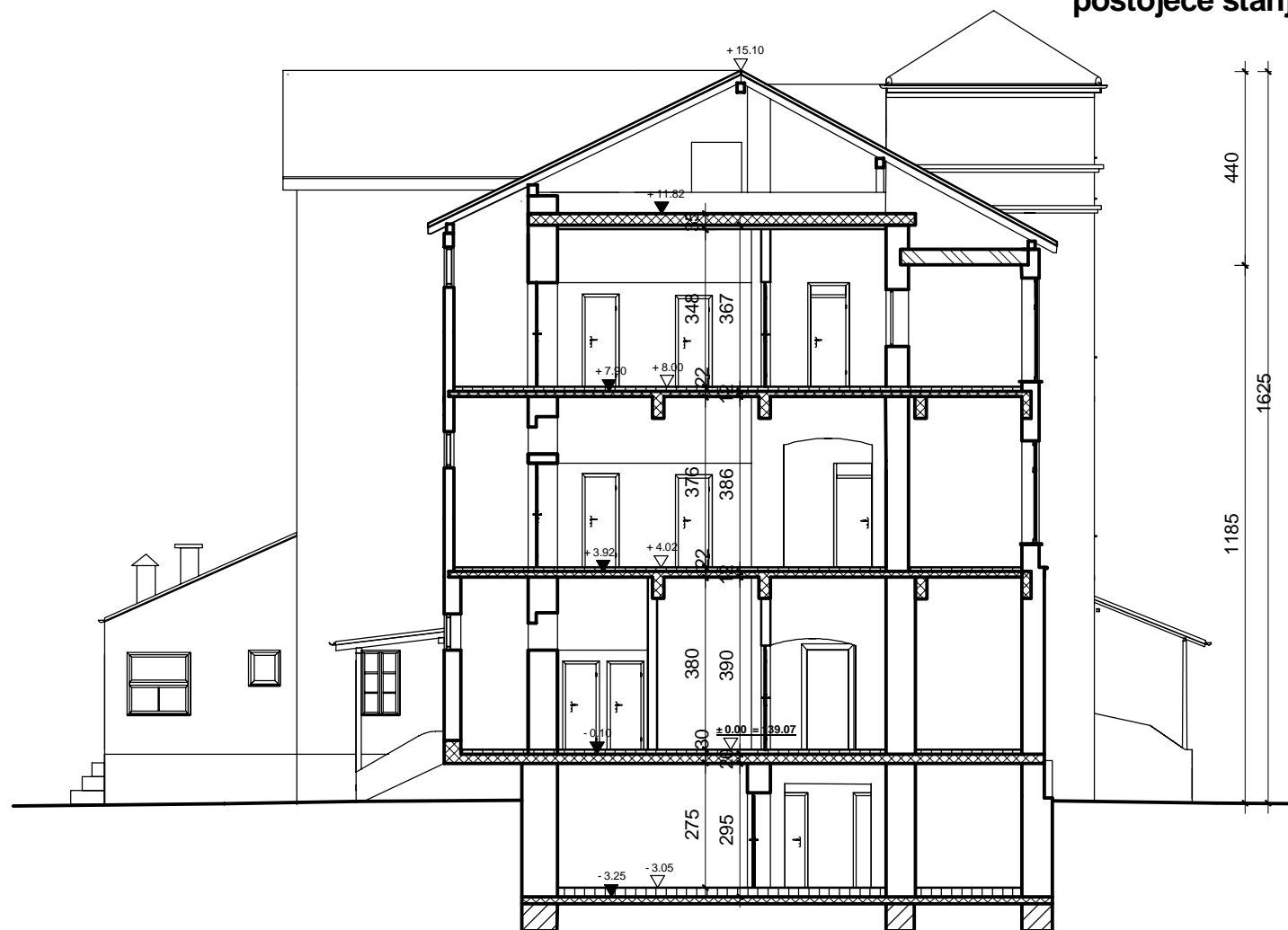
F. Pojava plijesni i otpadanje žbuke s unutarnjih zidova

|   |                    |                               |         |           |
|---|--------------------|-------------------------------|---------|-----------|
|   | SVEUČILIŠTE SJEVER |                               |         |           |
|   | KOLEGIJ:           | TEHNIČKA DIJAGNOZA            |         |           |
|   | VRSTA PROJEKTA:    | DIPLOMSKI RAD                 |         |           |
|   | MENTOR:            | doc. dr. sc. Matija Orešković |         |           |
|   | STUDENT:           | Mario Stojičić                |         |           |
| DATUM:  | 09.2021.           | MJERILO:                      | M 1:100 |           |
| SADRŽAJ: TLOCRT 2. KATA S OZNAČENIM OŠTEĆENJIMA |                    |                               |         | PRILOG: 2 |

**PRESJEK A - A**  
postojeće stanje



**PRESJEK B - B**  
postojeće stanje



**Krov**

- 1 - Biber crijep, dvostruki pokrov
- 2 - Letve
- 3 - Konstrukcija krovšta

**Strop 2. kata**

- 1 - Cementni estrih, d =5 cm
- 2 - Armirani beton, d=20 cm
- 3 - Vapneno-cementna žbuka, d=1 cm

**Pod 2. kata**

- 1 - Laminat, d=1cm
- 2 - Cementni estrih, d=3,5 cm
- 3 - Al folija
- 4 - Mineralna vuna - ploče, d=1,5 cm
- 5 - Armirani beton, d=12 cm
- 6 - Vapneno-cementna žbuka, d=1 cm

**Pod 1. kata**

- 1 - Laminat, d=1cm
- 2 - Cementni estrih, d=3,5 cm
- 3 - Al folija
- 4 - Mineralna vuna - ploče, d=1,5 cm
- 5 - Armirani beton, d=12 cm
- 6 - Vapneno-cementna žbuka, d=1 cm

**Vanjski zid**

- 1 - Vapneno-cementna žbuka, d=2(cm)
- 2 - Puna opeka od gline, d=50-80 cm
- 3 - Cementna žbuka, d=4 cm
- 4 - Mineralna žbuka, d=1 cm

**Pod prizemlja**

- 1 - Pločice u ljepilu, d=1cm
- 2 - Cementni estrih, d=3,5 cm
- 3 - Al folija
- 4 - Mineralna vuna - ploče, d=1,5 cm
- 5 - Armirani beton, d=16 cm
- 6 - Vapneno-cementna žbuka, d=1 cm

**Pod podruma**

- 1 - Pločice u ljepilu, d=1cm
- 2 - Cementni estrih, d=5 cm
- 3 - Armirani beton, d=15 cm
- 4 - Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac), d=30 cm

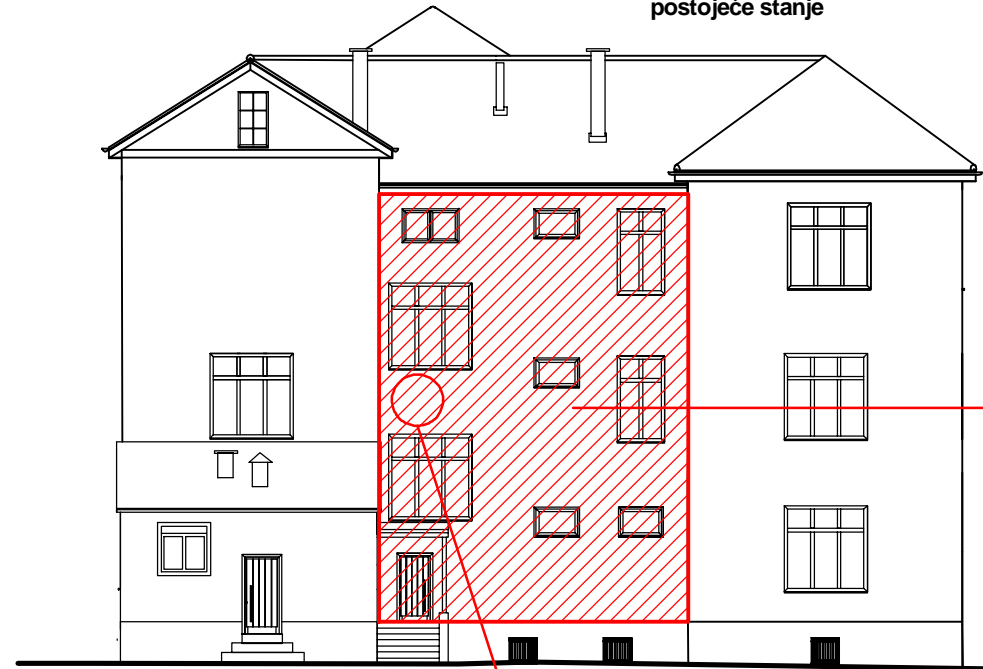
|                   |                    |                               |           |
|-------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|
|                   | SVEUČILIŠTE SJEVER |                               |           |
|                   | KOLEGIJ:           | TEHNIČKA DIJAGNOZA            |           |
|                   | VRSTA PROJEKTA:    | DIPLOMSKI RAD                 |           |
|                   | MENTOR:            | doc. dr. sc. Matija Orešković |           |
|                   | STUDENT:           | Mario Stojičić                |           |
| DATUM:            | 09.2021.           | MJERILO:                      | M 1:150   |
| SADRŽAJ: PRESJECI |                    |                               | PRILOG: 3 |



SJEVERO-ZAPADNO PROČELJE  
postojeće stanje



JUGO-ISTOČNO PROČELJE  
postojeće stanje

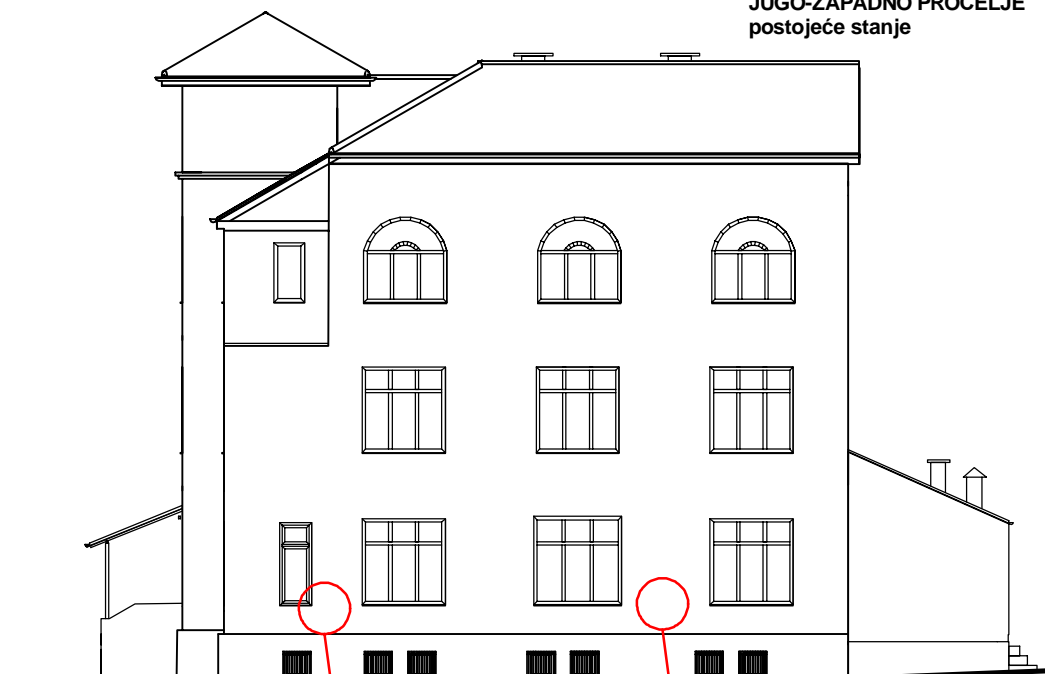


Razorno djelovanje vlage  
na vanjsku ovojnicu zgrade



Oštećenje fasade zbog  
prisutnosti vlage

JUGO-ZAPADNO PROČELJE  
postojeće stanje

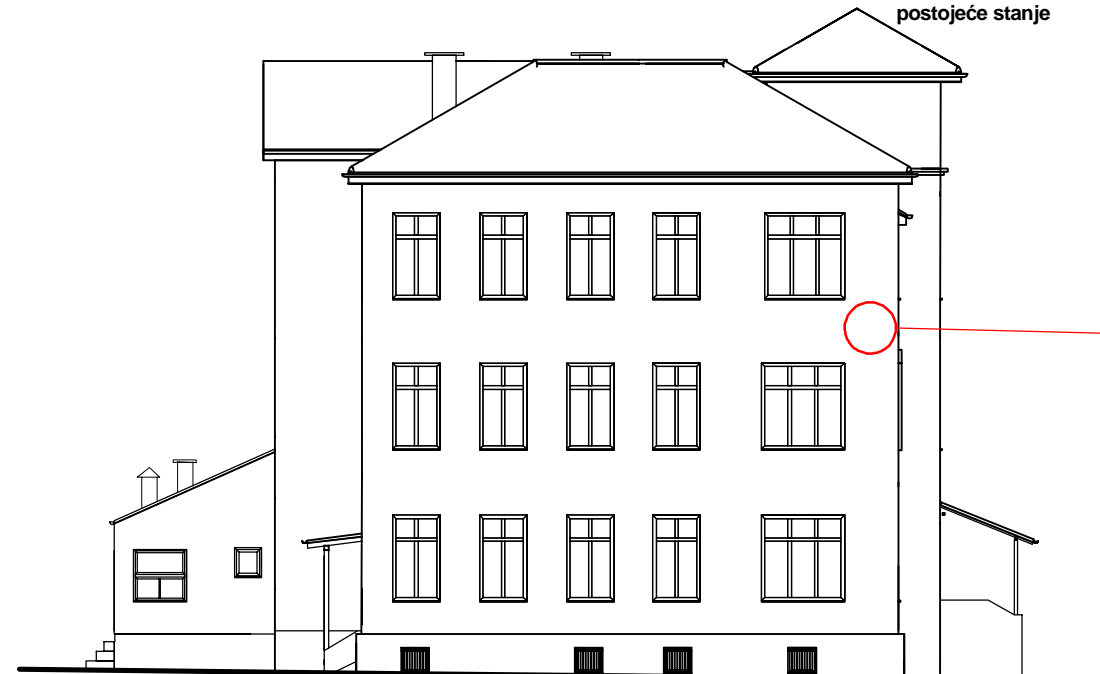


Oštećenje žbuke zbog  
prisutnosti kapilarne vlage



Prisutnost kapilarne vlage  
u vanjskom zidu prizemlja

SJEVERO-ISTOČNO PROČELJE  
postojeće stanje



SVEUČILIŠTE SJEVER

|                 |                               |          |         |
|-----------------|-------------------------------|----------|---------|
| KOLEGIJ:        | TEHNIČKA DIJAGNOZA            |          |         |
| VRSTA PROJEKTA: | DIPLOMSKI RAD                 |          |         |
| MENTOR:         | doc. dr. sc. Matija Orešković |          |         |
| STUDENT:        | Mario Stojičić                |          |         |
| DATUM:          | 09.2021.                      | MJERILO: | M 1:200 |

SADRŽAJ: PROČELJA S OZNAČENIM OŠTEĆENJIMA

PRILOG: 4

# TROŠKOVNIK SANACIJSKIH RADOVA NA PREDMETNOJ ZGRADI

| RB | OPIS | JED | KOLIČINA | CIJENA | IZNOS |
|----|------|-----|----------|--------|-------|
| 1  | 2    | 3   | 4        | 5      | 6     |

## GRAĐEVINSKI RADOVI

### I. UREĐENJE I ZAŠTITA GRADILIŠTA

|           |   |    |          |       |                  |
|-----------|---|----|----------|-------|------------------|
| 1.        | Dobava i montaža zaštitnih ograda oko gradilišta od materijala koji će onemogućiti ometanje okolnih čestica prašinom koja nastaje tokom uklanjanja. | m2 | 200,00   | 20,00 | 3.000,00         |
| 2.        | Doprema, montaža i demontaža fasadne radne skele oko objekta prema pravilima ZNR  | m2 | 1.200,00 | 40,00 | 36.000,00        |
| 3.        | Doprema PVC folije i zaštita krovišta za vrijeme izvođenja radova.  | m2 | 500,00   | 20,00 | 7.500,00         |
| <b>I.</b> | <b>UREĐENJE I ZAŠTITA GRADILIŠTA UKUPNO Kn</b>  |    |          |       | <b>46.500,00</b> |

### II. RADOVI DEMONTAŽA

|    |   |    |        |        |          |
|----|---|----|--------|--------|----------|
| 1. | Demontaža, prijenos i deponiranje postojeće krovne limarije sa krovišta |    |        |        |          |
|    | • krovna limarija   | m  | 135,00 | 20,00  | 2.700,00 |
|    | • limeni pokrov   | m2 | 15,00  | 60,00  | 900,00   |
| 2. | Demontaža, prijenos i deponiranje postojećeg utorenog crijepa           |    |        |        |          |
|    | • crijep  | m2 | 456,00 | 20,00  | 9.120,00 |
|    | • prijenos i deponij građevinskog otpada                                | m3 | 18,00  | 80,00  | 1.440,00 |
| 3. | Demontaža, prijenos i deponiranje postojećih krovnih letvi              |    |        |        |          |
|    | • letve   | m2 | 456,00 | 10,00  | 4.560,00 |
|    | • prijenos i deponij građevinskog otpada                                | m3 | 6,00   | 80,00  | 480,00   |
| 4. | Demontaža, prijenos i deponiranje DOTRAJALE drvene građe krovišta       |    |        |        |          |
|    | • drvena građa  | m3 | 3,00   | 350,00 | 1.050,00 |
|    | • Prijenos i deponij građevinskog otpada                                | m3 | 3,50   | 80,00  | 280,00   |

|            |  |    |       |        |                  |
|------------|--|----|-------|--------|------------------|
| 5.         | Čišćenje postojećeg smeća i ptičjeg izmeta sa tavana krovšta, utovar i odvoz na mjesni deponij | m3 | 20,00 | 450,00 | 9.000,00         |
| 6.         | DEMONTAŽA DAŠČANIH PODOVA I PODKONSTRUKCIJE S ČIŠĆENJEM PODLOGE I DEPONIRANJEM DO 50 m.        |    |       |        |                  |
|            | • Podrum - demontaža daščanih podova   | m2 | 78,00 | 15,00  | 1.170,00         |
|            | • Prijenos i deponij građevinskog otpada do 50m  | m3 | 10,00 | 80,00  | 800,00           |
| <b>II.</b> | <b>RADOVI DEMONTAŽA UKUPNO Kn</b>  |    |       |        | <b>31.500,00</b> |

|             |  |    |        |        |                  |
|-------------|--|----|--------|--------|------------------|
| <b>III.</b> | <b>RADOVI UKLANJANJA I RUŠENJA</b>   |    |        |        |                  |
| 1.          | UKLANJANJE MASIVNIH ARM.BET. STUBIŠTA PODRUMA S PRIJENOSOM, ODVOZOM I DEPONIRANJEM na gradilištu   |    |        |        |                  |
|             | • Podrum - uklanjanje arm.bet.stubišta podruma   | m3 | 2,00   | 550,00 | 1.100,00         |
|             | • Prijenos i deponiranje građevinskog otpada   | m3 | 2,00   | 80,00  | 160,00           |
| 2.          | PROBIJANJE OTVORA U ZIDOVIMA OD PUNE OPEKE, P<3m2 S PRIJENOSOM I DEPONIRANJEM OPEKE na gradilištu  |    |        |        |                  |
|             | • Podrum - probijanje otvora u zidovima s zaštitnim podupiranjem   | m3 | 8,00   | 550,00 | 4.400,00         |
|             | • Prijenos i deponiranje građevinskog otpada   | m3 | 10,00  | 80,00  | 800,00           |
| 3.          | UKLANJANJE ZIDOVA OD PUNE OPEKE, S PRIJENOSOM I DEPONIRANJEM OPEKE na gradilištu   |    |        |        |                  |
|             | • Podrum - uklanjanje zidova s zaštitnim podupiranjem  | m3 | 6,00   | 550,00 | 3.300,00         |
|             | • Prijenos i deponiranje građevinskog otpada   | m3 | 7,00   | 80,00  | 560,00           |
| 4.          | Uklanjanje podnih cementnih glazura do podne betonske ploče i deponiranje šute na gradilištu.  | m2 | 253,00 | 35,00  | 8.855,00         |
| 5.          | Uklanjanje podnih dotrajalih betonskih ploča do tampona i deponiranje šute na gradilištu. Dio podova za rušenje na licu mjesta odrediti će nadzorni inž. | m2 | 50,00  | 50,00  | 2.500,00         |
| 6.          | ZAVRŠNO ČIŠĆENJE OD SVEGA OTPADA NASTALO UKLANJANJEM S PRIJENOSOM I ODVOZOM na javni deponij do 20 km  | m3 | 40,00  | 80,00  | 3.200,00         |
| <b>III.</b> | <b>RADOVI UKLANJANJA i RUŠENJA ukupno kn</b>   |    |        |        | <b>24.875,00</b> |

| <b>IV.</b> | <b>RADOVI IZVEDBE DRENAŽE OKO PODRUMA</b>  |    |        |        |                   |
|------------|--|----|--------|--------|-------------------|
| 1.         | Rušenje i demontaža postojećih podnih betonskih ploča i asfaltnog kolnika oko objekta u širini do 1,0 m prije iskopa |    |        |        |                   |
|            | • skidanje i deponiranje na gradilištu   | m2 | 90,00  | 45,00  | 4.050,00          |
|            | • utovar i odvoz na gradski deponij do 20 km   | m3 | 30,00  | 35,00  | 1.050,00          |
| 2.         | Široki strojni iskop zemlje oko podruma zgrade za izvedbu drenaže i izolacije  |    |        |        |                   |
|            | • široki iskop   | m3 | 380,00 | 35,00  | 13.300,00         |
|            | • deponiranje iskopanog materijala na gradilištu   | m3 | 490,00 | 20,00  | 9.800,00          |
|            | • utovar i odvoz materijala na deponij do 20 km  | m3 | 210,00 | 35,00  | 7.350,00          |
|            | • zatrpavanje podruma materijalom od iskopa u slojevima od 30 cm uz strojno zbijanje                                 | m3 | 280,00 | 60,00  | 16.800,00         |
| 3.         | Planiranje dna iskopane jame oko podruma u padu prema upojnom bunaru.  | m2 | 95,00  | 10,00  | 950,00            |
| 4.         | Dobava materijala te izvedba sloja krupnog šljunka batude 16-32 uz vanjske zidove podruma za drenažni sloj           |    |        |        |                   |
|            | • geotekstil, min 200 g/m2 za filterski sloj između krupnog šljunka i okolnog tla                                    | m2 | 380,00 | 25,00  | 9.500,00          |
|            | • nasipavanje krupnog šljunka za drenažni sloj visine 50-100 cm  | m3 | 150,00 | 160,00 | 24.000,00         |
| 5.         | Doprema materijala i izvedba betonske podloge u padu ispod drenažne cijevi deb.10-15 cm betonom C16/20.              |    |        |        |                   |
|            | • beton C16/20   | m3 | 10,00  | 650,00 | 6.500,00          |
|            | • oplata   | m2 | 10,00  | 70,00  | 700,00            |
| 6.         | Doprema materijala i polaganje pvc drenažne perforirane cijevi promjera fi 160 na betonsku podlogu u padu            | m` | 100,00 | 80,00  | 8.000,00          |
| <b>IV.</b> | <b>RADOVI IZVEDBE DRENAŽE OKO PODRUMA UKUPNO Kn</b>  |    |        |        | <b>102.000,00</b> |

| V. | HIDROIZOLACIJSKI RADOVI UNUTAR PODRUMA  |     |        |          |            |
|----|---|-----|--------|----------|------------|
| 1. | <b>RADOVI SANACIJE UNUTARNJIH PLOHA ZIDOVA PODRUMA OD VLAGE</b>   |     |        |          |            |
| •  | uklanjanje cjelokupne unutarnje žbuke sa nosivih zidova i deponiranje na gradilištu   | m2  | 260,00 | 24,00    | 6.240,00   |
| •  | uklanjanje cjelokupne žbuke na pregradnim zidovima i deponiranje na gradilištu  | m2  | 320,00 | 24,00    | 7.680,00   |
| •  | utovar i odvoz šute na mjesni deponij do 12 km  | m3  | 60,00  | 80,00    | 4.800,00   |
| •  | čišćenje reški između opeke dubine do 2 cm  | m2  | 590,00 | 20,00    | 11.800,00  |
| •  | ispiranje sa vodom i čišćenje zidnih površina   | m2  | 590,00 | 16,00    | 9.440,00   |
| •  | prošlicavanje spoja betonske ploče i zida. Izrada utora za obradu holkera i deponiranje materijala na deponiju gradilišta   | m`  | 190,00 | 20,00    | 3.800,00   |
| •  | izrada holkera sa cementnim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost  | m`  | 190,00 | 45,00    | 8.550,00   |
| •  | fugiranje reški zidova od obične opeke sa cementnim mortom do visine 50 cm  | m2  | 94,00  | 80,00    | 7.520,00   |
| •  | površinu unutarnjih zidova izravnati sa cementnim mortom sa dodatkom staklenih vlakana i sintetičkog lateksa zbog bolje prionjivosti na stare podloge.  | m2  | 94,00  | 80,00    | 7.520,00   |
| •  | izvedba injekcijskih bušotina za sanaciju zidane građe zida. Rupe izbušiti simetrično, ako je moguće u kvadratnom rasteru na razmaku od 50-100 cm. Za strukture debljine manje od 60 cm, mješavina se injektira samo na jednoj strani, a kod struktura debljih od 60 cm mješavina se injektira u obje strane. Izbušite rupe promjera 3-4 cm na horizontalu, ili pod kutom 30°- 40° u koje ugradite plastične štrcaljke promjera 10-15 mm kroz koje se će injektirati mješavina ekspanzirajućeg visokofluidnog cementnog veziva za injektirajuće kaše, mortove, estrihe i betone, pod pritiskom (max 2 atm). Obračun po broju izvedenih bušotina.  | kom | 720,00 | 120,00   | 86.400,00  |
| •  | Prije injektiranja pripremljene silikonske emulzije, unutrašnjost strukture koja se učvršćuje mora se potpuno zasiti vodom. Dan prije izvođenja radova dobro natopiti vodom unutrašnjost te strukture, kroz iste rupe kroz koje će se kasnije injektirati mješavina. U međuvremenu će sav višak vode unutrašnjosti ispariti. Sva mjesta gdje bi mješavina mogla curiti, prethodno se trebaju zatvoriti brzovezujućim cementom, a nakon injektiranja ga treba odstraniti. Provedba injektiranja pripremljenom emulzijom za injektiranje na osnovi koncentrirane silikonske mikro-emulzije za stvaranje kemijske barijere protiv dizanja vlage u zidovima. Injektiranje se izvodi pažljivo u fazama. Predviđa se utrošak pripremljene silikonske mikroemulzije (razrijeđene s vodom) od cca 8,0 - 9,0 kg/m zida širine 40 cm ili 0,4 -0,6 kg/m neto | lit | 100,00 | 1.200,00 | 120.000,00 |

|  |   |    |       |        |           |
|--|---|----|-------|--------|-----------|
|  | mikroemulzije za istu širinu zida. Obračun prema količini stvarno ugrađene smjese.  |    |       |        |           |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Izrada vertikalne hidroizolacije do visine 50 cm sa polimer-cementnim hidroizolirajućim mortom pomoću četke ili valjka, minimalne debljine 2mm. Ovakav mort je potpuno vodonepropustan od pozitivnog tlaka, i vodonepropustan na negativni tlak do 1,5 bara (15 m vodenog stupca). Premaz se nanosi u 2 sloja. Prije nanošenja morta, u svrhu bolje prionjivosti s podlogom nužno je nanijeti akrilni temeljni premaz u vodenoj disperziji.</li> </ul> | m2 | 94,00 | 145,00 | 13.630,00 |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nakon sušenja i vezanja morta na zidovima se nanosi sustav isušujuće žbuke (temeljni sloj isušujuće žbuke kao temeljni špric, isušujuća žbuka kao gruba žbuka u minimalnoj debljini od 2 cm i na kraju fina žbuka kao završni sloj). Isušujuća žbuka nanosi se na svimpovršinama unutarnjih zidova</li> </ul>  | m2 | 94,00 | 290,00 | 27.260,00 |

|           |   |    |        |        |           |
|-----------|---|----|--------|--------|-----------|
| <b>2.</b> | <b>RADOVI SANACIJE UNUTARNJIH PODNIH POVRŠINA PODRUMA</b>   |    |        |        |           |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>uklanjanje postojeće podne hidroizolacije izrađene od bitumenske ljepenke. Odstraniti sve slojeve na površini koja se odvojila od betonske podloge i deponiranje na gradilištu</li> </ul>                                      | m2 | 253,00 | 25,00  | 6.325,00  |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>izrada horizontalne hidroizolacije betonskih podova podruma sa hidroizolacijom kao dvokomponentni elastični cementni mort za hidroizolaciju betonskih površina izloženih pozitivnom i negativnom hidrauličkom tlaku</li> </ul> | m2 | 253,00 | 120,00 | 30.360,00 |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>polaganje podnog stirodura XPS deb.5 cm sa PE folijom na pod podruma</li> </ul>  | m2 | 253,00 | 85,00  | 21.505,00 |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>izrada podne cementne glazure debljine 5 cm armirane sa PP vlaknima</li> </ul>   | m2 | 253,00 | 95,00  | 24.035,00 |

|           |   |  |  |  |                   |
|-----------|---|--|--|--|-------------------|
| <b>V.</b> | <b>HIDROIZOLACIJSKI RADOVI UNUTAR PODRUMA UKUPNO Kn</b> |  |  |  | <b>396.865,00</b> |
|-----------|---|--|--|--|-------------------|

|            |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|
| <b>VI.</b> | <b>HIDROIZOLACIJSKI RADOVI VANJSKIH ZIDOVA</b> |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|

|    |   |    |        |        |           |
|----|---|----|--------|--------|-----------|
| 1. | <b>RADOVI SANACIJE VANJSKIH PLOHA ZIDOVA PODRUMA OD VLAGE</b>   |    |        |        |           |
|    | • Uklanjanje bitumenske ljepenke sa vanjskih površina zidova i deponiranje na deponiju gradilišta   | m2 | 260,00 | 25,00  | 6.500,00  |
|    | • čišćenje reški između opeka na vanjskim podrumskim zidovima i pranje sa vodom pod pritiskom   | m2 | 260,00 | 35,00  | 9.100,00  |
|    | • površinu izravnati sa cementnim mortom sa dodatkom staklenih vlakana i sintetičkog lateksa zbog bolje prionjivosti na stare podloge.  | m2 | 260,00 | 80,00  | 20.800,00 |
|    | • na proširenju temeljne stope izraditi holker tj. zaobljenje sa cementnim mortom uz dodatak za vodonepropusnost  | m` | 90,00  | 45,00  | 4.050,00  |
|    | • Dobava i ugradnja polimer-cementnog hidroizolirajućeg morta pomoću četke ili valjka, minimalne debljine 2mm. Ovakav mort je potpuno vodonepropustan odpozitivnog tlaka, i vodonepropustan na negativni tlak do 1,5 bara (15 m vodenog stupca). Premaz se nanosi u 2 sloja. Prije nanošenja morta, u svrhu bolje prionjivosti s podlogom nužno je nanijeti akrilni temeljni premaz | m2 | 260,00 | 145,00 | 37.700,00 |
|    | • oblaganje vanjskih zidova podruma sa TOPLINSKOM IZOLACIJOM stirodur XPS d=10 cm   | m2 | 260,00 | 128,00 | 33.280,00 |
|    | • Izrada zaštite vertikalne hidroizolacije vanjskih površina zidova sa ČEPASTOM FOLIJOM d=0,6 cm + završne letvice i pričvrzni pribor.  | m2 | 260,00 | 28,00  | 7.280,00  |

|            |  |  |  |  |                   |
|------------|--|--|--|--|-------------------|
| <b>VI.</b> | <b>HIDROIZOLACIJSKI RADOVI VANJSKIH ZIDOVA PODRUMA UKUPNO Kn</b> |  |  |  | <b>118.710,00</b> |
|------------|--|--|--|--|-------------------|

|             |                        |  |  |  |
|-------------|------------------------|--|--|--|
| <b>VII.</b> | <b>TESARSKI RADOVI</b> |  |  |  |
|-------------|------------------------|--|--|--|

|    |  |    |      |          |           |
|----|--|----|------|----------|-----------|
| 1. | Dobava i zamjena oštećene i dotrajale postojeće krovne konstrukcije rogova i greda sa novom drvenom građom jela/smreka II kl. Predviđena nova građa cca 3 m3 | m3 | 3,00 | 4.500,00 | 13.500,00 |
|----|--|----|------|----------|-----------|

|    |   |    |      |          |           |
|----|---|----|------|----------|-----------|
| 2. | Dobava i poravnavanje ravnine postojećih drvenih rogova sa jelovom fosnom deb. 5 cm pribijanjem čavlima sa bočne strane rogova. | m3 | 6,00 | 2.600,00 | 15.600,00 |
|----|---|----|------|----------|-----------|

|    |   |    |        |       |           |
|----|---|----|--------|-------|-----------|
| 3. | Dobava i izvedba drvene oplata i paropropusne vodonepropusne krovne folije na postojeću drvenu krovnu konstrukciju. |    |        |       |           |
|    | • jelova daščana oplata d=2,4 cm  | m2 | 456,00 | 58,00 | 26.448,00 |

|  |  |    |        |       |           |
|--|--|----|--------|-------|-----------|
|  | • paropropusna vodonepropusna folija na oplatu | m2 | 456,00 | 25,00 | 11.400,00 |
|--|--|----|--------|-------|-----------|

|    |   |    |        |       |           |
|----|---|----|--------|-------|-----------|
| 4. | Dobava i izvedba potkonstrukcije sa letvama na razmaku prema specifikaciji proizvođača pokrova za ventiliranje krovišta |    |        |       |           |
|    | • kontraletve dim. 5x5 cm iznad rogova  | m2 | 456,00 | 24,00 | 10.944,00 |
|    | • letve dim. 4x5 cm na razmaku 15-16 cm   | m2 | 456,00 | 68,00 | 31.008,00 |

|    |   |     |        |        |          |
|----|---|-----|--------|--------|----------|
| 5. | Dobava materijala i ugradnja novih metalnih spojnih sredstava na konstruktivne spojeve drvene krovne konstrukcije |     |        |        |          |
|    | • - čelični vijci   | kom | 200,00 | 20,00  | 4.000,00 |
|    | • - metalne klanfe 40 cm  | kom | 20,00  | 30,00  | 600,00   |
|    | • - jelova građa škare/fosna dim. 5x20x100 cm   | kom | 40,00  | 100,00 | 4.000,00 |

|    |  |    |        |       |          |
|----|--|----|--------|-------|----------|
| 6. | Otprašivanje i premazivanje postojeće i nove krovne konstrukcije sredstvom za zaštitu od nametnika (fungicidna i insekticidna zaštita)<br>Obračun po m2 kosog krovišta | m2 | 456,00 | 20,00 | 9.120,00 |
|----|--|----|--------|-------|----------|

|    |   |    |       |       |          |
|----|---|----|-------|-------|----------|
| 7. | Doprema materijala i montaža PVC trake zračnik visine 12 cm na strehi krovišta. | m` | 98,00 | 25,00 | 2.450,00 |
|----|---|----|-------|-------|----------|

|             |                                  |  |  |  |                   |
|-------------|----------------------------------|--|--|--|-------------------|
| <b>VII.</b> | <b>TESARSKI RADOVI UKUPNO Kn</b> |  |  |  | <b>129.070,00</b> |
|-------------|----------------------------------|--|--|--|-------------------|

|              |                               |  |  |  |  |
|--------------|-------------------------------|--|--|--|--|
| <b>VIII.</b> | <b>KROVOPOKRIVAČKI RADOVI</b> |  |  |  |  |
|--------------|-------------------------------|--|--|--|--|

|    |  |    |        |        |           |
|----|--|----|--------|--------|-----------|
| 1. | Dobava materijala i zamjena cjelokupnog pokrova krovišta sa novim biber crijepom |    |        |        |           |
|    | • biber crijep - dvostruko pokrivanje  | m2 | 456,00 | 160,00 | 72.960,00 |

|    |   |   |       |        |           |
|----|---|---|-------|--------|-----------|
| 2. | Dobava materijala i suha montaža crijepa sljemenjaka na pvc alu traku sa metalnim kopčama | m | 98,00 | 240,00 | 23.520,00 |
|----|---|---|-------|--------|-----------|

|    |  |     |       |       |          |
|----|--|-----|-------|-------|----------|
| 3. | Dobava i montaža tipskog crijepa zračnika za ventiliranje zračnog prostora ispod pokrova | kom | 90,00 | 45,00 | 4.050,00 |
|----|--|-----|-------|-------|----------|

|              |   |  |  |  |                   |
|--------------|---|--|--|--|-------------------|
| <b>VIII.</b> | <b>KROVOPOKRIVAČKI RADOVI UKUPNO Kn</b> |  |  |  | <b>100.530,00</b> |
|--------------|---|--|--|--|-------------------|



| <b>IX. LIMARSKI RADOVI</b> |  |     |        |        |                  |
|----------------------------|--|-----|--------|--------|------------------|
| 1.                         | IZVEDBA HOR. ŽLJEBOVA SA SVIM FAZONSKIM ELEMENTIMA, KUKAMA NA KONSTRUKCIJU GRAĐEVINE.  |     |        |        |                  |
|                            | • glavni krovovi zgrade - žljebovi iz pocinčanog plast. lima d=0,55 mm, raz.širine 33 cm sa montažom ledenog podlima 15 cm   | m`  | 80,00  | 120,00 | 9.600,00         |
| 2.                         | IZVEDBA VERTIK. ODVODNIH CIJEVI SA SVIM FAZONSKIM ELEM. OBUJMICAMA ZA KONSTRUKCIJU GRAĐEVINE.<br>VERTIKALE iz poc.plastific lima fi 120                                | m`  | 70,00  | 95,00  | 6.650,00         |
| 3.                         | IZVEDBA OPŠAVA DIMJAKA, SA UKLJUČIVO PRIČVRSNIM PRIBOROM ZA KONSTRUKCIJU.  |     |        |        |                  |
|                            | • OPŠAV iz pocinčanog plast. lima d=0,55 mm, razvijene širine 50 cm  | m`  | 10,00  | 110,00 | 1.100,00         |
| 4.                         | Izvedba opšava na svim uvalama krovišta na konstrukciju građevine.   |     |        |        |                  |
|                            | • opšav iz pocinčanog plastificiranog lima d=0,55 mm, razvijene širine 50 cm   | m`  | 32,00  | 80,00  | 2.560,00         |
| 5.                         | Izvedba opšavno-okapnih limova na svim spojevima krovišta s višim zidovim.   |     |        |        |                  |
|                            | • bočni zidovi tornja na krovu: 2-djelni opšav iz čeličnog-plastific. lima d=0,55 mm, razvijene širine 80cm  | m`  | 11,00  | 120,00 | 1.320,00         |
|                            | • zadnji zid tornja na krovu, nadstrešnice uz više zidove, pr. za instalacije: 2-djelni opšav iz čeličnog-plastific. lima d=0,55 mm, razvijene širine 100 cm           | m`  | 9,00   | 140,00 | 1.260,00         |
| 6.                         | Izvedba snjegobran na svim krovnim ploham s fiksiranjem na konstrukciju građevine.<br>snjegobran u boji crijepa za biber crijep  | kom | 400,00 | 7,00   | 2.800,00         |
| 7.                         | IZVEDBA NOVOG LIMENOG KROVA TORNJA, S UKLJUČENIM SVIM POTREBNIM PRIBOROM.  |     |        |        |                  |
|                            | • Krov tornja je izveden od ravnog limenog pokriva, spajan limarskim spojevima<br>Prema postojećim detaljima izvesti novo pokrivanje tornja sa pocinčanim plast. limom | m2  | 28,00  | 280,00 | 7.840,00         |
| <b>IX.</b>                 | <b>LIMARSKI RADOVI UKUPNO Kn</b>   |     |        |        | <b>33.130,00</b> |

## Rekapitulacija

| Rekapitulacija |   |                     |
|----------------|---|---------------------|
|                | <b>GRAĐEVINSKI RADOVI</b>                       |                     |
| I.             | UREĐENJE I ZAŠTITA GRADILIŠTA                   | <b>46.500,00</b>    |
| II.            | RADOVI DEMONTAŽA                                | <b>31.500,00</b>    |
| III.           | RADOVI UKLANJANJA I RUŠENJA                     | <b>24.875,00</b>    |
| IV.            | RADOVI IZVEDBE DRENAŽE OKO PODRUMA              | <b>102.000,00</b>   |
| V.             | HIDROIZOLACIJSKI RADOVI UNUTAR PODRUMA          | <b>396.865,00</b>   |
| VI.            | HIDROIZOLACIJSKI RADOVI VANJSKIH ZIDOVA PODRUMA | <b>118.710,00</b>   |
| VII.           | TESARSKI RADOVI                                 | <b>129.070,00</b>   |
| VIII.          | KROVOPOKRIVAČKI RADOVI                          | <b>100.530,00</b>   |
| IX.            | LIMARSKI RADOVI                                 | <b>33.130,00</b>    |
|                | <b>GRAĐEVINSKI RADOVI Kn</b>                    | <b>983.180,00</b>   |
|                | <b>UKUPNO Kn</b>                                | <b>983.180,00</b>   |
|                | <b>PDV 25%</b>                                  | <b>245.795,00</b>   |
|                | <b>Ukupna vrijednost s PDV-om Kn</b>            | <b>1.228.975,00</b> |