

# Rekonstrukcija i revitalizacija obiteljske kuće u Pušćinama

---

Zver, Lara

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:679323>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-15**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br. 55/GRD/2022

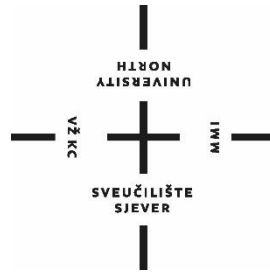
**REKONSTRUKCIJA I REVITALIZACIJA  
OBITELJSKE KUĆE U PUŠĆINAMA**

Lara Zver

Varaždin, rujan 2022.



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Studij Graditeljstvo**



DIPLOMSKI RAD br. 55/GRD/2022

**REKONSTRUKCIJA I REVITALIZACIJA**  
**OBITELJSKE KUĆE U PUŠĆINAMA**

Student:  
Lara Zver, 0336021611

Mentor:  
doc. dr. sc. Matija Orešković

Varaždin, rujan 2022.



# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo		
PRISTUPNIK	Lara Zver	MATIČNI BROJ	2168/336D
DATUM	15.04.2022.	KOLEGU	Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina
NASLOV RADA	Rekonstrukcija i revitalizacija obiteljske kuće u Pušćinama.		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Reconstruction and revitalisation of a family house in Pušćine.		
-----------------------------	---	--	--

MENTOR	Matija OREŠKOVIĆ	ZVANJE	Docent
--------	------------------	--------	--------

ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr.sc. Božo SOLDO		
	2. doc.dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ		
	3. doc.dr.sc. Aleksej ANISKIN		
	4. doc.dr.sc. Danko MARKOVINOVIĆ		
	5.		

## Zadatak diplomskog rada

BROJ	55/GRD/2022
------	-------------

OPIS

U diplomskom radu je potrebno izraditi projekt obnove i rekonstrukcije stambene zgrade - obiteljske kuće. Stambena zgrada nalazi se u Pušćinama te je izgrađena 1932. godine.

Pregledom oštećenja potrebno je izvesti zaključke o ugroženosti građevine prema današnjoj korištenoj regulativi uz prijedlog hitnih mjera sanacije i osnovnih radova koje je potrebno izvesti kako bi se objekt doveo u uporabljivo stanje.

Potrebno je napraviti projekt potpune obnove te revitalizacije stambene zgrade. U radu je potrebno detaljno odraditi statički proračun zgrade prije i poslije strukturalne obnove. Proračun je potrebno napraviti na bazi 3d modeliranja i simulacije na potres. Tip i vrste obnove je potrebno prikazati grafički, nacrtima i detaljima. Također je potrebno prikazati sve vrste radova koji bi se radili na zgradi.

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

ZADATAK URUČEN

29. 08. 2022.



POVJERENSTVO

POVJERENSTVO  
SVEUČILIŠTE SJEVER

*[Handwritten signature]*

# **PREDGOVOR**

*Zahvaljujem se svom mentoru doc.dr.sc. Matiji Oreškoviću, dipl.ing.građ. na strpljenju, pomoći, znanstvenim i stručnim savjetima, kritikama, prenesenom znanju i susretljivošću tijekom studija i izrade ovog diplomskog rada. Zahvaljujem se svim profesorima odjela graditeljstvo koji su sudjelovali u stručnom širenju mog znanja.*

*Od srca zahvaljujem roditeljima i sestri koji su mi cijelo vrijeme bili potpora. Hvala kolegama i prijateljima koji su također bili podrška tokom studiranja, te hvala mom dečku na velikoj podršci i pomoći tijekom studiranja.*

## **SAŽETAK**

NASLOV RADA:                   Rekonstrukcija i revitalizacija obiteljske kuće u Pušćinama  
AUTOR:                            Lara Zver  
MENTOR:                         doc. dr. sc. Matija Orešković

Kroz ovaj rad obradili smo stanje obiteljske kuće u Pušćinama građene 1932. godine, koja je bila izložena dugogodišnjim utjecajima vlage. Putem terenskog rada odnosno pregleda zgrade u više navrata zadatak nam je bio ustanoviti u kakvom se stanju nalazi predmetna građevina, utvrditi uzroke nastalih oštećenja i predložiti mjere sanacije koje su navedene u tekstu diplomskog rada. Rad sadrži tehnički opis građevine, opisane pojmove vlage, napravljeno je rekognosciranje i statički proračun postojećeg stanja građevine, navedeni su prijedlozi i načini sanacija, te je na kraju provedena revitalizacija i statički proračun sanirane građevine.

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



## **ABSTRACT**

TITLE: Reconstruction and revitalization of a family house in Pušćine  
AUTHOR: Lara Zver  
MENTOR: doc. dr. sc. Matija Orešković

Through this paper, we have examined the condition of a family house in Pušćine, built in 1932, which was exposed to the effects of moisture for many years. Through fieldwork, that is, inspection of the building on several occasions, our task was to establish the condition of the building in question, to determine the causes of the damage and to propose remedial measures, which are stated in the text below. The paper contains a technical description of the building, described terms of moisture, a reconnaissance and static calculation of the existing state of the building, proposals and methods of rehabilitation were listed, and at the end, a revitalization and static calculation of the renovated building was carried out.

**Keywords:** moisture, damage, diagnosis, rehabilitation, revitalization

## Popis korištenih kratica

AB	Armirani beton
br.	broj
C25/30	Marka betona, razreda čvrstoće 30 N/mm <sup>2</sup> za kocku
C30/37	Marka betona, razreda čvrstoće 37 N/mm <sup>2</sup> za kocku
cm	Centimetar
d	debljina
k. č.	Katastarska čestica
kč	Katastarska čestica
kg	Kilogram
km	Kilometar
ko.	Katastarska općina
m	Metar
M	Mjerilo
m'	Metar dužni
m <sup>2</sup>	Metar kvadratni
m <sup>3</sup>	Metar kubni
mm	Milimetar
npr.	Na primjer
sl.	slično
str.	stranica
tj.	to jest

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE ZGRADE .....	3
2.1. Povijest zgrade.....	3
2.2. Opis lokacije i smještaja zgrade .....	3
2.3. Prostorno planski uvjeti.....	5
2.4. Tehnički opis stanja građevine.....	7
3. VLAGA KAO GLAVNI UZROK OŠTEĆENJA ZGRADE.....	11
3.1. Vrste vlage u građevinama.....	11
4. REKOGNOSCIRANJE ZGRADE.....	14
4.1. Dijagnosticiranje oštećenja – općenito .....	14
4.1.1. Vizualni pregled mogućih izvora vlage .....	15
4.2. Patologija oštećenja predmetne zgrade.....	17
4.2.1. Prostori podruma.....	18
4.2.2. Ovojnica zgrade – pročelja.....	20
4.2.3. Unutarnja oštećenja .....	29
4.2.4. Krovna konstrukcija.....	35
5. STATIČKI PRORAČUN POSTOJEĆEG STANJA.....	36
5.1. Analiza opterećenja.....	36
5.1.1. Stalna opterećenja.....	37
5.1.2. Uporabno opterećenje.....	37
5.1.3. Opterećenje snijegom.....	39
5.1.4. Opterećenje vjetrom .....	44
5.2. Seizmički proračun predmetne građevine .....	50
5.2.1. Gruba seizmička analiza .....	67
5.3. Proračun pojačanja ziđa.....	71
5.3.1. Proračun nosivosti nepojačanog ziđa .....	71
6. PRIJEDLOZI I NAČINI SANACIJE .....	75
6.1. Sanacija temelja i podruma.....	75
6.1.1. Prekid kapilarne vlage SKGI metodom.....	75
6.1.2. Drenaža oko podruma zgrade.....	77
6.2. Sanacija nosivih konstruktivnih dijelova zgrade .....	79

6.2.1. Prijedlozi ojačanja nosivih zidova .....	79
6.3. Sanacija ne nosivih dijelova zgrade .....	84
6.1. Popravak pukotina .....	84
6.2. Ponovno zidanje dijela zida .....	85
6.3. Sanacija ostalih dijelova zgrade .....	86
6.4. Sanacija higroskopne vlage.....	88
Sanacija vlage četkanjem i ispiranjem.....	89
Sanacija vlage sanirnim žbukama .....	89
6.5. Sanacija kondenzirane vlage .....	90
7. REVITALIZACIJA I STATIČKI PRORAČUN SANIRANE GRAĐEVINE .....	91
7.1. Seizmički proračun predmetne građevine u programu Tower .....	93
7.2. Gruba seizmička analiza.....	123
7.3. Dimenzioniranje .....	125
8. ZAKLJUČAK.....	133
9. LITERATURA .....	135
Popis slika.....	136
Prilozi .....	139

## 1. UVOD

Predmetna građevina koja se obrađuje u ovom diplomskom radu je obiteljska kuća koje se nalazi u mjestu Pušćine. Građevina je samostojeća, sastoji se od podruma, prizemlja i jednog kat, te je namijenjena u stambene svrhe. Građevinski materijali od kojih je građena, opeka, mort, žbuka i kamen, podložni su različitim procesima starenja i uništenja. Pri tome je najčešći uzrok propadanja tih materijala vlaga koja je dospjela u njihov porni prostor. Predmetna zgrada građena 1932. godine. Kako bi uspješno sanirali oštećenja od vlage, potrebno je prvo odrediti točan uzrok oštećenja, kako se ona ne bi ponovila. Dobrom dijagnozom može se odrediti optimalna metoda sanacije vlage i uklanjanja posljedica vlaženja. Također, dobrom dijagnozom se štedi na vremenu i novcu uloženom u sanaciju objekata.

Tehnička dijagnoza je osnovno polazište svakog obnoviteljskog zahvata. Radovima na konzervaciji, restauraciji, rekonstrukciji ili cjelovitoj obnovi nekog objekta mora prethoditi temeljiti vizualni pregled u postojeće stanje objekta. Na osnovi ispravne i kvalitetne tehničke dijagnoze može se postaviti prikladan sanacijski koncept odnosno koncept privođenja objekta u odgovarajuće funkcionalno stanje. Prepoznavanjem stanja nekog tehničkog sustava ili objekta, utvrđivanjem razloga neispravnosti cjelokupnog sustava ili neke njegove pojedine komponente te otklanjanjem neispravnosti također se djeluje na produljenje vijeka trajanja građevine.

U ovom diplomskom radu daju se osnovni podaci o objektu, o smještaju u prostoru i opis konstruktivnih rješenja koja su primjenjivana tijekom izgradnje, prikazat će se oštećenja, njihovi uzroci. Opisuje se postupak izrade snimaka postojećeg stanja, način izmjere na objektu i prikupljena fotodokumentacije. Nakon obilaska terena, provedenog intervjua i prikupljenih informacija putem dostupne literature, izrađena je analiza stanja konstrukcije i pojedinih elemenata. Na temelju snimke objekta koja je potkrijepljena foto dokumentacijom i zajedno s prikupljenim informacijama o provedenim radovima kroz protekli period, preloženi i opisani su načini rekonstrukcije i revitalizacije obiteljske kuće.

Revitalizacija građevina doslovno označava ponovno oživljavanje neke zapuštene, ali vrijedne građevine, s time da je unaprijed procijenjeno da će tako obnovljena građevina uglavnom u cijelosti opravdati sredstva koja su uložena u njenu obnovu, tj. revitalizaciju. Predmetna kuća je izgrađena 1932. godine, iako nema značajnu vrijednost kao povijesna građevina ima iznimnu vrijednost kao obiteljsko naslijeđe i iz tog razloga su opravdane sve potrebne sanacije. Napravljena je prenamjena prizemlja iz stambene u poslovnu. Spavaonice su uređene u urede, smočnica u wc, a kuhinja i hodnik su ostali iste namjene.

Dograđen je 1. kat i namjena mu je stambena. Unutrašnjost građevine obnovljena je estetski, te je na kraju napravljen proračun i dimenzioniranje saniranog stanja u programu Tower.



*Slika 1.1 - Obiteljska kuća u Pušćinama, sjeverno pročelje, pogled sa ceste*

## 2. TEHNIČKI OPIS PREDMETNE ZGRADE

### 2.1. Povijest zgrade

Prvi korak ka građenju predmetne kuće je počeo 1930. godine, izradom cigli. Tradicionalnim metodama izrade cigala, slaganjem „žute zemlje“ (vrste glinenog materijala) u drvene kalupe. Izvađena glina iz kalupa se slagala u polukružne kupole. Rupe između cigli su se zapunile zemljom, te se u unutrašnjosti stavilo sijeno koje se zapalilo. Vrata je sušila glinu nekoliko tjedana i pretvara je u cigle. Taj se postupak ponavljao dok nije bilo dovoljno cigli za gradnju kuće. Gradnja obiteljske kuće je završena 1932. (*Slika 2.1*). Osoba koja je vodila građenje kuće na tradicionalan način je bio moj prapradjed, Juraj Trojnar.

Kuća je prvi put obnavljana 1980-tih, obnovljena je fasada. Dok je dimnjak obnovljen 2010. godine. Kuća se koristila za stanovanje sve do 2012. godine, a narednih deset godina je nenastanjena.



*Slika 2.1 - Godina izgradnje (T1932J - Trojnar Juraj 1932.)*

### 2.2. Opis lokacije i smještaja zgrade

Obiteljska kuća Trojnar se nalazi u naselju Pušćine u sastavu općine Nedelišće. Nedelišće se nalazi na jugozapadu Međimurske županije na sjeveru Republike Hrvatske (*Slika 2.2*). Unutar Republike Hrvatske Međimurska županija graniči sa Varaždinskom i Koprivničko-križevačkom županijom. Međimurska županije je omeđena dviju rijekama, Murom na sjeveru i Dravom na jugu.

Teren spada u treću kategoriju po svojim geološkim i mehaničkim svojstvima. Klima u kojoj se objekt nalazi je kontinentalna, a mjerodavni geološki podaci za Pušćine su:

- sjeverna geografska širina: 46°21'11"
- istočna geografska dužina: 16°22'16"
- nadmorska visina: 171 m



Slika 2.2 - Položaj općine Nedelišće unutar Međimurske županije [Izvor: <https://emedjimurje.net.hr/vijesti/politika/3811357/medjimurski-demokracani-zupanije-mogu-opstati-medjimurju-su-dovoljna-tri-grada-i-samo-sest-opcina/>]

Građevina se nalazi u Pušćinama, na adresi Školska ulica 40, na katastarskog čestici broj 233, ko. 336998 Pušćine, koja je identična zemljišnoknjižnoj čestici br. 1571, ko. Pušćine. Ukupna površina čestice iznosi 1555 m<sup>2</sup>. Dimenzije građevine iznose 14,70 · 8,40 m. Građevina je samostojeća, sastoji se od podruma, prizemlja i jednog kat, te je namijenjena u stambene svrhe.

Prema Prostornom planu uređenja Općine Nedelišće (06/04, 09/08, 04/11, 02/13, 07/14, 13/15, 03/20), kuća se nalazi na predmetnoj katastarskoj čestici unutar građevinskog dijela naselja mješovite namjene - pretežito stambene [1].



### 2.3. Prostorno planski uvjeti

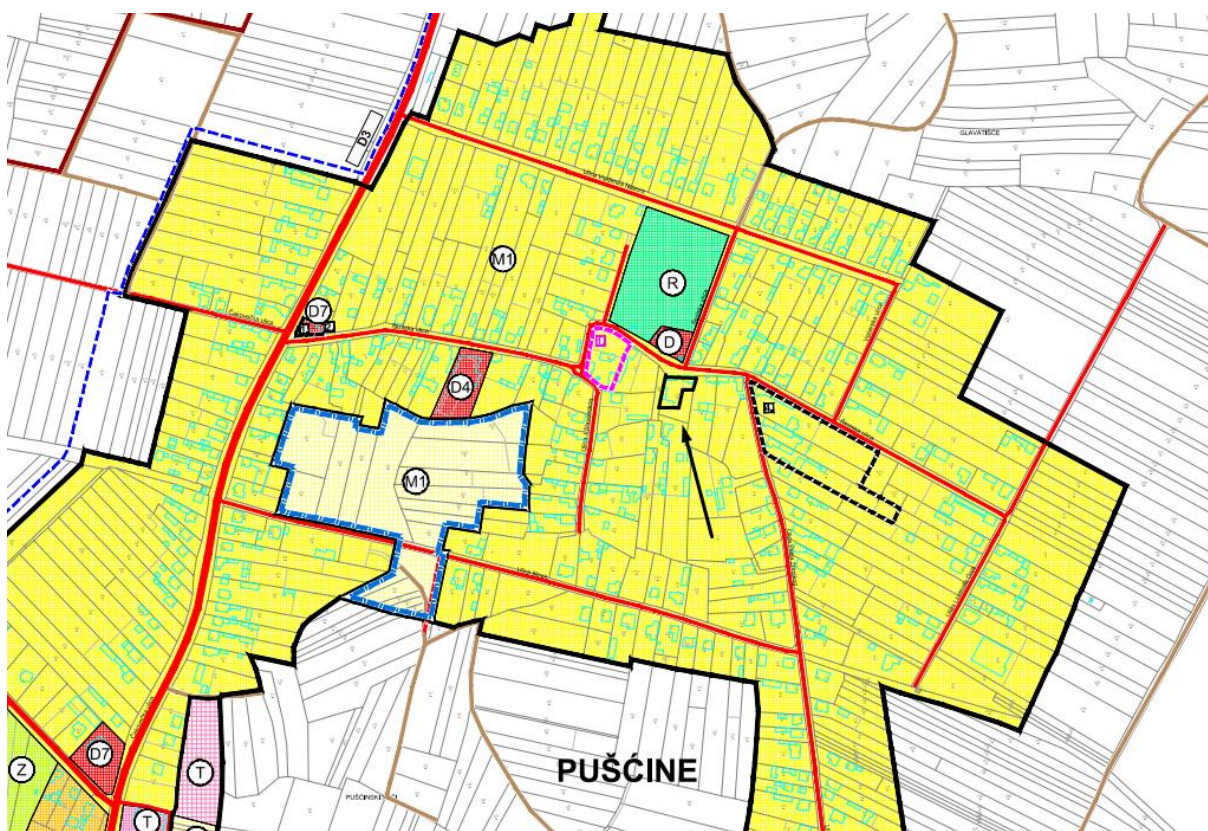
KATASTARSKA ČESTICA BR: 233

KATASTARSKA OPĆINA: PUŠĆINE, 336998

ZEMLJIŠNA ČESTICA BR: 1571

KATASTARSKA OPĆINA: PUŠĆINE, 336998

Prema Prostornom planu uređenja Općine Nedelišće (06/04, 09/08, 04/11, 02/13, 07/14, 13/15, 03/20), kuća se nalazi na predmetnoj katastarskoj čestici unutar građevinskog dijela naselja mješovite namjene - pretežito stambene [1].



Slika 2.3 – Prikaz mikrolokacije prema namjeni u PPUO Nedelišće [Izvor: <https://nedelisce.hr/hr/odsjek-za-komunalne-djelatnosti-i-gospodarstvo/ppdon> ]

## RAZVOJ I UREĐENJE PROSTORA / POVRŠINA NASELJA

### RAZVOJ I UREĐENJE NASELJA

postojeće / planirano

izgrađeni dio GP / neizgrađeni dio GP - planirano za daljnji prostorni razvoj naselja

ZONA MJEŠOVITE NAMJENE:



- PRETEŽITO STAMBENE - M1

Prikaz katastarske čestice br. 233 izvodom iz katastarskog plana (Slika 2.4) i prikaz mikrolokacije izvodom iz geoportala (Slika 2.5).



Slika 2.4 - Izvod iz katastarskog plana, mjerilo M1:1000 [Izvor: <https://www.kata.star.hr/#/>]



Slika 2.5 - Prikaz mikrolokacije predmetne katastarske čestice, mjerilo M1:500 [Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>]

## 2.4. Tehnički opis stanja građevine

Građevina se nalazi u Pušćinama, na adresi Školska ulica 40, na katastarskog čestici broj 233, ko. 336998 Pušćine. Dimenzije građevine iznose 14,70 · 8,40 m, maksimalne visine 6,20 metara, mjereno od kote okolnog terena. Građevina je samostojeća, sastoji se od podruma, prizemlja i jednog kat, te je namijenjena u stambene svrhe.

U građevini su izvedene električne instalacije rasvjete, vodovodne instalacije, telefonske 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.

Obiteljska kuća je u izvornom obliku sagrađena od masivnih zidova zidanih punom opekom debljina sa žbukom 50 cm, u vapnenom mortu, sa drvenim međukatnim konstrukcijama prizemlja i 1. kata, te drvenim konstrukcijama unutarnjih stubišta i krovšta. Sva stolarija u izvornom obliku je bila drvena.

### Nosiva konstrukcija i temelji

Zgrada predstavlja troetažni objekt (Po + Pr + 1) s nosivim zidovima od opeke debljine 50 cm. Stropna konstrukcija izvedena je kao drvena konstrukcija.

Temelji su izrađeni od pune opeke izrađene tradicionalnim metodama. Opeka je povezana vapnenim mortom, bez cementa. Na južnom pročelju su vidljiva vrata koja vode u podrum, što je karakteristično za starije kuće, da je ulaz u podrum sa vanjske strane. Podrum je unutarnjih dimenzija manji od kuće, zato što su zidovi deblji nego zidovi prizemlja. Na podu se nalazi zemlja, a strop je izveden kao bačvasti svod od opeke i ožbukani mortom (*Slika 2.6*).

### Zidovi

Nosivi vanjski zidovi izvedeni su od opeke nešto većih dimenzija od današnje opeke, debljine 50 cm, obostrano ožbukani vapnenim mortom bez sloja izolacije. Unutarnji zidovi izvedeni su također spomenutom opekom debljine 30 cm. Zidovi su ožbukani i obojeni. U sanitarnim prostorijama u kuhinji izvedeno je opločenje keramičkim pločicama do visine 1,60 m.

### Podovi

Podovi u cijeloj kući su drveni (*Slika 2.7*). Na stropnu konstrukciju podruma postavljene i pričvršćene su drvene pravokutne daske okomito usmjerene, između koji se zasipao i nabio pijesak. Na okomito usmjerene daske, postavljale su se daske većih dimenzija i

pričvrstile su se metalnim čavlima. U sanitarnim prostorijama kuhinje na daske je stavljena dodatna podna obloga slična linoleumu.



*Slika 2.6 - Bačvasti svod podruma*



*Slika 2.7 - Drveni podovi hodnika*

### **Prozori i vrata**

Vanjsku stolariju čine drveni dvokrilni prozori sa dvostrukim staklom, sa vanjske i unutarnje strane zida. Dimenzije prozora su 95·150 cm. Ulazna i unutarnja vrata su također drvena.

**Krovnna konstrukcija**

Strop iznad svih prostorija sastoji se od glavnih gredica, na koje su se metalnim čavlima pričvrstile daske. Sa donje strane se stavljala trstika i žbuka, vidljivo na slici (Slika 2.8) gdje je u smočnici otpao dio žbuke sa trstikom. Dok se sa gornje strane daske, između gredica postavljala opeka i zapunila ilovačom (Slika 2.9).



Slika 2.8 – Donji dio stropa u smočnici gdje je otpao dio žbuke sa trstikom



Slika 2.9 - Gornji dio stropa gdje se vidi opeka između greda

Krovna konstrukcija (*Slika 2.10*) sastoji se od masivnih greda koje su položene na vanjski zid. Na grede su postavljeni rogovi pa zatim daske, i na kraju je postavljen crijep.



*Slika 2.10 - Krovna konstrukcija građevine*

### **Instalacije i oprema**

U građevini su izvedene električne instalacije rasvjete, vodovodne instalacije i telefonske instalacije. Prije vodovodne instalacije, voda se uzimala iz zdenca u dvorištu.

### 3. VLAGA KAO GLAVNI UZROK OŠTEĆENJA ZGRADE

Građevinski materijali, opeka, mort, žbuka i kamen, podložni su različitim procesima starenja i uništenja. Pri tome je najčešći uzrok propadanja tih materijala vlaga koja je dospjela u njihov porni prostor [2]. Predmetna zgrada ovog diplomskog rada je kuća građena 1932. Zidovi su zidani punom opekrom starog formata u vapnenom mortu. Zidovi su izvana i iznutra ožbukani i oličeni, bez ikakve termo ili hidro izolacije. Pa tako vlazi nije bio spriječen put da prodre u kuću i njezine unutarnje dijelove.

Kako bi uspješno sanirali oštećenja od vlage, potrebno je prvo odrediti točan uzrok oštećenja, kako se ona ne bi ponovila. Prvi korak u određivanju uzroka oštećenja je postavljanje pravilne tehničke dijagnoze. Dobrom dijagnozom može se odrediti optimalna metoda sanacije vlage i uklanjanja posljedica vlaženja [2]. Također, dobrom dijagnozom se štedi na vremenu i novcu uloženom u sanaciju objekata.

#### 3.1. Vrste vlage u građevinama

Važan čimbenik u degradaciji starijih građevina je vlaga. Prvo bismo trebali razumjeti različite izvore i vrste vlaga kojima može biti izložena konstrukcija kako bismo bolje razumjeli problem vlage u zgradama. Postoje različite podjele, a u ovom radu je opisana podjela prema Hrvoju Malinaru, diplomiranom inženjeru geologije, na ove tri oblike vlage:

- Likvidna vlaga
- Higroskopna vlaga
- Kondenzirana vlaga

Likvidna vlaga kao što i sama riječ govori, su svi oblici likvidne, tekuće vode koji su dospjeli u zidove. U skupinu likvidna voda spadaju kapilarna vlaga, vlaga od prodora kiše i vlaga od curenja neispravnih vodnih instalacijama. Kapilarne sile su razlog zbog kojeg se ulazna vlaga iz tla progresivno penje prema višim dijelovima zgrade nakon ulaska u temelje (*Slika 3.1*). Poplave, visoke plime, vlažno nezasićeno tlo i brzo topljenje velike količine snijega mogu rezultirati kapilarnom vlagom u zidu. Još jedan oblik likvidne vode je kiša. Zbog oštećenja kosih krovova, nepropisno postavljenih crijepova i kupa kanalice, te trule šindre kiša može prodrijeti u unutrašnjost objekta. Još češće dolazi do prokišnjanja kada kosi krov ima neispravan spoj sa zidom. Curenja iz neispravnih vodovodnih instalacija vlaže zidove češće nego što se obično misli. Puknuta vodovodna cijev može odmah namočiti zid, ali će se vjerojatno odmah identificirati i popraviti. Lagano curenje vode na spoju cijevi, međutim, biti će dugotrajnije jer ga je teško otkriti, a dok se to dogodi, zid je već postao značajno natopljen.



Slika 3.1 – Prikaz štete nastale kapilarnom vlagom na istočnom pročelju obiteljske kuće u Pušćinama

Higroskopna svojstva su prisutna u poroznim građevinskim materijalima kao što su kamen, cigla, žbuka i žbuka. To znači da upijaju vlagu iz zraka. Materijali imaju veći sadržaj vlage, što je okolni zrak vlažniji. Kada građevinski materijal ima topljive, higroskopne soli u svojoj strukturi, ova tendencija je znatno pogoršana. Većina je topljivih soli mnogo higroskopnija od kamena, opeke ili žbuke. Kao rezultat toga, slijedi da s povećanjem vlage u zraku raste i vlaga materijala i to razmjerno udjelu soli. Uloga soli u propadanju građevinskog materijala vrlo je značajna (Slika 3.2).

Kondenzirana vlaga se javlja na unutarnjim ploham građevine u obliku rose, a nastaje kao i kod higroskopne vlage zbog vodene pare u zraku. Kondenzacija predstavlja prijelaz



tvari iz plinovitog u tekuće agregatno stanje. Kondenzacija na zidovima se događa kada je zid hladniji od okolnog zraka, odnosno kada topli zrak dospije do površine hladnog zida [2]. Potrebno je imati na umu da je kondenzacija kritični fenomen. Kondenzacija se ili događa ili ne. Ne postoji prijelazno stanje. Manifestira se kao tanki sloj mikroskopskih kapljica vodene pare na hladnoj površini. Aktivno doprinosi razaranju materijala budući da emitira latentnu toplinu i uvlači sve vrste onečišćenja zraka.



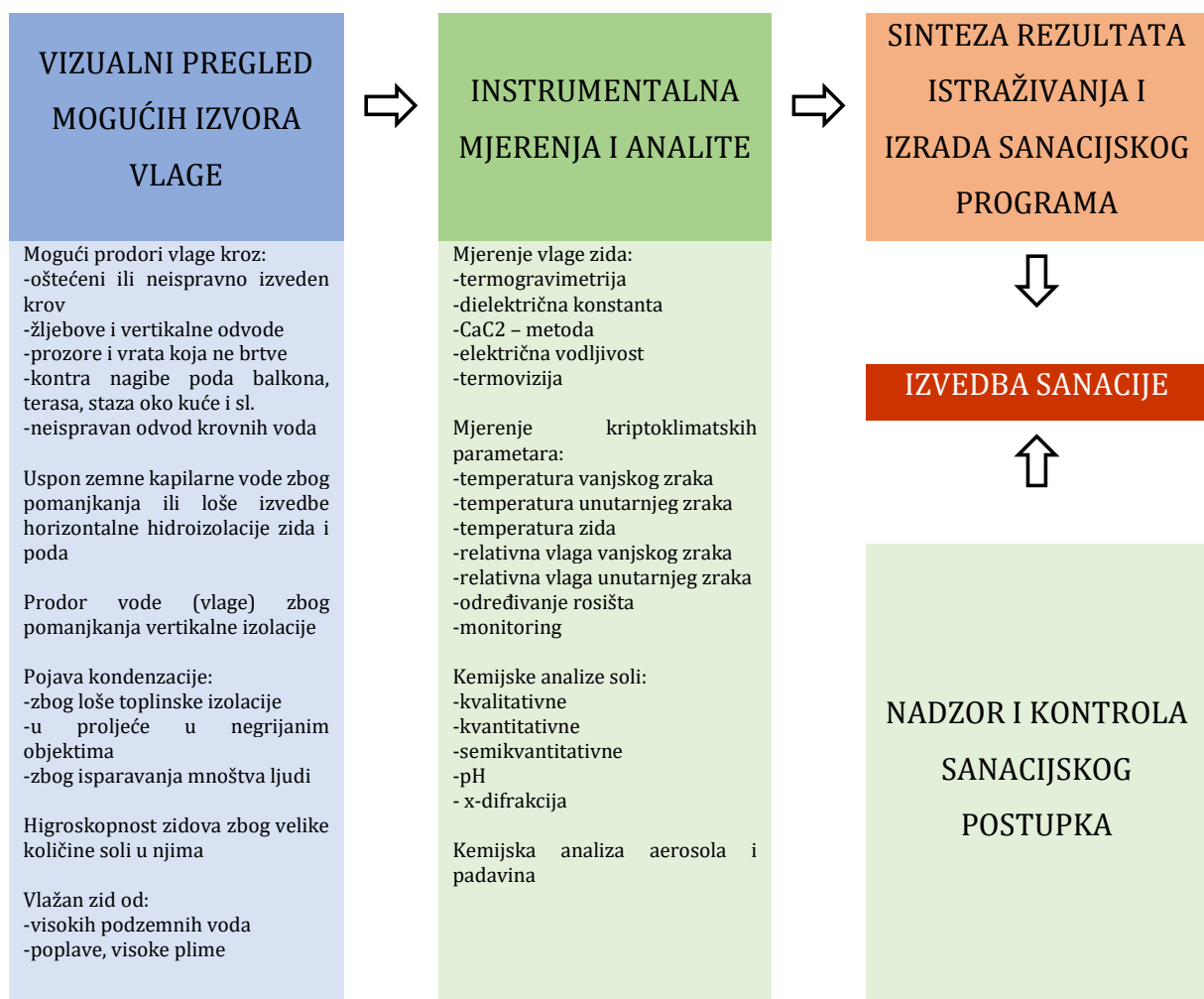
*Slika 3.2 – Šteta od kapilarne vlage i soli na jugozapadnom uglu obiteljske kuće u Pušćinama*

## 4. REKOGNOSCIRANJE ZGRADE

### 4.1. Dijagnosticiranje oštećenja – općenito

Dijagnostika je ključna u borbi protiv problema uzrokovanih vlagom u konstrukcijama. Brojni primjeri iz stvarnih slučajeva pokazuju da netočne dijagnoze također mogu biti rezultat neuspjeha u rješavanju problema vlage u zgradama, kao i nepravilnih metoda obnove. Iz tog razloga uz vizualne preglede moraju se koristiti višestruka fizikalna mjerenja i kemijske analize. To je jedini način da se identificira svaki izvor vlage i pronađu najbolja rješenja za njihovo tretiranje.

Specijalizirane tvrtke za sanaciju vlage često griješe kada tvrde da je jedini čimbenik sanacije vlage zaustavljanje kapilarnog porasta vlage iz tla. To je zato što se dijagnozi ne pridaje odgovarajuća pozornost. Budući da postoje različiti izvori i vrste vlage, nerijetko se događa da vlaga ostaje u zidovima i nakon pravilno izvedene horizontalne hidroizolacije. Uglavnom je zanemareno postojanje higroskopne vlage koju su uzrokovale akumulirane topljive, higroskopne soli [2].



Grafikon 4.1 – Shematski prikaz postupaka dijagnosticiranja vlage [Izvor: Malinar, H. (2003): Vлага u povijesnim građevinama, Zagreb]

Horizontalna hidroizolacija neće ukloniti kondenziranu vlagu, ali će je smanjiti. Sanaciji građevina treba prethoditi istraživanje kojim se postavlja točna tehnička dijagnoza i utvrđuje program sanacijskih zahvata. Samo uz korektnu dijagnozu, pravilan tijek zahvata i pridržavanje tehnoloških propisa u svim fazama radova, sanacija vlage će biti uspješna (*Grafikon 4.1*).

Potrebno je izvršiti anamnezu predmeta, odnosno analizirati zatečeno stanje kao i sve konzervatorsko-restauratorske, tj. sanacijske zahvate koji su urađeni u prošlosti, radi postavljanja točnije dijagnoze. Potrebno je istražiti dokumentaciju ranijih radova. Od iznimne je važnosti poduzeti vizualni pregled građevine i zabilježiti sve potencijalne izvore vlage nakon što se upoznate s prethodnim naporima konzervacije i restauracije. Zapažanja treba upisati u dnevnik, pozicije raznih pojava vlage treba ucrtati u arhitektonski ili fotogrametrijski nacrt. Nakon toga potrebno je uzeti uzorke za kemijsku analizu i napraviti fizikalna mjerenja [2].

Zaključke o izvorima i vrstama vlage treba donijeti na temelju podataka vizualnog pregleda te nalaza mjerenja i analiza. Treba pronaći i rješenja za njihovo sprječavanje kao i otklanjanje negativnih učinaka njihovog djelovanja.

#### **4.1.1. Vizualni pregled mogućih izvora vlage**

Brojni su koraci u procesu istraživanja koji se koriste za postavljanje dijagnoze i izrade programa sanacijskog zahvata. Za vizualnu procjenu mogućih izvora zidne vlage, jedan ili više stručnjaka obavljaju temeljit pregled cijele zgrade. Mjesta prodiranja vlage vide se na zidu u obliku manjih ili većih tamnih mrlja.

Iscvjetavanje soli je pojava koja se javlja u područjima gdje vlaga isparava. U blažem obliku javlja se kao ljuštenje slikanog sloja ili površine. U kasnijim stadijima očituje se osipanjem, mrvljenjem kamena, žbuke i opeke, a u najgorem slučaju odlamanjem većih dijelova građevnog materijala. U tim područjima trebalo bi prikupiti uzorke za preliminarnu kemijsku analizu koja će se kasnije provesti u laboratoriju, ili čak za kvalitativne procjene na licu mjesta kako bi se identificirale glavne kategorije štetnih aniona [2].

Ispituje se mogućnost infiltracije krovne vode iz nepropisno postavljenih ili slomljenih crijepova, kao i vjerojatnost curenja vode iz oluka i vertikalnih odvoda zbog oštećenja ili nakupljanja taloga. Zbog nepostojanja zaštitne folije nerijetko se događa da se za vrijeme jakih pljuskova voda prelijeva iz kosih spojeva dva različito orijentirana krovna panela preko ruba oluka.

Prilikom postavljanja dijagnoze nailazi se na složene probleme i nekoliko izvora sličnih djelovanja, stoga ih se mora razlikovati temeljitim promatranjem, mjerenjem ili analizom, a zatim treba dati preporuke za sanaciju.

U nekim okolnostima, rast tamne plijesni na zidovima i stropovima također može biti znak vlage. Takva zbivanja treba uočiti i zabilježiti videokamerom ili fotoaparatom, skicirati na tlocrtu ili ih zabilježiti u tekstualnom opisu.

Prilikom ocjenjivanja građevine trebali bismo potražiti moguća razbijena stakala na prozorima i vratima gdje oborina može ući u zgradu pod jakim vjetrom, kao i pukotine loše zabrtvljenih prozorskih okvira. Zazori između prozora i okvira, kao i zazori na vratima, također mogu pod jakim naletima vjetra propuštati kišu. Također mogu izazvati snažno strujanje zraka, što može dovesti do kondenzacije na zidu. Ispitivanje rascjepa na licu mjesta vrši se komadom papira ili plastelina.

Loša kvaliteta žbuke, kao i odlomljena fasadna žbuka, omogućit će prodor oborina u zid prema unutarnjoj strani uslijed jakog vjetra.

Kapilarna vlaga koja prodire iz tla u zide bez horizontalne hidroizolacije je vrsta vlage o kojoj se najviše vodi računa.

Kako je mnoge pojave teško rekonstruirati iz sjećanja, sva zapažanja treba zapisati i fotografirati. Nakon temeljite procjene građevine i razmatranja dostupnih podataka izrađuje se program konzervatorsko-restauratorskih istraživanja. Koji također treba sadržavati procjenu troškova istražnih radova. Kada je istraživanje dovršeno i sigurna dijagnoza je utvrđena, kreće se sa izradom sanacijskog elaborata koji mora sadržavati upute za provođenje restaurativnog procesa i troškovnih radova. U slučaju manjih građevina s manje kompleksnom problematikom ponekad će ovako prikupljeni podaci biti dovoljni i za izradu sanacijskog elaborata [2].

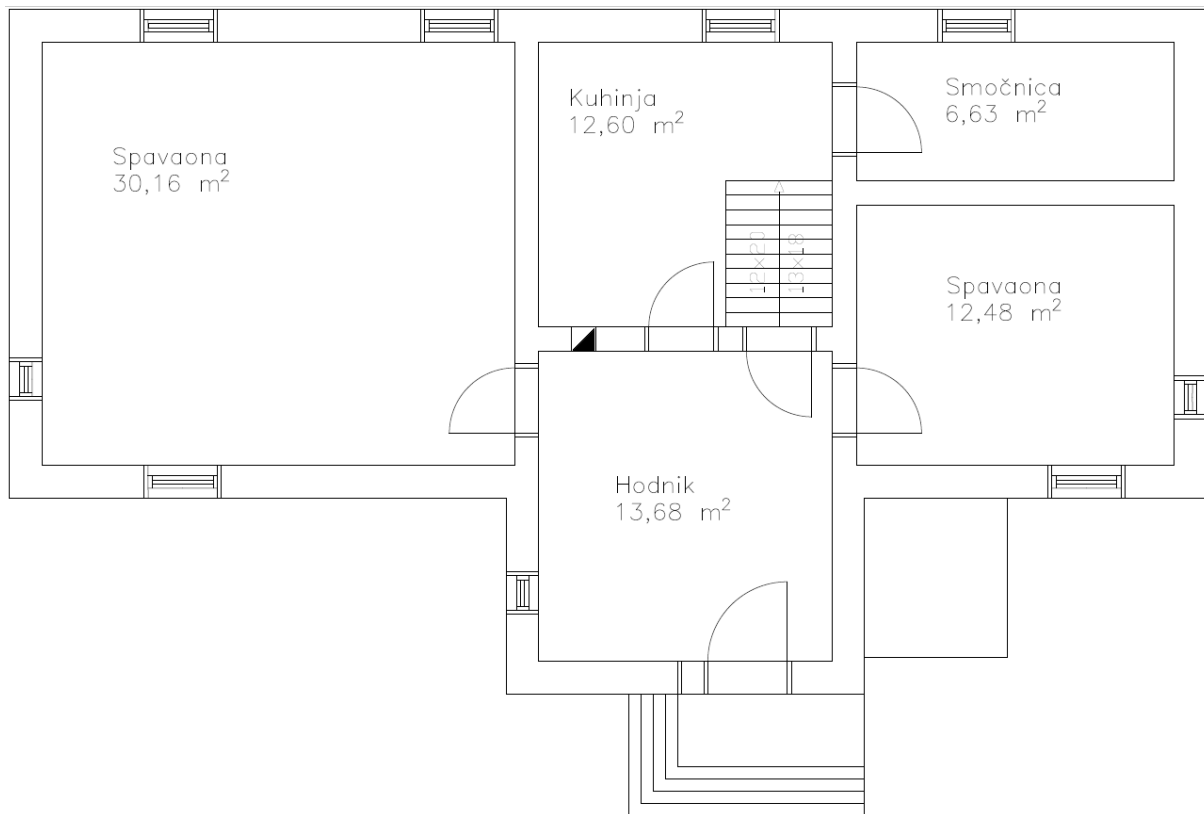
## 4.2. Patologija oštećenja predmetne zgrade



Slika 4.1 - Pogled na južno-zapadno pročelje obiteljske kuće

Terenskim pregledom svih etaža predmetne zgrade, izvršen je detaljan pregled svih dijelova konstrukcije, kao i okruženja oko zgrade. Zgrada je u izvornom obliku sagrađena sa funkcijom obiteljske kuće i sastoji se od podruma, prizemlja, 1. kata ujedno i potkrovlja (Po + Pr + Pt). Zgrada je sagrađena od masivnih zidova zidanih punom opekom debljina sa žbukom 50 cm, u vapnenom mortu, drvenim međukatnim konstrukcijama prizemlja i 1. kata, te drvenim konstrukcijama unutarnjih stubišta i krovništva. Sva stolarija u izvornom obliku je drvena.

U nastavku su opisana pojedina detaljna oštećenja svrstana prema dijelu obiteljske kuće prikazane u tlocrtu (Slika 4.2)



Slika 4.2 - Tlocrt prizemlja obiteljske kuće - postojeće stanje

#### 4.2.1. Prostori podruma

Gotovo je neizbježno da će doći do vlage u zidovima podruma predmetne kuće. Budući da su strukture građevinskog materijala (opeke) od kojih je predmetni objekt izgrađen posebno porozne, kišnica se upija i podiže iz okolnog tla kroz mikro pore u njihovoj strukturi. Voda se diže kroz stijenku kao rezultat kapilarnog djelovanja uzrokovanog površinskom napetosti vode. Ova pojava nam govori da hidroizolacija objekta nije bila izvedena.



*Slika 4.3 - Podrum - plijesni na površini zidova*

Znakovi koji su vidljivi u podrumskim prostorima predmetne zgrade su raslojavanje, otpadanje i uništenje žbuke, plijesni na površini (*Slika 4.3*), neugodan miris vlage u prostoru te hladni zidovi. Vlaga u podrumskim prostorima mogla je biti uzrokovana i drugim razlozima kao što su prokišnjavaње, kondenzat koji je posljedica hladnih mostova ili prodor podzemne vode.



*Slika 4.4 - Podrum - raslojavanje, otpadanje žbuke, plijesni na površini*

#### 4.2.2. Ovojnica zgrade – pročelja

Nakon tehničkog pregleda prvo što možemo vidjeti su značajna oštećenja uslijed kapilarne vlage na svim pročeljima. Došlo je do raspucavanja i raslojavanja fasade i žbuke. Na sjevernom pročelju (*Slika 4.5*) vidljivo je penjanje kapilarne vlage i do visine od 2,50m.



*Slika 4.5 - Sjeverno pročelje - šteta od kapilarne vlage*

Na istočnom (*Slika 4.6*) i zapadnom pročelju su također vidljiva raspucavanja i raslojavanja fasade zbog kapilarne vlage do visine od oko 2,00 m. Fasada na zapadnom pročelju je bila obnavljana, no vlaga u zidovima nije bila adekvatno sanirana pa se može vidjeti ponovni prodor vlage na fasadu (*Slika 4.7*), te možemo vidjeti promjenu boje fasade uslijed vlaženja zbog neadekvatnog odvođenja vode sa krova kuće.





*Slika 4.6 - Istočno pročelje - raspucavanje i raslojavanje fasade*

*Slika 4.7 - Zapadno pročelje - vlaga vidljiva na fasadi i vlaženje zbog curenja vode sa krova*



*Slika 4.8 - Detaljniji prikaz slike 4.7*



*Slika 4.9 - Južno pročelje - šteta od kapilarne vlage*

Također su i na južnom pročelju (*Slika 4.9*) vidljiva raspucavanja i raslojavanja fasade zbog kapilarne vlage do visine od oko 2,00 m.

Godina gradnje kuće je bila 1932., i tokom izgradnje se nisu koristili nikakvi armirano betonski elementi. Pa tako kući nedostaju vertikalni i horizontalni serklaži, armirano betonske međukatne ploče, nadvoji nad prozorima i vratima, te pojačani temelji građevine. Tokom godina, kuća je bila izložena raznim klimatskim uvjetima (karakteristično za to podneblje su vrlo hladne zime i vrlo topla ljeta), slijeganjima tla, obradi tla oko kuće, potresima i ostalim uvjetima koji su utjecali na građevinu.

Uz prethodno opisane posljedice kapilarne vlage na vanjskim zidovima, vidimo i posljedice slijeganja tla i nedostatka armirano betonskih elemenata. Njihovim nedostatkom građevina nije imala dovoljnu krutost kako bi zadržala prvobitno stanje. Zbog slijeganja tla došlo je pomaka konstrukcije i razvoja raznih pukotina koje će biti prikazane dalje u radu.



Slika 4.10 - Južno pročelje -duboke uzdužne pukotine, odlamanje od zida



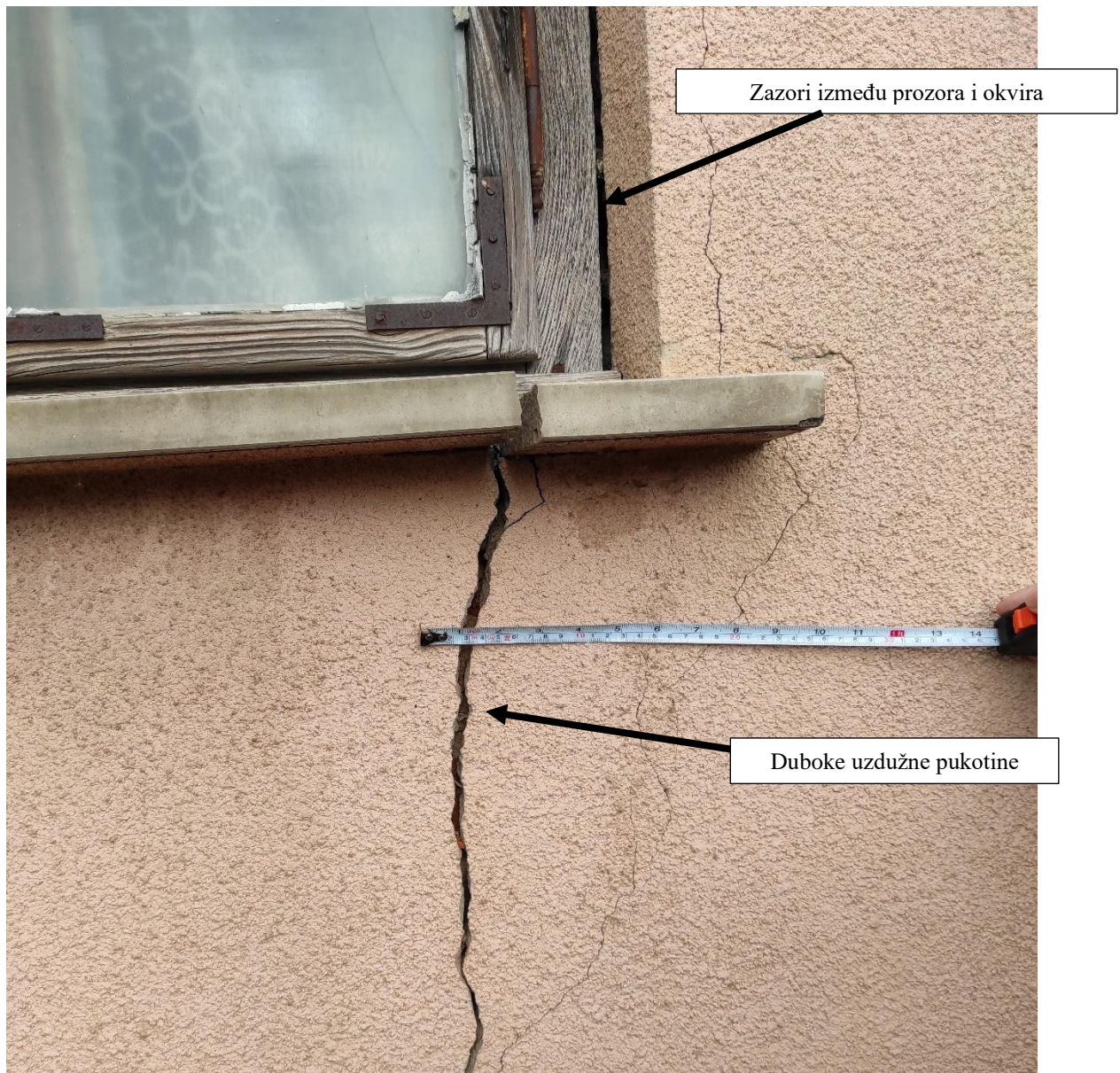
Slika 4.11 - Detaljan prikaz pukotine sa slike 4.10 desno od prozora



Slika 4.12 - Detaljan prikaz pukotine sa slike 4.10 lijevo od prozora



Slika 4.13 - Južno pročelje - duboke uzdužne pukotine, odlamanje od zida



Slika 4.14 - Detaljan prikaz pukotine sa slike 4.13

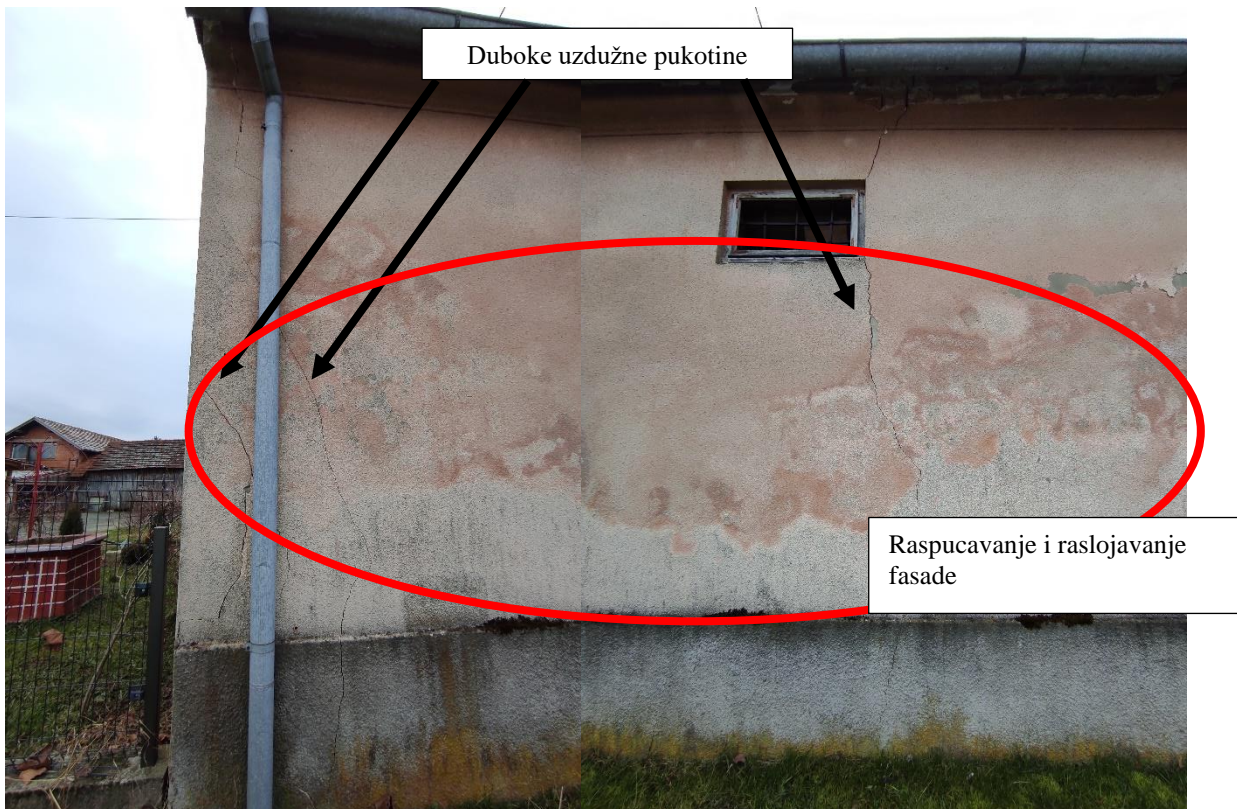
Kuća je cijelom visinom prekrivena velikim, dubokim uzdužnim pukotinama i odvajanjima od zida koji prodiru u strukturu zida. Za sve su kriva slijeganja tla do kojih je dovela visoka razina podzemne vode. Na slici 4.14 vidimo duboku pukotinu i slom prozorske klupčice.

Na sjevernom pročelju kod svakog prozora vidimo odlamanje žbuke od zida i vertikalne pukotine. Vertikalne pukotine iznad prozora (Slika 4.18) ukazuju na nedostatak armirano betonskih nadvoja.

Jako izraženo odvajanje i pucanje žbuke možemo vidjeti na svim pročeljima, jedan od izraženijih primjera je na južno pročelju (Slika 4.15).



Slika 4.15 - Južno pročelje - odlamanje žbuke od zida



Slika 4.16 - Sjeverno pročelje - duboke pukotine



Slika 4.17 - Detaljan prikaz pukotina sa slike 4.16



Slika 4.18 - Sjeverno pročelje – vertikalne pukotine i odlamanje žbuke od zida



### 4.2.3. Unutarnja oštećenja

Serklaži su armiranobetonske komponente koje ukružuju zidane zidove i omogućuju ravnomjernu raspodjelu opterećenja sa međukatne konstrukcije na zidane zidove. Svrha serklaža, koji mogu biti vertikalni i horizontalni ili kombinirani u prstenaste konstrukcije, je da zidane zidove učini krućim. Kako bi se opterećenja sa međukatne konstrukcije što ravnomjernije rasporedila na sve zidove, horizontalni serklaži postavljeni su u ravnini međukatne konstrukcije i služe za spajanje svih zidanih zidova. Na uglovima i spojevima zidanih zidova rade se vertikalni serklaži.



Slika 4.19 - Zapadno pročelje - pukotina na spoju zida i stropa

U starijim građevinama se nisu izvodili serklaži, kao ni u predmetnoj zgradi. Zbog nedostatka armirano betonskih serklaža dolazi do pukotina na spojevima dvaju zidova i na spoju zida i stropa (Slika 4.19).



Slika 4.20 - Istočno pročelje - pukotina na spoju zida i stropa, i na spoju dvaju okomitih zidova



Slika 4.21 - Istično pročelje - pukotina na spoju zida i stropa, i na spoju dvaju okomitih zidova, odlamanje žbuke stropa zbog prokišnjanja krova

Kao što je prije u radu bilo spomenuto, higroskopna svojstva su prisutna u poroznim građevinskim materijalima kao što su kamen, cigla, žbuka i žbuka. To znači da upijaju vlagu iz zraka. Većina je topljivih soli mnogo higroskopnija od kamena, opeke ili žbuke, pa možemo reci da je uloga soli u propadanju građevinskog materijala vrlo je značajna i može doći do iscvjetavanja soli. Iscvjetavanje soli je pojava koja se javlja u područjima gdje vlaga isparava. U blažem obliku javlja se kao ljuštenje slikanog sloja ili površine. U kasnijim stadijima očituje se osipanjem, mrvljenjem kamena, žbuke i opeke, a u najgorem slučaju odlamanjem većih dijelova građevnog materijala (Slika 4.22). Na takvim bi mjestima trebalo prikupiti uzorke za preliminarnu kemijsku analizu koja će se kasnije provesti u laboratoriju, kako bi se identificirale glavne kategorije štetnih soli.



*Slika 4.22 - Zapadno pročelje - odlamanjem većih dijelova građevnog materijala uslijed kapilarne i higroskopne vlage*



*Slika 4.23 – Južno pročelje - odlamanjem većih dijelova građevnog materijala uslijed kapilarne i higroskopne vlage*

Vanjsku stolariju čine drveni dvokrilni prozori sa dvostrukim staklom, sa vanjske i unutarnje strane zida. Dimenzije prozora su 95 · 150 cm. Sa vanjske strane prozori su vidno oštećeni vlagom, vidimo odlamanje žbuke od zida (*Slika 4.24*) i vertikalne pukotine zbog nedostatka armirano-betonskih elemenata. Sa unutarnje strane glavni uzroci oštećenja su kapilarna i higroskopska vlaga koja je dovela do odlamanja većih dijelova građevinskih materijala.



*Slika 4.24 - Sjeverno pročelje sa vanjske strane – vertikalne pukotine i odlamanje žbuke od zida*



Slika 4.25 - Sjeverno pročelje sa unutarnje strane – odlamanje žbuke od zida

Tokom godina, kuća je bila izložena raznim klimatskim uvjetima koji karakteriziraju vrlo hladne zime i vrlo topla ljeta. Uz kapilarnu i higroskopnu vlagu, neizravnu ulogu u stvaranju dubokih pukotina su imale padaline. Neizravno štetno djelovanje vode na građevinske materijale nastaje pri niskim temperaturama. Voda se u pukotinama i porama smrzava, te se tako nastali led pri topljenju širi i stvara visoki tlak u šupljinama. Zbog toga dolazi do lomljenja kamena, opeke i žbuke.

Dugotrajnim izlaganjem takvom djelovanju vode stvorit će se duboke pukotine koje prodiru u strukturu zida, tj. prodiru i do unutarnje strane što se vidi na slikama (Slika 4.26 i 4.27).



*Slika 4.26 - Južno pročelje sa vanjske strane - dubinske pukotine*



*Slika 4.27 - Južno pročelje sa unutarnje strane - dubinske pukotine*

#### 4.2.4. Krovna konstrukcija

Krovna konstrukcija je u dobrom stanju, nema znakova oštećenja ni truljenja rogova niti dasaka (*Slika 4.28*). Ponegdje su vidljiva oštećenja i nedostaci crijepova.



*Slika 4.28 - Krovna konstrukcija*

## 5. STATIČKI PRORAČUN POSTOJEĆEG STANJA

### 5.1. Analiza opterećenja

Program Tower služi za statičku i dinamičku analizu ravninskih i prostornih konstrukcija. Proračuni se provode metodom konačnih elemenata, a geometrija modela se definira grafički, iscrtavanjem samih konstruktivnih elemenata i opterećenja. Program se sastoji od četiri modula, koji su međusobno povezani: unos podataka, formiranje mreže, proračun i obrada podataka. Osnovni koncept metode konačnih elemenata je da se realni model kontinuuma, s beskonačno stupnjeva slobode, podijeli na više manjih dijelova koji imaju određeni broj stupnjeva slobode. Tako dobivamo konačan broj elemenata povezanih u čvorove [4].

Hrvatske norme niza HRN EN 1991 pokrivaju utjecaje na konstrukciju kao što su snijeg, vjetar, požar, djelovanje uslijed eksploatacije, djelovanje uslijed eksplozije i drugo. Pravila koja su definirana propisima Eurokoda obuhvaćaju sljedeće parametre projektiranja drvenih konstrukcija:

- karakteristične i proračunske vrijednosti za kombinaciju djelovanja
- karakteristične i proračunske vrijednosti mehaničkih svojstava otpornosti materijala
- provjeru graničnog stanja nosivosti
- provjeru graničnog stanja uporabljivosti
- provjeru graničnog stanja stabilnosti glavnih nosivih elemenata i konstrukcije u cjelini

Granično stanje nosivosti podrazumijeva:

- gubitak stabilnosti cijele konstrukcije ili nekog njenog dijela
- otkazivanje konstrukcije zbog velikih deformacija, sloma ili gubitka stabilnosti
- otkazivanje zbog zamora

Granično stanje uporabljivosti podrazumijeva:

- stanje nedopustivih deformacija ili progiba konstrukcije
- pojavu vibracija s posljedicama u vidu materijalne štete
- pojavu osjećaja nelagode kod korisnika konstrukcija poradi načina izvedbe konstrukcije [5]



### 5.1.1. Stalna opterećenja

Stalno opterećenje su opterećenja koje su u odnosu na trajnost djelovanja, intenzitetu i smjeru djelovanja, dugotrajna i nepromjenjiva. U stalna opterećenja spadaju vlastita težina konstrukcije, težine zidova, težina pokrova krova, težine izolacija, težine stalne strojarske i elektroinstalacija.

#### Krovnna konstrukcija

— drvene grede	$d = 14,00 \text{ cm}$	$\gamma = 8,00 \text{ kN/m}^3$
— drvene daske	$d = 3,00 \text{ cm}$	$\gamma = 8,00 \text{ kN/m}^3$
— drveni rogovi	$d = 12,00 \text{ cm}$	$\gamma = 8,00 \text{ kN/m}^3$
— biber crijep	$d = 3,00 \text{ cm}$	$\gamma = 6,00 \text{ kN/m}^3$

$$\sum g_{krov} = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

#### Međukatna konstrukcija – stropna ploča prizemlja

— drvene grede	$d = 10,00 \text{ cm}$	$\gamma = 8,00 \text{ kN/m}^3$
— opeka	$d = 10,00 \text{ cm}$	$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
— drvene daske	$d = 2,50 \text{ cm}$	$\gamma = 8,00 \text{ kN/m}^3$
— trstika	$d = 1,00 \text{ cm}$	$\gamma = 1,50 \text{ kN/m}^3$
— žbuka	$d = 1,00 \text{ cm}$	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$

$$\sum g_{prizemlje} = 2,985 \text{ kN/m}^2$$

#### Međukatna konstrukcija – stropna ploča podruma

— drvene grede	$d = 10,00 \text{ cm}$	$\gamma = 8,00 \text{ kN/m}^3$
— opeka	$d = 10,00 \text{ cm}$	$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
— drvene daske	$d = 2,50 \text{ cm}$	$\gamma = 8,00 \text{ kN/m}^3$
— trstika	$d = 1,00 \text{ cm}$	$\gamma = 1,50 \text{ kN/m}^3$
— žbuka	$d = 1,00 \text{ cm}$	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$

$$\sum g_{prizemlje} = 2,985 \text{ kN/m}^2$$

### 5.1.2. Uporabno opterećenje

Korisna opterećenja su promjenjiva opterećenja koja ovise o korištenju zgrade i načinu korištenja pojedinih prostorija. Opisuju se kao ravnomjerno raspoređeni tereti  $q_k$  s potencijalno koncentriranim teretima  $Q_k$ . Za kategorizaciju prostorija u zgradi koriste se karakteristične klase i pod klase prema HRN EN 1991-1-1:2012, HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012.

Razred uporabne površine	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
A-stambene prostorije, odjeli u bolnicama, hotelske sobe		
Uobičajene prostorije	2,0	2,0
Stubišta	3,0	2,0
Balkoni	4,0	2,0
B-uredi		
Uredske prostorije	3,0	2,0
C-prostorije u kojima je moguće okupljanje ljudi		
C1 prostorije sa stolovima (škole, kavane, restorani, čitaonice, recepcije)	3,0	4,0
C2 prostorije sa nepomičnim stolovima (crkve, kina, predavaonice, čekaonice, konferencijske dvorane)	4,0	4,0
C3 prostorije bez prepreka za kretanje ljudi (izložbeni prostori, pristupni prostori javnim zgradama, bolnicama, željezničkim stanicama)	5,0	4,0
C4 prostorije za fizičke aktivnosti (plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice)	5,0	7,0
C5 prostorije za velika okupljanja ljudi (koncertne dvorane, športske dvorane)	5,0	4,0
D-prodajne prostorije		
D1 prostorije u trgovinama	5,0	4,0
D2 prostorije u trgovinama na veliko	5,0	7,0
E-prostorije sa mogućnošću gomilanja robe i stvari		
Prostorije za skladištenje 1	6,0	7,0
F-površine za lagana vozila $\leq 30$ kN	2,0	10,0
G-površine za lagana vozila $> 30$ kN $\leq 160$ kN	5,0	45,0
H-neprohodni krovovi osim za održavanje i popravak		
Nagib $<20^\circ$ *	0,75	1,5
Nagib $>40^\circ$ *	0,0	1,5
I-prohodne krovne površine	Opterećenja po razredima A-G	
K-krovne površine za specijalne namjene (heliostrom)	Opterećenje se utvrđuje za svaki pojedini slučaj	

1 najmanja propisana opterećenja ako nije utvrđeno veće, \* linearna interpolacija za među vrijednosti

Tablica 5.1 - Karakteristične vrijednosti opterećenja po razredima [Izvor: [6] Čizmar, D., Volarić I. (2017): Drvene konstrukcije - Priručnik za vježbe, Tehničko veleučilište u Zagrebu]

Opterećenje prizemlja

Stambene prostorije, uobičajene prostorije

$$q = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum q_{prizemlje} = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Opterećenje krova

$$q = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum q_{krov} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

### 5.1.3. Opterećenje snijegom

Snijeg kao opterećenje na konstrukcije je promjenjivo djelovanje koje se može kategorizirati kao statičko opterećenje na temelju odziva konstrukcije. Ovo opterećenje se može smatrati izvanrednim opterećenjem u klimatskim zonama gdje snježne padaline nisu redovite.

Opterećenje snijegom na krov određuje se izrazom:

$$s = s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_i$$

$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijega na tlo

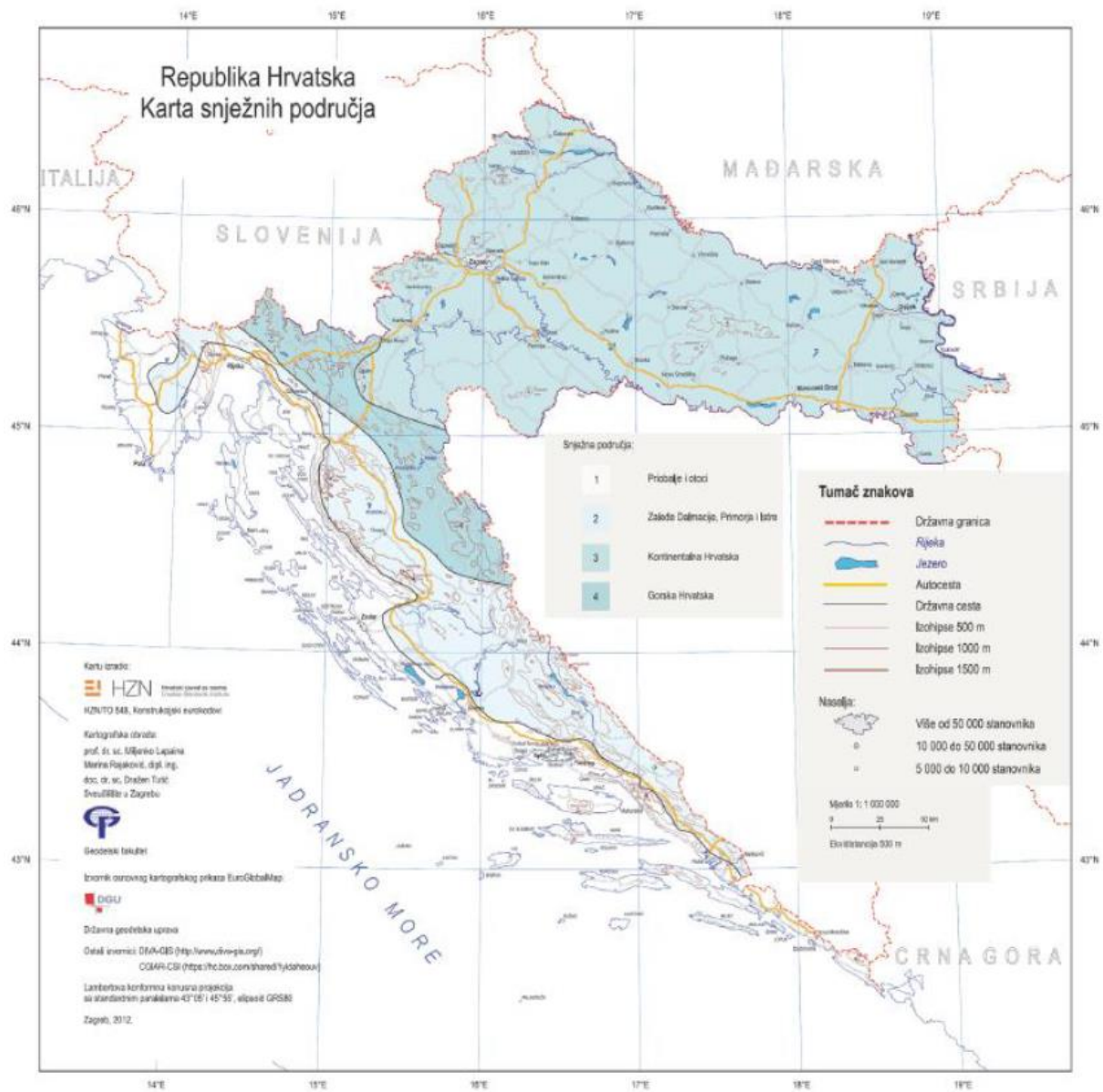
$C_e$  – koeficijent izloženosti

$C_t$  – toplinski koeficijent

$\mu_i$  – koeficijent oblika opterećenja krova

#### 5.1.3.1. Karakteristična vrijednost opterećenja snijega na tlo

Karakteristična vrijednost opterećenja snijega na tlo  $s_k$  određuje se očitavanjem iz karte snježnih područja (*Slika 5.1*), te tablice opterećenja snijega za snježna područja uz pripadajuće nadmorske visine (*Tablica 5.2*), a ovisno o lokaciji u kojoj se objekt nalazi [7].



Slika 5.1 - Karta snježnih područja

Nadmorska visina do [m]	1. područje-priobalja i otoci [kN/m <sup>2</sup> ]	2. područje-zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m <sup>2</sup> ]	3. područje-kontinentalna Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]	4. područje-gorska Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1000	2,00	4,00	3,50	5,00
1100	3,00	5,00	4,00	5,50
1200	4,00	6,00	4,50	6,00
1300	5,00	7,00		7,00
1400	6,00	8,00		8,00
1500		9,00		9,00
1600		10,00		10,00
1700		11,00		11,00
1800		12,00		

Tablica 5.2 - Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

Naselje: Pušćine

Snježno područje: 3. Kontinentalna Hrvatska

Nadmorska visina naselja: 171 [m]

Karakteristična vrijednost opterećenja snijega na tlo:  $s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$

### 5.1.3.2. Koeficijent izloženosti

Izloženost građevine udarima vjetra ima utjecaj na akumulaciju snijega na krovu, stoga je potrebno u proračunu primijeniti koeficijent izloženosti  $C_e$ . Za koeficijent  $C_e$  se najčešće primjenjuje vrijednost 1, iznimno ukoliko se konstrukcija nalazi na otvorenom prostoru ili među gustom vegetacijom te visokim objektima ovaj koeficijent se može korigirati.

Oblik terena	Koeficijent izloženosti $C_e$
Izložen vjetru a	0,8
Uobičajen b	1,0
Zaklonjen c	1,2
a) Izložen vjetru: ravan, nezaklonjena područja izložena sa svih strana, bez zaklona ili s vrlo malo zaklona terenom, višim građevinama ili drvećem	
b) Uobičajen oblik terena: područja gdje ne dolazi do značajnijeg premještanja snijega na građevini zbog vjetra, terena, drugih građevina ili drvećem	
c) Zaklonjen oblik terena: područja gdje je predmetna građevina značajno niža od okolnog terena ili okružena visokim drvećem i/ili okružen drugim višim drvećem	

Tablica 5.3 - Preporučene vrijednosti koeficijenta  $C_e$

Koeficijent izloženosti  $C_e = 1,00$

#### 5.1.3.3. Toplinski koeficijent

Gubitak topline iz grijanih prostorija zgrade kroz nedovoljno izolirane krovove ima utjecaj na akumulaciju snijega na krovovima. U svjetlu današnjih standarda koji se odnose na energetske učinkovitost zgrade i dopuštene vrlo minimalne gubitke energije, toplinski koeficijent obično se usvaja na vrijednosti od 1,0.

U slučaju grijanih građevina kod kojih se radi o krovovima koja su slabo ili nisu uopće izolirana (stakleni krovovi, sva krovovi gdje je koeficijent toplinske provodljivosti  $>1$  W/m<sup>2</sup>K) dozvoljeno je korištenje reduciranog koeficijenta manje vrijednosti od 1,0 [6].

Koeficijent izloženosti  $C_t = 1,00$

#### 5.1.3.4. Koeficijent oblika opterećenja krova

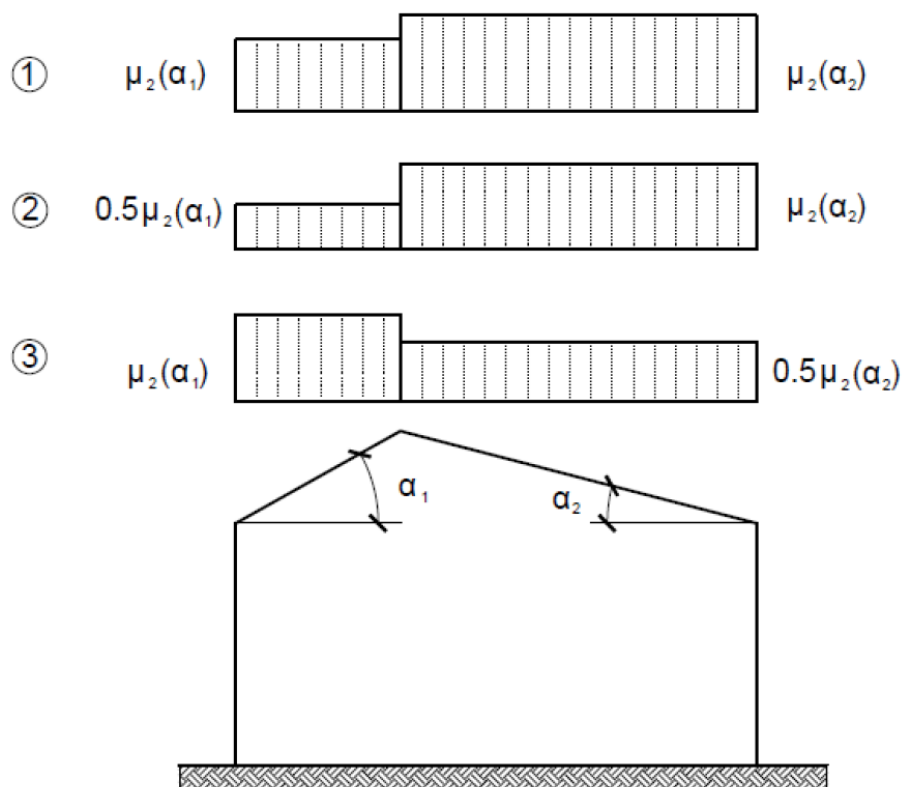
Slab vjetar je dovoljan da odnese snijeg sa krova ili da uzrokuje snježne nanose na krovu što dovodi do koncentracije opterećenja snijegom. Koeficijent oblika opterećenja krova  $\mu_i$  potreban je kako bi se reduciralo opterećenje snijegom na tlo i dobilo opterećenje na krovu sa uzetom u obzir navedenim mogućim pojavama. Eurokod daje koeficijent oblika opterećenja krova ovisno o geometriji krova. Za neke oblike krovova potrebno je izvesti nekoliko slučajeva opterećenja snijegom (sa i bez snijega nošenog vjetrom) koja se mogu desiti u eksploatacijskom vijeku građevine. Sve varijete koeficijenta oblika opterećenja krova moguće je pronaći u Hrvatskoj normi HRN EN 1991-1-3, te pripadajućem nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-3:2012/NA i amandmanu HRN EN 1991-1-3:2012/A1 [6].

Kut nagib krova $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1(\alpha)$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0,0
$\mu_2(\alpha)$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0,0
$\mu_3(\alpha)$	$0,8 + 0,8 \cdot \frac{\alpha}{30^\circ}$	1,6	-

Tablica 5.4 - Koeficijenti oblika opterećenja snijegom

U nastavku je prikazan primjer koeficijenta oblika opterećenja krova za slučaj dvostrešnog krova.

Kod analize opterećenja dvostrešnih krovova treba uzeti u obzir opterećenje snijegom slobodno napadanog na krov i opterećenje snijegom pod utjecajem vjetra te preraspodijeljeno opterećenje snijegom na jednu stranu krova sa pola vrijednosti. Izračun vrijednosti koeficijenta oblika opterećenja dvostrešnih krovova vršimo *pomoću tablice 5.4*, a slika 12 prikazuje varijante raspodjele. Isto kod i kod jednostrešnih krovova važno je napomenuti da navedeni koeficijenti oblika vrijede za krovšta gdje nije spriječeno klizanje snijega sa krova. Kada postoje snjegobrani ili druge prepreke ili gdje donji rub krova završava parapetom, koeficijent oblika opterećenja snijegom ne treba biti manji od vrijednosti 0,8.



Slika 5.2 - Varijante koeficijenta oblika opterećenja za dvostrešni krov

Koeficijent oblika opterećenja krova

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = 42^\circ$$

$$\mu_1(\alpha) = 0,8 \cdot \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ} = 0,8 \cdot \frac{(60^\circ - 42^\circ)}{30^\circ}$$

$$\mu_1 = 0,48$$

$$\mu_2(\alpha) = 0,5 \cdot 0,8 \cdot \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ} = 0,5 \cdot 0,8 \cdot \frac{(60^\circ - 42^\circ)}{30^\circ}$$

$$\mu_2 = 0,24$$

Opterećenje snijegom na krov:

$$s = s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu_i$$

$$s_1 = 1,25 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,48$$

$$s_1 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = 1,25 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,24$$

$$s_2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

#### 5.1.4. Opterećenje vjetrom

Djelovanja vjetrom ako drugačije nije naznačeno možemo svrstati u promjenjiva nepomična djelovanja. Na površine djeluju tlakovi koji imaju za posljedicu sile okomite na površinu konstrukcije ili pojedinih obložnih elemenata. Osnovna podjela koju možemo napraviti kod djelovanja vjetra na zatvorene konstrukcije je: pritisak vjetra na vanjske površine i pritisak vjetra na unutarnje površine [6].

Pritisak vjetra na vanjske površine određuje se izrazom:

$$w_e = q_d(z) \cdot c_{pe}$$

$q_d(z)$  – tlak pri vršnoj brzini na visini  $z$

$c_{pe}$  – koeficijent vanjskog tlaka

Pritisak vjetra na unutarnje površine određuje se izrazom:

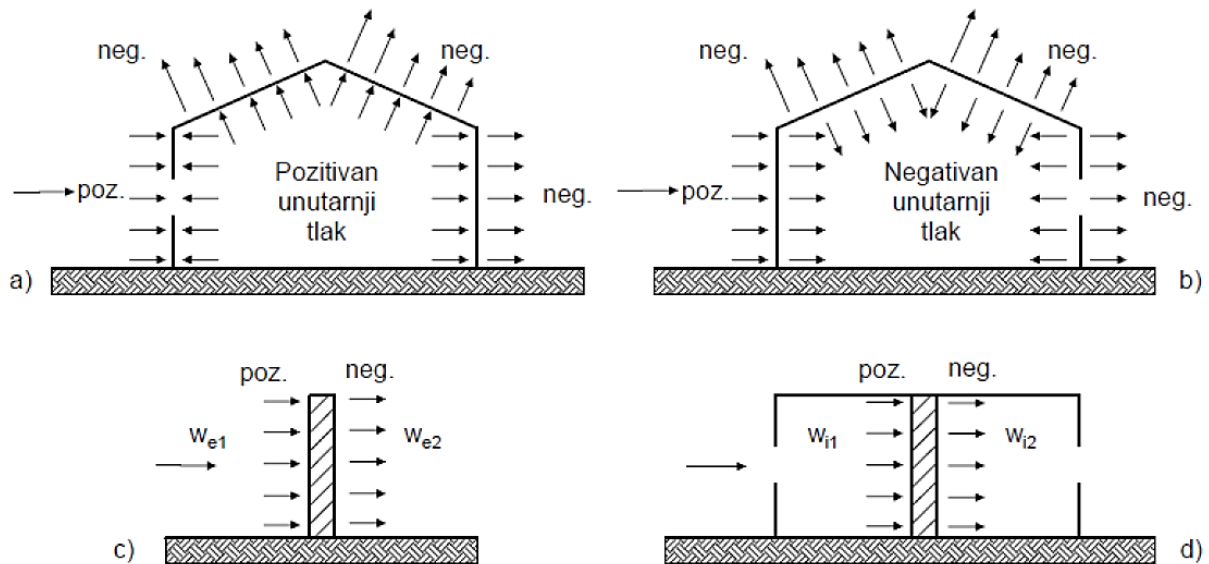
$$w_i = q_d(z) \cdot c_{pi}$$

$q_d(z)$  – tlak pri vršnoj brzini na visini  $z$

$c_{pi}$  – koeficijent unutarnjeg tlaka

Neto tlak na zid, krov ili element definira se kao razlika tlakova na suprotnim površinama uzimajući u obzir njihove predznake. Tlak usmjeren prema površinama uzima se kao pozitivan, a usisavanje, usmjereno od površine uzima se kao negativno [6].





Slika 5.3 - Tlak na površinama

Temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra  $v_{b,0}$  je karakteristična 10-minutna srednja brzina vjetra, neovisno o smjeru vjetra i dobu godine, 10 m iznad tla na otvorenom terenu u prirodi s niskim raslinjem, primjerice travom, i osamljenim preprekama na razmaku najmanje 20 visina prepreke. Temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra  $v_{b,0}$  dana je u Nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-4:2012/NA, u obliku karte Republike Hrvatske koja je podijeljena u 7 zona prema brzinama vjetra. Vrijednost  $v_{b,0}$  dobiva se očitavanjem iz karte prikazane na slici 5.4.

Uz temeljnu vrijednost osnovne brzine vjetra za nastavak proračuna bitan je faktor smjera  $c_{dir}$  čija je preporučena vrijednost prema Nacionalnom dodatku 1, te faktor godišnjeg doba  $c_{season}$  koji za stalne građevine iznosi 1 [6]. Osnovna brzina vjetra određena kao funkcija smjera vjetra i doba godine, 10 metara iznad tla koje pripada II. kategoriji terena  $v_b$  određuje se izrazom:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season}$$

$v_{b,0}$  – temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra

$c_{dir}$  – faktor smjera

$c_{season}$  – faktor godišnjeg doba

Tlak pri osnovnoj brzini vjetra određuje se izrazom:

$$q_d = \frac{1}{2} \cdot \varphi \cdot v_b^2$$

$\varphi$  – vrijednost gustoće zraka (preporučeno 1,25 kg/m<sup>3</sup>)

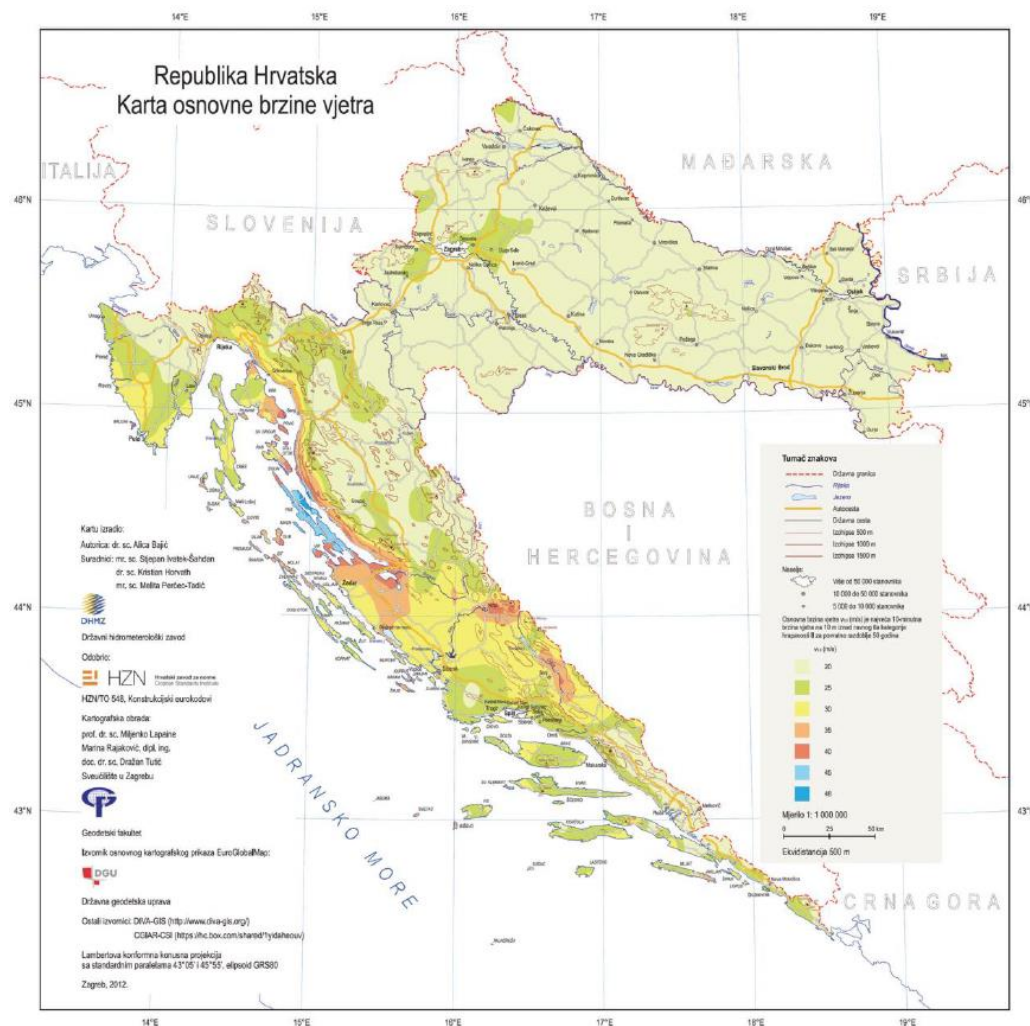
$v_b$  - osnovna brzina vjetra

Tlak pri vršnoj brzini vjetra na z visini odrediti ćemo pomoću izraza:

$$q_a(z) = q_d \cdot c_e(z)$$

$q_d$  – tlak pri osnovnoj brzini vjetra

$c_e(z)$  – faktor izloženosti (za ravne terene se određuju pomoću *Tablice 5.5* i *Slike 5.5*)

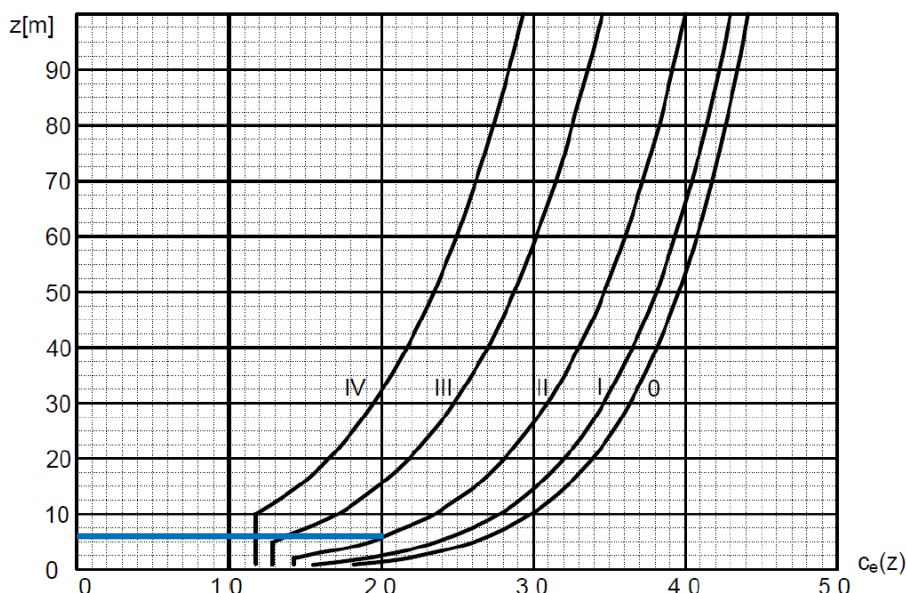


Slika 5.4 - Karta osnovnih brzina vjetra  $v_{b,0}$

### Kategorije terena

- 0 More i priobalna područja izložena otvorenom moru.
- I Jezera ili ravna horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka.
- II Područja s niskom vegetacijom, npr. travom i izoliranim preprekama (drveće, zgrade) s razmakom najmanje 20 visina prepreka.
- III Područja sa stalnim pokrovom od vegetacije ili zgrade ili područja s izoliranim preprekama s razmakom najviše 20 visina prepreka (npr. sela, predgrađa, stalna šuma)
- IV Područja s najmanje 15% površine pokrivena zgradama čija prosječna visina premašuje 15 metara.

Tablica 5.5 - Kategorije terena



Slika 5.5 - Grafički prikaz faktora izloženosti  $c_e(z)$  za ravne terene

Koeficijente vanjskog tlaka  $c_{pe}$  za svako područje krovišta, definira se zasebno. Dvostrešne krovove kod određivanja koeficijenta vanjskog tlaka  $c_{pe}$  treba podijeliti na područja u koja su uključeni i njegovi istaknuti dijelovi. Referentnu visinu  $z_e$  treba uzeti jednaku  $h$ . Koeficijente tlaka za svako područje treba definirati zasebno. Koeficijenti vanjskog tlaka  $c_{pe,10}$  i  $c_{pe,1}$  za dvostrešne krovove određuju se koristeći sliku 5.6 te Tablice 5.6 i 5.7.

Nagib $\alpha$	Područje za smjer vjetra $\theta=90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$-45^\circ$	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
$-30^\circ$	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
$-15^\circ$	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
$-5^\circ$	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
$5^\circ$	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
$15^\circ$	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
$30^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
$45^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
$60^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
$75^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

Tablica 5.6 - Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za dvostrešne krovove smjer vjetra  $90^\circ$

Nagib $\alpha$	Područje za smjer vjetra $\theta=0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$-45^\circ$	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
$-30^\circ$	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
$-15^\circ$	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
$-5^\circ$	-2,3		-2,5		-1,2		-2,0		-0,8	
									+0,2	+0,2
$5^\circ$									-0,6	
	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	

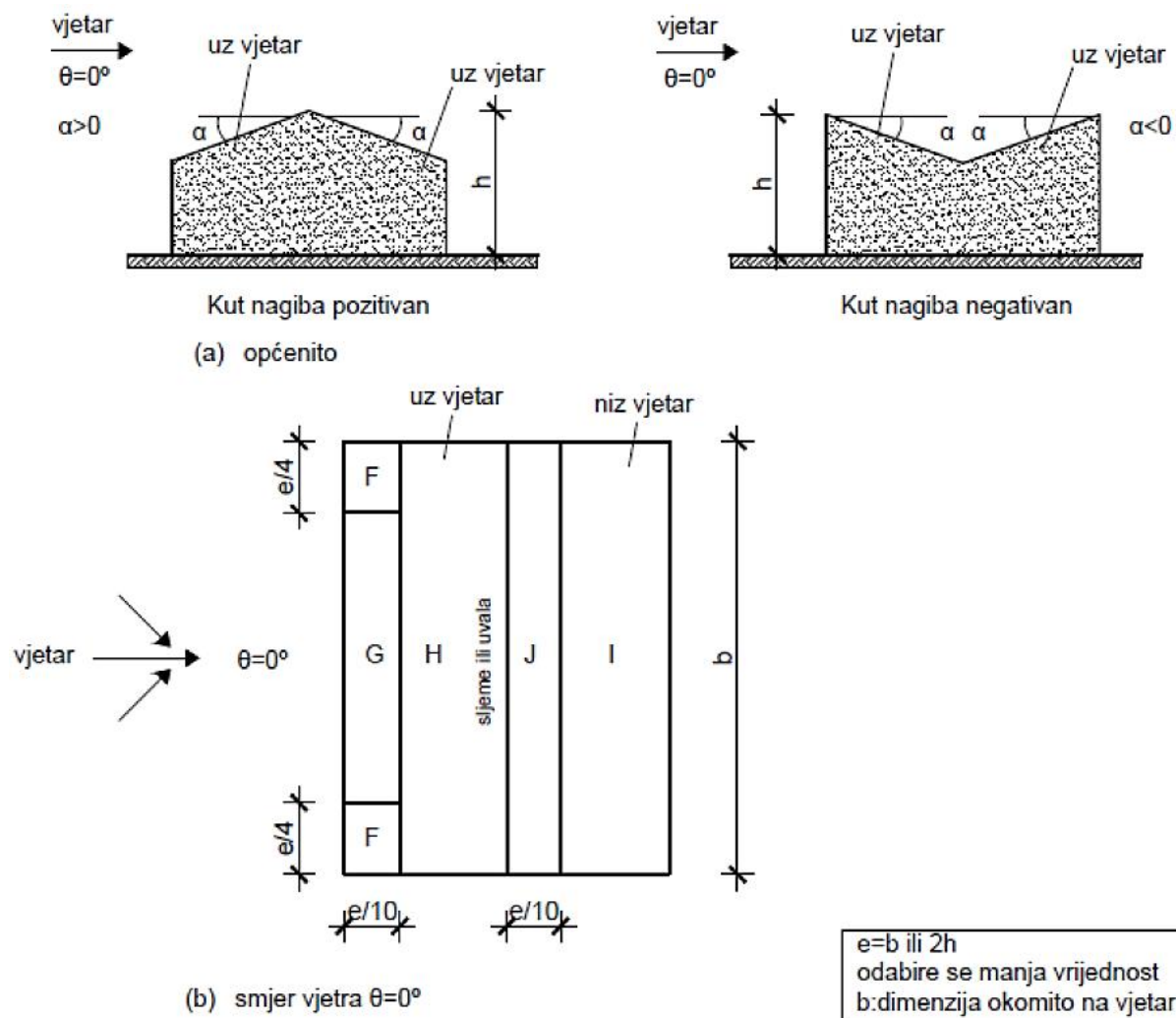
	0,0		0,0		0,0		-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-0,4	-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2	0,0	0,0	0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4	0,0	0,0	
45°	0,0		0,0		0,0	-0,2	-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6	0,0	0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7	-0,2	-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8	-0,2	-0,3	

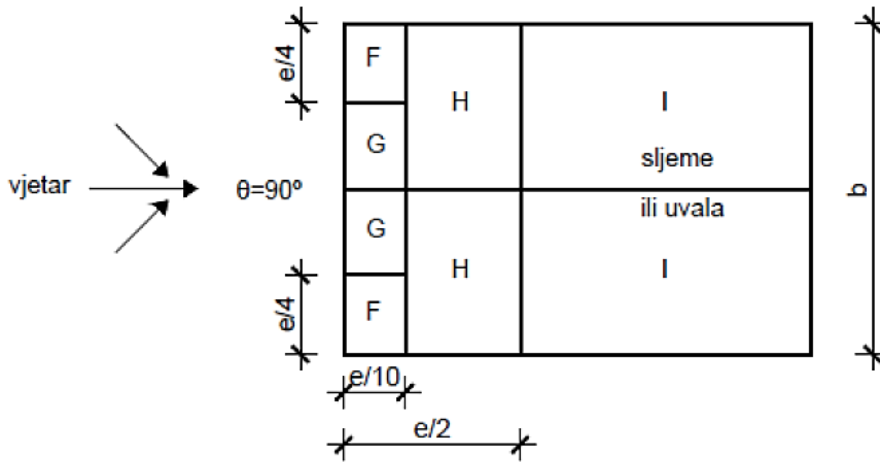
NAPOMENA 1: Pri  $\theta=0^\circ$  tlak se naglo mijenja između pozitivnih i negativnih vrijednosti na strani uz vjetar oko nagiba  $\alpha=-5^\circ$  do  $\alpha=45^\circ$ , stoga su navedene i pozitivne i negativne vrijednosti. Za takve krovove treba uzeti u obzir četiri slučaja gdje su najmanje vrijednosti svih područja F,G i H kombinirane s najmanjim i najvećim vrijednostima.

Ne dopušta se miješanje pozitivnih i negativnih vrijednosti na istom pročelju.

NAPOMENA 2: Smije se upotrebljavati linearna interpolacija vrijednosti istog predznaka za međuvrijednosti kutova nagiba istog predznaka. (Ne interpolira se za kutove između  $\alpha=-5^\circ$  i  $\alpha=5^\circ$  već se upotrebljavaju podaci za ravne krovove iz tablice 7). Vrijednosti 0,0 dane se za potrebe interpolacije.

Tablica 5.7 - Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za dvostrušne krovove smjer vjetra  $0^\circ$





(c) smjer vjetra  $\theta=90^\circ$

Slika 5.6 - Legenda za dvostrane krovove

### Proračun pritiska vjetra na vanjske površine $w_e$

Osnovna brzina vjetra:  $v_{b,0} = 20 \text{ m/s}$

Faktor smjera:  $c_{dir} = 1$

Faktor godišnjeg doba:  $c_{season} = 1$

Osnovna brzina vjetra:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season}$$

$$v_b = 20 \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 1$$

$$v_b = 20 \text{ m/s}$$

Tlak pri osnovnoj brzini vjetra:

$$q_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

$$q_d = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \text{ kg/m}^3 \cdot (20 \text{ m/s})^2$$

$$q_d = 250 \text{ N/m}^2 = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

Visina objekta u sljemenu kuće:

$$h = 6,20 \text{ m}$$

Kategorija terena: II kategorija – područja s niskom vegetacijom

Tlak pri brzini vjetra na visini h:

$$q_d(z) = q_d \cdot c_e(z)$$

$$q_d(z) = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 2$$

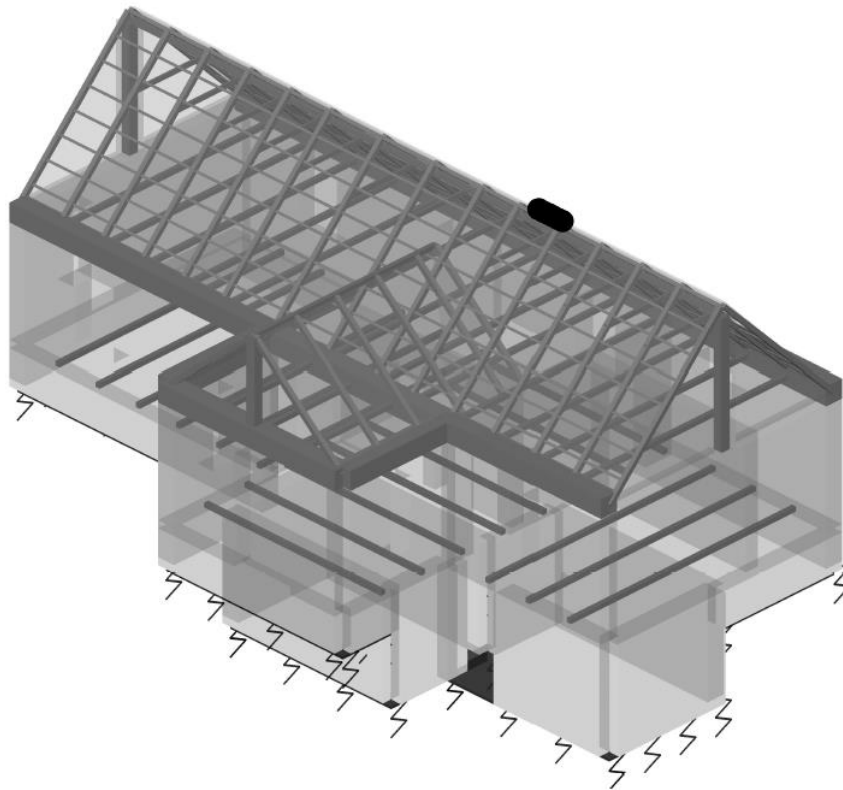
$$q_d(z) = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

## 5.2. Seizmički proračun predmetne građevine

U nastavku je kratki izvještaj iz Towera i osnovni podaci proračuna za stanje objekta prije potresa. Cilj ovog izvještaja je da se dokaže djelovanje potresne sile na konstrukciju koja ima nedostatke nastale prilikom izvedbe, održavanja, te djelovanjem vlage na nosivi sustav. Nakon toga provedena je gruba seizmička analiza kojom dokazujemo posmičnu čvrstoću konstrukcije. Ovisno o tome da li ona zadovoljava ili ne zadovoljava radimo daljnji proračun pojačanja zida. Odabiremo načine sanacije za ojačanje nosivih zidova.

Program Tower služi za statičku i dinamičku analizu ravninskih i prostornih konstrukcija. Proračuni se provode metodom konačnih elemenata, a geometrija modela se definira grafički, iscrtavanjem samih konstruktivnih elemenata i opterećenja. Na stranicama od 51 do 54, prikazani su ulazni podaci konstrukcije. To su sheme nivoa, setovi greda od kojih se sastoji konstrukcija, te izometrija i tlocrti postojećih etaža. Opterećenja su prikazana na stranicama od 55 do 57. Konstrukcija je opterećena vlastitim opterećenjem, uporabnim odnosno korisnim, te na krovu su stavljene opterećenja vjetrova i snijega (str. 57). Potresno opterećenje se dobiva na temelju sudjelujućih masa iz opterećenja vlastite težine, dodatnog stalnog djelovanja i korisnog opterećenja. Na temelju tih podataka napravljena je modalna analiza prikazana na 58. stranici, iz koje su dobiveni vlastiti oblici konstrukcije i njima pripadajući periodni osciliranja konstrukcije. Modalna analiza nam je potrebna za danji seizmički proračun. Uz periode osciliranja konstrukcije, potrebni podaci su nam bili razred tla, seizmička zona, vrsta konstrukcije i koeficijent prigušenja. Raspored seizmičkih sila po visinama su prikazane na stranicama od 59 do 62. Posljednji dio proračuna u Toweru je statički proračun koji se nalazi od stranice 63 do 66. Grafički su prikazani utjecaji u pločama i gredama, tablično rezne sile u pločama i gredama, te deformacije čvorova u x, y i z smjeru.

**Ulazni podaci - Konstrukcija**



Izometrija

**Schema nivoa**

Naziv	z [m]	h [m]
3. vrh krova	6.20	0.75
krov ulaza	5.45	1.95
2. etaza	3.50	2.75

Naziv	z [m]	h [m]
1. etaza	0.75	0.75
tlo	0.00	1.50
podrum	-1.50	

**Tabela materijala**

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha_m$
1	Opeka - loše stanje	1.000e+4	0.20	18.00	1.000e-5	1.138e+6	0.20
2	Drvo - listan - masivno	1.250e+7	0.20	7.00	1.000e-5	1.250e+7	0.20

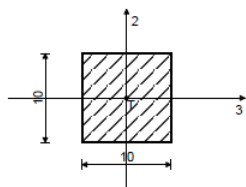
**Setovi ploča**

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$
<1>	0.300	0.150	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<2>	0.150	0.075	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<3>	0.400	0.200	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<4>	0.030	0.015	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<5>	0.500	0.250	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			

**Setovi greda**

Set: 1 Presjek: b/d=10/10, Fiktivna ekscentričnost

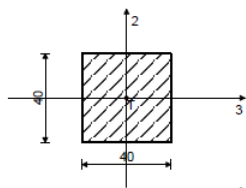
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo - listar...	1.000e-2	8.333e-3	8.333e-3	1.408e-5	8.333e-6	8.333e-6



[cm]

Set: 2 Presjek: b/d=40/40, Fiktivna ekscentričnost

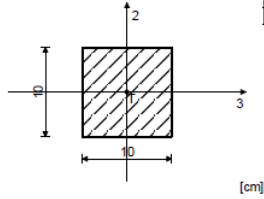
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Opeka - loše ...	1.600e-1	1.333e-1	1.333e-1	3.605e-3	2.133e-3	2.133e-3



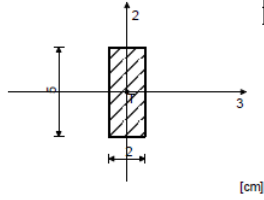
[cm]

Set: 3 Presjek: Proizvoljni, Fiktivna ekscentričnost							
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3	
1 - Opeka - loše ...	4.000e-2	3.333e-2	3.333e-2	2.533e-4	1.333e-4	1.333e-4	

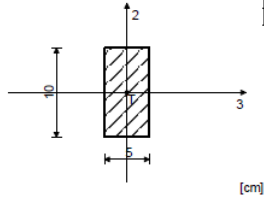
Set: 4 Presjek: b/d=10/10, Fiktivna ekscentričnost							
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3	
2 - Drvo - listar...	1.000e-2	8.333e-3	8.333e-3	1.408e-5	8.333e-6	8.333e-6	



Set: 5 Presjek: b/d=2/5, Fiktivna ekscentričnost							
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3	
2 - Drvo - listar...	1.000e-3	8.333e-4	8.333e-4	9.981e-8	3.333e-8	2.083e-7	

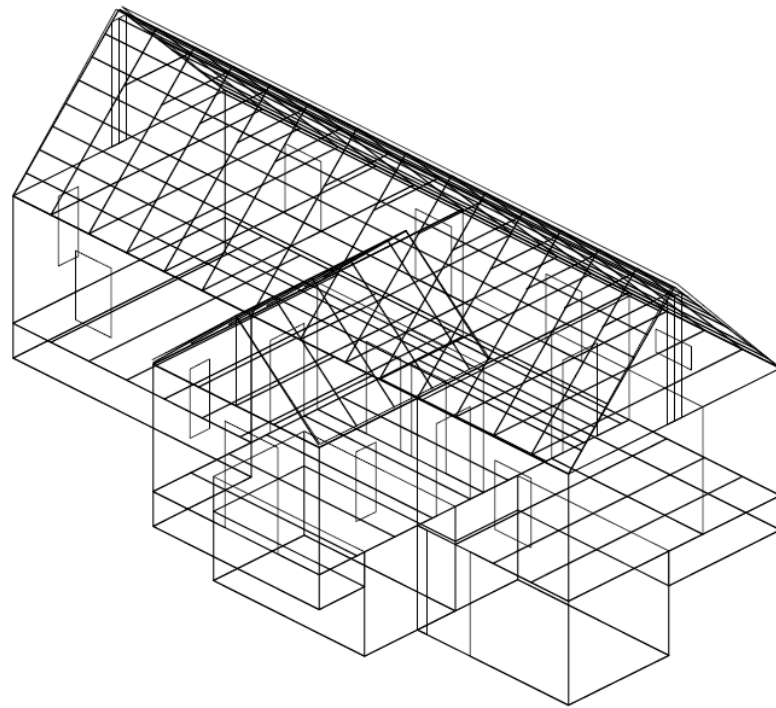


Set: 6 Presjek: b/d=5/10, Fiktivna ekscentričnost							
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3	
2 - Drvo - listar...	5.000e-3	4.167e-3	4.167e-3	2.861e-6	1.042e-6	4.167e-6	

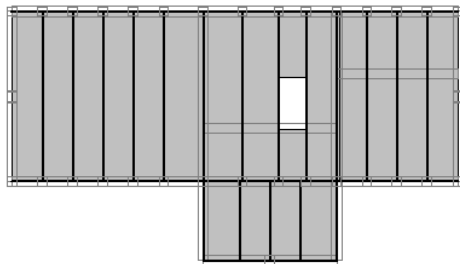


Setovi površinskih ležajeva			
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	8.000e+3	8.000e+3	8.000e+3

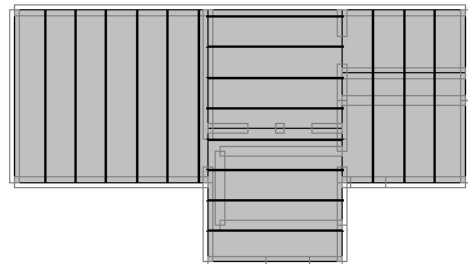




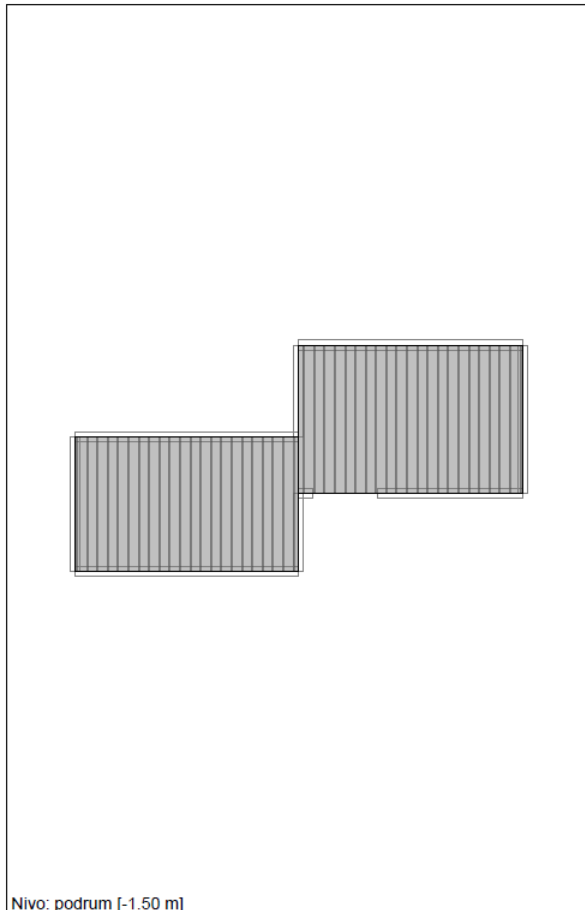
Izometrija



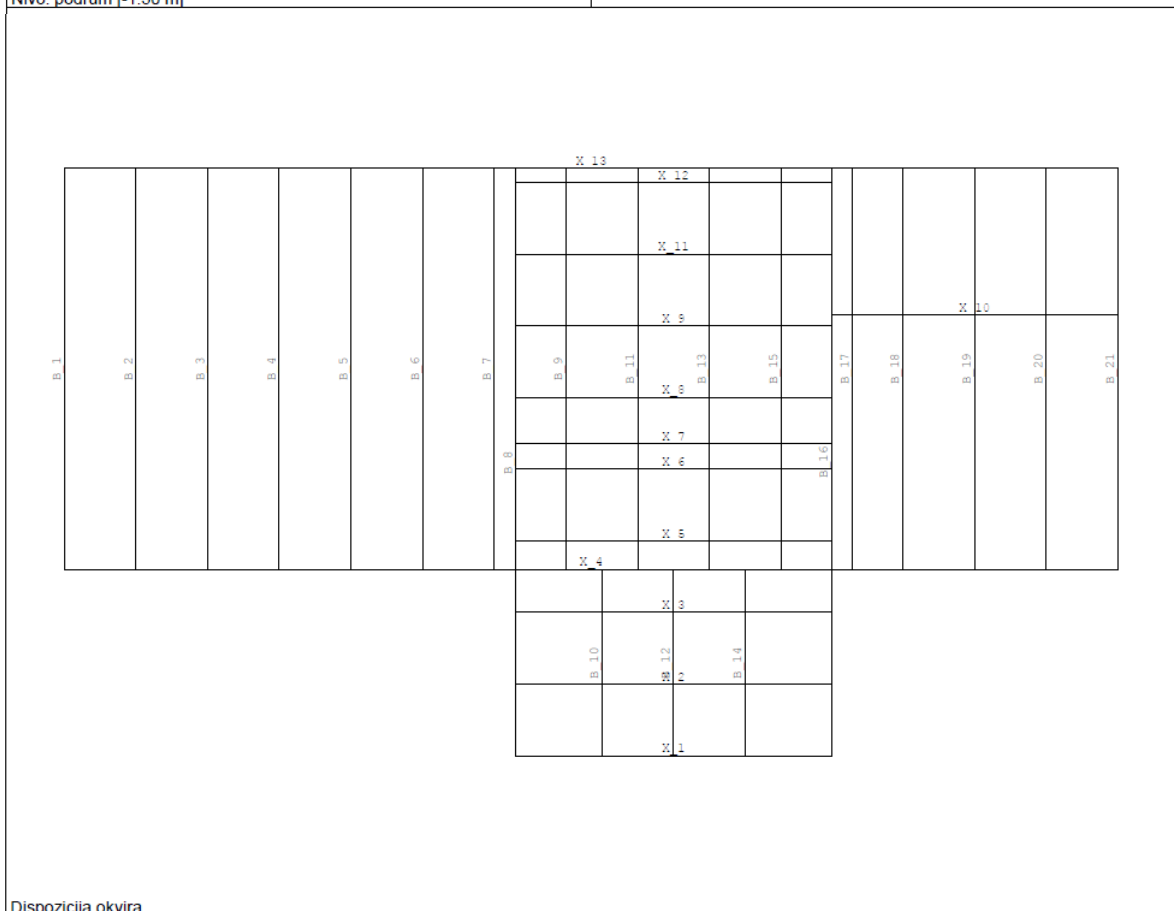
Nivo: 2. etaza [3.50 m]



Nivo: 1. etaza [0.75 m]



Nivo: podrum [-1.50 m]



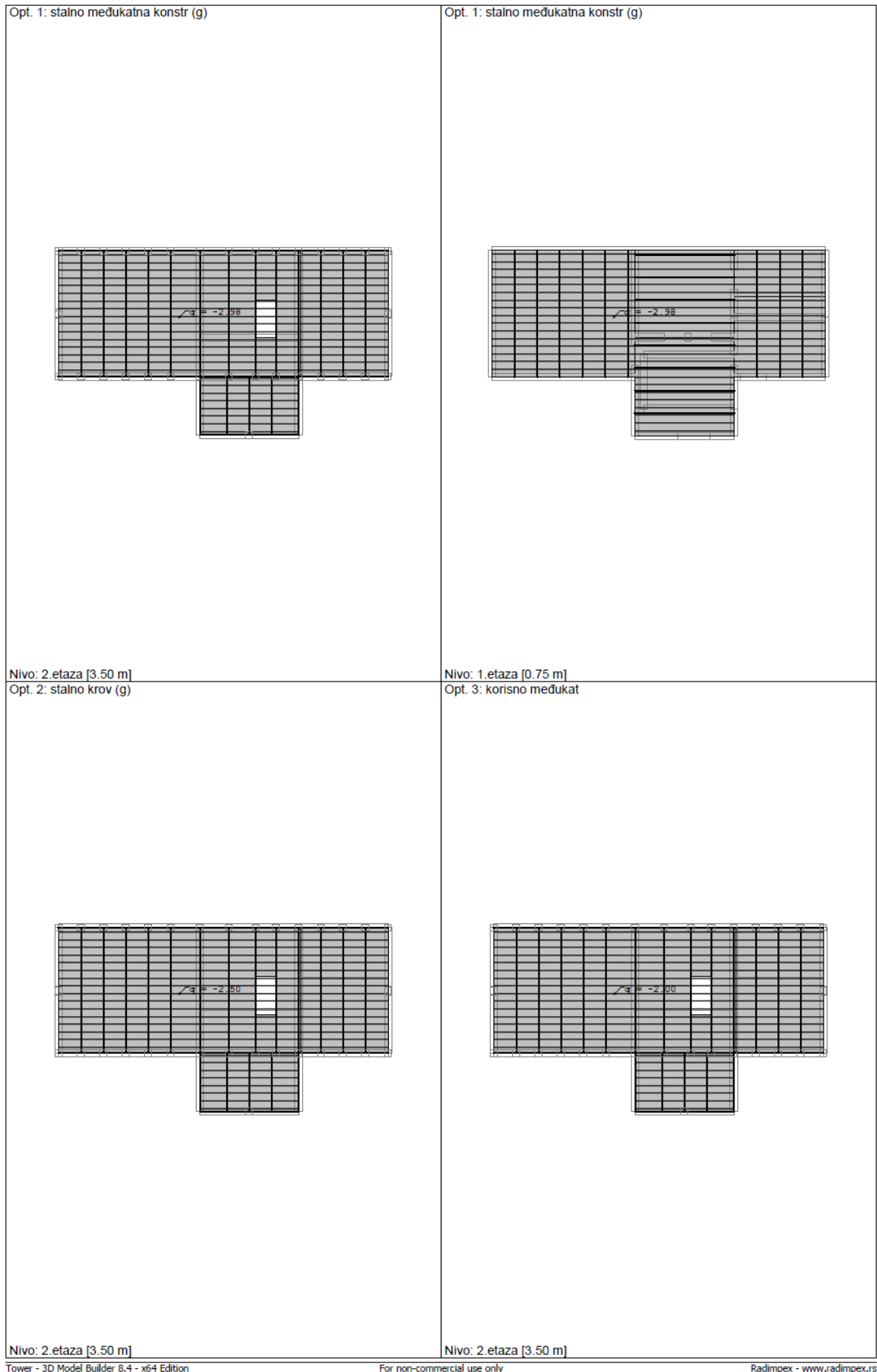
Dispozicija okvira

Ulazni podaci - Opterećenje

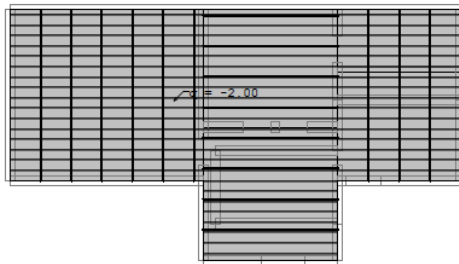
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	stalno međukatna konstr (g)
2	stalno krov (g)
3	korisno međukat
4	snijeg
5	vjetar
6	Ex
7	Ey
8	Komb.: 1.35xl+1.35xll
9	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll
10	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv
11	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv
12	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xv
13	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xv
14	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+1.5xv
15	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+1.5xv
16	Komb.: I+II
17	Komb.: I+II+0.3xIII
18	Komb.: I+II+0.3xIV
19	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV
20	Komb.: I+II+0.3xV
21	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV
22	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV
23	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV
24	Komb.: I+II-1xVI
25	Komb.: I+II+VI
26	Komb.: I+II+0.3xIII-1xVI
27	Komb.: I+II+0.3xIII+VI
28	Komb.: I+II+0.3xIV-1xVI
29	Komb.: I+II+0.3xIV+VI
30	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-1xVI
31	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+VI
32	Komb.: I+II+0.3xV-1xVI
33	Komb.: I+II+0.3xV+VI
34	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV-1xVI
35	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+VI
36	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV-1xVI
37	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+VI
38	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV-1xVI
39	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+VI
40	Komb.: I+II-0.3xVI
41	Komb.: I+II+0.3xVII
42	Komb.: I+II+0.3xIII-0.3xVII
43	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xVII
44	Komb.: I+II+0.3xIV-0.3xVII
45	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xVII
46	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-0.3xVII
47	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xVII
48	Komb.: I+II+0.3xV-0.3xVII
49	Komb.: I+II+0.3xV+0.3xVII
50	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV-0.3xVII
51	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+0.3xVII
52	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV-0.3xVII
53	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+0.3xVII
54	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV-0.3xVII
55	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+0.3xVII
56	Komb.: I+II-1xVI-0.3xVII
57	Komb.: I+II-1xVI+0.3xVII
58	Komb.: I+II+VI-0.3xVII
59	Komb.: I+II+VI+0.3xVII
60	Komb.: I+II+0.3xIII-1xVI-0.3xVII
61	Komb.: I+II+0.3xIII-1xVI+0.3xVII
62	Komb.: I+II+0.3xIII+VI-0.3xVII
63	Komb.: I+II+0.3xIII+VI+0.3xVII
64	Komb.: I+II+0.3xIV-1xVI-0.3xVII
65	Komb.: I+II+0.3xIV-1xVI+0.3xVII
66	Komb.: I+II+0.3xIV+VI-0.3xVII
67	Komb.: I+II+0.3xIV+VI+0.3xVII
68	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-1xVI-0.3xVII
69	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-1xVI+0.3xVII
70	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+VI-0.3xVII
71	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+VI+0.3xVII
72	Komb.: I+II+0.3xV-1xVI-0.3xVII
73	Komb.: I+II+0.3xV-1xVI+0.3xVII
74	Komb.: I+II+0.3xV+VI-0.3xVII
75	Komb.: I+II+0.3xV+VI+0.3xVII
76	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV-1xVI-0.3xVII
77	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV-1xVI+0.3xVII
78	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+VI-0.3xVII
79	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+VI+0.3xVII
80	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV-1xVI-0.3xVII

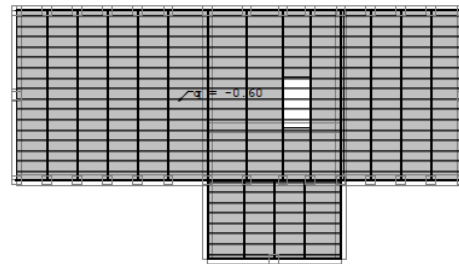
LC	Naziv
81	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV-1xVI+0.3xVII
82	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+VI-0.3xVII
83	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+VI+0.3xVII
84	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV-1xVI-0.3xVII
85	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV-1xVI+0.3xVII
86	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+VI-0.3xVII
87	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+VI+0.3xVII
88	Komb.: I+II
89	Komb.: I+II+0.3xIII
90	Komb.: I+II+0.3xIV
91	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV
92	Komb.: I+II+0.3xV
93	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV
94	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV
95	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV
96	Komb.: I+II-0.3xVI
97	Komb.: I+II+0.3xVI
98	Komb.: I+II+0.3xIII-0.3xVI
99	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xVI
100	Komb.: I+II+0.3xIV-0.3xVI
101	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xVI
102	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-0.3xVI
103	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xVI
104	Komb.: I+II+0.3xV-0.3xVI
105	Komb.: I+II+0.3xV+0.3xVI
106	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV-0.3xVI
107	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+0.3xVI
108	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV-0.3xVI
109	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI
110	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV-0.3xVI
111	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI
112	Komb.: I+II-1xVII
113	Komb.: I+II+VII
114	Komb.: I+II+0.3xIII-1xVII
115	Komb.: I+II+0.3xIII+VII
116	Komb.: I+II+0.3xIV-1xVII
117	Komb.: I+II+0.3xIV+VII
118	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-1xVII
119	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+VII
120	Komb.: I+II+0.3xV-1xVII
121	Komb.: I+II+0.3xV+VII
122	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV-1xVII
123	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+VII
124	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV-1xVII
125	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+VII
126	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV-1xVII
127	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+VII
128	Komb.: I+II-0.3xVI-1xVII
129	Komb.: I+II-0.3xVI+VII
130	Komb.: I+II+0.3xVI-1xVII
131	Komb.: I+II+0.3xVI+VII
132	Komb.: I+II+0.3xIII-0.3xVI-1xVII
133	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xVI+VII
134	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xVI-1xVII
135	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xVI+VII
136	Komb.: I+II+0.3xIV-0.3xVI-1xVII
137	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xVI+VII
138	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xVI-1xVII
139	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xVI+VII
140	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-0.3xVI-1xVII
141	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV-0.3xVI+VII
142	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xVI-1xVII
143	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xVI+VII
144	Komb.: I+II+0.3xV-0.3xVI-1xVII
145	Komb.: I+II+0.3xV+0.3xVI+VII
146	Komb.: I+II+0.3xV+0.3xVI-1xVII
147	Komb.: I+II+0.3xV+0.3xVI+VII
148	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV-0.3xVI-1xVII
149	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+0.3xVI+VII
150	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+0.3xVI-1xVII
151	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xV+0.3xVI+VII
152	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV-0.3xVI-1xVII
153	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI+VII
154	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI-1xVII
155	Komb.: I+II+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI+VII
156	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV-0.3xVI-1xVII
157	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI+VII
158	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI-1xVII
159	Komb.: I+II+0.3xIII+0.3xIV+0.3xV+0.3xVI+VII



Opt. 3: korisno međukat



Opt. 4: snijeg



Opt. 5: vjetar



Nivo: 2. etaza [3.50 m]

**Modalna analiza**

**Napredne opcije seizmičkog proračuna:**

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča  
 Spriječeno osciliranje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa		
No	Naziv	Koeficijent
1	stalno međukatna konstr (g)	1.35
2	stalno krov (g)	1.35
3	korisno međukat	1.50
4	snijeg	1.50
5	vjetar	1.50

Raspored masa po visini objekta					
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
3. vrh krova	6.20	7.39	5.39	4.83	
krov ulaza	5.45	7.56	4.00	14.49	
2. etaza	3.50	7.70	4.82	369.82	4.01
1. etaza	0.75	8.11	4.63	589.66	6.29
<b>Ukupno:</b>	<b>1.89</b>	<b>7.94</b>	<b>4.70</b>	<b>978.80</b>	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)			
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
3. vrh krova	6.20	7.39	5.40
krov ulaza	5.45	7.92	5.39
2. etaza	3.50	7.87	7.20
1. etaza	0.75	6.12	7.50

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)			
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
3. vrh krova	6.20	0.01	0.01
krov ulaza	5.45	0.36	1.39
2. etaza	3.50	0.17	2.38
1. etaza	0.75	1.99	2.87

Periodi osciliranja konstrukcije		
No	T [s]	f [Hz]
1	67.9423	0.0147
2	63.5720	0.0157
3	32.8013	0.0305
4	23.0790	0.0433
5	16.1919	0.0618
6	10.1012	0.0990
7	9.4676	0.1056

No	T [s]	f [Hz]
8	6.3059	0.1586
9	5.8711	0.1703
10	5.4690	0.1828
11	5.4638	0.1830
12	4.5604	0.2193
13	3.9312	0.2544
14	3.8823	0.2576

No	T [s]	f [Hz]
15	3.5747	0.2797
16	3.2622	0.3065
17	2.9419	0.3399
18	2.9148	0.3431
19	2.8392	0.3522
20	2.7491	0.3638

**Seizmički proračun**

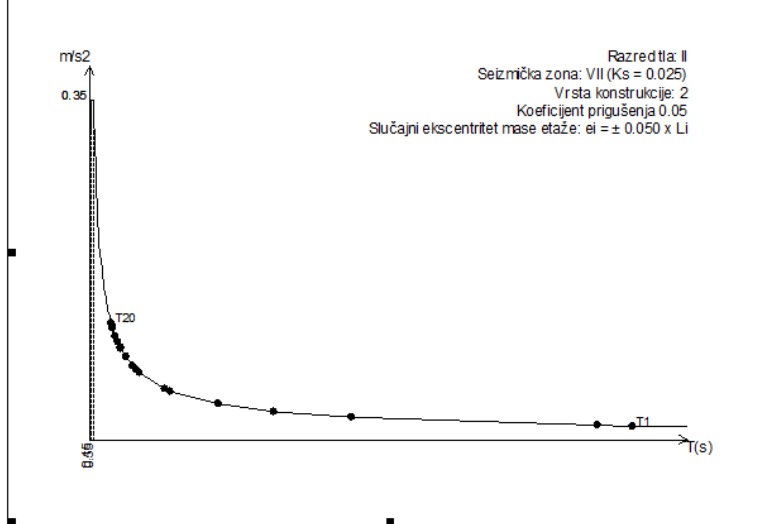
**Seizmički proračun: HRN (Multi modalna analiza)**

Razred tla: II  
 Seizmička zona: VII (Ks = 0.025)  
 Vrsta konstrukcije: 2  
 Koefficient prigušenja: 0.05  
 Slučajni ekscentritet mase etaže:  $e_i = \pm 0.050 \times L_i$

**Kut djelovanja potresa:**

Naziv	Kut $\alpha$ [°]	$k_x \alpha$	$k_x \alpha + 90^\circ$	Kz
Ex	0	1.000	0.000	0.000
Ey	90	1.000	0.000	0.000

**Projektni spektar**



**Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Ex (+e)**

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
2. etaža	3.50	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1. etaža	0.75	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma =$		0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2. etaža	3.50	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
1. etaža	0.75	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma =$		0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2. etaža	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
1. etaža	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma =$		0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
2. etaža	3.50	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1. etaža	0.75	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma =$		0.02	0.01	-0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2. etaža	3.50	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
1. etaža	0.75	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma =$		0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2. etaža	3.50	0.01	0.00	-0.21	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

1.etaza	0.75	0.00	0.01	0.03	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.01	0.01	-0.17	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2.etaza	3.50	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
1.etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Ex (-e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
2.etaza	3.50	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
1.etaza	0.75	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2.etaza	3.50	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
1.etaza	0.75	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2.etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
1.etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
2.etaza	3.50	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.etaza	0.75	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.02	0.01	-0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2.etaza	3.50	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
1.etaza	0.75	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2.etaza	3.50	0.01	0.00	-0.21	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
1.etaza	0.75	0.00	0.01	0.03	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.01	0.01	-0.17	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
2.etaza	3.50	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
1.etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Ey (+e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.03	-0.03	-0.00	0.03	-0.03	-0.00	0.01	-0.01
2.etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
1.etaza	0.75	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	0.03	-0.03	-0.00	0.03	-0.03	0.00	0.01	-0.01



Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01
2. etaza	3.50	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01
2. etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2. etaza	3.50	0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	0.01	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.01	0.01	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.03	-0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.01	0.13	-0.00	0.00	-0.00
2. etaza	3.50	-0.00	0.00	0.00	0.01	1.59	2.59	0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.02	0.76	-0.62	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	2.37	2.09	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
2. etaza	3.50	0.01	0.00	-0.17	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
1. etaza	0.75	0.00	0.01	0.03	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.01	0.01	-0.14	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.04	-0.03
2. etaza	3.50	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.04	-0.04

**Raspored seizmičkih sila po visini objekta - E<sub>y</sub> (-e)**

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.03	-0.03	-0.00	0.03	-0.03	-0.00	0.01	-0.01
2. etaza	3.50	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.03	-0.03	-0.00	0.03	-0.03	0.00	0.01	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01
2. etaza	3.50	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	-0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01
2. etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2. etaza	3.50	0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	0.01	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.01	0.01	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.03	-0.00	0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.01	0.13	-0.00	0.00	-0.00
2. etaza	3.50	-0.00	0.00	0.00	0.01	1.59	2.59	0.00	0.00	0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.02	0.76	-0.62	-0.00	0.00	-0.00
flo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	2.37	2.09	0.00	0.00	-0.00

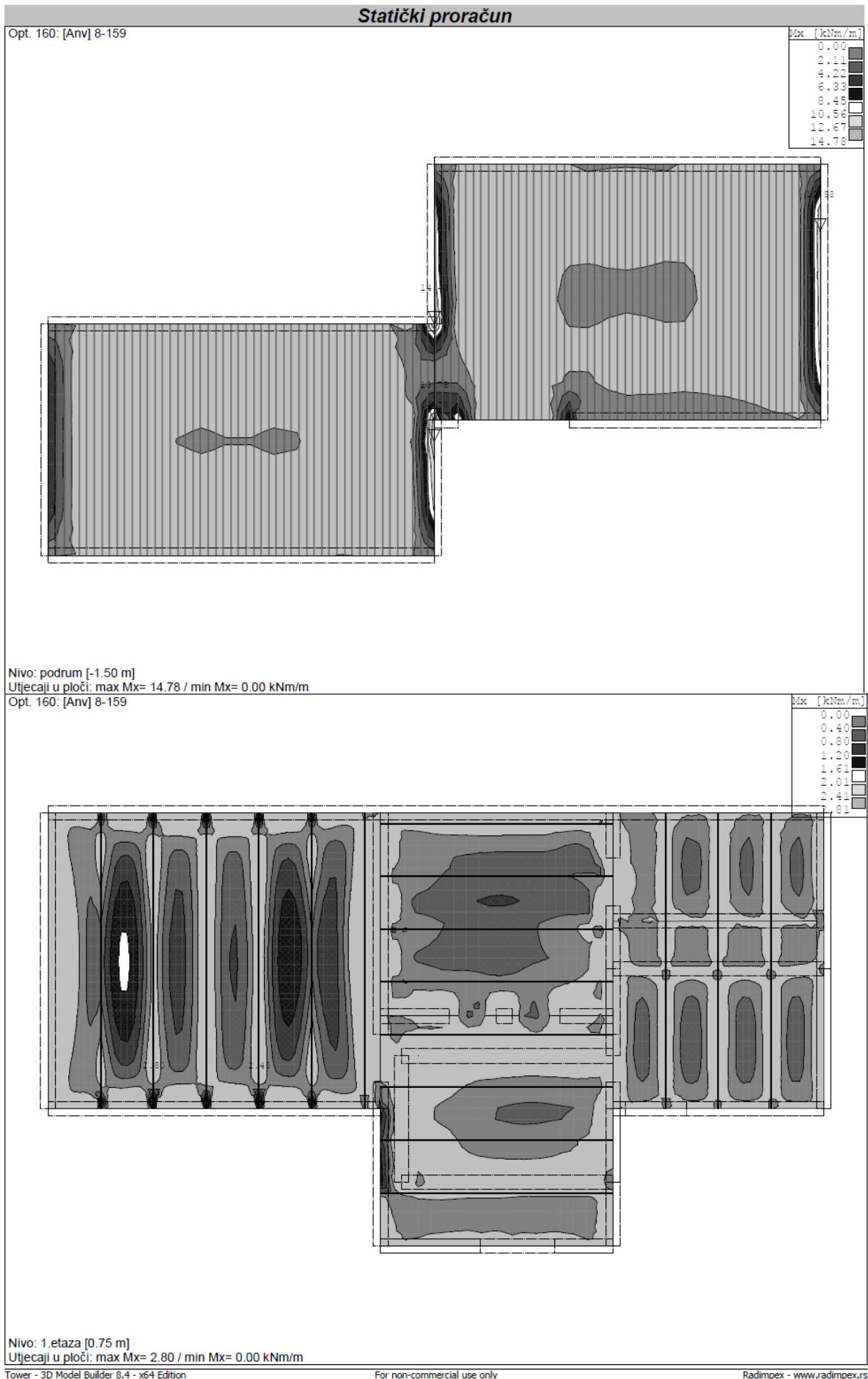
Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
2. etaza	3.50	0.01	0.00	-0.17	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
1. etaza	0.75	0.00	0.01	0.03	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
flo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.01	0.01	-0.14	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00

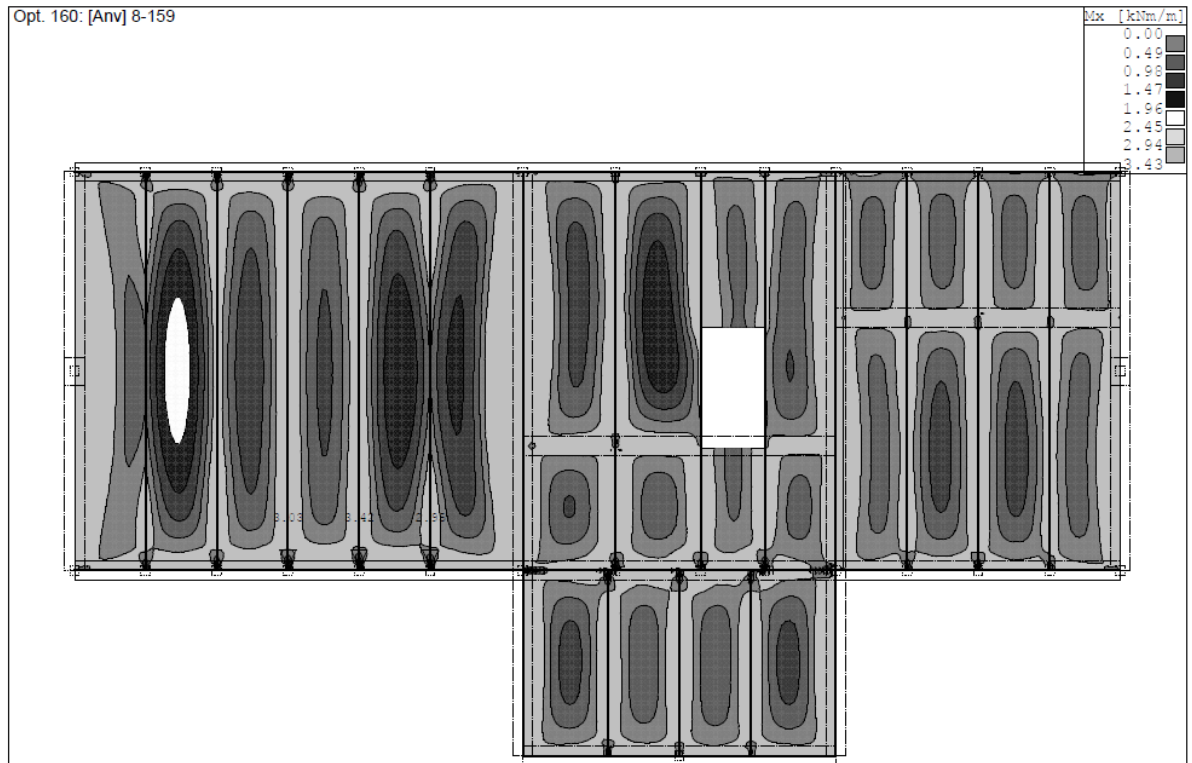
Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
3. vrh krova	6.20	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
krov ulaza	5.45	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.04	-0.03
2. etaza	3.50	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
1. etaza	0.75	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
flo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.04	-0.04

Faktori participacije - Relativno učešće				
Ton \ Naziv	1. Ex (+e)	2. Ex (-e)	3. Ey (+e)	4. Ey (-e)
1	0.000	0.000	0.012	0.012
2	0.000	0.000	0.011	0.011
3	0.000	0.000	0.005	0.005
4	0.000	0.000	0.005	0.005
5	0.000	0.000	0.003	0.003
6	0.000	0.000	0.003	0.003
7	0.000	0.000	0.003	0.003
8	0.000	0.000	0.002	0.002
9	0.000	0.000	0.003	0.003
10	0.549	0.549	0.005	0.005
11	0.019	0.019	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.002	0.002
13	0.000	0.000	0.002	0.002
14	0.000	0.000	0.919	0.919
15	0.000	0.000	0.002	0.002
16	0.432	0.432	0.003	0.003
17	0.000	0.000	0.001	0.001
18	0.000	0.000	0.001	0.001
19	0.000	0.000	0.004	0.004
20	0.000	0.000	0.015	0.015

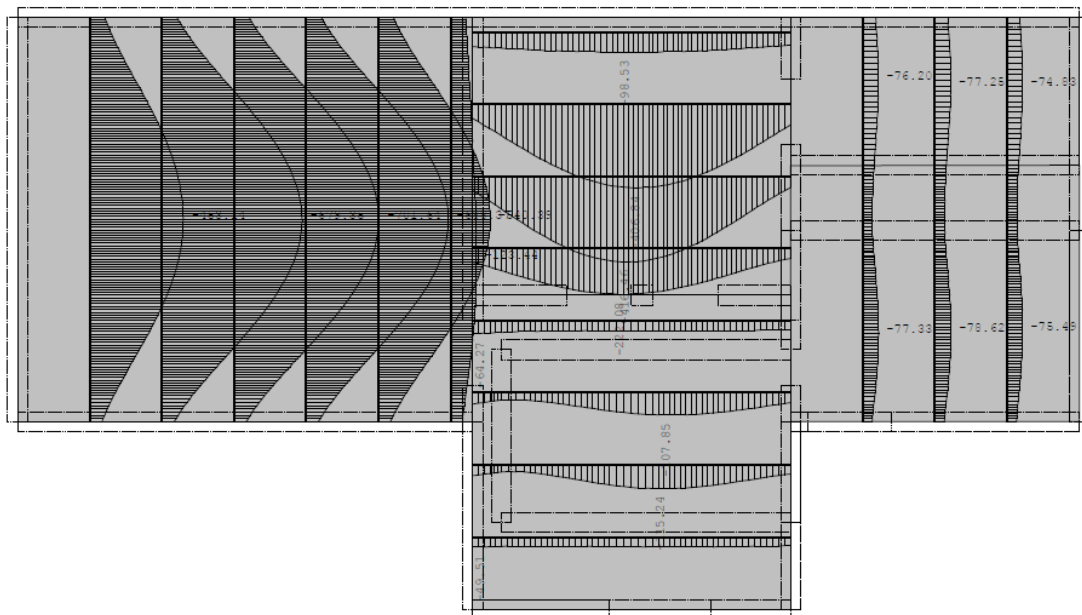
Faktori participacije - Sudjelujuće mase		
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	0.00	0.43
2	0.00	0.38
3	0.00	0.12
4	0.00	0.09
5	0.00	0.04
6	0.00	0.03
7	0.00	0.03
8	0.00	0.02
9	0.00	0.02
10	0.02	0.00
11	0.00	0.00

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
12	0.00	0.01
13	0.00	0.01
14	0.00	0.00
15	0.00	0.01
16	0.00	0.00
17	0.00	0.00
18	0.00	0.00
19	0.00	0.01
20	0.00	0.01
ΣU (%)	0.02	1.21



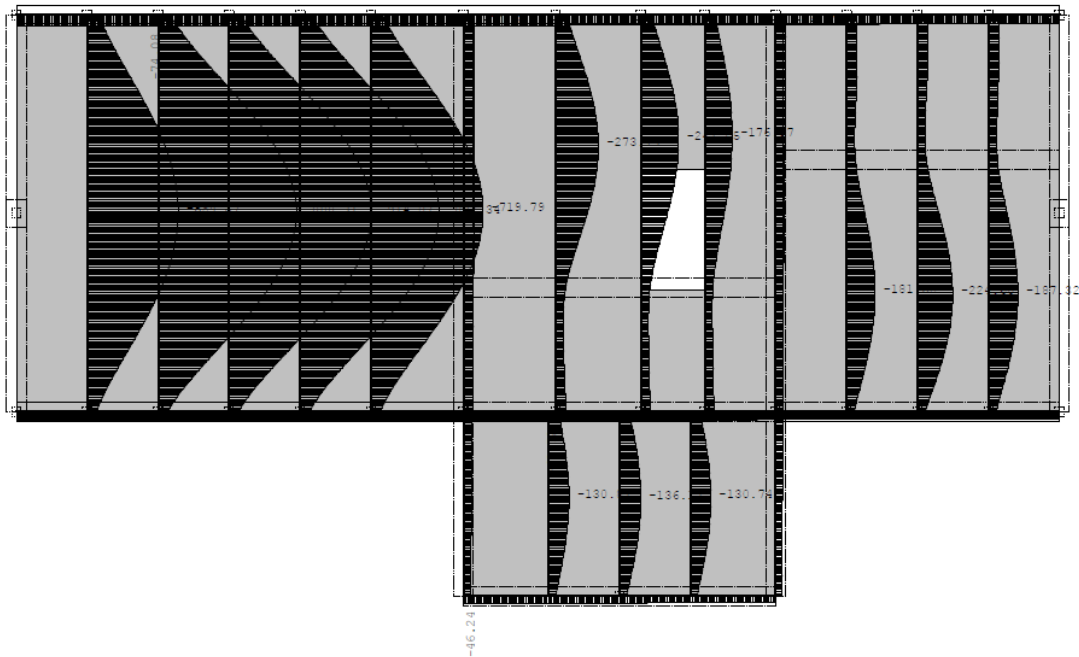


Nivo: 2. etaza [3.50 m]  
 Utjecaji u ploči: max M<sub>x</sub>= 3.42 / min M<sub>x</sub>= 0.00 kNm/m  
 Opt. 160: [Anv] 8-159



Nivo: 1. etaza [0.75 m]  
 Utjecaji u gredi: max Z<sub>p</sub>= -22.06 / min Z<sub>p</sub>= -701.64 m / 1000

Opt. 160: [Anv] 8-159



Nivo: 2. etaza [3.50 m]  
Utjecaji u gredi: max Zp= -27.34 / min Zp= -914.07 m / 1000

**Rezne sile u pločama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 160. [Anv] 8-159**

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
17655	A-	-63.740	-64.034
26154	A-	-63.230	-55.101
4645	A+	57.521	27.674
1213	A+	56.644	24.815
2449	A+	55.287	27.948
11685	A-	-48.824	-57.099
8421	A+	44.748	23.558
6930	A-	-37.586	-46.644
407	A+	36.279	18.058
26154	A+	-34.545	-30.464

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
17861	A-	-5.931	0.530
11850	A-	3.880	-95.158
26427	A-	2.455	-86.269
7041	A-	2.234	-76.516
109308	A+	2.092	69.950
17655	A-	-63.740	-64.034
84742	A+	2.258	63.842
3786	A-	1.668	-63.285
146874	A+	23.447	59.156
11685	A-	-48.824	-57.099

**Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 160. [Anv] 8-159**

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(42325 - 156933)	A(N1-)	1.750	-91.818	-5.931	0.530	0.938
(156046 - 161123)	A(N1-)	0.684	-69.042	3.220	-0.116	-0.427
(195032 - 133799)	A(N1+)	3.908	64.234	-0.957	-0.118	-0.414
(156046 - 65075)	A(N1-)	0.684	-63.714	3.433	0.085	-0.587
(7547 - 197700)	A(N1-)	9.538	-52.441	-0.382	0.000	0.168
(194032 - 4929)	A(N1-)	7.667	-47.238	-0.969	-0.080	0.283
(200772 - 10915)	A(N1-)	6.809	-43.235	-0.011	0.000	0.010
(182496 - 89854)	A(N1-)	3.850	-43.042	21.240	2.189	-18.042
(173689 - 62376)	A(N1-)	4.000	-42.879	0.344	2.828	0.644
(189353 - 111657)	A(N1-)	4.000	-42.786	-2.777	1.744	0.443
(58231 - 11560)	A(T2-)	4.000	14.647	-83.374	-0.634	-22.697
(17512 - 78291)	A(T2+)	0.400	26.292	56.342	0.637	-20.314
(66653 - 164793)	A(T2+)	4.000	19.184	54.776	-0.432	-8.347
(84742 - 11850)	A(T2-)	0.234	-7.439	-46.796	-0.060	-29.451
(84742 - 11850)	A(T2+)	5.367	-6.718	46.481	-0.028	-29.624
(17861 - 109308)	A(T2+)	5.366	-9.871	46.210	0.029	-29.326
(17861 - 109308)	A(T2-)	0.292	-7.666	-45.894	0.000	-27.133
(62377 - 7041)	A(T2-)	0.234	-5.004	-45.214	0.025	-27.670
(62377 - 7041)	A(T2+)	5.367	-4.891	45.047	0.033	-27.930
(195347 - 133799)	A(T2-)	4.000	-27.043	-42.326	2.920	2.906
(87277 - 84742)	A(M2+)	4.000	-13.996	0.035	31.631	-0.087
(64047 - 62377)	A(M2+)	4.000	-13.885	0.952	31.581	-0.438
(86187 - 11850)	A(M2-)	4.000	-14.041	-2.523	-31.502	1.198
(63315 - 7041)	A(M2-)	4.000	-13.917	-1.450	-31.427	0.761
(111625 - 109308)	A(M2+)	4.000	-13.434	0.152	30.351	-0.088
(110586 - 17861)	A(M2-)	4.000	-13.551	-2.705	-29.999	1.352
(133772 - 131675)	A(M2-)	4.000	-11.110	0.406	25.165	-0.142
(132883 - 26427)	A(M2-)	4.000	-11.254	-2.688	-23.978	1.516
(48086 - 46622)	A(M2+)	4.000	-9.647	0.620	20.105	-0.342
(47479 - 3786)	A(M2-)	4.000	-9.672	-1.493	-19.983	0.732
(84742 - 11850)	A(M3-)	0.000	-30.921	-32.312	0.027	-39.504
(17861 - 109308)	A(M3-)	5.600	-36.602	29.978	-0.020	-39.095
(62377 - 7041)	A(M3-)	0.000	-22.498	-33.603	0.100	-37.576
(84742 - 11850)	A(M3+)	2.800	-0.584	-0.772	0.000	35.502

Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 160. [Anv] 8-159						
Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(17861 - 109308)	A(M3+)	2.800	-3.577	-0.579	0.000	34.811
(62377 - 7041)	A(M3+)	2.800	-1.690	-0.710	0.000	34.055
(131675 - 26427)	A(M3-)	5.600	-36.890	5.884	-0.348	-31.726
(50376 - 4446)	A(M3-)	0.000	-10.343	-21.804	-0.224	-28.926
(2372 - 36316)	A(M3-)	5.600	-11.933	20.852	-1.907	-28.654
(24977 - 1165)	A(M3-)	0.000	-12.469	-19.403	-0.283	-27.612

Deformacija čvorova: max.  Zp				
Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
194102	160-	-5.886	-795258	-741668
194755	160-	-5.899	-795155	-741571
193429	160-	-5.872	-795145	-741562
195383	160-	-5.911	-794833	-741271
192740	160-	-5.857	-794817	-741257

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
196004	160-	-5.923	-794292	-740766
192030	160-	-5.842	-794276	-740752
196605	160-	-5.935	-793528	-740054
191315	160-	-5.826	-793524	-740050
197173	160-	-5.945	-792572	-739162

Deformacija čvorova: max.  Xp				
Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
16294	160+	84500	11.913	-74621
16444	160+	84153	11.902	-74314
16434	160+	84009	11.913	-74187
16549	160+	83805	11.890	-74008
16539	160+	83662	11.902	-73881

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
16531	160+	83517	11.913	-73753
16705	160+	83358	11.876	-73612
16649	160+	83314	11.890	-73574
16637	160+	83170	11.902	-73447
16624	160+	83024	11.913	-73318

Deformacija čvorova: max.  Yp				
Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
194102	160-	-5.886	-795258	-741668
194755	160-	-5.899	-795155	-741571
193429	160-	-5.872	-795145	-741562
195383	160-	-5.911	-794833	-741271
192740	160-	-5.857	-794817	-741257

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
196004	160-	-5.923	-794292	-740766
192030	160-	-5.842	-794276	-740752
196605	160-	-5.935	-793528	-740054
191315	160-	-5.826	-793524	-740050
197173	160-	-5.945	-792572	-739162

### 5.2.1. Gruba seizmička analiza

Gruba seizmička analiza je bila napravljena prema Priručniku s tablicama i izrazima za proračun djelovanja konstrukcije doc.dr.sc. Ivana Krausa [10], i prema nastavnim materijalima iz kolegija Dinamika konstrukcija i protupotresno graditeljstvo izv. prof. dr. sc. Matjaž Skrinar [11].

Izraz za proračun ukupne potresne sile u podnožju konstrukcije:

$$F_b = S_{ad}(T) \cdot m_{eff} \cdot \lambda$$

gdje je:

- $S_{ad}(T)$  – proračunska vrijednost ubrzanja tla u funkciji perioda osciliranja konstrukcije  $T$
- $T$  – period osciliranja konstrukcije
- $m_{eff}$  – ukupna sudjelujuća (efektivna) masa zgrade u trenutku djelovanja potresa
- $\lambda$  – korekcijski faktor čije je vrijednost jednaka 1, osim ako je  $T_1 \leq 2T_C$ , pri čemu je vrijednost korekcijskog faktora jednaka 0,85

Približni period osnovnog titranja konstrukcije:

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4}$$

gdje je:

- $C_t$  – koeficijent koji ima vrijednost 0,085 za čelične prostorne okvirne konstrukcije bez dijagonala, 0,075 za prostorne betonske okvirne konstrukcije i čelične konstrukcije s ekscentričnim dijagonalama, 0,050 za sve ostale konstrukcije
- $H$  – ukupna visina zgrade (u metrima)

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4}$$

$$T_1 = 0,05 \cdot 6,20^{3/4}$$

$$T_1 = 0,196455$$

Izrazi za definiranje proračunskog spektra ubrzanja:

$$0 \leq T \leq T_B : \quad S_{ad}(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : \quad S_{ad}(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ad}(T) = \max \left\{ \begin{array}{l} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \\ \beta \cdot a_g \end{array} \right.$$

$$T_D \leq T : S_{ad}(T) = \max \left\{ \begin{array}{l} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \\ \beta \cdot a_g \end{array} \right.$$

gdje je:

- $a_g$  – proračunsko ubrzanje tla
- $S$  – parametra tla
- $T_B, T_C$  i  $T_D$  – karakteristične vrijednosti perioda koje definiraju promjene u spektru odziva
- $q$  – faktor ponašanja konstrukcije
- $\beta$  – faktor donje granice za proračunski spektar odziva, preporučena vrijednost je 0,2

Izraz za određivanje sudjelujuće (efektivne) mase zgrade:

$$a_g = \gamma_l \cdot a_{gR}$$

gdje je:

- $\gamma_l$  – faktor važnosti građevine
- $a_{gR}$  – vrijednost vršnog ubrzanja

Kategorija važnosti zgrade	Opis zgrade	Faktor važnosti $\gamma_l$
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi: npr. zgrade državnih tijela razine ministarstva, vlade i sabora; bolnice; zgrade s kapitalnom opremom za telekomunikacijske i radio veze; zgrade zračnih luka; zgrade profesionalnih vatrogasnih jedinica, zgrade policijskih postaja županijske razine; zgrade elektrana i energana; spremnici opasnih tvari	1,4
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih uz rušenje: osnovne i srednje škole; zgrade s kinodvoranama; zgrade s dvoranama za skupove veće od 100 osoba; đački i studentski domovi, domovi za djecu s teškoćama; domovi umirovljenika; dječji vrtići; silosi, spremnici i dimnjaci viši od 30 m	1,2
II	Obične zgrade: stambene zgrade, poslovne zgrade, proizvodne zgrade, trgovačke zgrade, hoteli, zgrade sveučilišta, zgrade istraživačkih instituta, hale, skladišta, stadioni, javne garaže	1
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost: skladišta poljoprivrenih proizvoda; staje i peradarnicni; skloništa	0,8

Tablica 5.8 - Faktori važnosti zgrada



Horizontalna vršna ubrzanja, prema podacima Karte potresnih područja Republike Hrvatske:



Slika 5.7 - Karta potresnih područja Republike Hrvatske - podaci za proračun [Izvor:

<http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php>]

—  $a_{gR} = 0,071g$  za  $T_p = 95$  godina

—  $a_{gR} = 0,144g$  za  $T_p = 475$  godina

$$a_g = \gamma_l \cdot a_{gR}$$

$$a_g = 1 \cdot 0,144$$

$$a_g = 0,144 \text{ m/s}^2$$

Kategorija tla B:

Vrsta tla	S	$T_B$ (S)	$T_C$ (S)	$T_D$ (S)
B	1,2	0,15	0,5	2,0

Tablica 5.9 - Vrijednost parametara za elastični spektar odziva tipa 1 za kategoriju tla B [10]

Konstrukcijski tip	DCM	DCH
Okvirni sustav		
Dvojni sustav	$3 \cdot \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
Zidni sustav s povezanim zidovima		
Zidni sustav s nepovezanim zidovima	3,00	$4 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
Torzijski popustljiv sustav	2,00	3,00
Sustav obrnutog njihala	1,50	2,00

Tablica 5.10 - Faktori ponašanja  $q$

Jednokatne zgrade	$\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$
Višekatni okviri s jednim poljem	$\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$
Višekatni okviri s više polja ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnima	$\alpha_u / \alpha_1 = 1,3$

Tablica 5.11 - Vrijednosti  $\alpha_u / \alpha_1$  za okvirne sustave i sustave istovrijedne okvirnima

Faktor ponašanja:

$$q = q_0 \cdot k_a \geq 1,5$$

$$q = 3 \cdot \alpha_u / \alpha_1 \cdot 1,0$$

$$q = 3 \cdot 1,3 \cdot 1,0$$

$$q = 3,9 \geq 1,5$$

Seizmička sila

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ad}(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$S_{ad}(T) = 0,144 \cdot 1,2 \cdot \frac{2,5}{3,9}$$

$$S_{ad}(T) = 0,1108 \text{ m/s}^2$$

Sudjelujuća masa zgrade u trenutku djelovanja potresa, podatak iz programa Tower:

$$m_{eff} = 686,13 \text{ t} = 686130 \text{ kg}$$

Proračun ukupne potresne sile:

$$F_b = S_{ad}(T) \cdot m_{eff} \cdot \lambda$$

$$F_b = 0,1108 \text{ m/s}^2 \cdot 686130 \text{ kg} \cdot 1$$

$$F_b = 76023,20 \text{ N}$$

### 5.3. Proračun pojačanja zida

U ovom dijelu prikazan je proračun zidanog zida opterećenog vertikalnom tlačnom silom, horizontalnom silom i momentom savijanja.

#### 5.3.1. Proračun nosivosti nepojačanog zida

Materijal zidnog elementa je blok opeka, a mort vapneni. Podaci potrebni za proračun su sljedeći:

Blok opeka	$v/\check{s}/d = 6,5/12/25$
Horizontalne sljubnice	$d = 1,5 \text{ cm}$
Duljina zida	$L = 1,0 \text{ m}$
Visina zida	$h = 3,00 \text{ m}$
Širina zida	$t_w = 0,30 \text{ m}$
Proračunska tlačna sila	$N_{Ed} = 91,818 \text{ kN}$
Ekscentričnost opterećenja	$e = 0,05 \text{ cm}$
Moment savijanja na zid	$M_{Ed} = 31,631 \text{ kNm}$
Poprečna sila na zid	$V_{Ed} = 83,374 \text{ kN}$

Karakteristike zida određuju se vizualnim pogledom i ispitivanjima za svaku pojedinu konstrukciju. Vrijednosti su pretpostavljene i prikazane u *tablici 5.12*.

$f_{vo}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	RZ	$\gamma_M$	$f_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\varphi$	$f_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{bt}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]
0,16	3	1,5	0,11	1,0	15	1,5	3,4

Tablica 5.12 - Tablica pretpostavljene karakteristike zida

gdje su:

- $f_{vo}$  - početna posmična čvrstoća zida
- RZ - razina znanja koja definira dopuštenu vrstu opterećenja i odgovarajuću vrijednost faktora povjerenja, određuje se ovisno o načinu prikupljanja podataka o geometriji, detaljima i materijalima upotrijebljenim u promatranoj konstrukciji, razlikuju se 3 razina znanja, pri čemu je razina 3 najviša.
- $\mu = 0,5$  - koeficijent trenja
- $f_t$  - srednja vrijednost vlačne čvrstoće zida
- $f_b$  - srednja tlačna čvrstoća zidnog elementa
- $f_{bt}$  - srednja vrijednost vlačne čvrstoće zidnog elementa

- $f_m$  – srednja vrijednost tlačne čvrstoće зида
- $\varphi$  – koeficijent uklještenja (odnos visine zidnog elementa i prosječne duljine preklopa dvaju zidnih elemenata, odnosno prosječan nagib plohe sloma)
- $L_c$  – duljina zida u tlaku
- $\sigma_d$  – proračunsko tlačno naprezanje u zidu

Srednje tlačno naprezanje u zidu iznosi:

$$\sigma_0 = \frac{N_{Ed}}{(L \cdot t_w)} = \frac{91,82}{(1 \cdot 0,30)} = 306,67 \text{ kN/m}^2 = 0,30667 \text{ N/mm}^2$$

Dio zida u tlaku je:

$$L_c = 3 \cdot \left( \frac{L}{2} - \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} \right) = 3 \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{31,63}{91,82} \right) = 0,4665 \text{ m}$$

Proračunsko tlačno naprezanje u zidu:

$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{(L_c \cdot t_w)} = \frac{91,82}{(0,4665 \cdot 0,30)} = 656,09 \text{ kN/m}^2 = 0,65609 \text{ N/mm}^2$$

Posmična čvrstoća iznosi:

$$f_v = f_{v0} + \mu \cdot \sigma_d = 0,16 + 0,5 \cdot 0,65609 = 0,488045 \text{ N/mm}^2$$

ali ne smije biti veća od  $0,065 \cdot f_b$ .

$$f_v \leq 0,065 \cdot f_b$$

$$0,488045 \leq 0,975 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Parcijalni koeficijent sigurnosti po normi EC 8 (HRN EN 1998-3) umnožak je parcijalnog koeficijenta za materijal, to jest dvije trećine vrijednosti  $\gamma_M$  (ali ne manji od 1,5) prema EC 6 (HRN EN 996-1-1) i faktora povjerenja. U primjeru se pretpostavlja  $\gamma_M = 1,5$ , a faktor povjerenja  $FP = 1,0$  (razina znanja 3).

Nosivost zida na klizanje proračunava se prema izrazu:

$$V_{\rho,Rd} = \frac{1}{\gamma_M} \cdot f_v \cdot L_c \cdot t_w$$

$$V_{\rho,Rd} = \frac{1}{1,5} \cdot 0,488045 \cdot 466,50 \cdot 300$$

$$V_{\rho,Rd} = 45\,534,60 \text{ N} = 45,53 \text{ kN}$$

- $\gamma_M$  – parcijalni koeficijent sigurnosti za materijal
- $f_v$  – posmična čvrstoća

Nosivost zida na dijagonali ravni slom proračunava se prema izrazu:

$$V_{t1,Rd} = L \cdot t_w \cdot \frac{f_t}{\gamma_M \cdot FP \cdot b} \cdot \sqrt{1 + \frac{\gamma_M \cdot FP \cdot \sigma_0}{f_t}}$$

$$V_{t1,Rd} = 1000 \cdot 300 \cdot \frac{0,11}{1,5 \cdot 1,0 \cdot 3,0} \cdot \sqrt{1,0 + \frac{1,5 \cdot 1,0 \cdot 0,3066}{0,11}}$$

$$V_{t1,Rd} = 16\,691,85 \text{ N} = 14,69 \text{ kN}$$

gdje su:

- FP – faktor povjerenja
- $b$  – koeficijent raspodjele posmičnog naprezanja

Koeficijent  $b$  ovisi i o omjeru visine i duljine zida:

$$b = \frac{h}{L} = \frac{3,0}{1,0} = 3,0$$

Nosivost na dijagonali stepeničasti slom proračunava se prema izrazu:

$$V_{t2,Rd} = \frac{L \cdot t_w}{b} \cdot \left( \frac{f_{v0}}{\gamma_M \cdot FP \cdot (1 + \mu_j \cdot \phi)} + \frac{\mu_j}{1 + \mu_j \cdot \phi} \cdot \sigma_0 \right)$$

$$V_{t2,Rd} = \frac{1000 \cdot 300}{3} \cdot \left( \frac{0,16}{1,5 \cdot 1,0 \cdot (1,0 + 0,6 \cdot 1,0)} + \frac{0,6}{1,0 + 0,6 \cdot 1,0} \cdot 0,30667 \right)$$

$$V_{t2,Rd} = 18\,166,79 \text{ N} = 18,17 \text{ kN}$$

gdje su:

- $\mu_j$  – lokalni koeficijent trenja sljubnice (ako nema točnih podataka uzima se 0,6)
- $\phi$  – koeficijent uklještenja (uzima se 1,0)

Granična vrijednost nosivosti na dijagonali stepeničasti slom iznosi:

$$V_{d,lim} = L \cdot t_w \cdot \frac{f_{bt}}{\gamma_M \cdot FP \cdot 2,3 \cdot b} \cdot \sqrt{1 + \frac{\gamma_M \cdot FP \cdot \sigma_0}{f_{bt}}}$$

$$V_{d,lim} = 1000 \cdot 300 \cdot \frac{1,5}{1,5 \cdot 1,0 \cdot 2,3 \cdot 3,0} \cdot \sqrt{1 + \frac{1,5 \cdot 1,0 \cdot 0,30667}{1,5}}$$

$$V_{d,lim} = 49\,699,86 \text{ N} = 49,70 \text{ kN}$$

Nosivost zida na savijanje određuje se izrazom:

$$V_{f,Rd} = \frac{L \cdot N_{Ed}}{2 \cdot h_0} \cdot (1 - 1,15 \cdot v)$$

$$V_{f,Rd} = \frac{1 \cdot 91,82}{2 \cdot 1,5} \cdot (1 - 1,15 \cdot 0,1348)$$

$$V_{f,Rd} = 25,86 \text{ kN}$$

gdje su:

- $h_0 = 0,5 \cdot h$  - udaljenost od točke koja se promatra do točke infleksije
- $v$  - normalizirana uzdužna sila
- $f_d$  - proračunska tlačna čvrstoća zida

$$v = \frac{N}{L \cdot t_w \cdot f_d} = \frac{91\,820}{1000 \cdot 300 \cdot 2,27} = 0,1348$$

$$f_d = \frac{f_m}{FP \cdot \gamma_M} = \frac{3,4}{1,0 \cdot 1,5} = 2,27 \text{ N/mm}^2$$

Zaključak:

- Nosivost na klizanje zida iznosi  $V_{\rho,Rd} = 45,53 \text{ kN}$
- Nosivost na dijagonalni ravni slom zida iznosi  $V_{t1,Rd} = 14,69 \text{ kN}$
- Nosivost na dijagonalni stepeničasti slom zida iznosi  $V_{t2,Rd} = 18,17 \text{ kN}$
- Nosivost na savijanje zida iznosi  $V_{f,Rd} = 25,86 \text{ kN}$

Dokaz nosivosti:  $V_{Ed} < V_{Rd}$

Ovaj nepojačan zid otkazuje dijagonalnim stepeničastim slomom, te je potrebno ojačati zid, jer je:

$$V_{Ed} = 83,374 \text{ kN} > V_{Rd} = 18,17 \text{ kN}$$

## 6. PRIJEDLOZI I NAČINI SANACIJE

### 6.1. Sanacija temelja i podruma

#### 6.1.1. 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 (*Slika 6.1*). 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 [14].

Prema [14], zaštita i izolacija zidova od opeke ovom metodom provodi se u nekoliko faza radova:

- a) obostrano otucanje stare, trošne i vlažne žbuke i zdrave žbuke cca 50 cm iznad vidljive vlažne crte na zidu, produbljanje sljubnica, pranje površine
- b) obrađivanje, štosanje ili poravnavanje pripremljene površine zida sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost
- c) izrada višeslojne hidroizolacije na obrađenu površinu zida nanošenjem dvokomponentnog krutog vodonepropusnog premaza za hidroizolaciju
- d) proštemavanje i izrada kutnika (holkera) na spoju zid-pod pod sa polimernim mortom uz dodatak sredstva za vodonepropusnost
- e) prekid toka kapilarne vlage iznad kote poda S.K.G.I. metodom ulijevanjem sredstva za prekid toka kapilarne vlage Stigosila
- f) žbukanje zidova klasičnim načinom (špric, gruba i fina žbuka)
- g) žbukanje sokla polimercementnim mortom sa dodatkom sredstva za vodonepropusnost

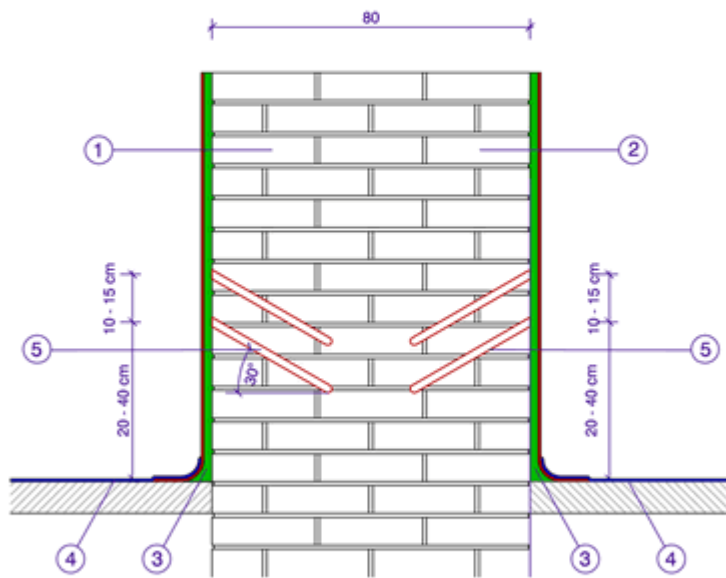


Slika 6.1 - SKGI metoda [Izvor: <https://webgradnja.hr/clanci/sustavna-rjesenja-prekid-toka-kapilarne-vlage-kod-opecnih-zidova-obostrano/1159>]

### 5 OPEČNI ZIDovi DEBLJINE PREKO 60 cm

1 OPEČNI ZID  
DERSOVANJE IZVANA STIGOMAL MORTOM  
VERT. IZOLACIJA IZVANA STIGOLITOM

2 OPEČNI ZID  
DERSOVANJE IZNUTRA STIGOMAL MORTOM  
VERT. IZOLACIJA IZNUTRA STIGOLITOM



3 HOLKER - STIGOMAL MORT

4 HOR. IZOLACIJA PODA STIGOELASTOM

5 PREKID TOKA KAPILARNE VLAŽE S.K.G.I. METODOM

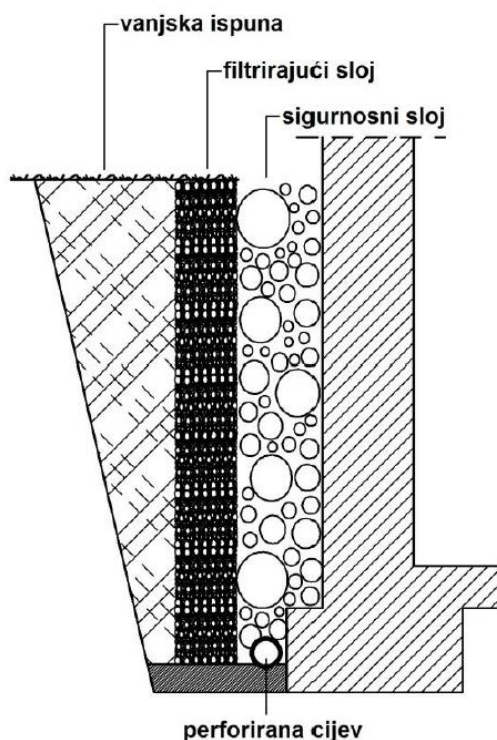
Slika 6.2 - Prekid toka kapilarne vlage SKGI metodom [Izvor: <https://webgradnja.hr/clanci/sustavna-rjesenja-prekid-toka-kapilarne-vlage-kod-opecnih-zidova-obostrano/1159>]



### 6.1.2. Drenaža oko podruma zgrade

Kako bi se spriječilo da razina površinske vode dođe do zida i kapilarno se podigne, primjenjuje se drenaža koja zaustavlja bočno prodiranje vode izazvano obilnim kišama i zaustavlja podizanje podzemne vode za vrijeme velikih voda. Vlagu u zidu smanjit ćemo dovoljno dubokim odvodnim kanalima i pravilno planiranom krovnom odvodnjom vode. Drenaža neće riješiti dugotrajne negativne učinke vlage, kao što je nakupljanje štetnih topivih soli u zidu, stoga se higroskopna vlaga mora riješiti drugom metodom. Postoje različite vrste drenaže. Za izradu drenažnih cijevi koristi se perforirana plastika ili perforirani beton. Postavlja se na dno kanala koji je iskopan uz zid, neposredno ispod razine temelja. Zatrpava se krupnim šljunkom. Kako se šljunak ne bi zamuljivao, postavlja se geotekstil između zemlje i šljunka. Preporučljivo je ugraditi perforirane cijevi oko cijele građevine. Na mjestima savijanja cijevi potrebno je postaviti revizijske okna.

Iskop za polaganje perforiranih cijevi izvodi se uz sam zid tj. temelj. U slučaju značajnog bočnog prodora vode, također je korisno predvidjeti i vertikalnu hidroizolaciju. No, ovaj dodatni postupak nije potreban ako je drenaža obavljena ispravno, kao što je prikazano na slici 6.3.



Slika 6.3 - Drenaža s perforiranom cijevi [Izvor: 1]

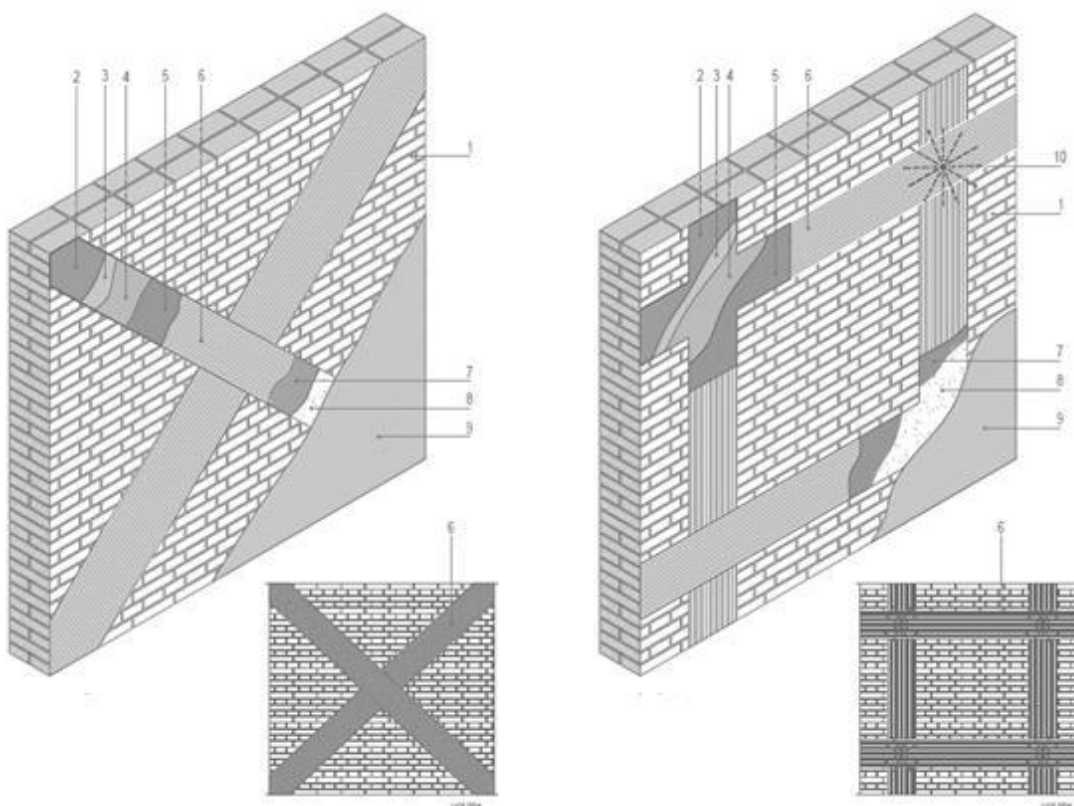
Temelj katkad može biti dublji od obližnje kanalizacije u koju treba odvesti drenažnu vodu. Nema smisla, recimo, polagati drenažne cijevi iznad dna temelja. Drenažne cijevi treba postaviti ispod razine temelja, a na najnižoj točki drenažnog kanala treba postaviti pumpu koja prepumpava vodu na višu razinu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

## 6.2. Sanacija nosivih konstruktivnih dijelova zgrade

### 6.2.1. Prijedlozi ojačanja nosivih zidova

#### ***Postupak ojačanja zidova od opeke karbonskim vlaknima***

Za popravke ili statičko (vlačno-savojno) ojačanje oštećenih nosivih dijelova koriste se karbonske tkanine iz linije FRP sustava. Ističu se jakom čvrstoćom i visokim modulom elastičnosti. Kod posebno neravnih površina, savjetuje se nanošenje izravnavajućeg sloja u smjeru vlačnih opterećenja u prilično ravnom sloju debljine 5-6 mm pomoću PLANITOP HDM MAXI ili PLANITOP HDM RESTAURO, dvokomponentnog morta visoke duktilnosti, ojačanog vlaknima. Potrebno je nanositi MAPEWRAP tkanine nakon stvrdnjavanja morta.

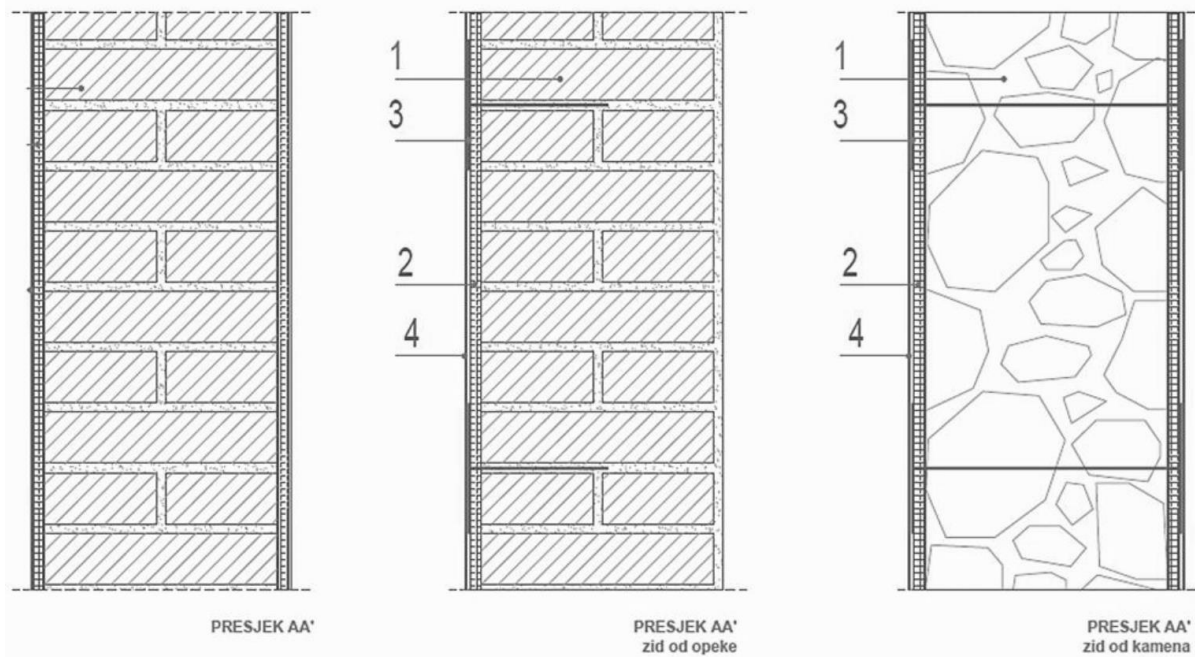


Slika 6.4 - Posmično/vlačno i kombinirano tlačno/savojno ojačanje za nosive zidove (kamen, cigla i tuf) može se izvesti primjenom tkanina iz linije FRP Sustava

#### ***Postupak ojačanja zidova od opeke armiranjem i sidrenjem***

Za ojačanje nosivih zidova od kamena, opeke i pršince (tuf) može se koristiti "kompaktna armirajuća žbuka" od armaturne mreže (FRCM sustav ili obični rebrasti čelik) i dvokomponentni visokoduktilni mort ojačan vlaknima. Budući da znatno povećava otpornost zidova na smicanje i vlačnu čvrstoću (koja im je prije nedostajala) te homogenizira zidove cijelom dužinom, ovakva sanacija je vrlo preporučljiva za vanjske i

unutarnje nosive zidove. Osim toga, u ovoj situaciji izbjegavaju se različita injektiranja zidova, koja se čak i ne preporučuju za zidove tanje od 50-60 cm. Nedvojbeno se preporuča spajanje i sidrenje s obje strane zida.



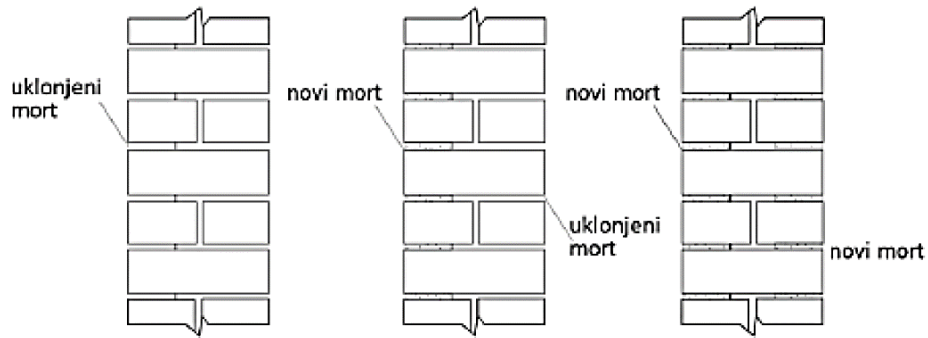
Slika 6.5 - Ojačanje nosivog i oregadnog zida od opeke, kamena ili tufa

Način ojačanja je prikazan na slici 6.5:

1. Postojeći zid od opeke
2. Mrežica FRCM sustava ili obična ČBR mreža
3. Sidrenje od posebnog užeta ili obična čelična šipka  $\phi 6$  ili  $\phi 8$
4. Posebne ili obične vrste cementne žbuke [15]

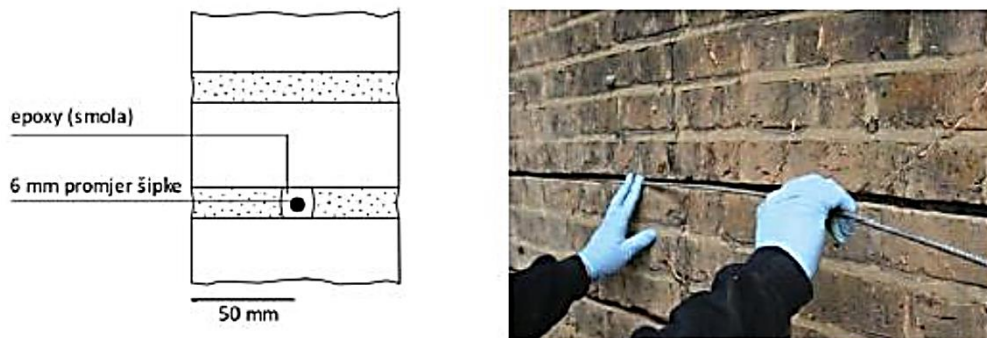
### **Popunjavanje sljubnicama**

Tehnika se sastoji od uklanjanja postojeće oštećene žbuke (čišćenja i ispiranja sljubnice te zapunjavanja novim mortom). Najbolje je mort ukloniti vodom s visokim tlakom od oko 40 bara, a dubina uklanjanja morta je maksimalno od trećine debljine zida. Novi mort mora biti u skladu sa postojećim zidom, tj. Trebao bi imati slična mehanička svojstva kao i postojeći mort, ali sa svojstvima da je otporniji na uzročnike propadanja. Ako je postojeći zid zidan vapnenim mortom potrebno je da i novi mort sadrži visoki udio vapna. Nije dobro kod starijih zgrada koristiti klasični cementni mort jer zbog nekompatibilnosti sa opekama i postojećim mortom može uzrokovati oštećenja u potresu. Glavni ciljevi ove tehnike su poboljšanje izgleda, ali i povećanje tlačne i posmične čvrstoće te smanjenje deformacija [16].



Slika 6.6 - Postupak čišćenja i ispiranja sljubnica, te punjenje novim mortom [Izvor: 15]

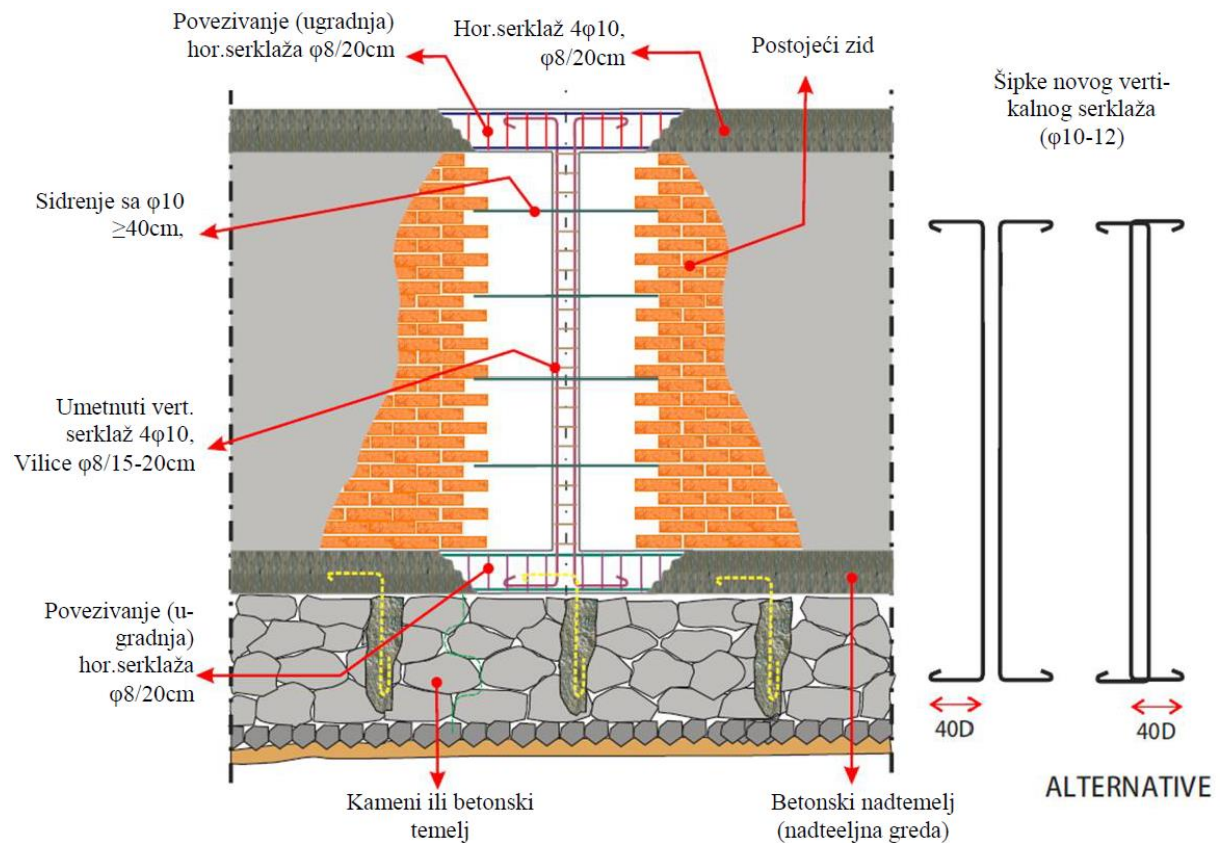
Često se s popravkom morta opečnih zidanih zidova zid dodatno pojačava tako da se u sljubnicu postavi čelična šipka (Slika 6.7).



Slika 6.7 - Postavljanje čeličnih šipki [Izvor: 15]

### **Ojačanje postojećeg zida AB elementima**

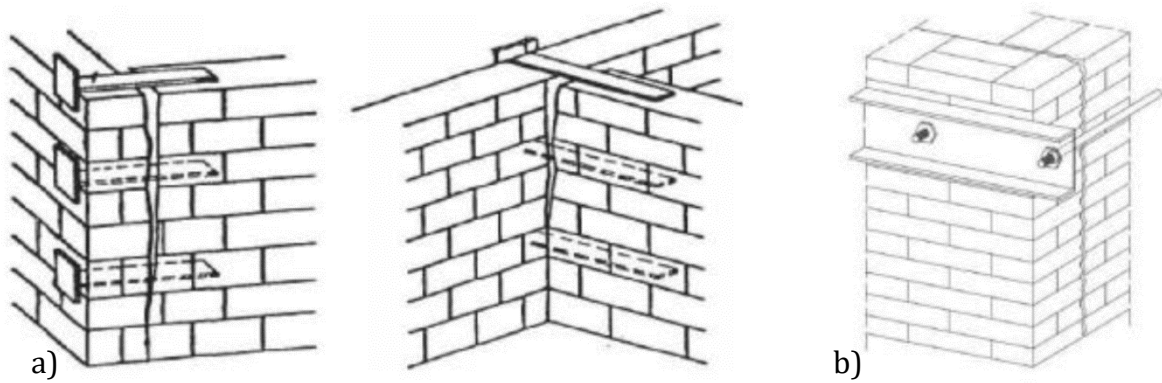
Dodavanjem novih horizontalnih i vertikalnih armiranobetonskih dijelova mogu se ojačati i obnoviti porušeni nosivi i pregradni zidovi (Slika 6.8). Horizontalni i vertikalni AB serklaži moraju se međusobno spojiti kako bi se oštećena zidna konstrukcija ukrutila, što je bitno za ovaj oblik sanacije. Kao način za dobivanje punog nosivog sustava (od temelja do krova), ovaj oblik obnove preporuča se provesti kroz više etaža oštećene konstrukcije. Osim toga, izvedba se može izvesti i djelomičnim uštemavanjem u dijelove koji na određenim etažama nisu oštećeni tako da izvedba bude sigurna a opet, konstruktivna i svrsishodna.



Slika 6.8 - Ojačanje oštećenog zida umetanjem AB elemenata [Izvor: 14]

### ***Povezivanje konstrukcije sidrima i zategama***

Kvalitetu zida (starost materijala, nehomogenost, nedostatak veziva i širenje loma) treba uzeti u obzir prije izvedbe zatega jer ona ima značajan utjecaj na primjenjivost ovakvih rješenja. Spojnice poput lastinog repa, metalne ploče ili polimerne mreže mogu se koristiti za spajanje zidova koji su se razdvojili uslijed potresa. Za spajanje zidova odvojenih od potresa mogu se upotrijebiti sponne tipa lastin rep, metalne ploče ili polimerne mreže. Iako ove ploče mogu biti od velike pomoći u učvršćivanju kuta, one ne mogu vratiti zidove u njihov izvorni okomiti položaj. Nakon toga se rascjep zapuni, a površine se prekriju mrežicom i ožbukaju.



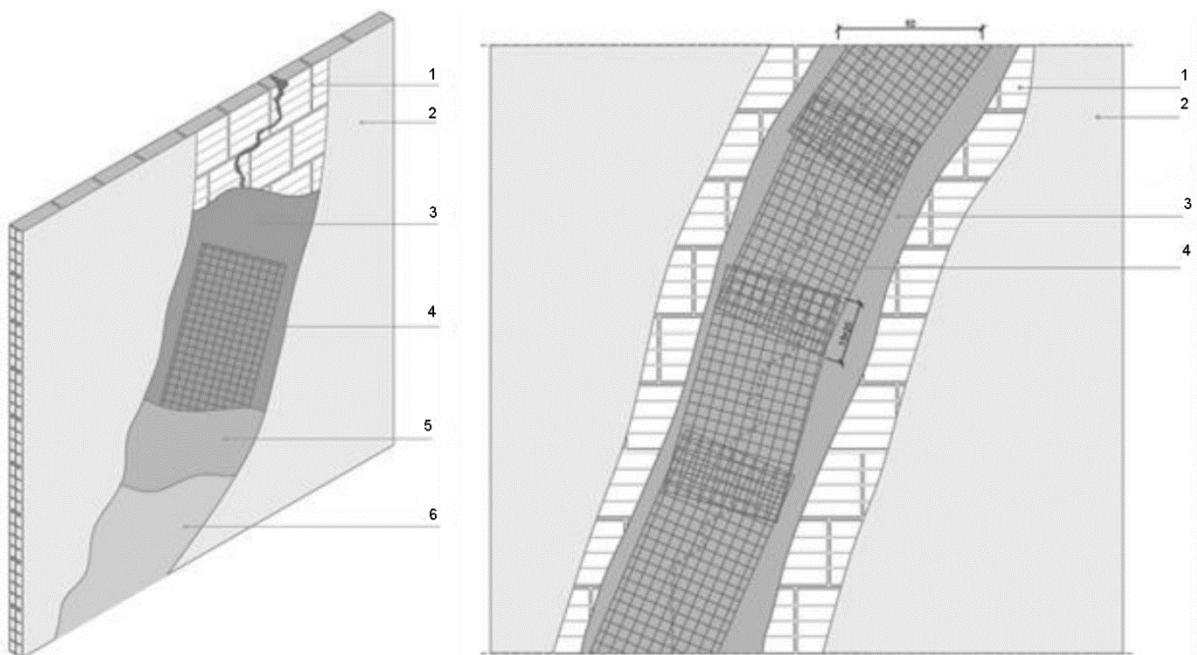
Slika 6.9 - Mogući načini povezivanja nosivih zidova, a) Povezivanje međusobno okomitih zidova metalnim pločama (skobe), b) Povezivanje međusobno okomitih zidova čeličnim sidrima ili zategama

Druga je mogućnost da se kroz vertikalne pukotine izbuše horizontalne rupe u zidovima, te ih napuniti epoksidnom smolom ili nekim drugim materijalom uz umetanje čeličnih šipki.

### 6.3. Sanacija ne nosivih dijelova zgrade

#### 6.1. Popravak pukotina

Vrsta i širina pukotina određuju najbolje tehnike popravka pukotina. Pukotine se mogu zatvoriti mortom ako je njihova širina mala, manja od 10 mm, i ako je debljina zida razmjerno mala. Injektiranjem se zatvaraju iste pukotine u debljim zidovima. Kada je pukotina veća od 10 mm, obično je potrebna rekonstrukcija, to jest djelomično preslagivanje dijela zida. Ugradnja čeličnih spirala ili polimerne armature malog promjera u horizontalne sljubnice može povećati otpornost zida na vertikalno pucanje. Uz gore navedene metode, za popravak dijagonalnih pukotina može se koristiti ovijanje jedne ili obje strane zida u kombinaciji s odgovarajućim mortom ili žbukom.



Slika 6.10 - Sanacija pukotina

Sanacija pukotina i ojačanje pregradnih zidova prikazana na *Slici 6.10* može se izvesti primjenom sustava tankoslojne armirane žbuke koji se sastoji od mrežice iz FRCM SUSTAVA ili čelične rabitz mrežice (moguće i ČBR tanke mreže) u kombinaciji s dvokomponentnim mortom ojačanim vlaknima i visoke duktilnosti:

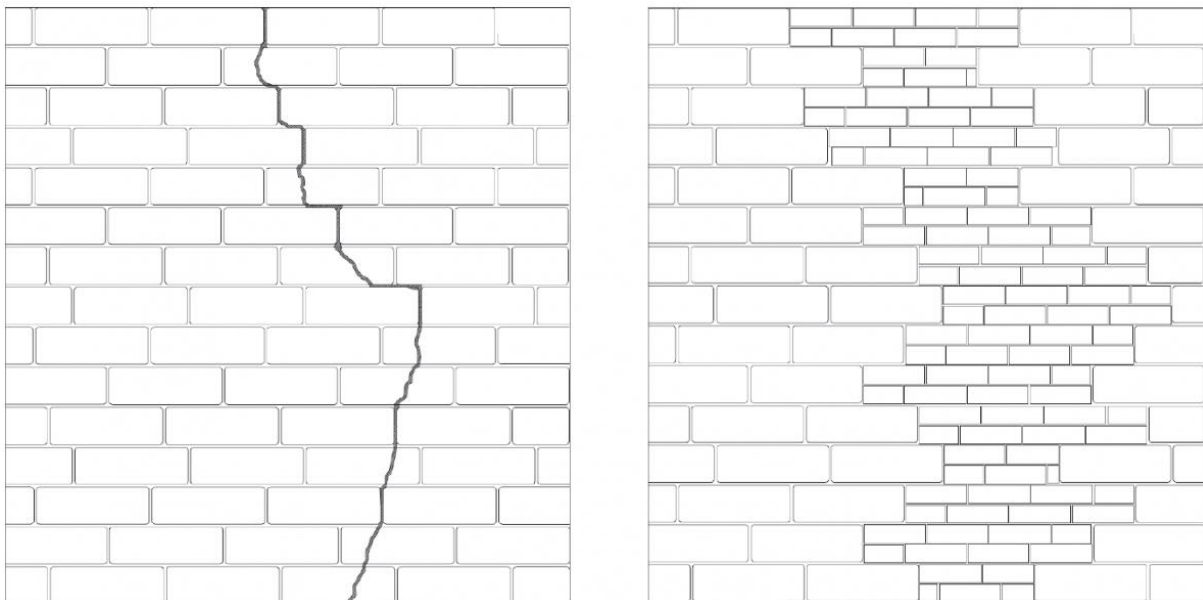
1. Postojeći pregradni zid
2. Postojeća žbuka
3. Dvokomponentni mort visoke duktilnosti
4. Mrežica (alkalnootporna od staklenih vlakna ili čelična rabitz mrežica ili ČBR tankoprofilna mrežica)
5. Drugi sloj dvokomponentnog morta kao i pod 3
6. Završni sloj.



## 6.2. Ponovno zidanje dijela zida

Metodologija uklanjanja i rekonstrukcije, ima cilj obnavljanje teško oštećenih dijelova zidova i kontinuiteta zida uzduž linijskih pukotina (zamjenom oštećenih komponenti novima i ponovnim uspostavljanjem konstrukcijskog kontinuiteta). Najbolje je koristiti materijale koji su slični onima koji se nalaze u prvobitnom zidu u smislu njihove veličine, oblika, krutosti i čvrstoće.

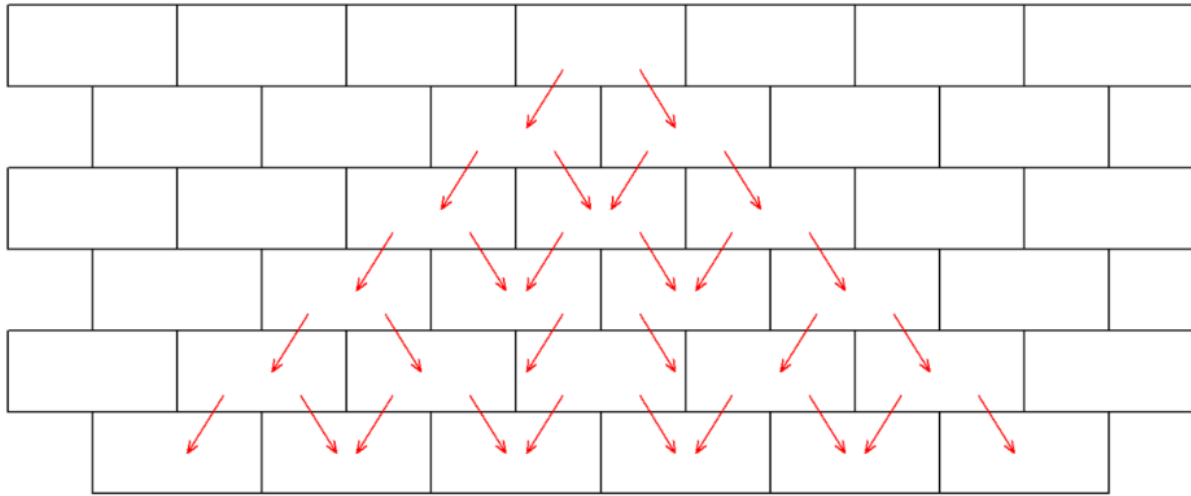
Uklanjanje oštećene opeke oko područja linijske pukotine te ponovno zidanje novim elementima s ciljem uspostavljanja kontinuiteta zida se naziva još i „scuci-cuci“ metoda (Slika 6.11). Riječ je o metodi koja se primjenjuje kod teško oštećenih dijelova zidova te se pritom koristi materijal (opeka) koja je oblikom, dimenzijama, krutošću i čvrstoćom slična opeci u izvornom zidu. Na slici u nastavku je prikazana metoda ponovnog zidanja. Pukotine mogu biti posljedica različitog stupnja oštećenja zida. Ukoliko su one manje, zahvat se može izvesti samo na jednoj strani zida dok veće zahtijevaju koordinirano djelovanje s obje strane. Oni stari elementi koji su u dobrom stanju: bez pukotina ili drugih vidljivih oštećenja mogu se ponovno upotrijebiti što podrazumijeva manje uloženi sredstava i jeftiniju izvedbu radova. Posebnu pozornost je potrebno posvetiti novougrađenim materijalima, oni moraju biti kompatibilni s mehaničkim, kemijskim i fizikalnim karakteristikama zida. Za zidanje je potrebno koristiti mortove koji ne sadrže cement ili koji su na bazi hidrauličnog vapna [13].



Slika 6.11 - Ponovno zidanje dijela zida, ili scuci-cuci metoda

Uklanjanje započinje čišćenjem morta iz sljubnica i uklanjanjem opeka bez udaranja ili unošenja vibracija u već oslabljeni zid. Ponekad je opeku moguće ručno izvlačiti (ukoliko je zid više rastrošen) dok je ponekad potrebno koristiti hidrauličke dizalice kako bi se podupro zid na kojem se vrše radovi. Podupiru se i dijelovi zidova koji prenose silu na

područja u kojima se provodi zamjena elemenata. Na *slici 6.12* je prikazan prijenos sila vlastite težine opeka na druge opeke. Ugradnja novih elemenata se odvija istovremeno s uklanjanjem starih i oštećenih i to odozdo prema gore [13].



*Slika 6.12 - Prijenos vlastite težine opeke*

### 6.3. Sanacija ostalih dijelova zgrade

#### Ovojnica zgrade – pročelja

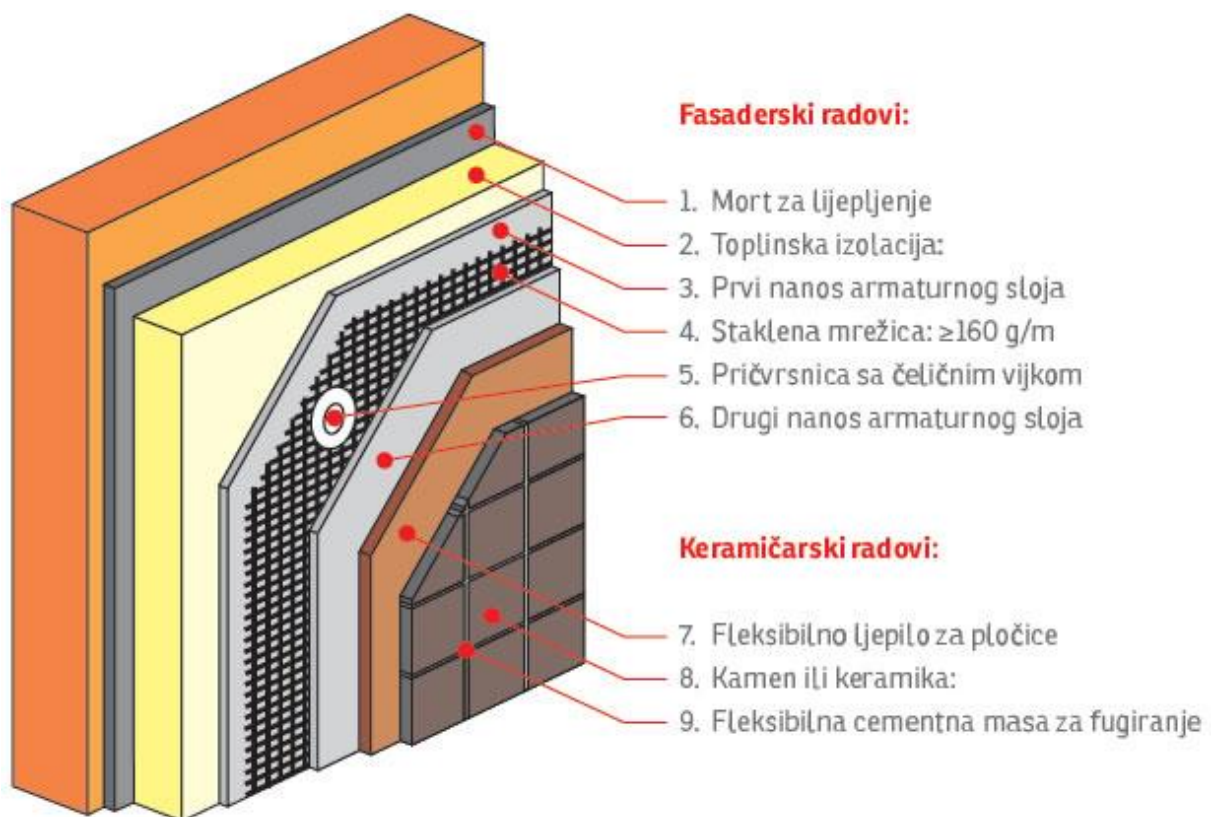
Bez toplinske izolacije, vanjske dijelovi ovojnice zgrade, zidovi, podovi i krovovi, ne ispunjavaju uvjete vezane za kondenzaciju vodene pare i dopuštaju nastanak oštećenja na ovojnici. Postavljanje toplinske izolacije s vanjske strane zida pomoći će u sanaciji vlage. Toplinska žbuka ili ljepilo za termoizolacijske ploče dvije su mogućnosti. Prethodno treba ukloniti plijesan s vlažnih zidova, zatim dezinfekciju biocidima i provesti izolaciju. Biocidi su sredstva za eliminiranje biogenih štetnika.

Zakon o prostornom uređenju i gradnji određuje da je jedan od bitnih zahtjeva za građevinu uštediti energiju i toplinska zaštita. Njime se propisuje da u odnosu na mjesne klimatske prilike potrošnja energije prilikom korištenja uređaja za grijanje, hlađenje i provjetravanje mora biti jednaka ili niža od propisane razine, a da za osobe koje borave u građevini budu osigurani zadovoljavajući toplinski uvjeti. Jedan od najčešćih načina zadovoljavanja uvjeta uštede energije i toplinske zaštite vanjskih zidova je uporaba povezanog sustava za vanjsku toplinsku izolaciju „ETICS-a“ (engl. External thermal insulation composite system). Na postojeće nadzemne vanjske zidove podruma, prizemlja i kata treba izvesti „ETICS“ sustav (*Slika 6.13*) od ploča mineralne vune debljine ploča prema proračunu, sa završnim oplemenjenim vodoodbojnim slojem akrilne žbuke.

Prema hrvatskim normama HRN RN 13499 i HRN EN 13500, definicija ETICS-a je: „Na gradilištu izveden sustav koji se sastoji iz tvornički proizvedenih proizvoda. Isporučuje se od proizvođača kao potpuni sustav i sadržava minimalno sljedeće sustavu prilagođene komponente:

- mort za lijepljenje i/ili mehaničko pričvršćenje
- toplinsko-izolacijski materijal
- mort za armaturni sloj
- staklenu mrežicu
- završno-dekorativnu žbuku.

Sve se komponente sustava odabiru ovisno o specifičnosti sustava i podloge.“



Slika 6.13 - ETICS - sustav za vanjsku toplinsku izolaciju [Izvor: google.com]

Sukladno lokalnom tlu, podzemni dio vanjskih zidova podruma obrađuje se PE čepastom folijom i zatrpara slojem krupnog kamenja (batude) i filtarskim slojem geotekstila.

Nakon ugrađene toplinske izolacije vanjskih zidova, pridonijet će povećanju energetske učinkovitosti, također i povećanju ugodnosti boravka i rada u prostima građevine.

## **Podovi**

Neizolirani podovi u prizemlju ili podrumu zgrade dopuštaju prolazak vlage iz tla. Kao rezultat toga, podove je potrebno hidroizolirati. Potrebno je ukloniti sadašnji neizolirani pod i na njegovo mjesto postaviti armirano betonsku ploču. Ploča se hidroizolira kada se beton osuši. Nakon hidroizolacije slijedi toplinska izolacija. Zatim se nanosi cementni premaz, a zatim se postavljaju završni slojevi poda, keramičke pločice ili laminat. Značajno je napomenuti da nehidroizolirani betonski pod omogućuje propuštanje vlage i isparavanje u prostorije kuće.

## **Prozori i vrata**

Vanjsku stolariju čine drveni dvokrilni prozori sa dvostrukim staklom, sa vanjske i unutarnje strane zida. Takvi prozori nisu sukladni zahtjevima energetske učinkovitosti za zgrade, te ih je potrebno zamijeniti novim PVC prozorima. Također isto vrijedi i za ulazna drvena vrata koja treba zamijeniti novima.

## **Krovnna konstrukcija**

Krovište je potrebno obnoviti zamjenom dotrajalih rogova, greda, letvi i pokrovnog materijala. Također treba postaviti novu daščanu oplatu i paropropusnu foliju na sanirane rogove postojeće krovne konstrukcije.

### **6.4. 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 upotrebljavaju 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 [2].

### **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 [2].

### **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].

## 6.5. 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 [2].

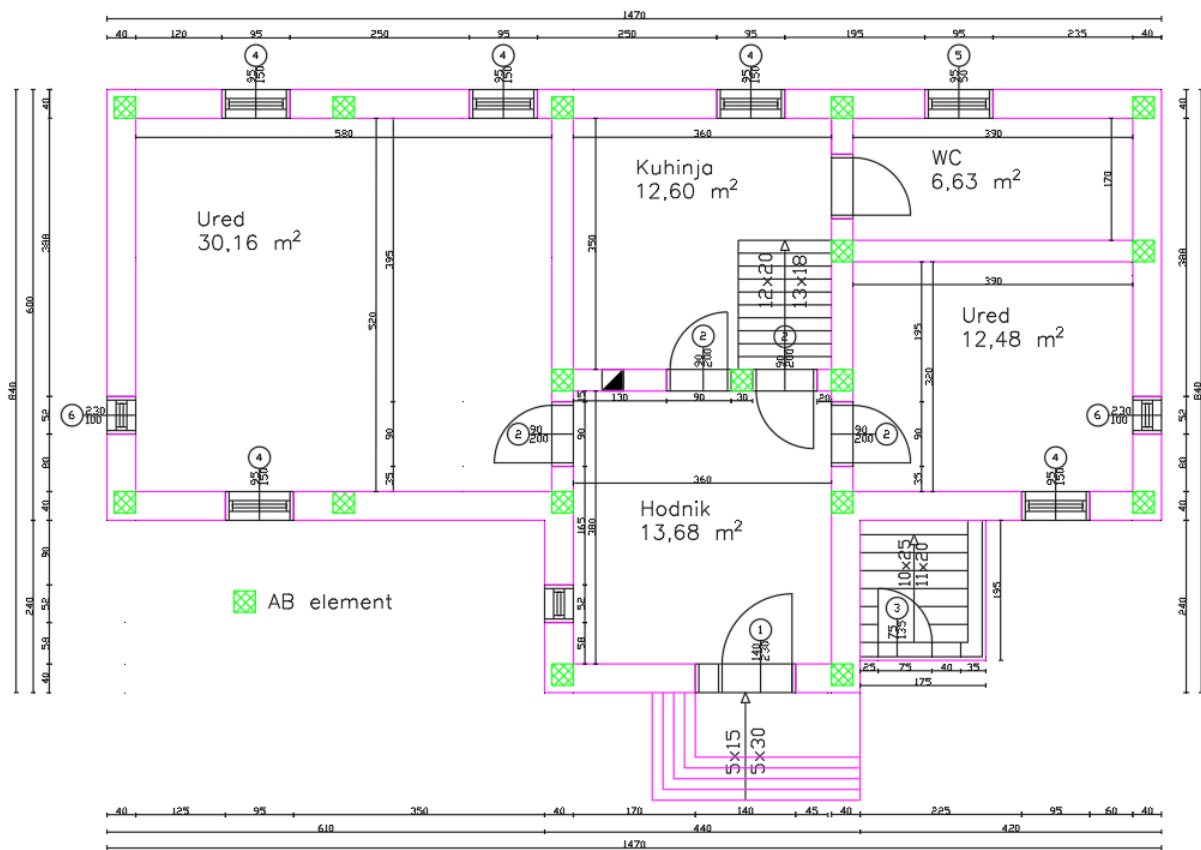
Daljnje točne prijedloge sanacijskih mjera i vrsta sanacije potrebno je razraditi u suradnji i uz savjet projektanta. Za određenu vrstu oštećenja dato je više mogućih rješenja. Izabrano rješenje na kraju treba konstruktivno povezati nosive elemente zgrade u jednu cjelinu, povećati im nosivost, krutost i otpornost povećanjem mehaničke otpornosti i stabilnosti te time zgradu funkcionalno podići na razini uporabljivosti.

## 7. REVITALIZACIJA I STATIČKI PRORAČUN SANIRANE GRAĐEVINE

Nakon sanacijskih zahvata opisanih u prethodnom poglavlju, sanacije temelja, nosivih i nenosivih dijelova, sanacije higroskopne i kondenzirane vlage, slijedi revitalizacija. Kod saniranja nosivih dijelova, odabrala sam sanaciju ojačanja postojećeg zida AB elementima. armirano betonski elementi koji su ugrađeni su bili AB vertikalni i horizontalni serklaži, te podbetoniranje i ojačanje temelja.

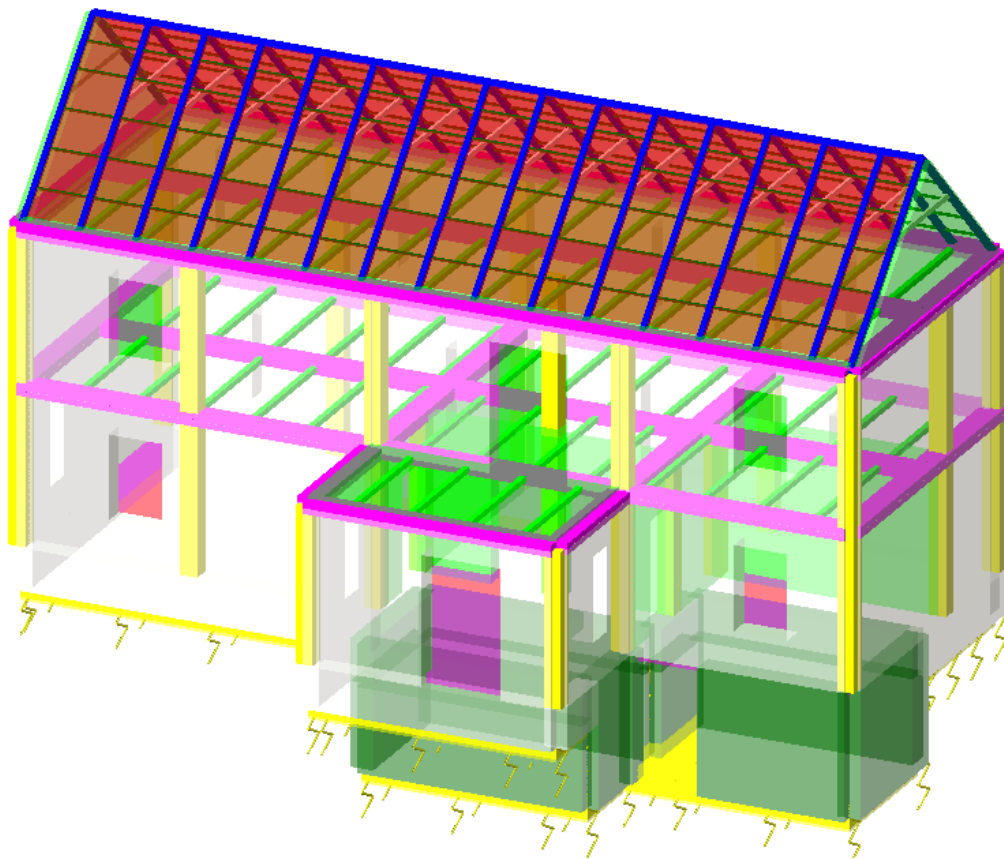
Revitalizacije građevina doslovno označavaju ponovno oživljavanje neke zapuštene, ali vrijedne građevine, s time da je unaprijed procijenjeno da će tako obnovljena građevina uglavnom u cijelosti opravdati sredstva koja su uložena u njenu obnovu, tj. revitalizaciju [3]. Predmetna kuća je izgrađena 1932. godine, iako nema značajnu vrijednost kao povijesna građevina koja bi se prenamijenila u muzejski prostor ili sl., ima iznimnu vrijednost kao obiteljsko naslijeđe i iz tog razloga su opravdane sve potrebne sanacije.

Uklonilo se postojeće krovšte i međukatna konstrukcija – stropna ploča prizemlja. Zidovi prizemlja su ojačani vertikalnim armirano betonskim serklažima, pukotine zapunjene mortom kod malih širina, a injektiranjem pukotine većih širina. Na slici 7.1 su prikazani AB vertikalni serklaži.



Slika 7.1 - Tlocrt prizemlja nakon sanacije, prikaz pozicija vertikalnih AB serklaža

Napravljena je prenamjena prizemlja iz stambene u poslovnu. Spavaonice su uređene u urede, smočnica u wc, a kuhinja i hodnik su ostali iste namjene (*Slika 7.1*). Konstruirana je nova međukatna konstrukcija, stropna ploča prizemlja od armirano betonski greda, kontra greda od opeke i ploča od opeke. Događen je 1. kat i namjena mu je stambena. Postavljen je novi krov, dvostrešni krov što vidimo iz 3D prikaza iz programa Tower (*Slika 7.2*). Unutrašnjost građevine obnovljena je estetski. Ožbukano je, oličeno, postavljeni su novi podovi u svim prostorijama, laminat i pločice.



*Slika 7.2 – 3D prikaz revitalizirane građevine*



## **7.1. Seizmički proračun predmetne građevine u programu Tower**

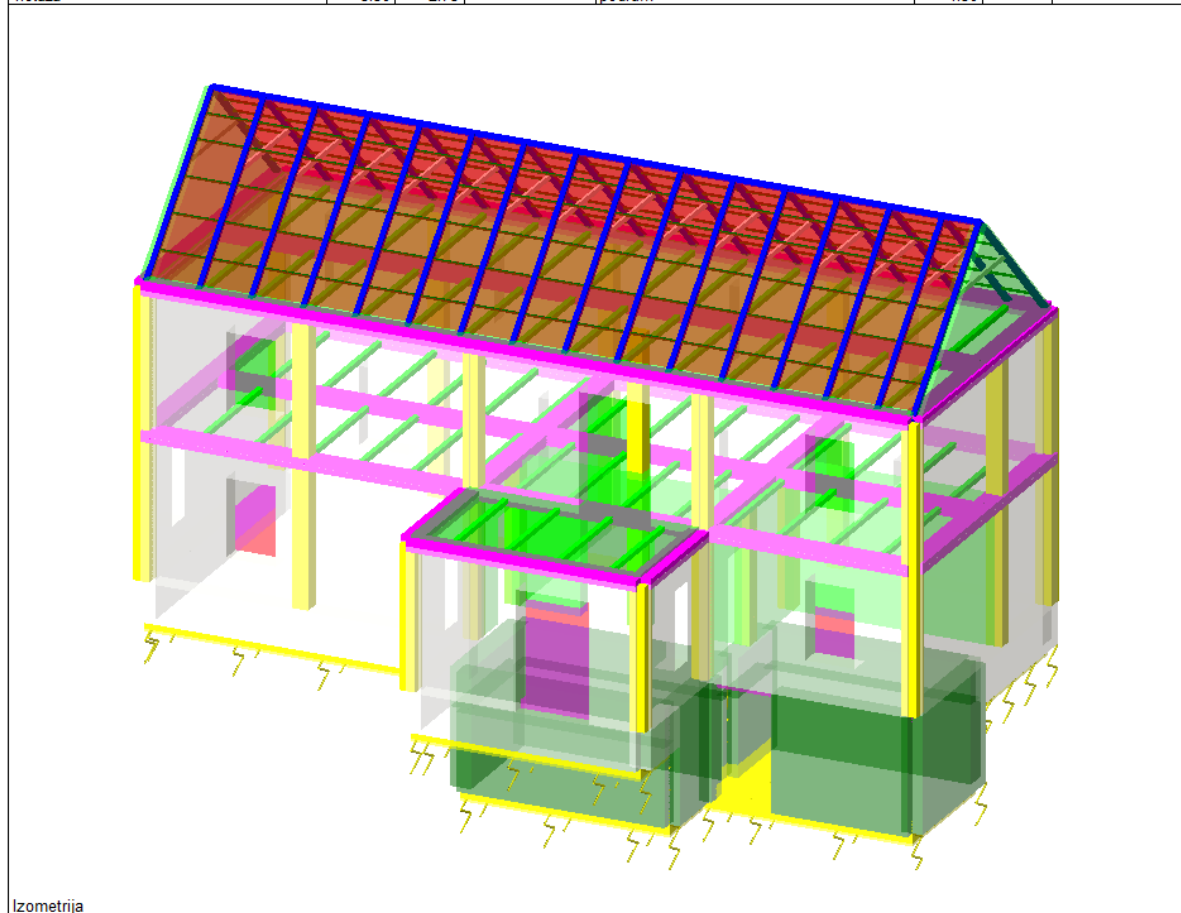
U nastavku je kratki izvještaj iz Towera i osnovni podaci proračuna za stanje saniranog objekta prije potresa. Cilj ovog izvještaja je da se dokaže djelovanje potresne sile na obnovljenu konstrukciju kojoj su uklonjeni nedostaci nastali prilikom održavanja, te djelovanjem vlage na nosivi sustav.

Nakon odabrane odgovarajuće sanacije konstrukcije, slijedila je revitalizacija opisana na prethodnim stranicama. Promijenila se konstrukcija građevine, opisani su njezini elementi na idućim trima stranicama. Zatim su opisana opterećenja koja djeluju na konstrukciju, i njihove kombinacije na stranicama 97 do 103. U saniranom stanju su opterećenja veća iz razloga pojačanja konstrukcije, dodavanja nosivih armirano betonski elemenata. Kao što je opisano kod postojećeg stanja, napravljena je modalna analiza i seizmički proračun. Dobiveni periodi osciliranja konstrukcije, te pripadni raspored seizmičkih sila po visini u x i y smjeru su vidljivi na stranicama 104 do 108. Naposljetku izvještaja iz Towera je seizmički proračun. Na stranicama 109 i 110 su tablično prikazane ekstremne vrijednosti reznih sila u pločama i gredama, utjecaji u površinskim ležajevima, te deformacije u čvorovima. Grafički prikazi tih deformacija, utjecaja u gredama, stupovima i pločama, te cjeloviti utjecaj na građevinu u 3D prikazu su vidljivi od 111. pa sve do 122. stranice.

**Ulazni podaci - Konstrukcija**

Schema nivoa			
	Naziv	z [m]	h [m]
	vrh krova	8.25	2.00
	2. etaža	6.25	2.75
	1. etaža	3.50	2.75

	Naziv	z [m]	h [m]
	prizemlje	0.75	0.75
	flo	0.00	1.50
	podrum	-1.50	

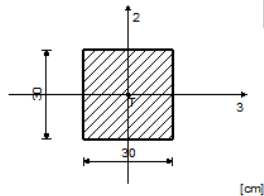


Izometrija

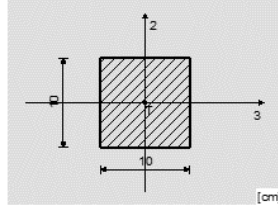
Tabela materijala							
No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	μ	γ[kN/m <sup>3</sup> ]	α(t/C)	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	μm
1	C 30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
2	Opeka - dobro stanje	7.580e+4	0.20	25.00	1.000e-5	3.410e+6	0.20
3	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
4	Drvo - listari - masivno	1.250e+7	0.20	7.00	1.000e-5	1.250e+7	0.20
5	Drvo - listari - lamelirano	1.350e+7	0.20	7.00	1.000e-5	1.350e+7	0.20

Setovi ploča								
No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	α
<1>	0.500	0.250	1	Tanka ploča	Izotropna			
<3>	0.400	0.200	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<4>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Izotropna			
<5>	0.300	0.150	3	Tanka ploča	Izotropna			
<6>	0.300	0.150	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<7>	0.015	0.007	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			

Setovi greda							
Set 1 Presjek: b/d=30/30, Fiktivna ekscentričnost							
Mat	A1	A2	A3	I1	I2	I3	
3 - C 25/30	9.000e-2	7.500e-2	7.500e-2	1.141e-3	6.750e-4	6.750e-4	

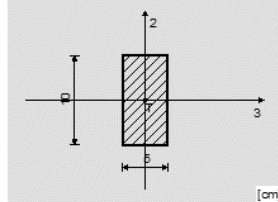


Set 2 Presjek:  $b/d=10/10$ , Fiktivna ekscentričnost



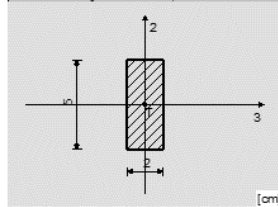
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - Drvo - listar...	1.000e-2	8.333e-3	8.333e-3	1.408e-5	8.333e-6	8.333e-6

Set 3 Presjek:  $b/d=5/10$ , Fiktivna ekscentričnost



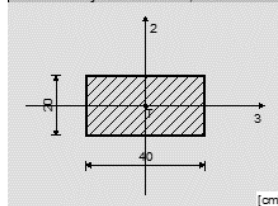
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo - listar...	5.000e-3	4.167e-3	4.167e-3	2.861e-6	1.042e-6	4.167e-6

Set 4 Presjek:  $b/d=2/5$ , Fiktivna ekscentričnost



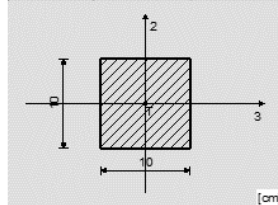
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo - listar...	1.000e-3	8.333e-4	8.333e-4	9.981e-8	3.333e-8	2.083e-7

Set 5 Presjek:  $b/d=40/20$ , Fiktivna ekscentričnost, grede na stupove



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - C 25/30	8.000e-2	6.667e-2	6.667e-2	7.324e-4	1.067e-3	2.667e-4

Set 6 Presjek:  $b/d=10/10$ , Fiktivna ekscentričnost



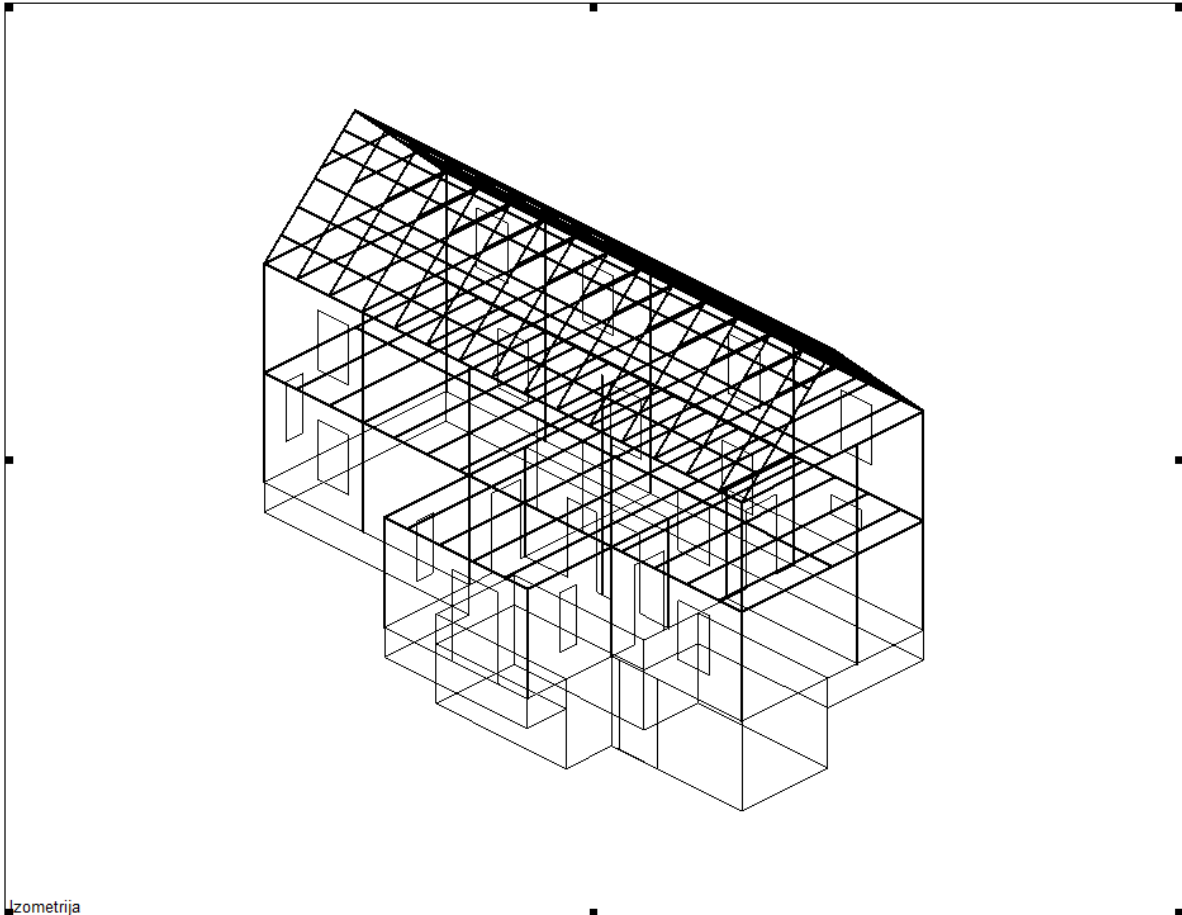
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Opeka - dobro...	1.000e-2	8.333e-3	8.333e-3	1.408e-5	8.333e-6	8.333e-6

Setovi površinskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	8.000e+3	8.000e+3	8.000e+3

Konture površinskih ležajeva

No	Konturni čvorovi	Sklop	Set
1	2569-424-1476-4295-5615-8703-6701-3563-2569	Nivo: podrum [-1.50 m]	1
2	2796-386-1556-1-1122-11391-9716-6843-5480-2491-977-3647-2796	Nivo: tlo [0.00 m]	1



zometrija

Ploče - količine					
Set	d [m]/Materijal	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	P [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	m [t]
1	d=0.500 C 30/37	25.000	93.760	46.880	119.51
3	d=0.400 Opeka - dobro stanje	25.000	240.98	96.393	245.73
4	d=0.400 C 30/37	25.000	51.637	20.655	52.656
5	d=0.300 C 25/30	25.000	93.760	28.128	71.706
6	d=0.300 Opeka - dobro stanje	25.000	236.10	70.830	180.57
7	d=0.015 Opeka - dobro stanje	25.000	114.36	1.715	4.373
Ukupno:			830.60	264.60	674.55

Grede - količine po setovima						
Set	Presjek/Materijal	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	L [m]	O [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	m [t]
1	b/d=30/30 C 25/30	25.000	79.750	95.700	7.177	18.298
2	b/d=10/10 Drvo - listari - ma.	7.000	139.17	55.669	1.392	0.993
3	b/d=5/10 Drvo - listari - la.	7.000	33.600	10.080	0.168	0.120
4	b/d=2/5 Drvo - listari - la.	7.000	147.00	20.580	0.147	0.105
5	b/d=40/20 C 25/30	25.000	131.40	157.68	10.512	26.798
6	b/d=10/10 Opeka - dobro stanje	25.000	167.20	66.880	1.672	4.262
Ukupno:			698.12	406.59	21.068	50.576

Rekapitulacija količina materijala					
Materijal	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	O [m <sup>2</sup> ]	P [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	m [t]
Opeka - dobro stanje	25.000	66.880	591.44	170.61	434.94
C 30/37	25.000		145.40	67.535	172.17
C 25/30	25.000	253.38	93.760	45.817	116.80
Drvo - listari - masivno	7.000	55.669		1.392	0.993
Drvo - listari - lamelirano	7.000	30.660		0.315	0.225
Ukupno:		406.59	830.60	285.67	725.12

**Ulazni podaci - Opterećenje**

Lista slučajeva opterećenja			
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]
1	stalno (g)	0.00	0.00
2	stalno krov (g)	0.00	0.00
3	korisno uporabno	0.00	0.00
4	snijeg	0.00	0.00
5	vjetar	0.00	0.00
6	Ex (+e)		
7	Ex (-e)		
8	Ey (+e)		
9	Ey (-e)		
10	Komb.: 1.35xl+1.35xll	0.00	0.00
11	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll	0.00	0.00
12	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv	0.00	0.00
13	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv	0.00	0.00
14	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv	0.00	0.00
15	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv	0.00	0.00
16	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+1.5xlv	0.00	0.00
17	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+1.5xlv	0.00	0.00
18	Komb.: 1.35xl+1.35xll	0.00	0.00
19	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll	0.00	0.00
20	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv	0.00	0.00
21	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv	0.00	0.00
22	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv	0.00	0.00
23	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv	0.00	0.00
24	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+1.5xlv	0.00	0.00
25	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+1.5xlv	0.00	0.00
26	Komb.: 1.35xl+1.35xll+VI		
27	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+VI		
28	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VI		
29	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VI		
30	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VI		
31	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VI		
32	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VI		
33	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+1.5xlv+VI		
34	Komb.: 1.35xl+1.35xll+VII		
35	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+VII		
36	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VII		
37	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VII		
38	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VII		
39	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VII		
40	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VII		
41	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VII		
42	Komb.: 1.35xl+1.35xll+VI+VII		
43	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+VI+VII		
44	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VI+VII		
45	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VI+VII		
46	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VI+VII		
47	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VI+VII		
48	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+1.5xlv+VI+VII		
49	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VI+VII		
50	Komb.: 1.35xl+1.35xll+0.3xvIII		
51	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+0.3xvIII		
52	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+0.3xvIII		
53	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+0.3xvIII		
54	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+0.3xvIII		
55	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+0.3xvIII		
56	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+1.5xlv+0.3xvIII		
57	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+0.3xvIII		
58	Komb.: 1.35xl+1.35xll+VI+0.3xvIII		
59	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+VI+0.3xvIII		
60	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VI+0.3xvIII		
61	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VI+0.3xvIII		
62	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VI+0.3xvIII		
63	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VI+0.3xvIII		
64	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+1.5xlv+VI+0.3xvIII		
65	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+1.5xlv+VI+0.3xvIII		
66	Komb.: 1.35xl+1.35xll+VII+0.3xvIII		
67	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+VII+0.3xvIII		
68	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VII+0.3xvIII		
69	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5xlv+VII+0.3xvIII		
70	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlv+VII+0.3xvIII		
71	Komb.: 1.35xl+1.35xll+1.5xlll+1.5		

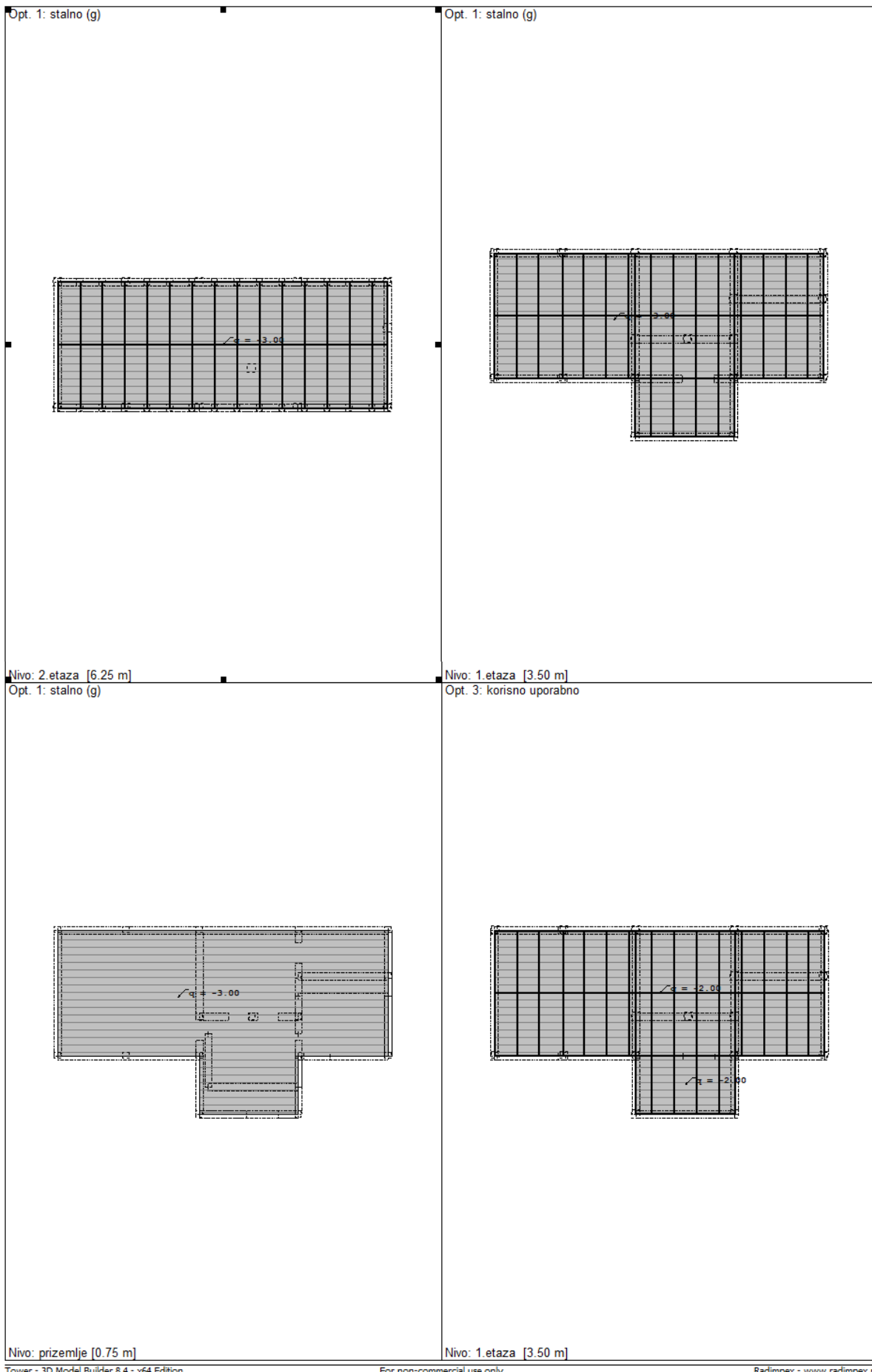
Lista slučajeva opterećenja				
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
	xV+VII+0.3xVIII			
72	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+VII+0.3xVIII			
73	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +1.5xV+VII+0.3xVIII			
74	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VI+VII+0.3xVIII			
75	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VI+VII+ +0.3xVIII			
76	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VI+VII+ +0.3xVIII			
77	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VI+ +VII+0.3xVIII			
78	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+ +VI+VII+0.3xVIII			
79	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VI+ +VII+0.3xVIII			
80	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+VI+ +VII+0.3xVIII			
81	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+1.5xV+VI+VII+0.3xVIII			
82	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xIX			
83	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xIX			
84	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xIX			
85	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +0.3xIX			
86	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xIX			
87	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5 xV+0.3xIX			
88	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+0.3xIX			
89	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +1.5xV+0.3xIX			
90	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VI+0.3xIX			
91	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VI+ +0.3xIX			
92	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VI+ +0.3xIX			
93	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+VI+0.3xIX			
94	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+ +VI+0.3xIX			
95	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5 xV+VI+0.3xIX			
96	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+VI+0.3xIX			
97	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+1.5xV+VI+0.3xIX			
98	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VII+0.3xIX			
99	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VII+ +0.3xIX			
100	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VII+ +0.3xIX			
101	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+VII+0.3xIX			
102	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+VII+ +0.3xIX			
103	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+ +VII+0.3xIX			
104	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+ +VII+0.3xIX			
105	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+1.5xV+VII+0.3xIX			
106	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VI+VII+0.3xIX			
107	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +VI+VII+0.3xIX			
108	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+ +VI+VII+0.3xIX			
109	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +VI+VII+0.3xIX			
110	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+VI+VII+ +0.3xIX			
111	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+ +VI+VII+0.3xIX			
112	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+ +VI+VII+0.3xIX			
113	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +1.5xV+VI+VII+0.3xIX			
114	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVIII+0.3xIX			
115	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +0.3xVIII+0.3xIX			
116	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+ +0.3xVIII+0.3xIX			
117	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +0.3xVIII+0.3xIX			
118	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVIII+ +0.3xIX			
119	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+ +0.3xVIII+0.3xIX			
120	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+ +0.3xVIII+0.3xIX			
121	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +1.5xV+0.3xVIII+0.3xIX			
122	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VI+ +0.3xVIII+0.3xIX			
123	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VI+ +0.3xVIII+0.3xIX			
124	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VI+ +0.3xVIII+0.3xIX			
125	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +VI+0.3xVIII+0.3xIX			

Ista slučajeva opterećenja				
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
126	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+VI+0.3xVIII+0.3xIX			
127	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+VI+0.3xVIII+0.3xIX			
128	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+VI+0.3xVIII+0.3xIX			
129	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+VI+0.3xVIII+0.3xIX			
130	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
131	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
132	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
133	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
134	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
135	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
136	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
137	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
138	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
139	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
140	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
141	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
142	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
143	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
144	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
145	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+VI+VII+0.3xVIII+0.3xIX			
146	Komb.: 1.35xI+1.35xII	0.00	0.00	-20678.6
147	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII	0.00	0.00	-21241.1
148	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV	0.00	0.00	-20781.5
149	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV	0.00	0.00	-21344.0
150	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV	0.00	0.00	-20764.3
151	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV	0.00	0.00	-21326.9
152	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV	0.00	0.00	-20867.3
153	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV	0.00	0.00	-21429.8
154	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVI			
155	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVI			
156	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVI			
157	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVI			
158	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVI			
159	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVI			
160	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI			
161	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI			
162	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVII			
163	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVII			
164	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVII			
165	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVII			
166	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVII			
167	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVII			
168	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVII			
169	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVII			
170	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVI+0.3xVII			
171	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVI+0.3xVII			
172	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVI+0.3xVII			
173	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVI+0.3xVII			
174	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII			
175	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVI+0.3xVII			
176	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII			
177	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII			
178	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VIII			
179	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VIII			
180	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VIII			
181	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VIII			
182	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+VIII			
183	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VIII			
184	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+VIII			
185	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+VIII			

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
186	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVI+VIII			
187	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +0.3xVI+VIII			
188	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+ +0.3xVI+VIII			
189	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +0.3xVI+VIII			
190	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVI+ +VIII			
191	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+ +0.3xVI+VIII			
192	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+ +0.3xVI+VIII			
193	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +1.5xV+0.3xVI+VIII			
194	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVII+VIII			
195	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3 xVII+VIII			
196	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+0.3xVII+VIII			
197	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +0.3xVII+VIII			
198	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xV II+VIII			
199	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5 xV+0.3xVII+VIII			
200	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+0.3xVII+VIII			
201	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +1.5xV+0.3xVII+VIII			
202	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +0.3xVI+0.3xVII+VIII			
203	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVI+ +0.3xVII+VIII			
204	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVI+ +0.3xVII+VIII			
205	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+0.3xVI+0.3xVII+VIII			
206	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+ +0.3xVI+0.3xVII+VIII			
207	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5 xV+0.3xVI+0.3xVII+VIII			
208	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+VIII			
209	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+VIII			
210	Komb.: 1.35xI+1.35xII+IX			
211	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+IX			
212	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+IX			
213	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +IX			
214	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+IX			
215	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5 xV+IX			
216	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+IX			
217	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +1.5xV+IX			
218	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVI+IX			
219	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVI+ +IX			
220	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVI+ +IX			
221	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+0.3xVI+IX			
222	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+ +0.3xVI+IX			
223	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5 xV+0.3xVI+IX			
224	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+IX			
225	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+IX			
226	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVII+IX			
227	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVII+ +IX			
228	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVII+ +IX			
229	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+0.3xVII+IX			
230	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVII+ +IX			
231	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+ +0.3xVII+IX			
232	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+ +0.3xVII+IX			
233	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +1.5xIV+1.5xV+0.3xVII+IX			
234	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVI+0.3xVII+ +IX			
235	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +0.3xVI+0.3xVII+IX			
236	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+ +0.3xVI+0.3xVII+IX			
237	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+ +0.3xVI+0.3xVII+IX			
238	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVI+ +0.3xVII+IX			
239	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+ +0.3xVI+0.3xVII+IX			

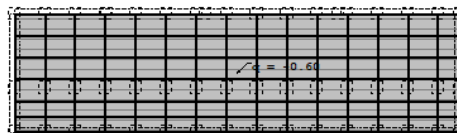
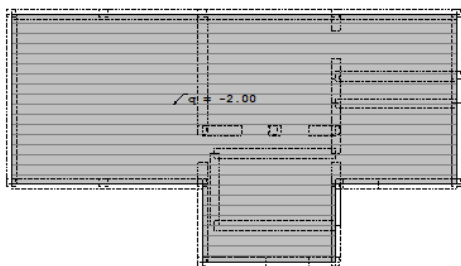


Lista slučajeva opterećenja				
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
240	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+IX			
241	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+IX			
242	Komb.: 1.35xI+1.35xII+VIII+IX			
243	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+VIII+IX			
244	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+VIII+IX			
245	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+VIII+IX			
246	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+VIII+IX			
247	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+VIII+IX			
248	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+VIII+IX			
249	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+VIII+IX			
250	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVI+VIII+IX			
251	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVI+VIII+IX			
252	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVI+VIII+IX			
253	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVI+VIII+IX			
254	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVI+VIII+IX			
255	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+0.3xVI+VIII+IX			
256	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+VIII+IX			
257	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+VIII+IX			
258	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVII+VIII+IX			
259	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVII+VIII+IX			
260	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVII+VIII+IX			
261	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVII+VIII+IX			
262	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVII+VIII+IX			
263	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+0.3xVII+VIII+IX			
264	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVII+VIII+IX			
265	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVII+VIII+IX			
266	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			
267	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			
268	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			
269	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			
270	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			
271	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			
272	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			
273	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV+1.5xV+0.3xVI+0.3xVII+VIII+IX			



Opt. 3: korisno uporabno

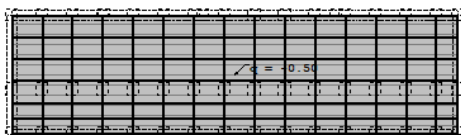
Opt. 4: snijeg



Nivo: prizemlje [0.75 m]

<bez imena>

Opt. 5: vjetar



<bez imena>

**Modalna analiza**

**Napredne opcije seizmičkog proračuna:**

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča  
 Sprječeno osciliranje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa		
No	Naziv	Koeficijent
1	stalno (g)	1.35
2	stalno krov (g)	1.35
3	korisno uporabno	1.50
4	snijeg	1.50
5	vjetar	1.50

Raspored masa po visini objekta					
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [t]	T/m <sup>2</sup>
vrh krova	8.25	7.35	5.42	62.30	
2.etaza	6.25	7.35	5.39	429.07	5.21
1.etaza	3.50	7.63	5.01	675.02	7.20
prizemlje	0.75	7.95	4.68	1018.84	10.87
Ukupno:	2.89	7.71	4.94	2185.23	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)			
Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
vrh krova	8.25	7.38	5.40
2.etaza	6.25	7.40	7.38
1.etaza	3.50	7.74	7.47
prizemlje	0.75	10.94	3.60

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)			
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
vrh krova	8.25	0.03	0.02
2.etaza	6.25	0.05	1.99
1.etaza	3.50	0.11	2.46
prizemlje	0.75	2.99	1.08

Periodi osciliranja konstrukcije		
No	T [s]	f [Hz]
1	0.7408	1.3498
2	0.4733	2.1129
3	0.4077	2.4525
4	0.3483	2.8711
5	0.3436	2.9108
6	0.3353	2.9827
7	0.3227	3.0991

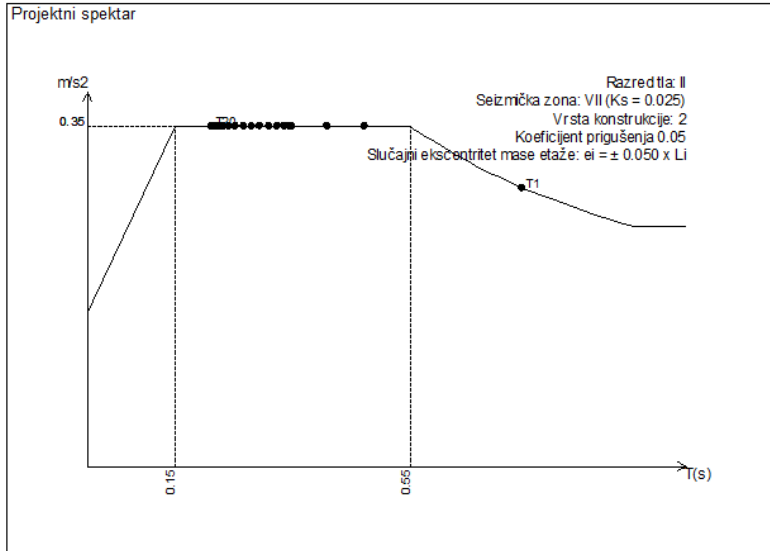
No	T [s]	f [Hz]
8	0.3088	3.2387
9	0.2937	3.4052
10	0.2790	3.5840
11	0.2657	3.7636
12	0.2531	3.9504
13	0.2418	4.1357
14	0.2320	4.3101

No	T [s]	f [Hz]
15	0.2249	4.4455
16	0.2199	4.5473
17	0.2165	4.6180
18	0.2151	4.6497
19	0.2136	4.6809
20	0.2124	4.7072

**Seizmički proračun**

<b>Seizmički proračun: HRN (Multi modalna analiza)</b>	
Razred tla:	II
Seizmička zona:	VII ( $K_s = 0.025$ )
Vrsta konstrukcije:	2
Koeficijent prigušenja:	0.05
Slučajni ekscentritet mase etaže:	$e_i = \pm 0.050 \times L_i$

Kut djelovanja potresa:				
Naziv	Kut $\alpha$ [°]	$k_x$	$k_x+90^\circ$	$k_z$
Ex	0	1.000	0.000	0.000
Ey	90	1.000	0.000	0.000



Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Ex (+e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.03	1.09	-0.04	27.44	-1.43	0.33	-0.01	-0.25	0.02
2. etaža	6.25	0.17	4.96	-0.29	153.48	-4.47	2.68	-0.10	-0.42	0.01
1. etaža	3.50	0.17	4.68	-0.12	174.55	-5.47	-1.22	0.10	-0.04	0.01
prizemlje	0.75	0.12	2.94	0.27	159.04	-6.03	-11.42	0.43	0.54	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		0.49	13.67	-0.18	514.51	-17.39	-9.63	0.41	-0.16	0.04

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	0.10	0.00	-0.00	0.06	-0.00	-0.00	0.09	0.01
2. etaža	6.25	0.00	-0.07	0.01	-0.01	-0.09	0.00	-0.00	-0.07	0.00
1. etaža	3.50	0.00	-0.11	0.00	0.01	-0.09	0.00	0.00	-0.10	0.00
prizemlje	0.75	0.00	-0.11	-0.00	0.04	-0.04	-0.00	0.00	-0.10	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		0.00	-0.20	0.01	0.04	-0.15	-0.00	0.00	-0.17	0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	-0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2. etaža	6.25	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
1. etaža	3.50	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.00	0.00
prizemlje	0.75	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.01	-0.00	0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
2. etaža	6.25	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1. etaža	3.50	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
prizemlje	0.75	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2. etaža	6.25	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
1. etaža	3.50	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
prizemlje	0.75	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.01	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		0.00	-0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
2. etaža	6.25	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
1. etaža	3.50	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

prizemlje	0.75	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
2.etaza	6.25	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
1.etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
prizemlje	0.75	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Ex (-e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.03	1.09	-0.04	27.44	-1.43	0.33	-0.01	-0.25	0.02
2.etaza	6.25	0.17	4.96	-0.29	153.48	-4.47	2.68	-0.10	-0.42	0.01
1.etaza	3.50	0.17	4.68	-0.12	174.55	-5.47	-1.22	0.10	-0.04	0.01
prizemlje	0.75	0.12	2.94	0.27	159.04	-6.03	-11.42	0.43	0.54	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.49	13.67	-0.18	514.51	-17.39	-9.63	0.41	-0.16	0.04	0.04

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	0.10	0.00	-0.00	0.06	-0.00	-0.00	0.09	0.01
2.etaza	6.25	0.00	-0.07	0.01	-0.01	-0.09	0.00	-0.00	-0.07	0.00
1.etaza	3.50	0.00	-0.11	0.00	0.01	-0.09	0.00	0.00	-0.10	0.00
prizemlje	0.75	0.00	-0.11	-0.00	0.04	-0.04	-0.00	0.00	-0.10	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.00	-0.20	0.01	0.04	-0.15	-0.00	0.00	-0.17	0.01	0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	-0.00	0.01	-0.01	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2.etaza	6.25	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
1.etaza	3.50	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00
prizemlje	0.75	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.01	-0.00	0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
2.etaza	6.25	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.etaza	3.50	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
prizemlje	0.75	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
2.etaza	6.25	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
1.etaza	3.50	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
prizemlje	0.75	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.01	-0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
2.etaza	6.25	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
1.etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
prizemlje	0.75	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
2.etaza	6.25	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
1.etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
prizemlje	0.75	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - Ey (+e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.89	30.48	-1.12	-0.93	0.05	-0.01	0.01	0.10	-0.01
2.etaza	6.25	4.67	138.33	-7.98	-5.19	0.15	-0.09	0.04	0.17	-0.00
1.etaza	3.50	4.84	130.63	-3.31	-5.90	0.18	0.04	-0.04	0.02	-0.00
prizemlje	0.75	3.27	81.95	7.43	-5.38	0.20	0.39	-0.17	-0.21	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=	13.67	381.40	-4.98	-17.39	0.59	0.33	-0.16	0.06	-0.02	0.00



Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.14	-0.00	0.00	-0.00	0.01
2. etaza	6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
1. etaza	3.50	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.01	-0.00	0.01	0.00
prizemlje	0.75	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	-0.00	-0.00	0.01	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-0.00	0.00	-0.00	0.01	0.39	0.01	-0.00	0.01	0.01

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	0.00	-0.06	0.02	0.00	-0.11	0.03	-0.00	-0.00	0.02
2. etaza	6.25	0.00	-0.03	0.01	0.01	-0.07	0.01	0.00	-0.00	-0.00
1. etaza	3.50	0.00	0.09	0.00	0.00	0.17	0.01	0.00	0.01	0.00
prizemlje	0.75	-0.00	0.22	-0.00	-0.01	0.45	-0.01	-0.00	0.01	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.22	0.03	-0.00	0.45	0.04	-0.00	0.01	0.02

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
vrh krova	8.25	-0.00	-0.00	-0.01	0.00	-0.03	0.04
2. etaza	6.25	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.03	0.00
1. etaza	3.50	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.06	0.00
prizemlje	0.75	0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.15	-0.00
tlo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
podrum	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.15	0.05

Faktori participacije - Relativno učešće				
Ton \ Naziv	1. Ex (+e)	2. Ex (-e)	3. Ey (+e)	4. Ey (-e)
1	0.001	0.001	0.941	0.941
2	0.998	0.998	0.001	0.001
3	0.001	0.001	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.028	0.028
5	0.000	0.000	0.002	0.002
6	0.000	0.000	0.020	0.020
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.003	0.003
9	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.001	0.001
11	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.001	0.001
13	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.001	0.001
15	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.001	0.001
17	0.000	0.000	0.001	0.001
18	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000

Faktori participacije - Sudjelujuće mase		
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	0.09	72.24
2	88.33	0.10
3	0.06	0.01
4	0.00	3.01
5	0.01	0.16
6	0.00	2.13
7	0.00	0.01
8	0.00	0.34
9	0.00	0.00
10	0.00	0.15
11	0.00	0.00

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
12	0.00	0.10
13	0.00	0.00
14	0.00	0.10
15	0.00	0.00
16	0.00	0.06
17	0.00	0.12
18	0.00	0.00
19	0.00	0.00
20	0.00	0.04
ΣU (%)	88.50	78.58



**Statički proračun**

**Rezne sile u pločama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273**

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
2491	145+	445.68	588.19
2491	141+	443.92	585.97
2491	143+	443.57	585.53
2491	81+	441.86	583.73
2491	139+	441.82	583.31
2491	113+	441.57	583.35
2491	77+	440.11	581.51
2491	109+	439.82	581.13
2491	79+	439.75	581.06
2491	111+	439.47	580.68

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
2491	145+	445.68	588.19
2491	141+	443.92	585.97
2491	143+	443.57	585.53
2491	81+	441.86	583.73
2491	113+	441.57	583.35
2491	139+	441.82	583.31
2491	77+	440.11	581.51
2491	109+	439.82	581.13
2491	79+	439.75	581.06
2491	111+	439.47	580.68

**Deformacija ploča L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273**

Oznaka	LC	u3 [mm]
7556	25	-281.86
7556	153	-281.86
7556	17	-281.86
7361	153	-281.68

Oznaka	LC	u3 [mm]
7361	25	-281.68
7361	17	-281.68
7556	149	-281.59
7556	21	-281.59

Oznaka	LC	u3 [mm]
7556	13	-281.59
7556	151	-281.54

**Deformacija ploča GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273**

Oznaka	LC	Zp [mm]
7556	25	-281.86
7556	153	-281.86
7556	17	-281.86
7361	153	-281.68

Oznaka	LC	Zp [mm]
7361	25	-281.68
7361	17	-281.68
7556	149	-281.59
7556	21	-281.59

Oznaka	LC	Zp [mm]
7556	13	-281.59
7556	151	-281.54

**Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273**

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(4007 - 2052)	145(N1-)	2.750	-654.21	-23.622	-29.253	8.910
(4007 - 2052)	113(N1-)	2.750	-653.27	-23.007	-29.199	9.317
(4007 - 2052)	81(N1-)	2.750	-652.26	-22.978	-29.053	9.333
(4007 - 2052)	49(N1-)	2.750	-651.31	-22.363	-28.999	9.740
(4007 - 2052)	141(N1-)	2.750	-648.73	-23.333	-29.007	8.756
(4007 - 2052)	109(N1-)	2.750	-647.79	-22.717	-28.953	9.163
(4007 - 2052)	143(N1-)	2.750	-647.64	-23.275	-28.957	8.725
(4007 - 2052)	77(N1-)	2.750	-646.78	-22.689	-28.806	9.179
(4007 - 2052)	111(N1-)	2.750	-646.69	-22.659	-28.903	9.132
(4007 - 2052)	45(N1-)	2.750	-645.83	-22.073	-28.752	9.586
(1550 - 6229)	139(T2+)	6.000	56.044	189.95	-0.729	-150.81
(1550 - 6229)	143(T2+)	6.000	56.334	189.95	-0.745	-150.80
(1550 - 6229)	141(T2+)	6.000	56.392	189.95	-0.748	-150.80
(1550 - 6229)	145(T2+)	6.000	56.682	189.94	-0.764	-150.79
(1550 - 6229)	107(T2+)	6.000	55.798	189.86	-1.017	-150.90
(1550 - 6229)	75(T2+)	6.000	55.801	189.86	-1.009	-150.90
(1550 - 6229)	111(T2+)	6.000	56.088	189.85	-1.032	-150.90
(1550 - 6229)	79(T2+)	6.000	56.091	189.85	-1.025	-150.90
(1550 - 6229)	109(T2+)	6.000	56.146	189.85	-1.036	-150.90
(1550 - 6229)	77(T2+)	6.000	56.149	189.85	-1.028	-150.90
(12781 - 12000)	144(M2+)	0.500	-106.80	-0.593	48.929	-0.100
(12781 - 12000)	140(M2+)	0.500	-105.81	-0.606	48.903	-0.099
(12781 - 12000)	142(M2+)	0.500	-105.61	-0.608	48.898	-0.098
(12781 - 12000)	112(M2+)	0.500	-107.72	-1.731	48.884	-0.171
(12781 - 12000)	138(M2+)	0.500	-104.62	-0.621	48.872	-0.097
(12781 - 12000)	80(M2+)	0.500	-107.67	-1.638	48.866	-0.166
(12781 - 12000)	108(M2+)	0.500	-106.73	-1.744	48.858	-0.170
(12781 - 12000)	110(M2+)	0.500	-106.54	-1.746	48.853	-0.170
(12781 - 12000)	76(M2+)	0.500	-106.68	-1.650	48.841	-0.165
(12781 - 12000)	78(M2+)	0.500	-106.49	-1.653	48.836	-0.164
(1550 - 6229)	139(M3-)	6.300	46.869	175.06	-5.146	-213.78
(1550 - 6229)	143(M3-)	6.300	47.164	175.05	-5.180	-213.77
(1550 - 6229)	141(M3-)	6.300	47.223	175.05	-5.187	-213.77
(1550 - 6229)	145(M3-)	6.300	47.518	175.04	-5.221	-213.76
(1550 - 6229)	75(M3-)	6.300	47.139	175.15	-4.602	-213.66
(1550 - 6229)	107(M3-)	6.300	47.138	175.15	-4.593	-213.66
(1550 - 6229)	79(M3-)	6.300	47.434	175.14	-4.636	-213.65
(1550 - 6229)	111(M3-)	6.300	47.433	175.14	-4.626	-213.65
(1550 - 6229)	77(M3-)	6.300	47.493	175.14	-4.643	-213.65
(1550 - 6229)	109(M3-)	6.300	47.492	175.14	-4.633	-213.65

**Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273**

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
(5101 - 9372)	25	2.883	-281.94
(5101 - 9372)	153	2.883	-281.94
(5101 - 9372)	17	2.883	-281.94
(3450 - 12610)	25	5.167	-281.94
(3450 - 12610)	153	5.167	-281.94

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
(3450 - 12610)	17	5.167	-281.94
(5101 - 9372)	149	2.883	-281.67
(5101 - 9372)	21	2.883	-281.67
(5101 - 9372)	13	2.883	-281.67
(3450 - 12610)	149	5.167	-281.67

**Deformacija greda GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273**

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
(5101 - 9372)	25	2.883	-281.94
(5101 - 9372)	153	2.883	-281.94
(5101 - 9372)	17	2.883	-281.94
(3450 - 12610)	25	5.167	-281.94
(3450 - 12610)	153	5.167	-281.94

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
(3450 - 12610)	17	5.167	-281.94
(5101 - 9372)	149	2.883	-281.67
(5101 - 9372)	21	2.883	-281.67
(5101 - 9372)	13	2.883	-281.67
(3450 - 12610)	149	5.167	-281.67

**Utjecaji u površinskim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273**

Oznaka	LC	$\sigma_{t,ia}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s <sub>t,ia</sub> [mm]
11391	273+	319.99	-27.546
11391	269+	318.71	-27.386
11391	271+	318.45	-27.354
11281	273+	318.33	-27.477
11391	267+	317.18	-27.194
11281	269+	317.05	-27.317

Utjecaji u površinskim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-273

Oznaka	LC	$\sigma_{tla}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s.tla [mm]
11281	271+	316.80	-27.285
11170	273+	316.72	-27.413
11391	145+	316.00	-28.044
11271	273+	315.77	-27.713
11391	273-	220.37	-39.999
11391	269-	219.09	-39.839
11391	271-	218.83	-39.807
11281	273-	219.82	-39.792
11391	267-	217.55	-39.647
11281	269-	218.54	-39.632
11281	271-	218.28	-39.600
11170	273-	219.31	-39.590
11391	145-	224.35	-39.500
11271	273-	221.71	-39.471

Deformacija čvorova: max. |Yp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
11406	272-	-0.092	-91.508	-116.85
11406	264-	0.819	-91.422	-116.72
11406	256-	0.838	-91.412	-116.73
11406	273-	-0.127	-91.397	-117.56
11406	248-	1.749	-91.327	-116.60

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
11406	265-	0.784	-91.311	-117.43
11406	257-	0.804	-91.301	-117.43
11406	249-	1.714	-91.215	-117.31
11376	272-	-0.145	-90.113	-114.29
11376	273-	-0.183	-90.024	-115.02

Deformacija čvorova: max. |Zp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
7361	145-	-3.916	-0.975	-287.62
7556	145-	-3.914	-0.988	-287.47
7361	81-	-3.851	0.627	-287.39
7361	113-	-3.853	0.608	-287.39
7361	141-	-3.910	-1.060	-287.35

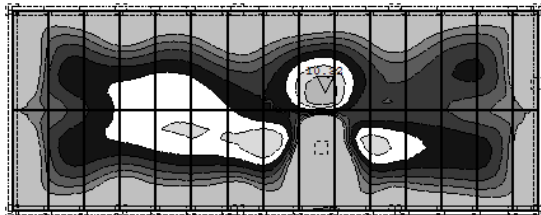
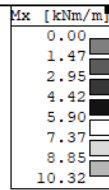
Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
7361	143-	-3.909	-1.077	-287.30
7556	81-	-3.849	0.617	-287.24
7556	113-	-3.851	0.602	-287.24
7556	141-	-3.908	-1.073	-287.20
7361	49-	-3.788	2.210	-287.17

Deformacija čvorova: max. |Xp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
4085	138+	24.410	6.616	-23.622
4085	142+	24.382	6.709	-23.765
4085	140+	24.376	6.728	-23.794
4085	144+	24.348	6.821	-23.936
4085	74+	24.337	4.929	-23.674

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
4085	106+	24.327	5.016	-23.672
4085	78+	24.309	5.022	-23.817
4085	76+	24.303	5.041	-23.846
4085	110+	24.299	5.109	-23.815
4085	108+	24.294	5.127	-23.843

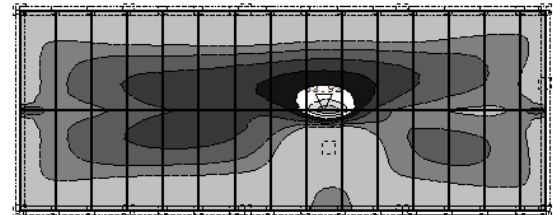
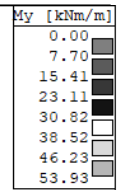
Opt. 275: [10-273] 10-273



Nivo: 2.etaza [6.25 m]

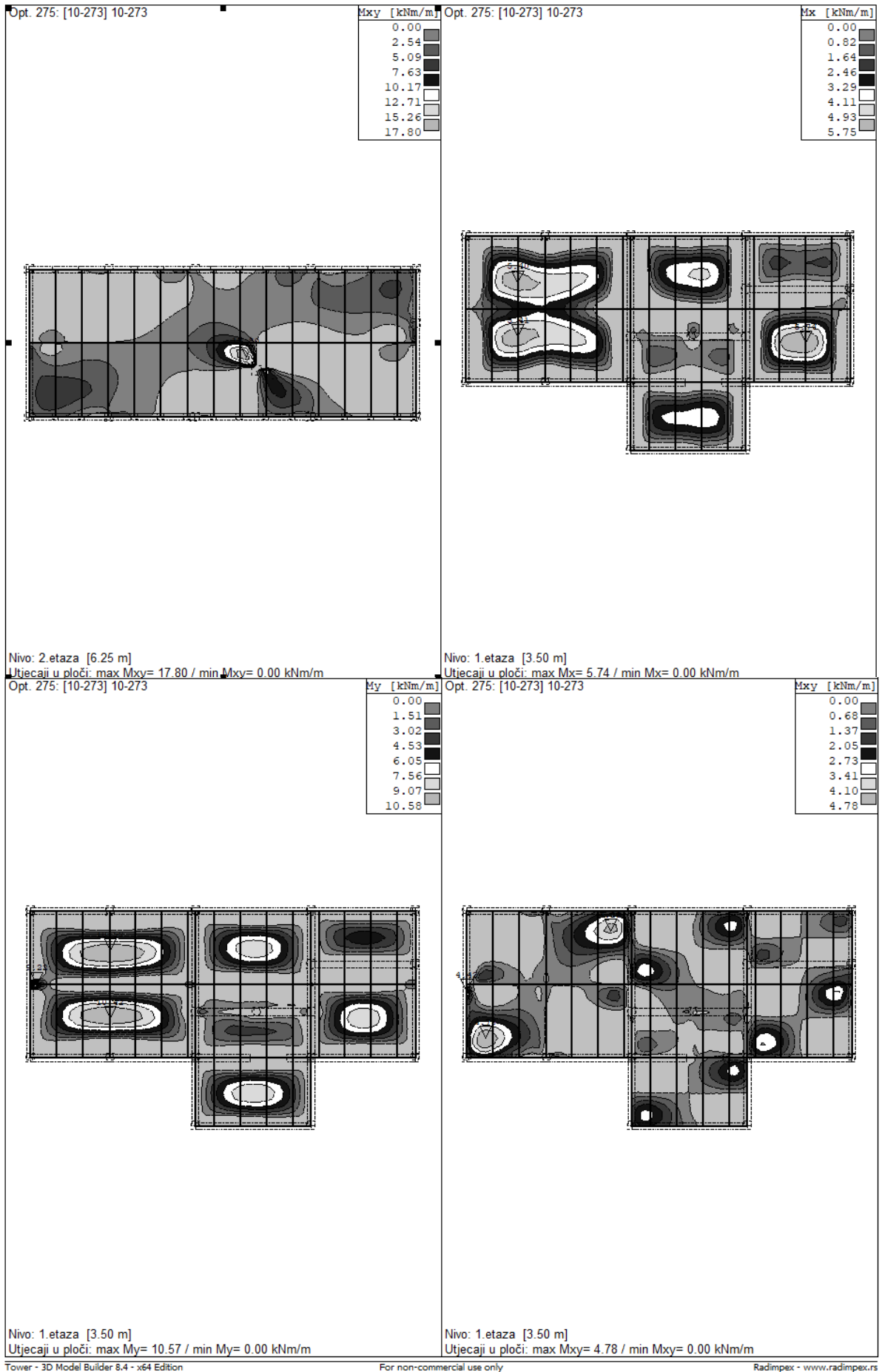
Utjecaji u ploči: max Mx= 10.32 / min Mx= 0.00 kNm/m

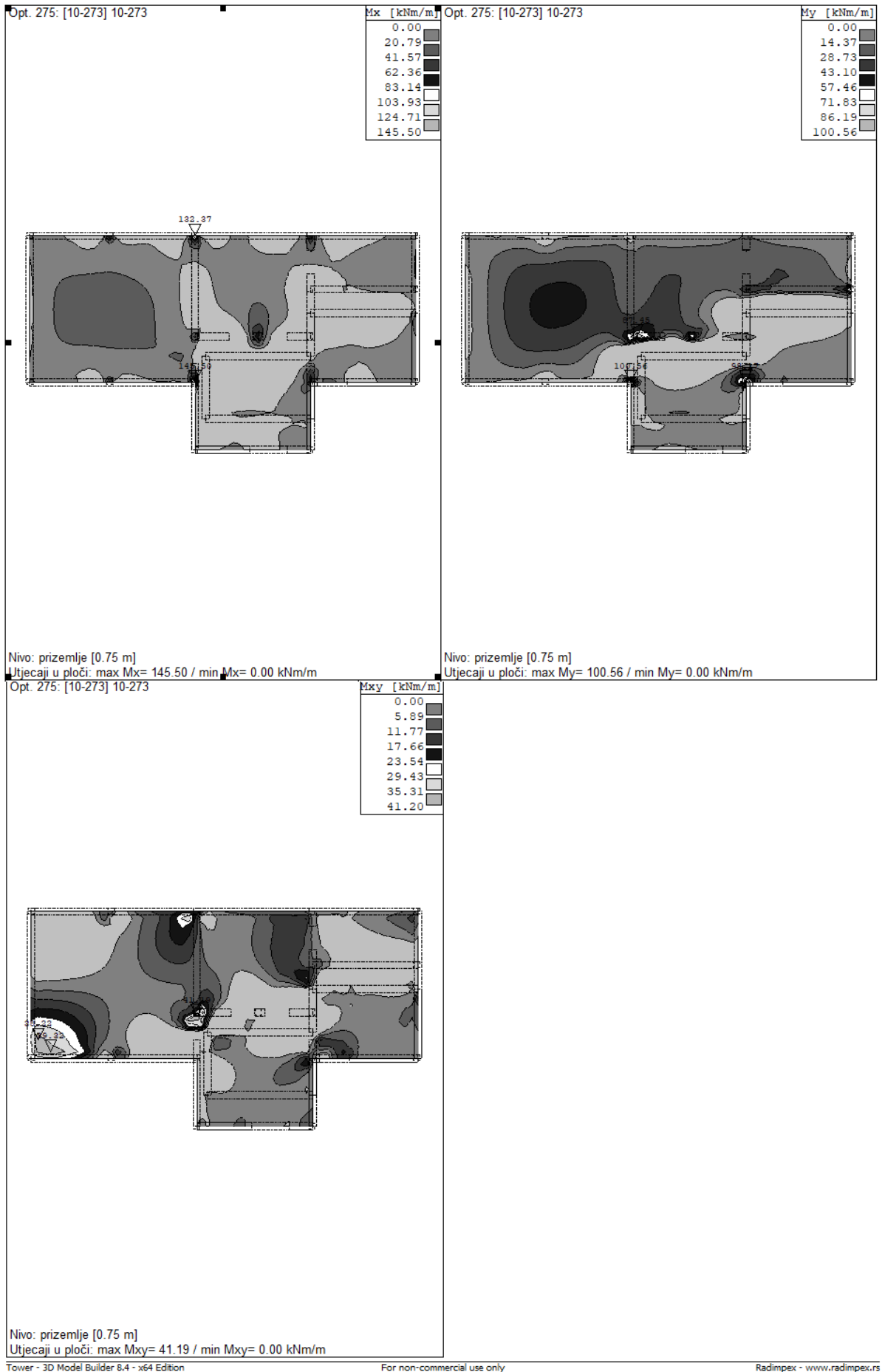
Opt. 275: [10-273] 10-273



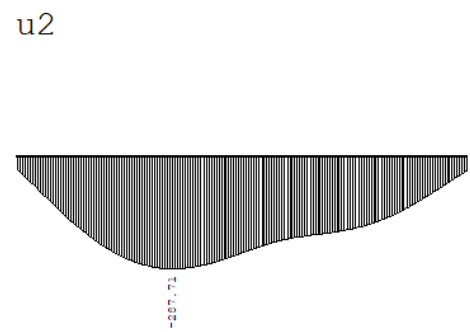
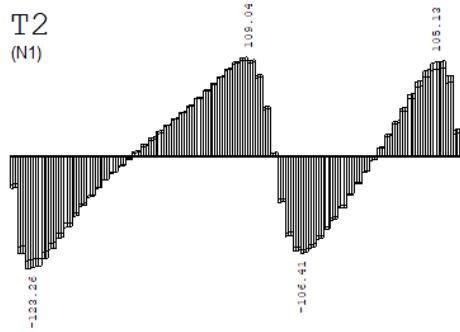
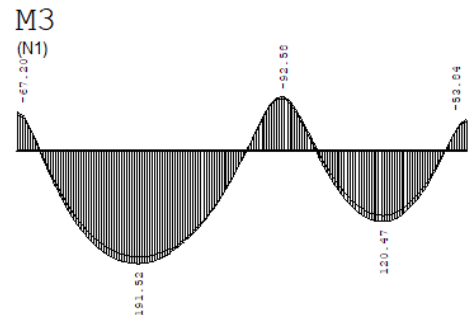
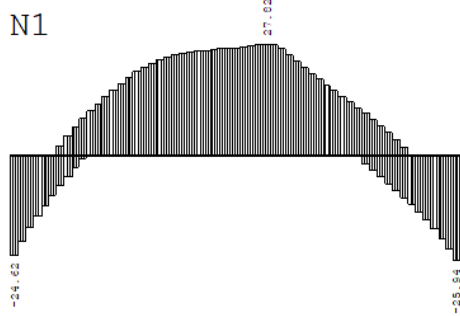
Nivo: 2.etaza [6.25 m]

Utjecaji u ploči: max My= 53.92 / min My= 0.00 kNm/m





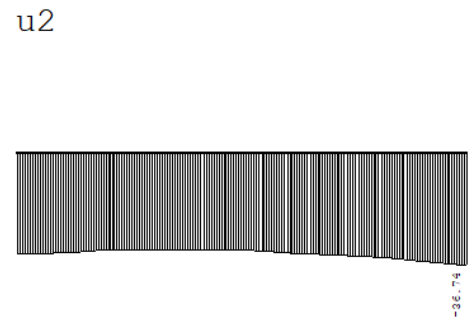
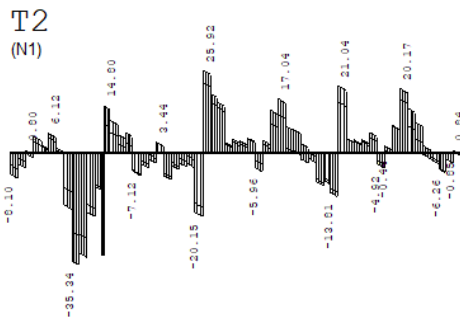
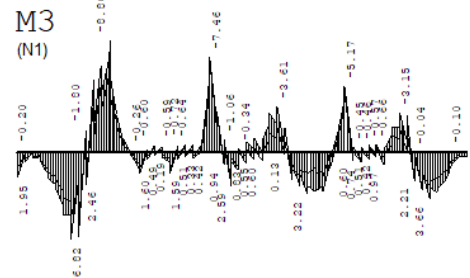
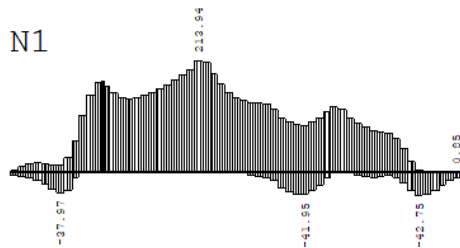
Opt. 275: [10-273] 10-273



Utjecaji u gredi: (3450-12610)

N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm], u2 [m/1000]

Opt. 275: [10-273] 10-273



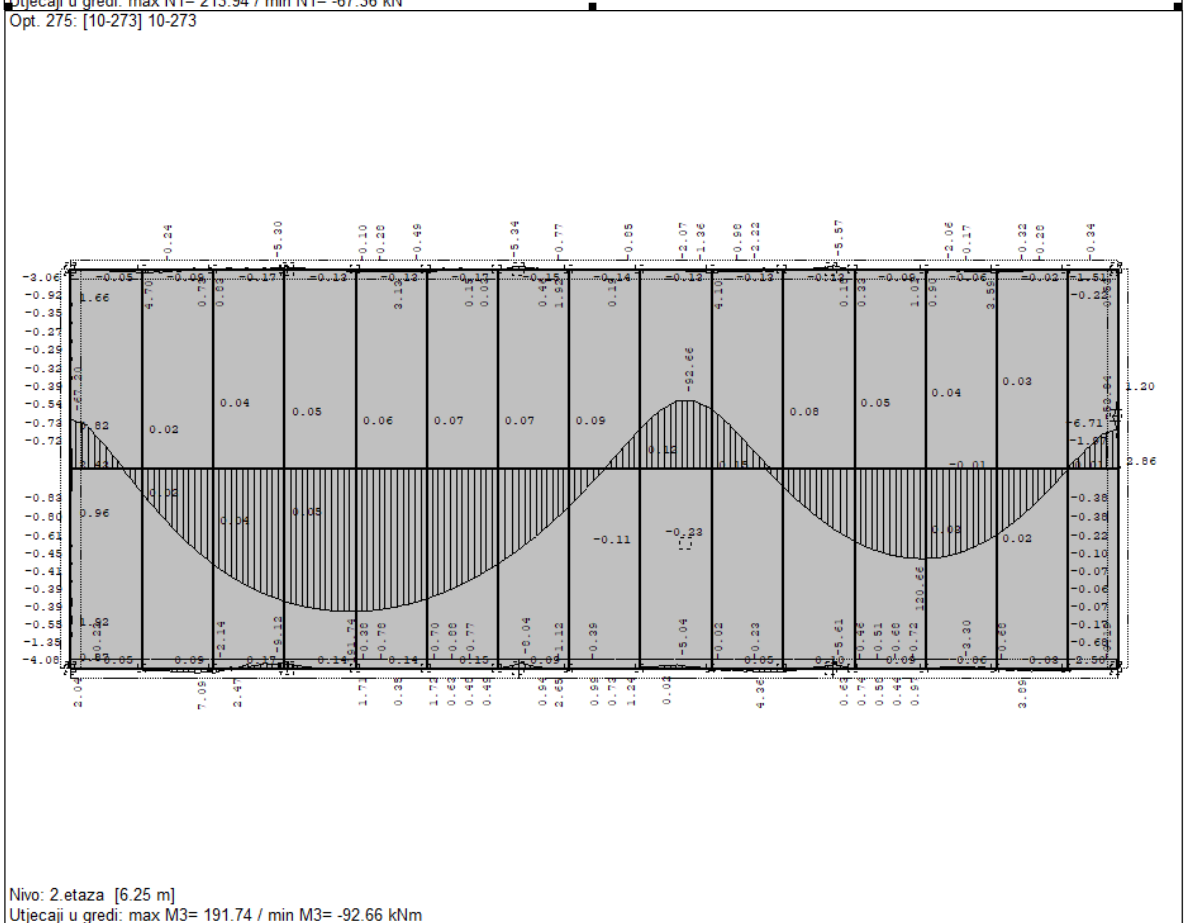
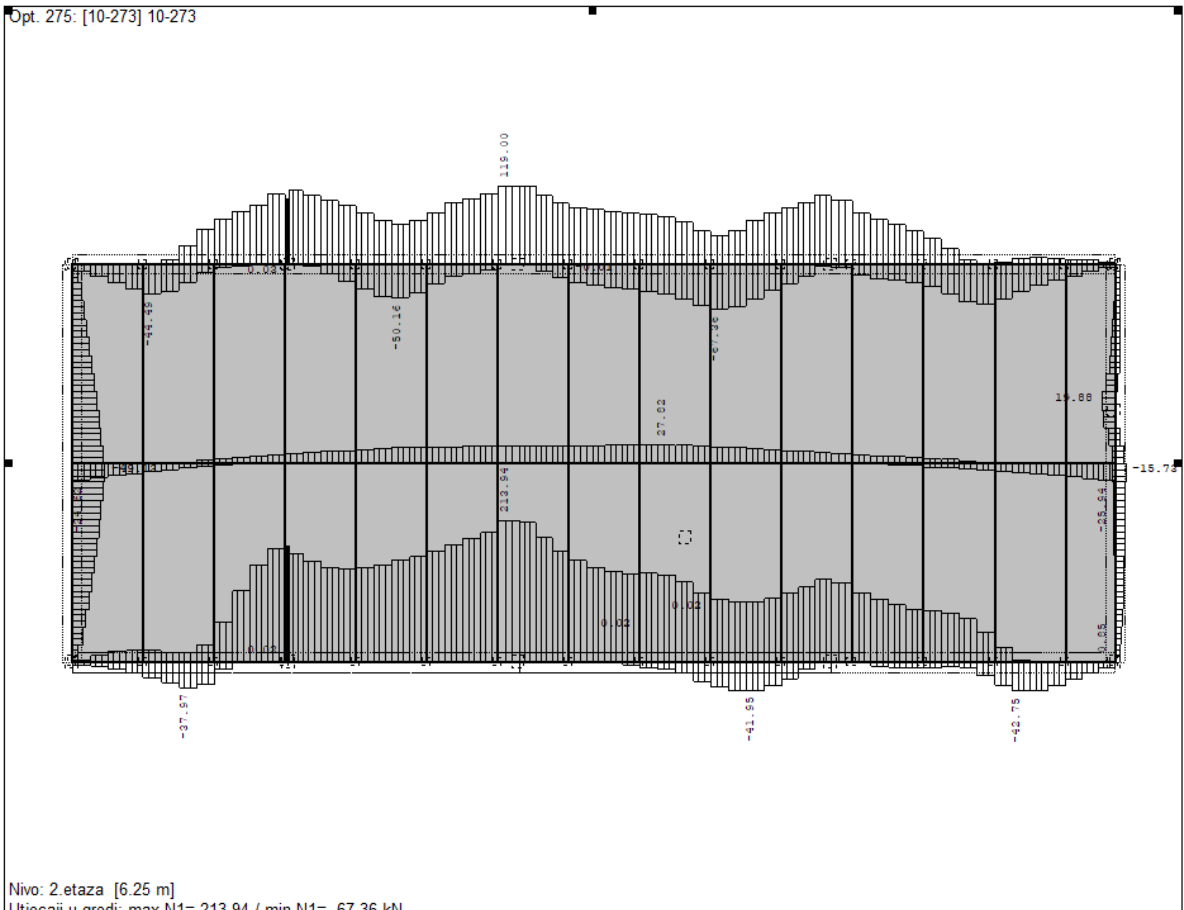
Utjecaji u gredi: (1493-11671)

N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm], u2 [m/1000]

Tower - 3D Model Builder 8.4 - x64 Edition

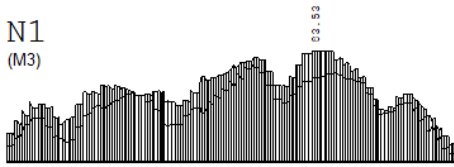
For non-commercial use only

Radimpex - www.radimpex.rs

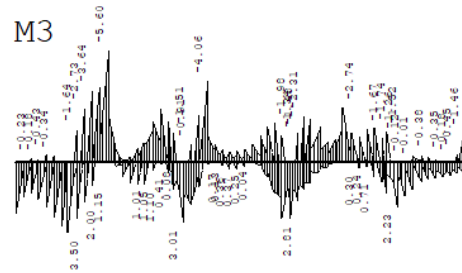


Opt. 275: [10-273] 10-273

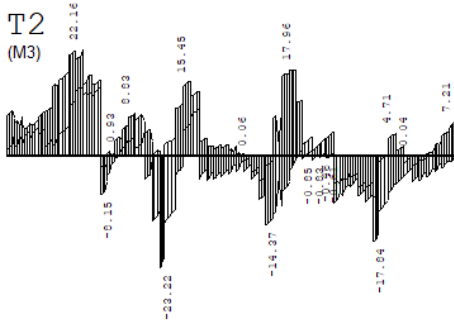
N1  
(M3)



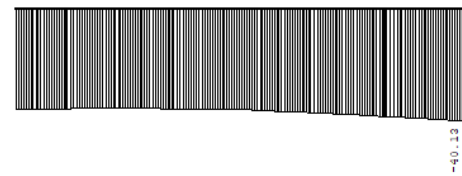
M3



T2  
(M3)



u2

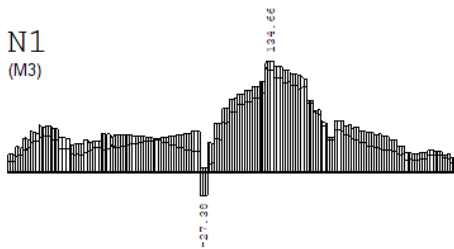


Utjecaji u gredi: (3502-12634)

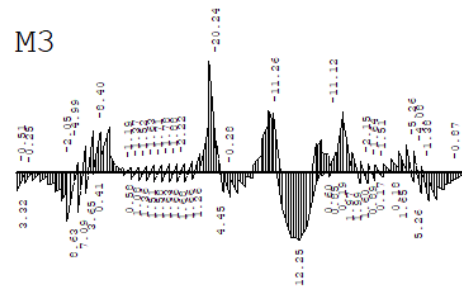
N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm], u2 [m/1000]

Opt. 275: [10-273] 10-273

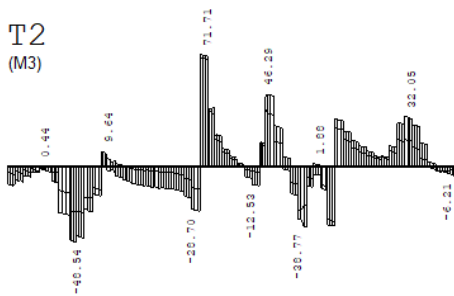
N1  
(M3)



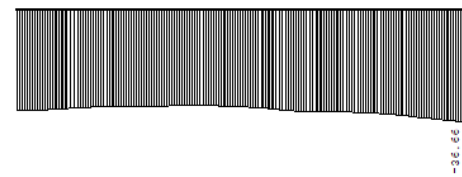
M3



T2  
(M3)



u2



Utjecaji u gredi: (341-4007-7466-10223)

N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm], u2 [m/1000]

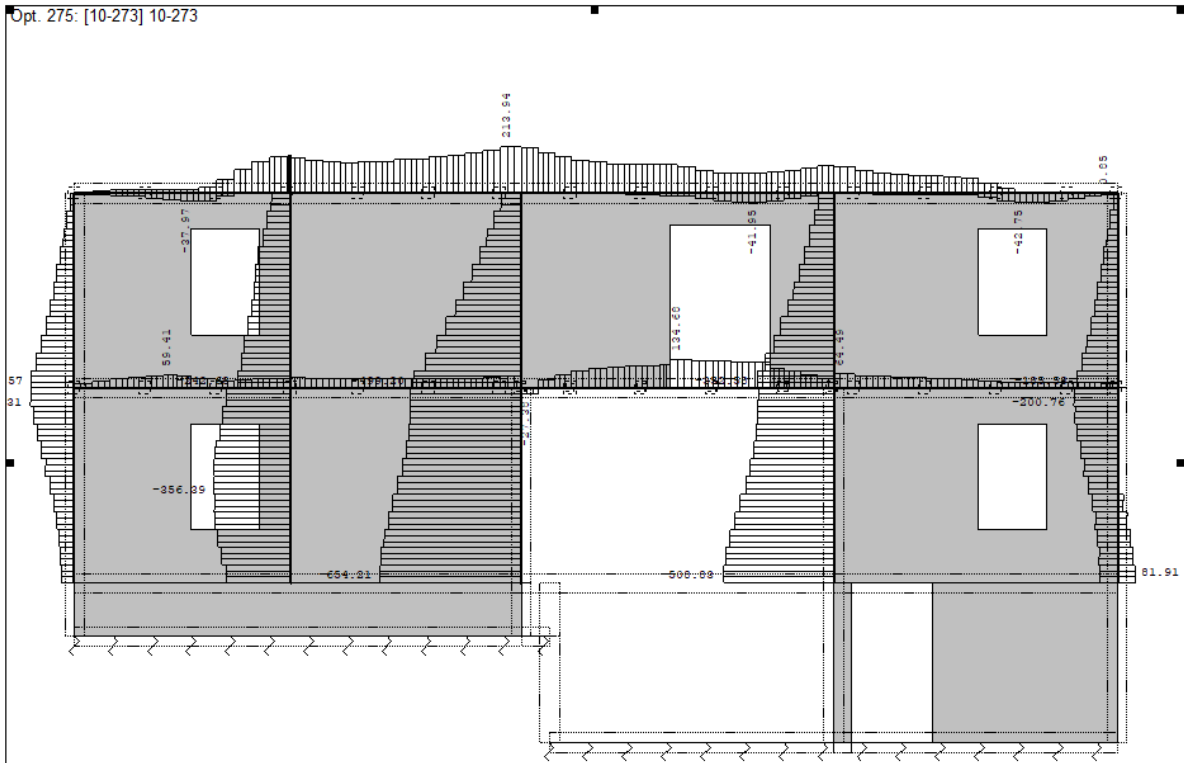
Tower - 3D Model Builder 8.4 - x64 Edition

For non-commercial use only

Radimpex - www.radimpex.rs



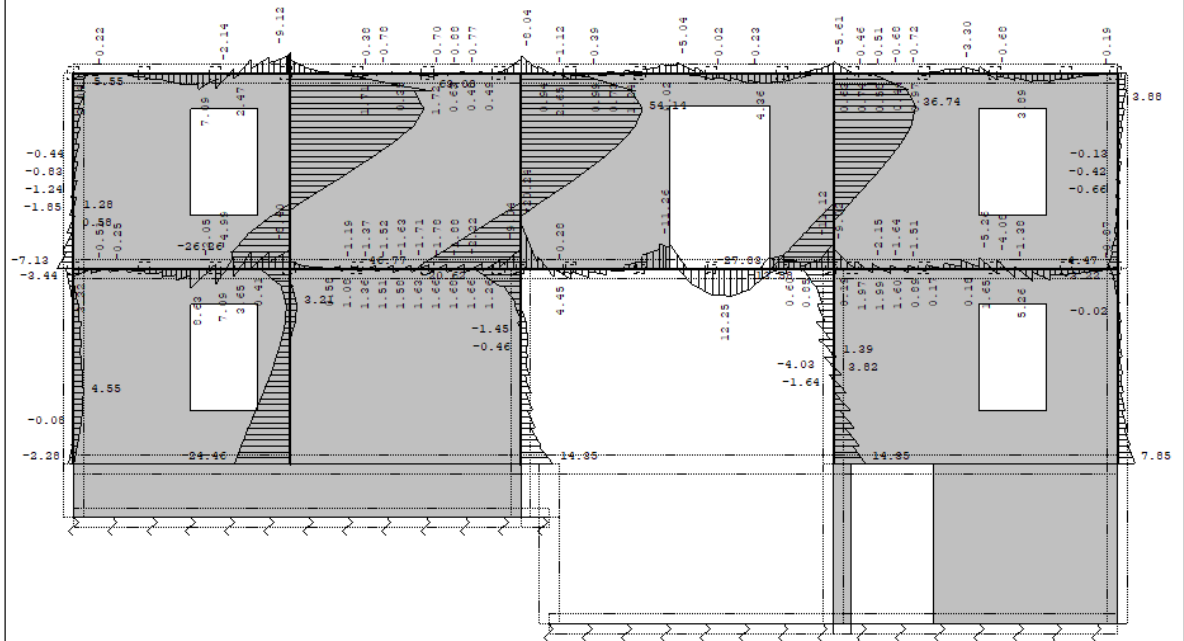




Okvir: H\_3

Utjecaji u gredi: max N1= 213.94 / min N1= -654.21 kN

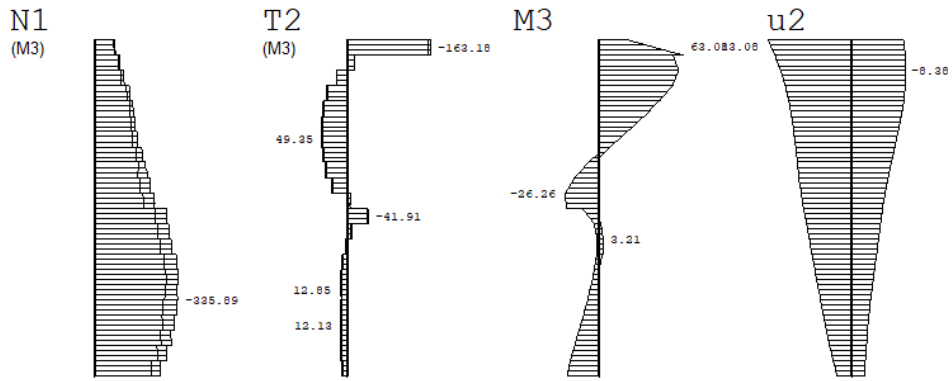
Opt. 275: [10-273] 10-273



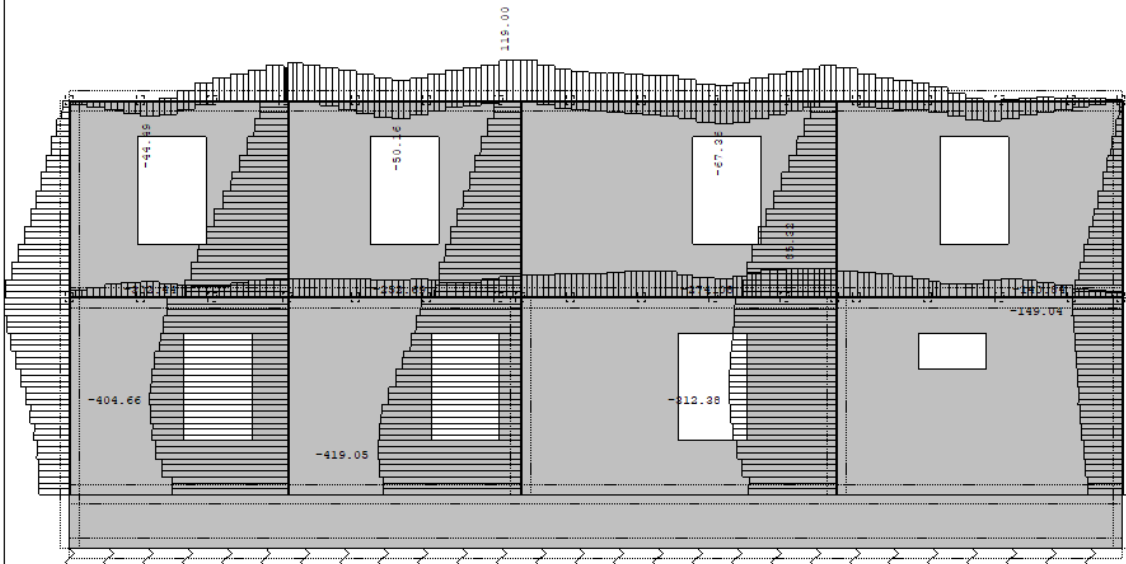
Okvir: H\_3

Utjecaji u gredi: max M3= 63.08 / min M3= -46.77 kNm

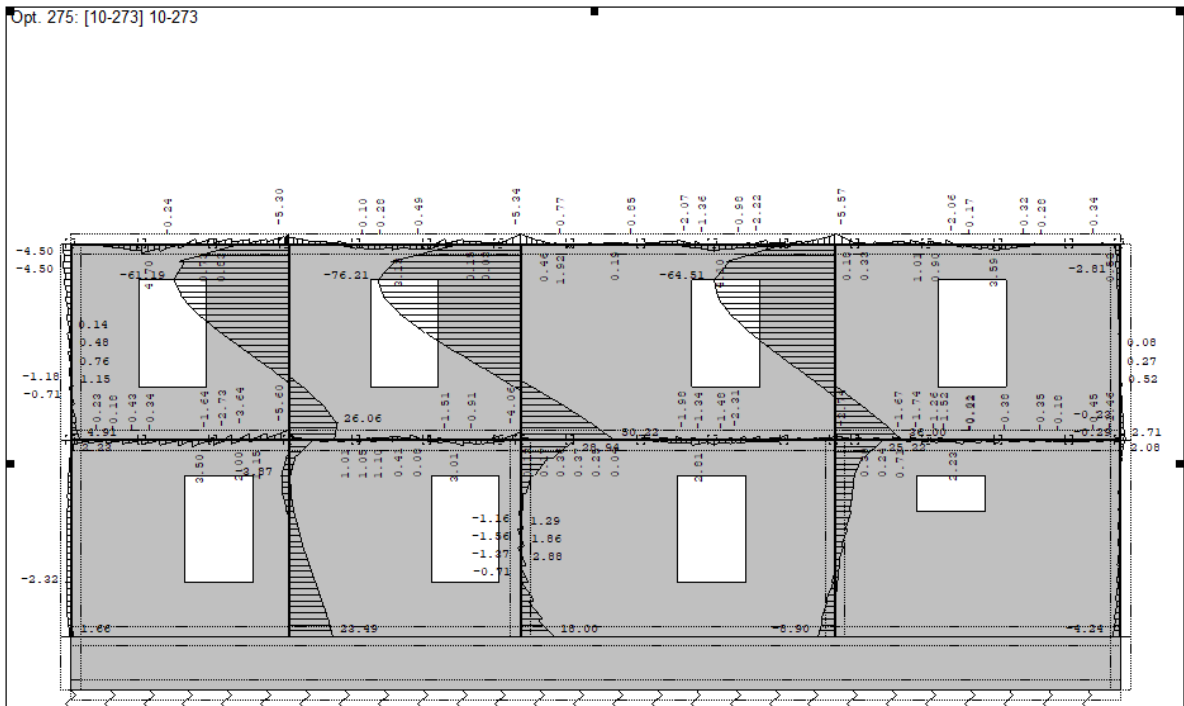
Opt. 275: [10-273] 10-273



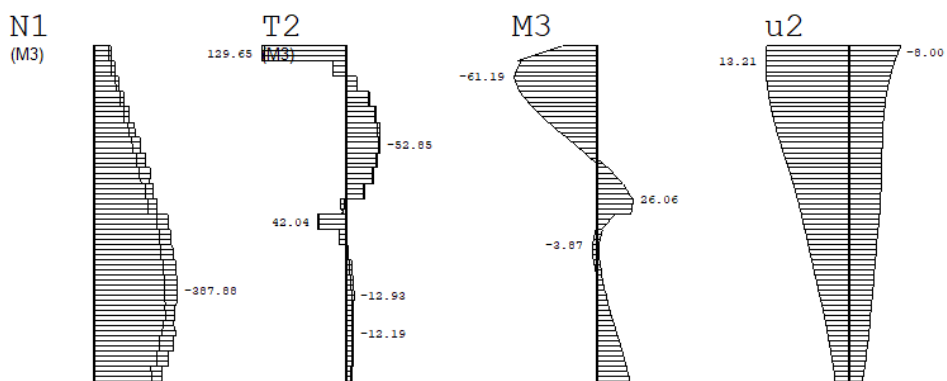
Utjecaji u gredi: (422-1727-3641)  
 N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm], u2 [m/1000]  
 Opt. 275: [10-273] 10-273



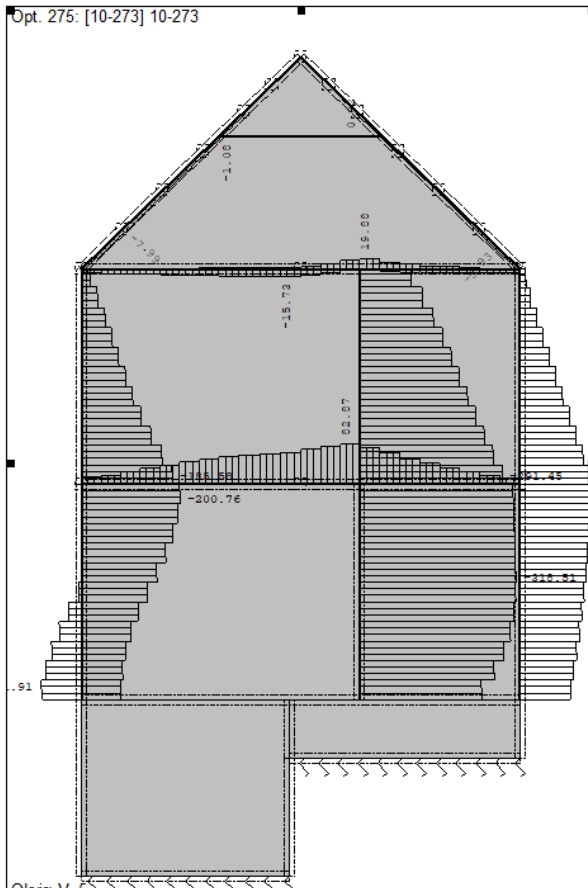
Okvir: H\_8  
 Utjecaji u gredi: max N1= 119.00 / min N1= -419.05 kN



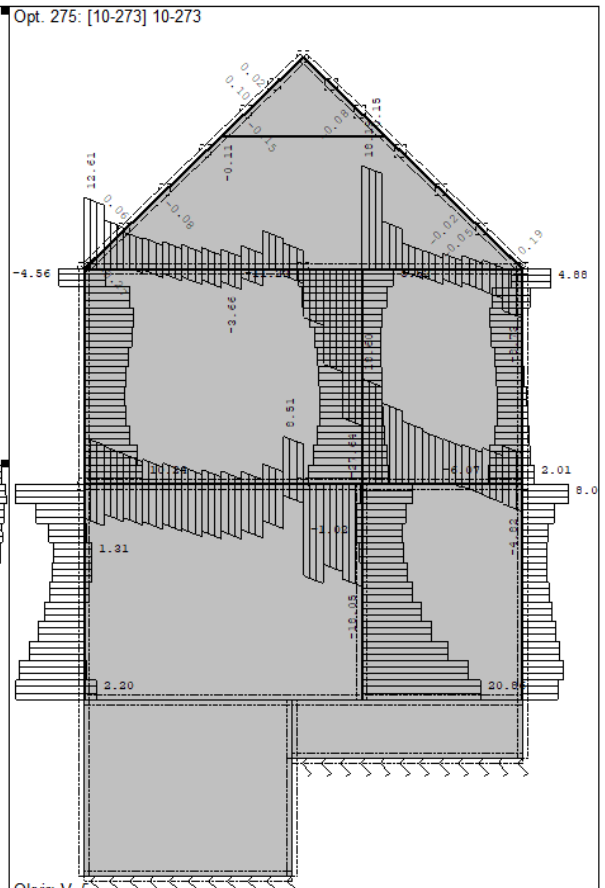
Okvir: H\_8  
 Utjecaji u gredi: max M3= 50.22 / min M3= -76.21 kNm  
 Opt. 275: [10-273] 10-273



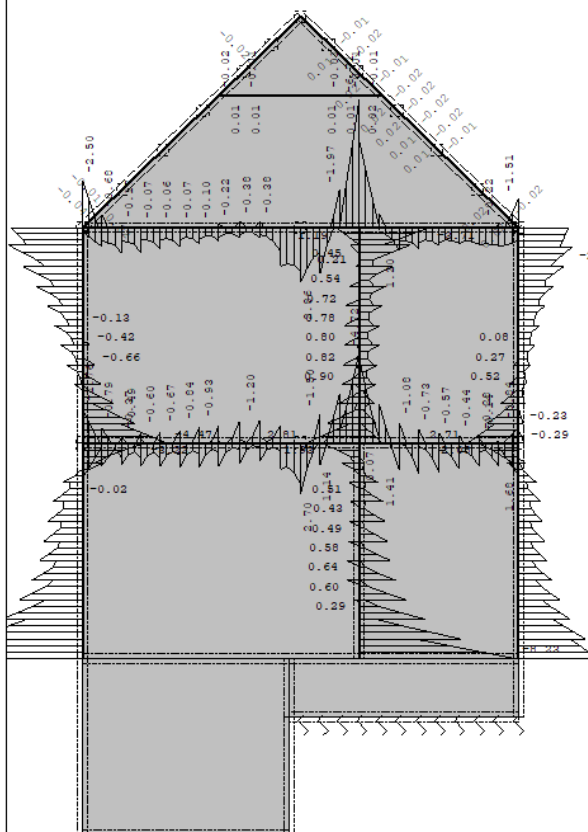
Utjecaji u gredi: (3720-5868-8010)  
 N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm], u2 [m/1000]



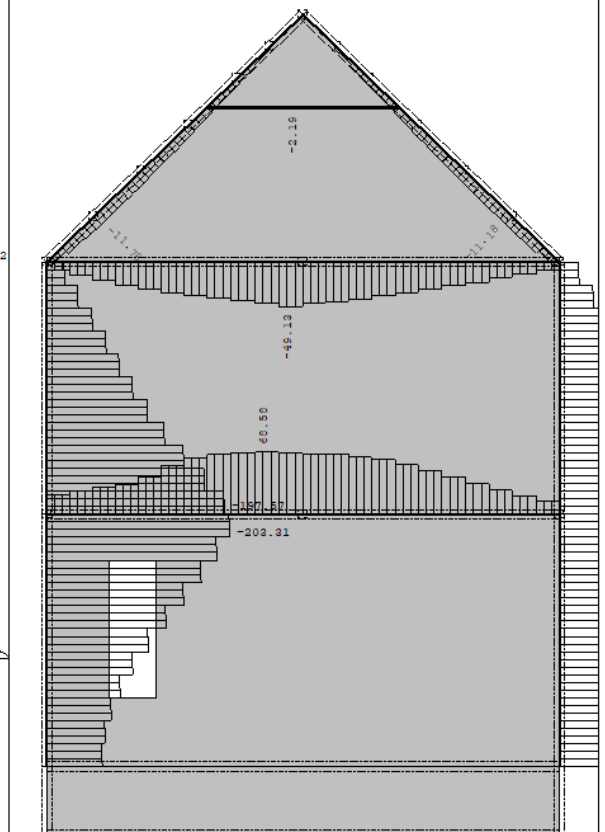
Okvir: V\_5  
 Utjecaji u gredi: max N1= 82.87 / min N1= -318.51 kN  
 Opt. 275: [10-273] 10-273



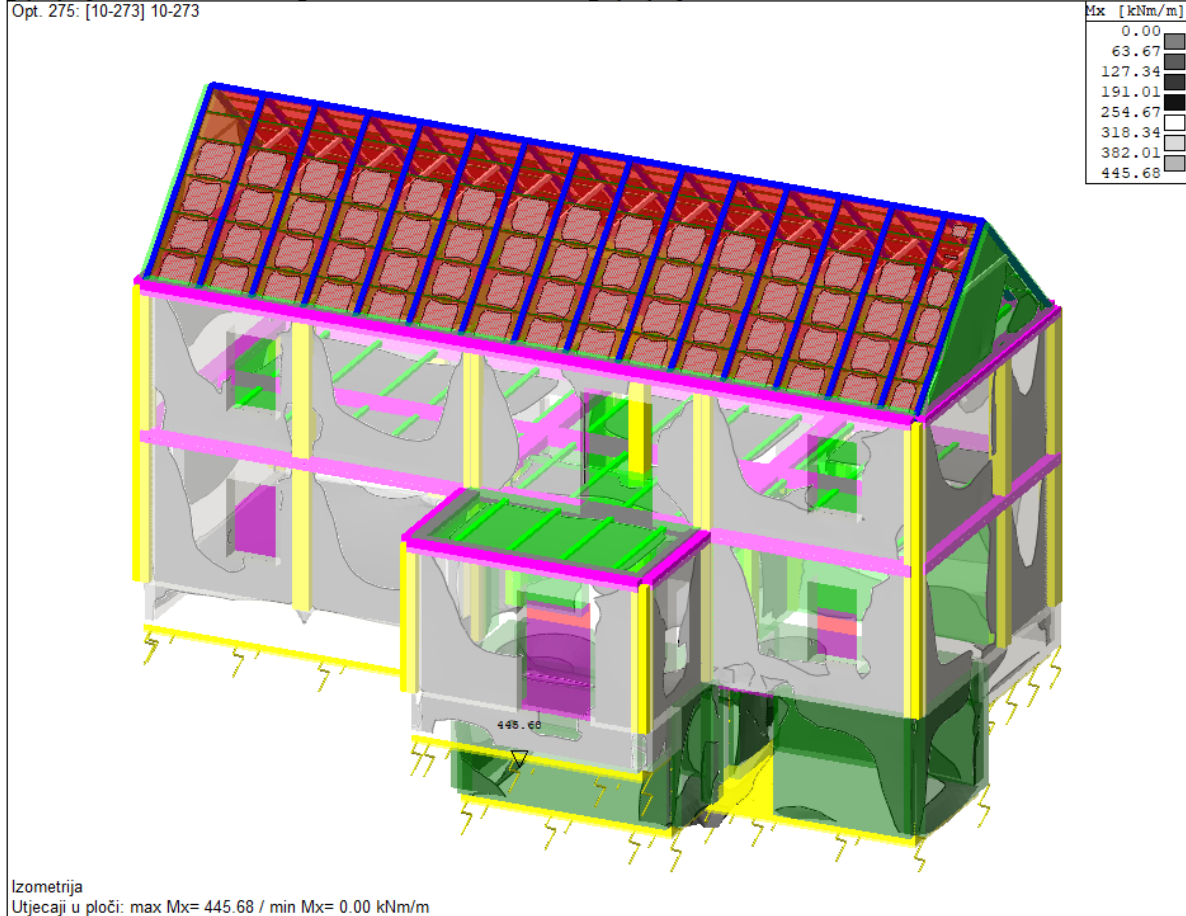
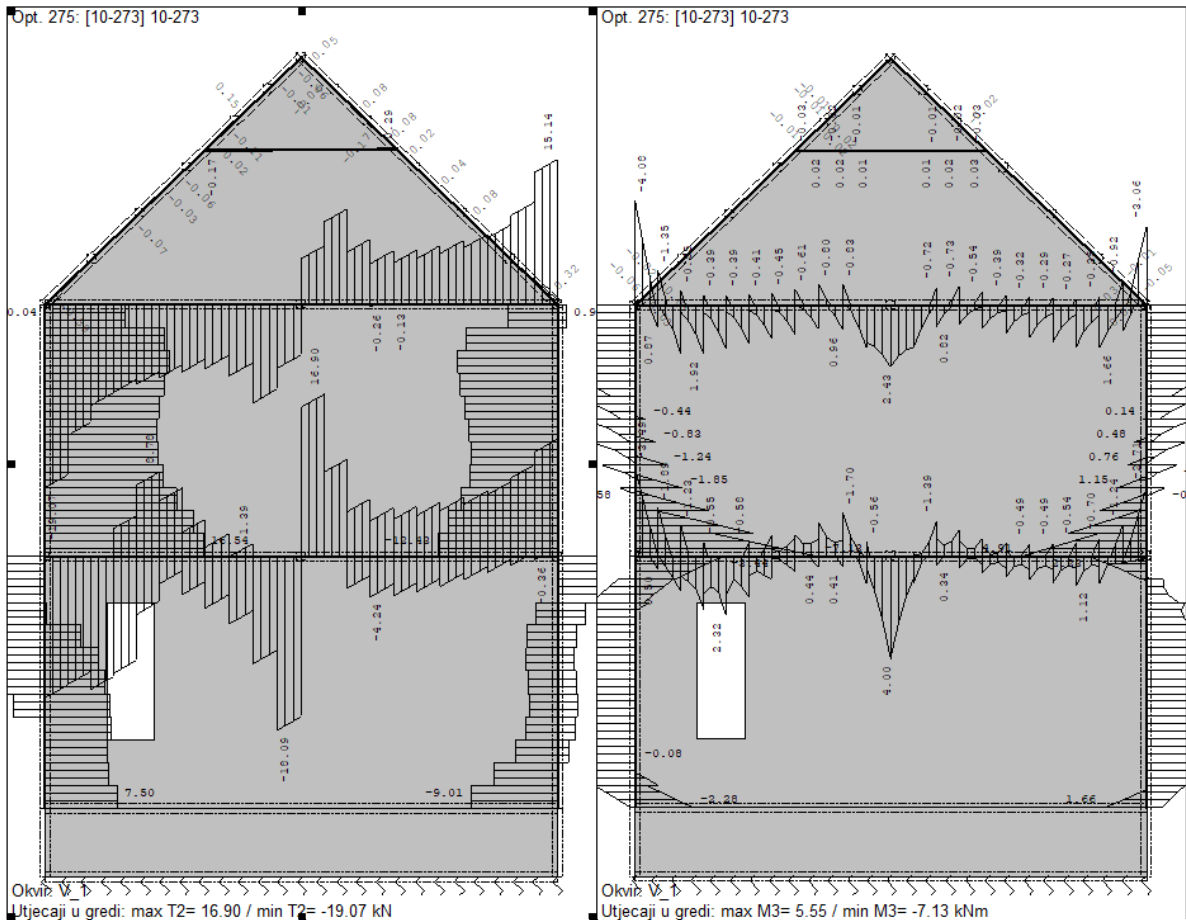
Okvir: V\_5  
 Utjecaji u gredi: max T2= 20.86 / min T2= -27.64 kN  
 Opt. 275: [10-273] 10-273

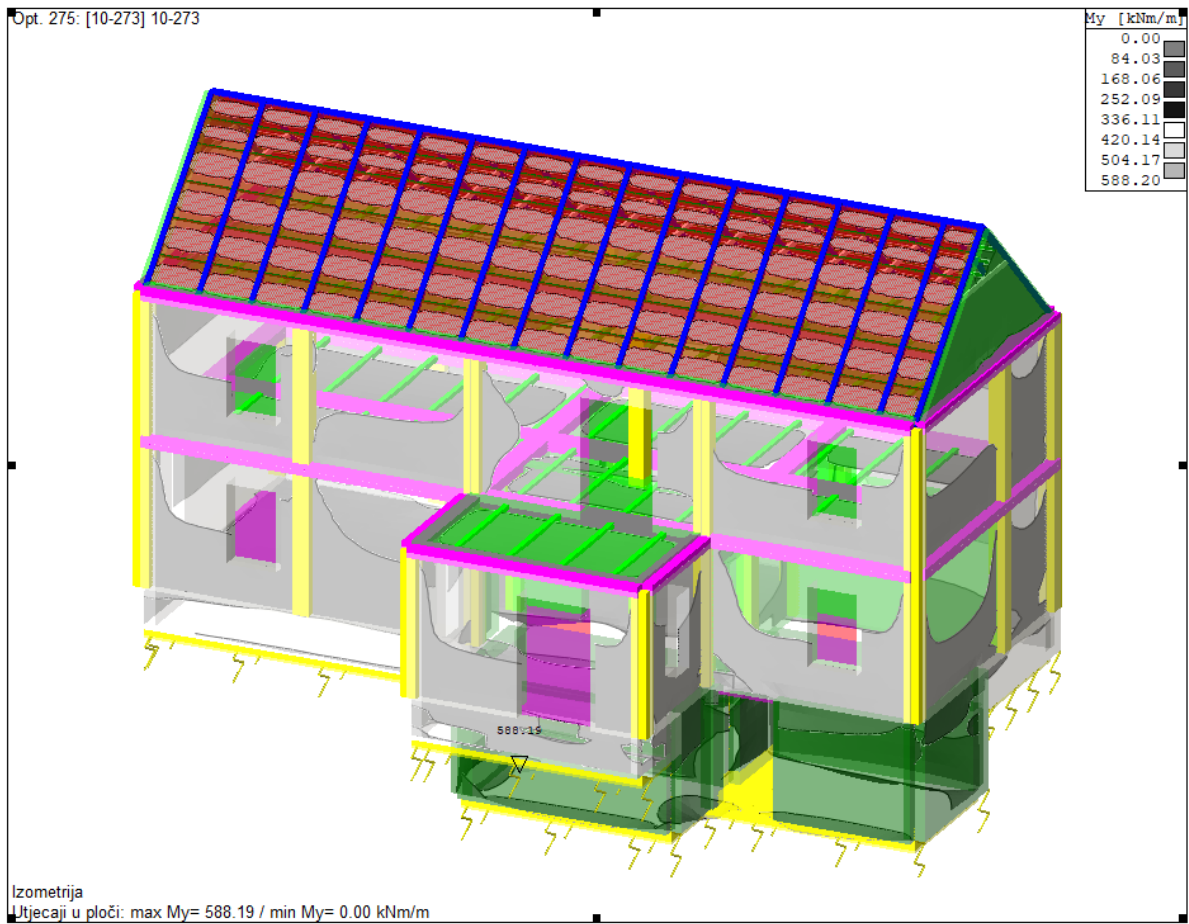


Okvir: V\_5  
 Utjecaji u gredi: max M3= 7.85 / min M3= -8.23 kNm  
 Opt. 275: [10-273] 10-273



Okvir: V\_1  
 Utjecaji u gredi: max N1= 68.58 / min N1= -203.31 kN  
 Opt. 275: [10-273] 10-273





## 7.2. Gruba seizmička analiza

Gruba seizmička analiza je bila napravljena prema Priručniku s tablicama i izrazima za proračun djelovanja konstrukcije doc.dr.sc. Ivana Krausa, i prema nastavnim materijalima iz kolegija Dinamika konstrukcija i protupotresno graditeljstvo izv. prof. dr. sc. Matjaž Skrinar, po primjeru izračuna za stanje prije sanacije.

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4}$$

$$T_1 = 0,05 \cdot 8,95^{3/4}$$

$$T_1 = 1,016554$$

Izrazi za definiranje proračunskog spektra ubrzanja:

$$T_C \leq T \leq T_D : \quad S_{ad}(T) = \max \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \\ \beta \cdot a_g \end{cases}$$

Izraz za određivanje sudjelujuće (efektivne) mase zgrade:

$$a_g = \gamma_l \cdot a_{gR}$$

$$\text{— } a_{gR} = 0,071g \text{ za } T_p = 95 \text{ godina}$$

$$\text{— } a_{gR} = 0,144g \text{ za } T_p = 475 \text{ godina}$$

$$a_g = \gamma_l \cdot a_{gR}$$

$$a_g = 1 \cdot 0,144$$

$$a_g = 0,144 \text{ m/s}^2$$

Kategorija tla B:

Vrsta tla	S	T <sub>B</sub> (S)	T <sub>C</sub> (S)	T <sub>D</sub> (S)
B	1,2	0,15	0,5	2,0

Tablica 7.1 - Vrijednost parametara za elastični spektar odziva tipa 1 za kategoriju tla B [10]

Faktor ponašanja:

$$q = q_0 \cdot k_a \geq 1,5$$

$$q = 3 \cdot \alpha_u / \alpha_1 \cdot 1,0$$

$$q = 3 \cdot 1,3 \cdot 1,0$$

$$q = 3,9 \geq 1,5$$

Seizmička sila

$$T_C \leq T \leq T_D : \quad S_{ad}(T) = \max \left\{ \begin{array}{l} a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \\ \beta \cdot a_g \end{array} \right.$$

$$S_{ad,1}(T) = 0,144 \cdot 1,2 \cdot \frac{2,5}{3,9} \cdot \frac{0,5}{1,02} = 0,054299 \text{ m/s}^2$$

$$S_{ad,2}(T) = 0,2 \cdot 0,144 = 0,0288 \text{ m/s}^2$$

Odabrano:

$$S_{ad}(T) = 0,054299 \text{ m/s}^2$$

Sudjelujuća masa zgrade u trenutku djelovanja potresa, podatak iz programa Tower:

$$m_{eff} = 2177,23 \text{ t} = 2\,177\,230 \text{ kg}$$

Proračun ukupne potresne sile:

$$F_b = S_{ad}(T) \cdot m_{eff} \cdot \lambda$$

$$F_b = 0,054299 \text{ m/s}^2 \cdot 2\,177\,230 \text{ kg} \cdot 1$$

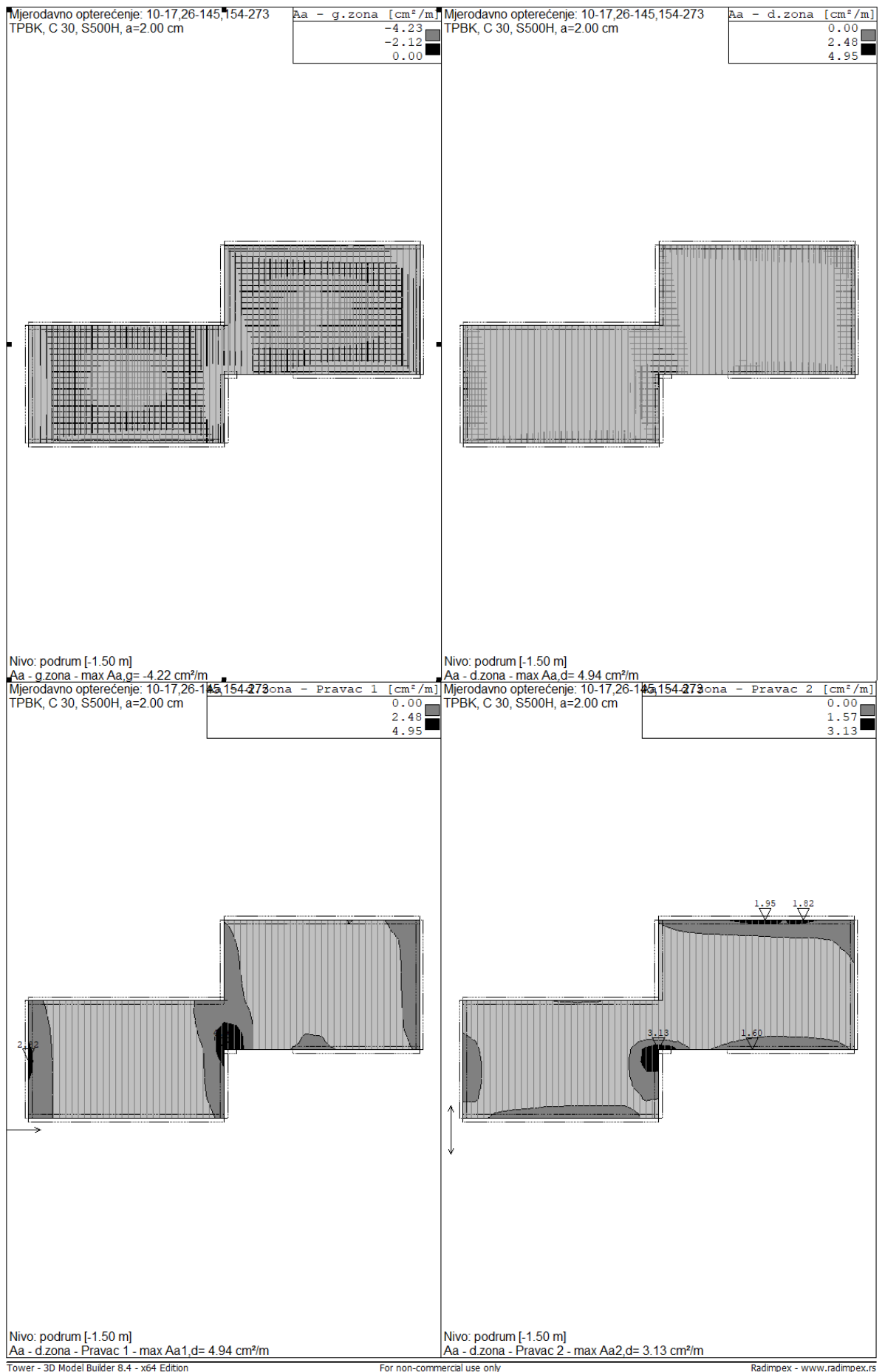
$$F_b = 118\,221,41 \text{ N} = 118,22 \text{ kN}$$

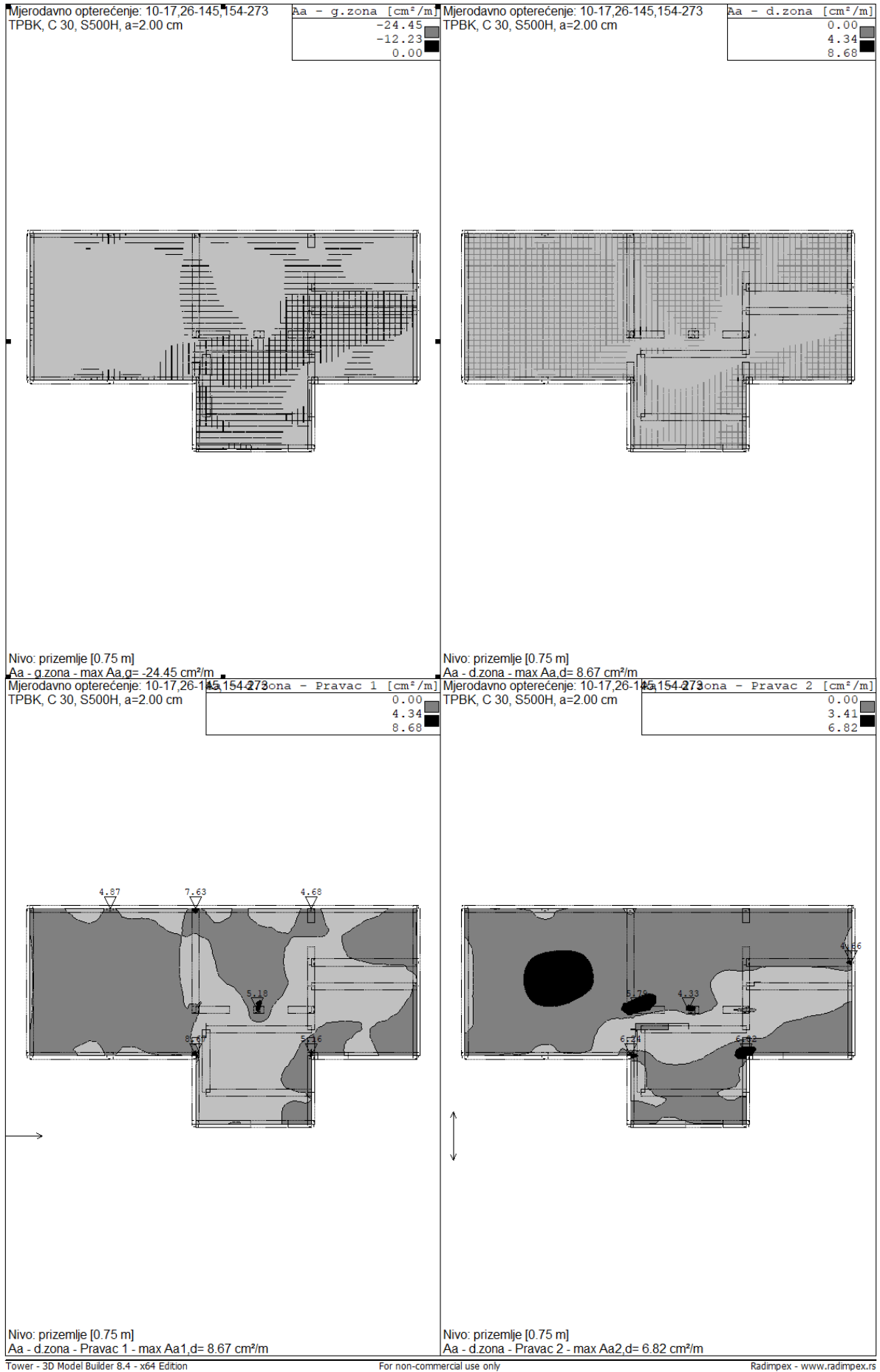


### 7.3. Dimenzioniranje

U nastavku je kratki izvještaj iz Towera i osnovni podaci dimenzioniranja saniranog objekta.





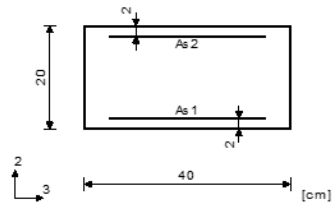


Ploče - iskaz armature			
Materijal	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Potrebna Aa[kg]	Odabrana Aa[kg]
S500H	8000.0	1179.5	0.0

Grede - iskaz armature					
Materijal	$\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Potrebna		Odabrana	
		Aa[kg]	Asw[kg]	Aa[kg]	Asw[kg]
S500H	8000.0	596.1	115.5	0.0	0.0

**Greda 5594-13108**

TPBK  
C 30 ( $\gamma_C = 1.50, \gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
S500H  
Dimenzioniranje grupe slučajeva  
opterećenja: 10-273 (10-273)



**Presjek 1-1  $x = 3.05m$**

Mjerodavna kombinacija za savijanje:  
1.35xI+1.35xII+1.50xIV+1.50xV  
+0.30xVI+0.30xVII+1.00xVIII+1.00xIX  
N1ed = 111.89 kN  
M2ed = 0.00 kNm  
M3ed = -2.59 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:  
1.35xI+1.35xII+1.50xIV+1.50xV  
+1.00xVI+1.00xVII+0.30xVIII+0.30xIX  
M1ed = 5.48 kNm

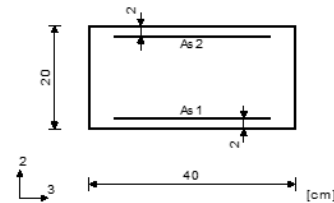
Mjerodavna kombinacija za posmik:  
1.35xI+1.35xII+1.50xIV+1.50xV  
+1.00xVI+1.00xVII+0.30xVIII+0.30xIX  
V2ed = -5.24 kN  
V3ed = 52.03 kN  
M1ed = 5.48 kNm

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.246/25.000 \%$   
As1 = 0.95 + 0.39' = 1.35 cm<sup>2</sup>  
As2 = 1.65 + 0.39' = 2.05 cm<sup>2</sup>  
As3 = 0.00 + 0.20' = 0.20 cm<sup>2</sup>  
As4 = 0.00 + 0.20' = 0.20 cm<sup>2</sup>  
Asw = 2.48 cm<sup>2</sup>/m (m=2)

1)- dodatna uzdužna armatura za prihvati torzije.

**Greda 3450-12610**

TPBK  
C 30 ( $\gamma_C = 1.50, \gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
S500H  
Dimenzioniranje grupe slučajeva  
opterećenja: 10-273 (10-273)



**Presjek 2-2  $x = 7.25m$**

Mjerodavna kombinacija za savijanje:  
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+1.00xVI  
+1.00xVII+0.30xVIII+0.30xIX  
N1ed = 26.18 kN  
M2ed = 0.00 kNm  
M3ed = 25.24 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:  
1.35xI+1.35xII+1.50xIV+1.50xV  
M1ed = -5.36 kNm

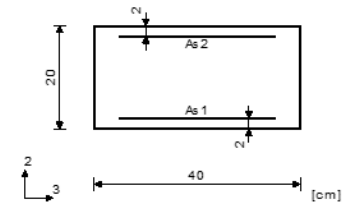
Mjerodavna kombinacija za posmik:  
1.35xI+1.35xII+1.50xIV+1.50xV  
+0.30xVI+0.30xVII  
V2ed = 102.63 kN  
V3ed = 0.18 kN  
M1ed = -5.35 kNm

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/21.977 \%$   
As1 = 3.74 + 0.39' = 4.12 cm<sup>2</sup>  
As2 = 0.00 + 0.39' = 0.39 cm<sup>2</sup>  
As3 = 0.00 + 0.19' = 0.19 cm<sup>2</sup>  
As4 = 0.00 + 0.19' = 0.19 cm<sup>2</sup>  
Asw = 6.63 cm<sup>2</sup>/m (m=2)

1)- dodatna uzdužna armatura za prihvati torzije.

**Greda 11671-1493**

TPBK  
C 30 ( $\gamma_C = 1.50, \gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
S500H  
Dimenzioniranje grupe slučajeva  
opterećenja: 10-273 (10-273)



**Presjek 3-3  $x = 7.45m$**

Mjerodavna kombinacija za savijanje:  
1.35xI+1.35xII+0.30xVI+0.30xVII  
+1.00xVIII+1.00xIX  
N1ed = 142.83 kN  
M2ed = 0.00 kNm  
M3ed = -0.04 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:  
1.35xI+1.35xII+0.30xVI+0.30xVII  
+1.00xVIII+1.00xIX  
M1ed = 0.55 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:  
1.35xI+1.35xII+0.30xVI+0.30xVII  
+1.00xVIII+1.00xIX  
V2ed = 4.42 kN  
V3ed = 5.20 kN  
M1ed = 0.55 kNm

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.700/25.000 \%$   
As1 = 1.61 + 0.04' = 1.65 cm<sup>2</sup>  
As2 = 1.93 + 0.04' = 1.97 cm<sup>2</sup>  
As3 = 0.00 + 0.00' = 0.00 cm<sup>2</sup>  
As4 = 0.00 + 0.00' = 0.00 cm<sup>2</sup>  
Asw = 0.12 cm<sup>2</sup>/m (m=2)

1)- dodatna uzdužna armatura za prihvati torzije.

#### 7.4. Osvrt i analiza

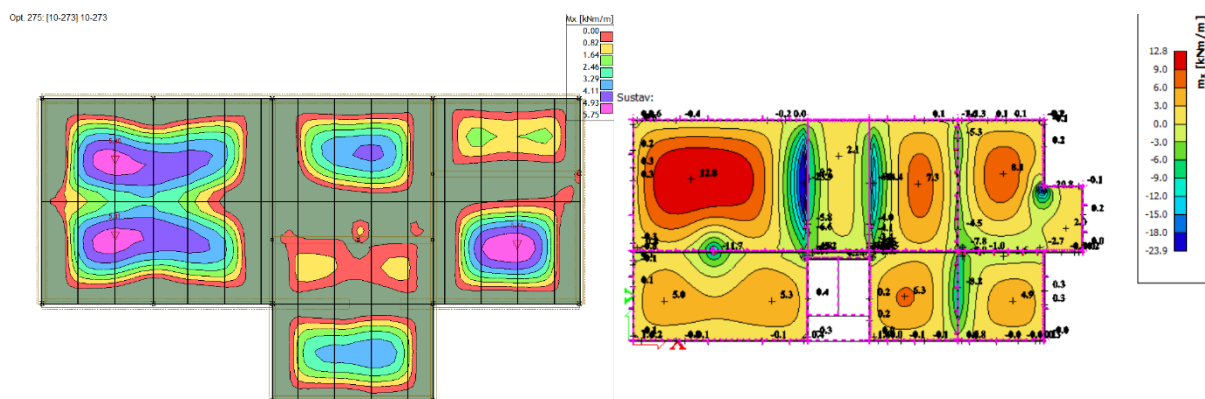
Predmetna građevina koja se obradila u ovom diplomskom radu je obiteljska kuća koje se nalazi u mjestu Pušćine, izgrađena 1932. godine. Građevina je samostojeća, sastoji se od podruma, prizemlja i jednog kat, te je namijenjena u stambene svrhe. Građevinski materijali od kojih je građena, opeka, mort, žbuka i kamen, podložni su različitim procesima starenja i uništenja. Glavni uzrok propadanja tih materijala u ovom slučaju je vlaga koja je dospjela u njihov porni prostor. Kako se ta oštećenja ne bi ponovila, potrebno je prvo odrediti točan uzrok oštećenja. Dobrom tehničkom dijagnozom može se odrediti optimalna metoda sanacije vlage i uklanjanja posljedica vlaženja. Također, dobrom dijagnozom se štedi na vremenu i novcu uloženom u sanaciju objekata. Nakon dobre tehničke dijagnoze, pristupilo se određivanju mogućih mjera sanacija. Od spomenutih mogućih metoda sanacije ovakvog objekta, objekta izloženog dugotrajnim vlaženjem i raznim atmosferilijama, sa značajnim oštećenjima vlage, došla sam do zaključka da je odabrana sanacija bila optimalno rješenje. Ojačani i podbetonirani su temelji, nosivi dijelovi su sanirani na način da su postojeći zidovi ojačani AB elementima, vertikalnim i horizontalnim serklažima koji povećavaju nosivost i duktilnost konstrukcije, te omogućavaju ravnomjeran prijenos opterećenja međukatne konstrukcije. Pukotine su zapunjene mortom kod malih širina, a kod većih injektiranjem. Unošenjem cementnog morta, postići će se velika seizmička otpornost. Stropna ploča međukatne konstrukcije je izvedena od armirano betonskih greda, kontra grede od opeke i ploča od opeke. Napravljena je prenamjena prizemlja iz stambene u poslovnu, dograđen je prvi kat i stambene je namjene. Dobrom tehničkom dijagnozom, razmatranjem više mogućih rješenja, i optimalnim odabirom sanacija, štedi se vrijeme i novac, te se u ovom primjeru također očuvalo obiteljsko nasljeđe.

Statički i seizmički proračun je izvršen u programu Tower tvrtke Radimpex. Program Tower služi za statičku i dinamičku analizu ravninskih i prostornih konstrukcija. Proračuni se provode metodom konačnih elemenata, a geometrija modela se definira grafički, iscrtavanjem samih konstruktivnih elemenata i opterećenja. Osnovni koncept metode konačni elemenata je da se realni model kontinuuma, s beskonačno stupnjeva slobode, podijeli na više manjih dijelova koji imaju određeni broj stupnjeva slobode. Takvim izračunom dobivamo vrijednosti sila u svakoj točki građevine.

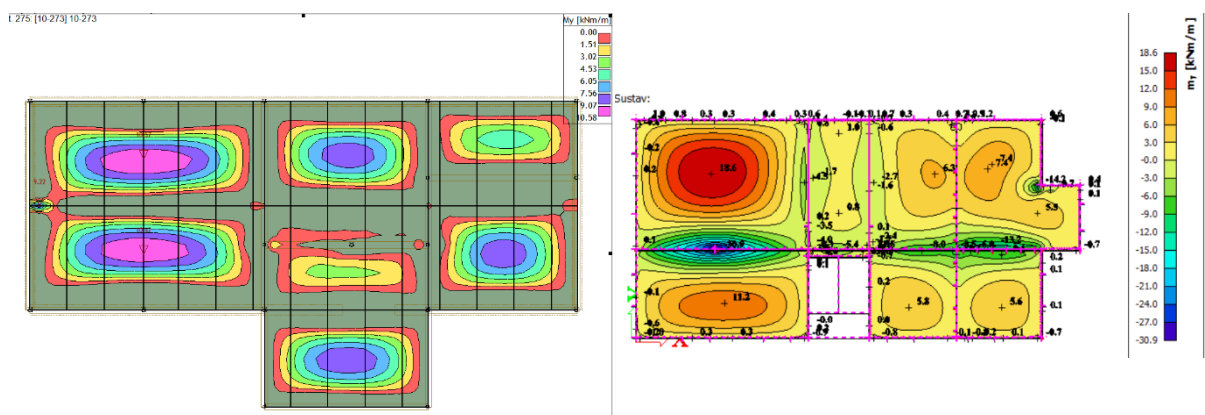
Sličnom tematikom u svojim završnim radovima bavili su se kolege studenti Vučković M. i Musinov T., sa Sveučilišta u Splitu, Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije [17]. Na temelju zadane tlocrtne podloge, izradili su i proračunali 3D proračunski model građevine, no ne u programu Tower kao u mom primjeru, nego u programu SciaEngineer.

SciaEngineer je program kojim radimo 3D proračunski model građevine, slično kao što radimo u programu Tower. SCIA Engineer integrirani je softver za analizu konstrukcija s više materijala i alat za projektiranje svih vrsta konstrukcija. Program Tower se u Hrvatskoj češće koristi zbog pristupačne cijene i kvalitete programa. Optimalan je odnos cijene i kvalitete, jednostavniji je od SciaEngineer programa, i relativno brzo se može savladati samostalno rad u njemu.

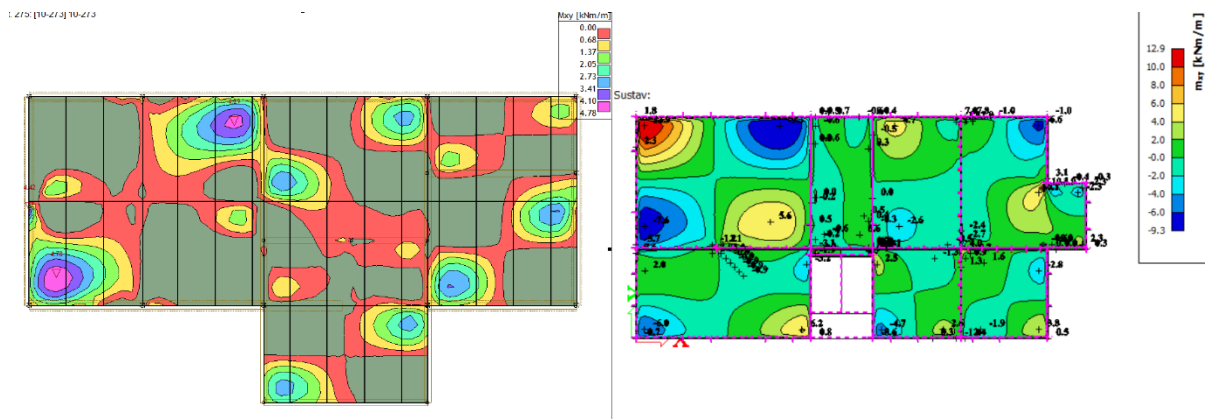
Prikazana je usporedba grafova raspodjele momenata savijanja u x i y smjeru (Slika 7.3, 7.4, 7.5) i raspodjele poprečnih sila u x i y smjeru (Slika 7.6, 7.7) mog izračuna (lijevo) i izračuna kolege Musinova (desno).



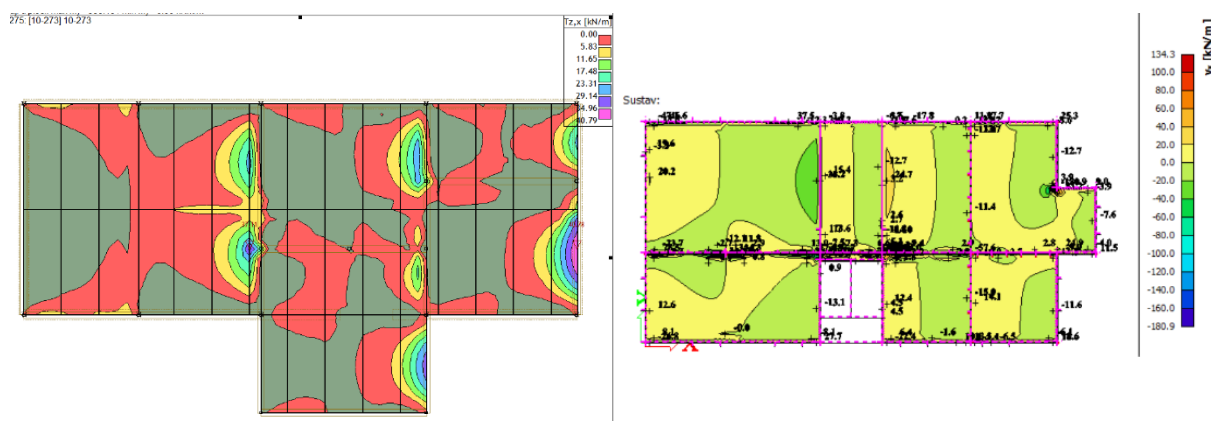
Slika 7.3 – Usporedba grafova raspodjele momenata savijanja u x smjeru



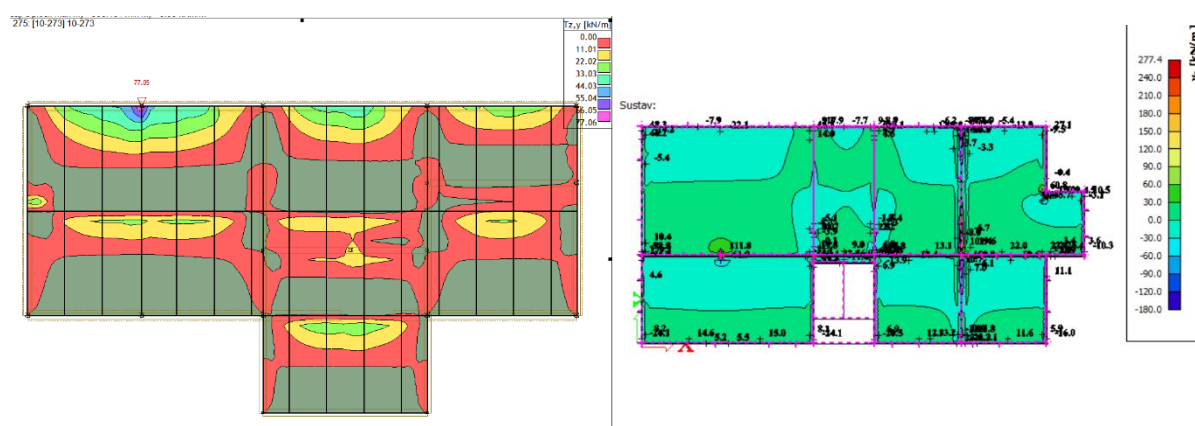
Slika 7.4 - Usporedba grafova raspodjele momenata savijanja u y smjeru



Slika 7.5 - Usporedba grafova raspodjele momenata savijanja u xy smjeru



Slika 7.6 - Usporedba grafova raspodjele poprečnih sila u x smjeru

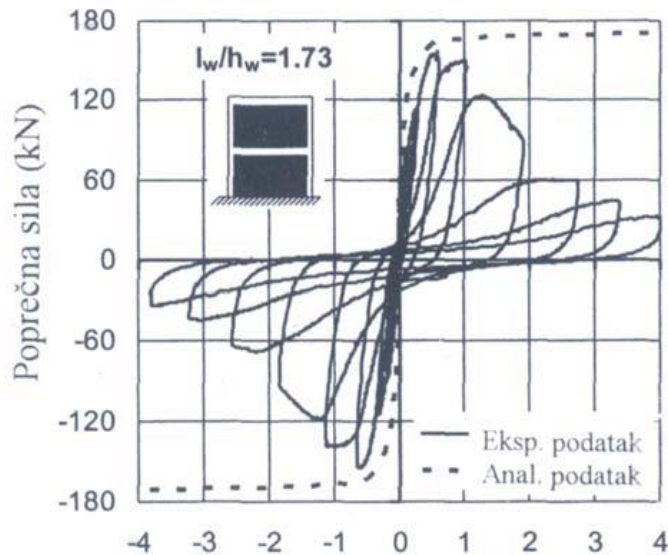


Slika 7.7 - Usporedba grafova raspodjele poprečnih sila u y smjeru

Usporedbom grafikona raspodjele momenata savijanja i poprečnih sila došla sam do zaključka da je raspodjela vrlo slična, gotovo identičan, i male su razlike u iznosima sila. Intenziteti sila su slični, ali se u određenoj mjeri razlikuju iz razloga što konstrukcije nisu identične. Iznosi naravno ovise o konstrukciji, njezinoj veličini i masi, upotrijebljenim materijalima i količinama. Uspoređivanjem njihovih i mojih rezultata sam došla do konstatacije da programi daju slična rješenja proračuna, te se može reći da su dana točna rješenja proračuna predmetne građevine.

Ovim radom su kao glavna sanacija nosivih dijelova bili navedeni postupci ojačanja konstrukcije AB elementima, vertikalnim i horizontalnim serklažima. Tematikom ojačanja okvira armiranobetonskim ispunom bavio se Ivan Tomičić sa Sveučilišta u Zagrebu, Građevinskog fakulteta [18]. U svom radu prikazao je ojačanje nedovoljno nosivih i duktilnih okvira armiranobetonskim ispunom te prijedlog da se oni proračunavaju kao nosivi i duktilni armiranobetonski zidovi ili tako da zadovoljavaju europske norme EN 1992-1-1 i EN 1998-1 za monolitne zidove. Njegova istraživanja su pokazala da se tako ojačani okvir ponaša slično armiranobetonskom zidu izvedenom kao cjelina, a to znači da ga se tako može i tretirati i proračunati za potresnu proračunsku situaciju [18].

Rezultati istraživanja profesora Tomičića pokazuju znatno povećanje nosivosti, visoku početnu krutost i rasipanje energije neduktilnih okvira ojačanih ispunom, u odnosu na uzorak bez armirano betonskih ispuna. To potvrđuje povećana horizontalna sila sloma, reducirani bočni nagib te rasipanje energije (histereza-poprečna sila/nagib u %) pod cikličkim naizmjeničnim opterećenjem (Slika 7.8) [18].



Slika 7.8 - Histereza petlja ojačanog okvira armiranobetonskim ispunom [Izvor: 18]

Brojne okvirne armiranobetonske konstrukcije, kao što su stambene zgrade u našoj blizini, te starije građevine, proračunate su prema starim propisima, te nemaju dovoljnu nosivost i duktilnost, što je primjer i kod predmetne građevine ovog rada. Za ojačanje neoštećenih konstrukcija profesor Tomičić dao je više prijedloga, a među njima ističe onaj kojim se predviđa ojačanje okvira armirano betonskim ispunom, kako je i bila odabrana metoda ojačanja nosivih dijelova ovog diplomskog rada.



## 8. ZAKLJUČAK

Građevinski materijali, opeka, mort, žbuka i kamen, podložni su različitim procesima starenja i uništenja. Pri tome je najčešći uzrok propadanja tih materijala vlaga koja je dospjela u njihov porni prostor. Predmetna zgrada ovog diplomskog rada je kuća građena 1932. Zidovi su zidani punom opekrom starog formata u vapnenom mortu. Zidovi su izvana i iznutra ožbukani i oličeni, bez ikakve termo ili hidro izolacije. Pa tako vlazi nije bio spriječen put da prodre u kuću i njezine unutarnje dijelove. Kako bi uspješno sanirali oštećenja od vlage, potrebno je prvo odrediti točan uzrok oštećenja, kako se ona ne bi ponovila. Prvi korak u određivanju uzroka oštećenja je postavljanje pravilne tehničke dijagnoze. Dobrom dijagnozom može se odrediti optimalna metoda sanacije vlage i uklanjanja posljedica vlaženja. Također, dobrom dijagnozom se štedi na vremenu i novcu uloženom u sanaciju objekata.

Ovim diplomskim radom izvršen je detaljni pregled stare obiteljske kuće u Pušćinama. Snimanjem postojećeg stanja izrađeni su pripadajući nacrti etaža. Nacrti su bili potrebni kako bi se izradili prilozi na temelju kojih su uzete mjere za statički izračun prije i poslije sanacije. Predmetna zgrada u izvornom obliku sagrađena je za funkciju obiteljske kuće. U ovom diplomskom radu cijela zgrada je rekognoscirana, te snimljena su sva oštećenja uz komentar i pronalaženja uzroka oštećenja. I napravljen je kompletni pregled zgrade prema pravilima tehničke dijagnoze i građevinske patologije s detaljnom obradom i opisom oštećenja. Prisutnost raznih oblika vlage utvrđena je kao vodeći uzrok brojnih oštećenja u zgradi i na ovojnici zgrade. Pregledom oštećenja izveden je zaključak o ugroženosti građevine prema današnjoj korištenoj regulativi uz prijedlog mjera sanacije i osnovnih radova koje je potrebno izvesti kako bi se objekt doveo u uporabljivo stanje. Zgrada je rekonstruirana i revitalizirana u poslovno-stambenu zgradu, te se sastoji od podruma, prizemlja, 1. kata i potkrovlja (Po + Pr + 1 + Pt).

Lara Zver

U Varaždinu \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Sveučilište  
Sjever

UNIVERSITY  
NORTH



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, Lara Zver (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Rekonstrukcija i revitalizacija obiteljske kuće u Puščinama (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Lara Zver

(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, Lara Zver (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Rekonstrukcija i revitalizacija obiteljske kuće u Puščinama (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Lara Zver

(vlastoručni potpis)

## 9. LITERATURA

- [2] Malinar, H. (2003.): Vlada u povijesnim građevinama, Ministarstvo kulture – Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb
- [3] Orešković, M. (2021.): Nastavni materijali iz kolegija Tehnička dijagnoza na Diplomskom studiju graditeljstva, Sveučilište Sjever, Varaždin
- [4] Soldo, B. (2022.): Nastavni materijali iz kolegija Temeljne konstrukcije na Diplomskom studiju graditeljstvo, Sveučilište Sjever, Varaždin
- [5] Čizmar, D., Volarić I. (2019.): Nastavni materijali iz kolegija Metalne i drvene konstrukcije na Preddiplomskom studiju graditeljstvo, Sveučilište Sjever, Varaždin
- [6] Čizmar, D., Volarić I. (2017.): Drvene konstrukcije - Priručnik za vježbe, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb
- [7] Hrvatska norma HRN EN 1991-1-3, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom
- [8] Hrvatska norma HRN EN 1991-1-3, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom – Nacionalni dodatak
- [9] Hrvatska norma HRN EN 1991-1-4, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanja vjetra
- [10] Kraus, I. (2018.): Priručnik s tablicama i izrazima za proračun djelovanja na konstrukcije, Građevinski fakultet Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera, Osijek
- [11] Skrinar, M. (2021.): Nastavni materijali iz kolegija Dinamika konstrukcije i protupotresno graditeljstvo na Diplomskom studiju graditeljstva, Sveučilište Sjever, Varaždin
- [12] Tomičić, I. : Projektiranje seizmički otpornih konstrukcije prema EN 1998-1, Zagreb
- [15] Andreić, M. (2020.): Ocjena postojećeg stanja nosive konstrukcije uz provedbu detaljnog pregleda stambene zgrade, Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Varaždin
- [16] Galić, J., Vukić, H., Andrić, D., Stepinac, L. (2020.): Tehnike popravka i pojačanja zidanih zgrada, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Zagreb
- [17] Musinov, T. (2018.): Statički proračun stambene zgrade, Završni rad, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split
- [18] Tomičić, I.: (2011.): Ojačanje okvira armiranobetonskim ispunom, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb

### Internet izvori

- [1] <https://nedelisce.hr/hr/odsjek-za-komunalne-djelatnosti-i-gospodarstvo/ppdon>
- [13] <https://www.dominvest.hr/sanacija-potresa-pukotine-sirine-vece-od-10-mm/>
- [14] <https://webgradnja.hr/clanci/sustavna-rjesenja-prekid-toka-kapilarne-vlage-s-k-g-i-metodom/1158>

## Popis slika

Slika 1.1 - Obiteljska kuća u Puščinama, sjeverno pročelje, pogled sa ceste .....	2
Slika 2.1 - Godina izgradnje (T1932J - Trojnar Juraj 1932.) .....	3
Slika 2.2 - Položaj općine Nedelišće unutar Međimurske županije [Izvor: <a href="https://emedjimurje.net.hr/vijesti/politika/3811357/medjimurski-demokrscani-zupanije-mogu-opstati-medjimurju-su-dovoljna-tri-grada-i-samo-sest-opcina/">https://emedjimurje.net.hr/vijesti/politika/3811357/medjimurski-demokrscani-zupanije-mogu-opstati-medjimurju-su-dovoljna-tri-grada-i-samo-sest-opcina/</a> ] .....	4
Slika 2.3 - Prikaz mikrolokacije prema namjeni u PPUO Nedelišće [Izvor: <a href="https://nedelisce.hr/hr/odsjek-za-komunalne-djelatnosti-i-gospodarstvo/ppdon">https://nedelisce.hr/hr/odsjek-za-komunalne-djelatnosti-i-gospodarstvo/ppdon</a> ] .....	5
Slika 2.4 - Izvod iz katastarskog plana, mjerilo M1:1000 [Izvor: <a href="https://www.katastar.hr/#/">https://www.katastar.hr/#/</a> ].....	6
Slika 2.5 - Prikaz mikrolokacije predmetne katastarske čestice, mjerilo M1:500 [Izvor: <a href="https://geoportal.dgu.hr/">https://geoportal.dgu.hr/</a> ] .....	6
Slika 2.6 - Bačvasti svod podruma .....	8
Slika 2.7 - Drveni podovi hodnika .....	8
Slika 2.8 - Donji dio stropa u smočnici gdje je otpao dio žbuke sa trstikom.....	9
Slika 2.9 - Gornji dio stropa gdje se vidi opeka između greda .....	9
Slika 2.10 - Krovna konstrukcija građevine .....	10
Slika 3.1 - Prikaz štete nastale kapilarnom vlagom na istočnom pročelju obiteljske kuće u Puščinama .....	12
Slika 3.2 - Šteta od kapilarne vlage i soli na jugozapadnom uglu obiteljske kuće u Puščinama .....	13
Slika 4.1 - Pogled na južno-zapadno pročelje obiteljske kuće.....	17
Slika 4.2 - Tlocrt prizemlja obiteljske kuće - postojeće stanje .....	18
Slika 4.3 - Podrum - plijesni na površini zidova .....	19
Slika 4.4 - Podrum -raslojavanje, otpadanje žbuke, plijesni na površini .....	19
Slika 4.5 - Sjeverno pročelje - šteta od kapilarne vlage .....	20
Slika 4.6 - Istočno pročelje - raspucavanje i raslojavanje fasade .....	21
Slika 4.7 - Zapadno pročelje - vlaga vidljiva na fasadi i vlaženje zbog curenja vode sa krova .....	21
Slika 4.8 - Detaljniji prikaz slike 4.7 .....	22
Slika 4.9 - Južno pročelje - šteta od kapilarne vlage.....	22
Slika 4.10 - Južno pročelje -duboke uzdužne pukotine, odlamanje od zida.....	23
Slika 4.11 - Detaljan prikaz pukotine sa slike 4.10 desno od prozora .....	24
Slika 4.12 - Detaljan prikaz pukotine sa slike 4.10 lijevo od prozora .....	24
Slika 4.13 - Južno pročelje -duboke uzdužne pukotine, odlamanje od zida.....	25
Slika 4.14 - Detaljan prikaz pukotine sa slike 4.13.....	26
Slika 4.15 - Južno pročelje - odlamanje žbuke od zida .....	27
Slika 4.16 - Sjeverno pročelje - duboke pukotine .....	27
Slika 4.17 - Detaljan prikaz pukotina sa slike 4.16.....	28
Slika 4.18 - Sjeverno pročelje - vertikalne pukotine i odlamanje žbuke od zida .....	28
Slika 4.19 - Zapadno pročelje - pukotina na spoju zida i stropa.....	29
Slika 4.20 - Istočno pročelje - pukotina na spoju zida i stropa, i na spoju dvaju okomitih zidova .....	29
Slika 4.21 - Istočno pročelje - pukotina na spoju zida i stropa, i na spoju dvaju okomitih zidova, odlamanje žbuke stropa zbog prokišnjavanja krova .....	30
Slika 4.22 - Zapadno pročelje - odlamanjem većih dijelova građevnog materijala uslijed kapilarne i higroskopne vlage .....	31
Slika 4.23 - Južno pročelje - odlamanjem većih dijelova građevnog materijala uslijed kapilarne i higroskopne vlage .....	31

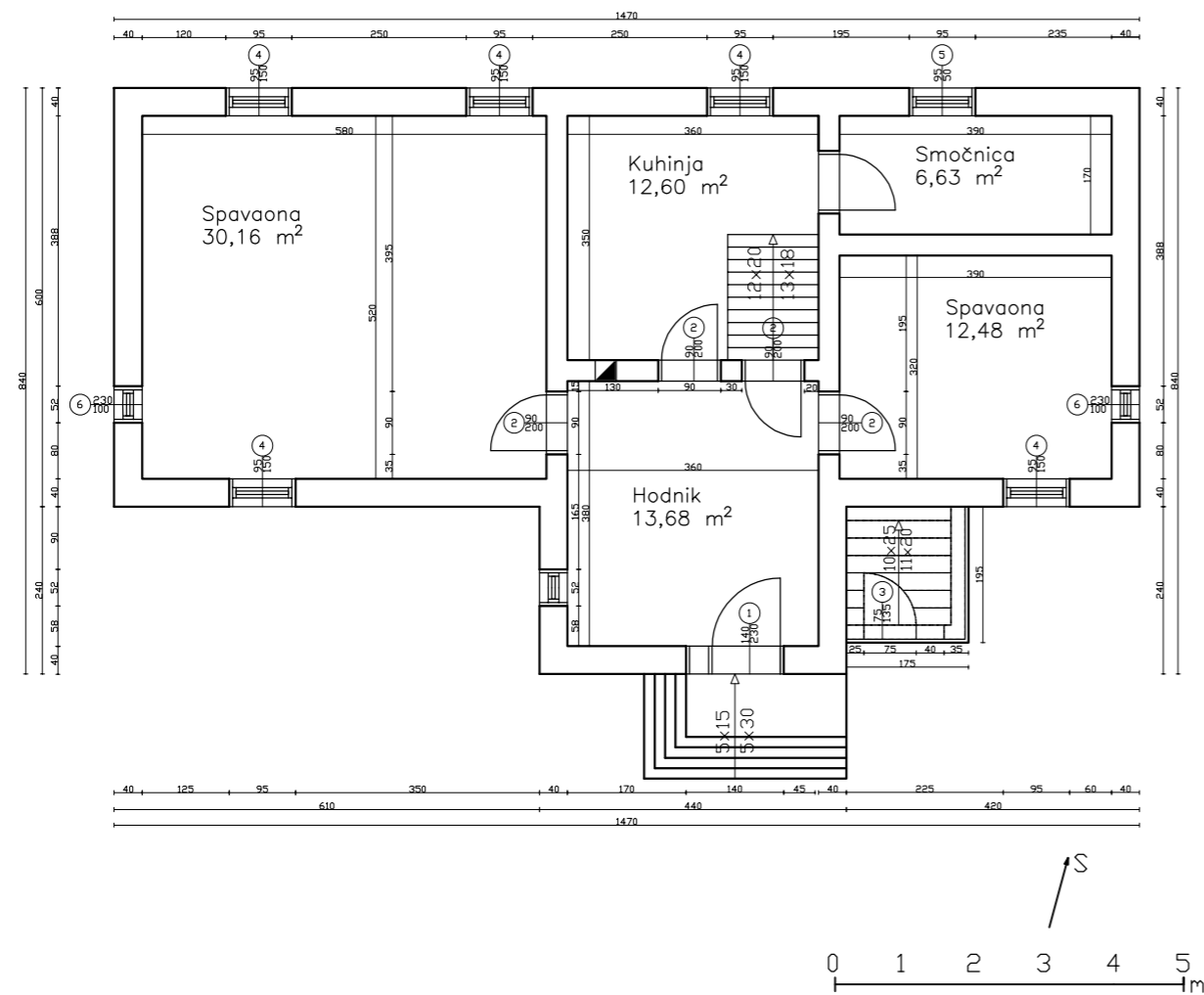
Slika 4.24 - Sjeverno pročelje sa vanjske strane – vertikalne pukotine i odlamanje žbuke od zida.....	32
Slika 4.25 - Sjeverno pročelje sa unutarnje strane – odlamanje žbuke od zida .....	33
Slika 4.26 - Južno pročelje sa vanjske strane - dubinske pukotine .....	34
Slika 4.27 - Južno pročelje sa unutarnje strane - dubinske pukotine.....	34
Slika 4.28 - Krovna konstrukcija.....	35
Slika 5.1 - Karta snježnih područja .....	40
Slika 5.2 - Varijante koeficijenta oblika opterećenja za dvostrešni krov .....	43
Slika 5.3 - Tlak na površinama .....	45
Slika 5.4 - Karta osnovnih brzina vjetra $v_{b,o}$ .....	46
Slika 5.5 - Grafički prikaz faktora izloženosti $c_e(z)$ za ravne terene.....	47
Slika 5.6 - Legenda za dvostrešne krovove.....	49
Slika 5.7 - Karta potresnih područja Republike Hrvatske - podaci za proračun [Izvor: <a href="http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php">http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php</a> ].....	69
Slika 6.1 - SKGI metoda [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> ] .....	76
Slika 6.2 - Prekid toga kapilarne vlage SKGI metodom [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> ] .....	76
Slika 6.3 - Drenaža s perforiranom cijevi [Izvor: 1] .....	77
Slika 6.4 - Posmično/vlačno i kombinirano tlačno/savojno ojačanje za nosive zidove (kamen, cigla i tuf) može se izvesti primjenom tkanina iz linije FRP Sustava.....	79
Slika 6.5 - Ojačanje nosivog i oregradnog zida od opeke, kamena ili tufa .....	80
Slika 6.6 - Postupak čišćenja i ispiranja sljubnica, te punjenje novih mortom [Izvor: 15] .....	81
Slika 6.7 - Postavljanje čeličnih šipka [Izvor: 15].....	81
Slika 6.8 - Ojačanje oštećenog zida umetanjem AB elemenata [Izvor: 14].....	82
Slika 6.9 - Mogući načini povezivanja nosivih zidova, a) Povezivanje međusobno okomitih zidova metalnim pločama (skobe), b) Povezivanje međusobno okomitih zidova čeličnim sidrima ili zategama .....	83
Slika 6.10 - Sanacija pukotina .....	84
Slika 6.11 - Ponovno zidanje dijela zida, ili scuci-cuci metoda .....	85
Slika 6.12 - Prijenos vlastite težine opeke .....	86
Slika 6.13 - ETICS - sustav za vanjsku toplinsku izolaciju [Izvor: google.com] .....	87
Slika 7.1 - Tlocrt prizemlja nakon sanacije, prikaz pozicija vertikalnih AB serklaža .....	91
Slika 7.2 – 3D prikaz revitalizirane građevine .....	92
Slika 7.3 – Usporedba grafova raspodjele momenata savijanja u x smjeru.....	130
Slika 7.4 - Usporedba grafova raspodjele momenata savijanja u y smjeru.....	130
Slika 7.5 - Usporedba grafova raspodjele momenata savijanja u xy smjeru .....	130
Slika 7.6 - Usporedba grafova raspodjele poprečnih sila u x smjeru .....	131
Slika 7.7 - Usporedba grafova raspodjele poprečnih sila u y smjeru .....	131
Slika 7.8 - Histerezna petlja ojačanog okvira armiranobetonskim ispunom [Izvor: 18] 132	

## Popis tablica

Tablica 5.1 - Karakteristične vrijednosti opterećenja po razredima [Izvor: [6]Čizmar, D., Volarić I. (2017): Drvene kon-strukcije - Priručnik za vježbe, Tehničko veleučilište u Zagrebu]	38
Tablica 5.2 - Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine .....	41
Tablica 5.3 - Preporučene vrijednosti koeficijenta $C_e$ .....	41
Tablica 5.4 - Koeficijenti oblika opterećenja snijegom .....	42
Tablica 5.5 - Kategorije terena .....	46
Tablica 5.6 - Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za dvostrešne krovove smjer vjetra $90^\circ$ .....	47
Tablica 5.7 - Preporučene vrijednosti koeficijenta vanjskog tlaka za dvostrešne krovove smjer vjetra $0^\circ$ .....	48
Tablica 5.8 - Faktori važnosti zgrada .....	68
Tablica 5.9 - Vrijednost parametara za elastični spektar odziva tipa 1 za kategoriju tla B [10] .....	69
Tablica 5.10 - Faktori ponašanja $q$ .....	70
Tablica 5.11 - Vrijednosti $\alpha_u/\alpha_1$ za okvirne sustave i sustave istovrijedne okvirima ..	70
Tablica 5.12 - Tablica pretpostavljene karakteristike ziđa .....	71
Tablica 5.9 - Vrijednost parametara za elastični spektar odziva tipa 1 za kategoriju tla B [10] .....	123

## **Prilozi**

OBITELJSKA KUĆA U PUŠČINAMA  
TLOCRT PRIZEMLJA



Visoko učilište: Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
Jurja Križanića 31b  
42000 Varaždin

Odjel, Studij, smjer:  
Graditeljski odjel  
Sveučilišni diplomski studij  
graditeljstva

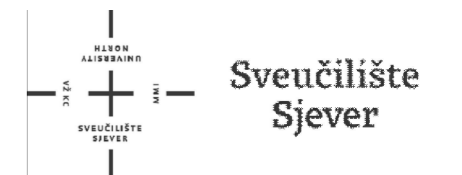
Zadatak: **DIPLOMSKI RAD**

Faza projekta:  
**DIPLOMSKI RAD**

Vrsta projekta:  
**ARHITEKTONSKI**

Nastavnik:  
doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.

Student:  
Lara Zver, 2168/336



Kolegij:  
**Revitalizacije, konzervacije i  
restauracije građevina**

Sadržaj: **TLOCRT PRIZEMLJA**

Mjerilo:  
**1:100**

Podloga:  
**KNJIGA 1**

Broj crteža:

Verzija:

Datum:  
srpanj 2022.

Crtao:  
LZ

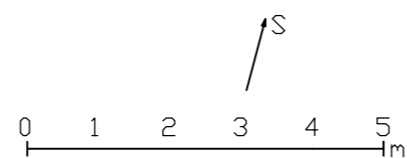
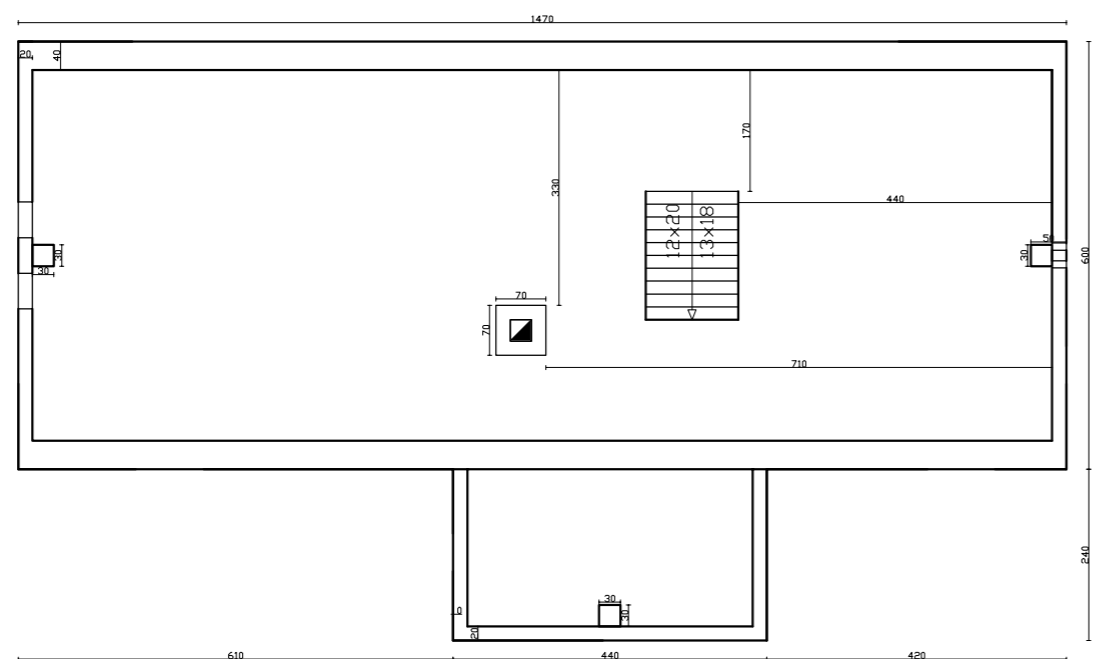
Akademski godina:  
2021/2022

**001**

**1**



OBITELJSKA KUĆA U PUŠĆINAMA  
TLOCRT 1. KATA



Visoko učilište: Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
Jurja Križanića 31b  
42000 Varaždin

Odjel, Studij, smjer:  
Graditeljski odjel  
Sveučilišni diplomski studij  
graditeljstva

Zadatak: **DIPLOMSKI RAD**

Faza projekta:  
**DIPLOMSKI RAD**

Vrsta projekta:  
**ARHITEKTONSKI**

Nastavnik:  
doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.

Student:  
Lara Zver, 2168/336



Kolegij:  
**Revitalizacije, konzervacije i  
restauracije građevina**

Sadržaj: **TLOCRT 1.KATA**

Mjerilo:  
**1:100**

Podloga:  
**KNJIGA 1**

Broj crteža:

Verzija:

Datum:  
srpanj 2022.

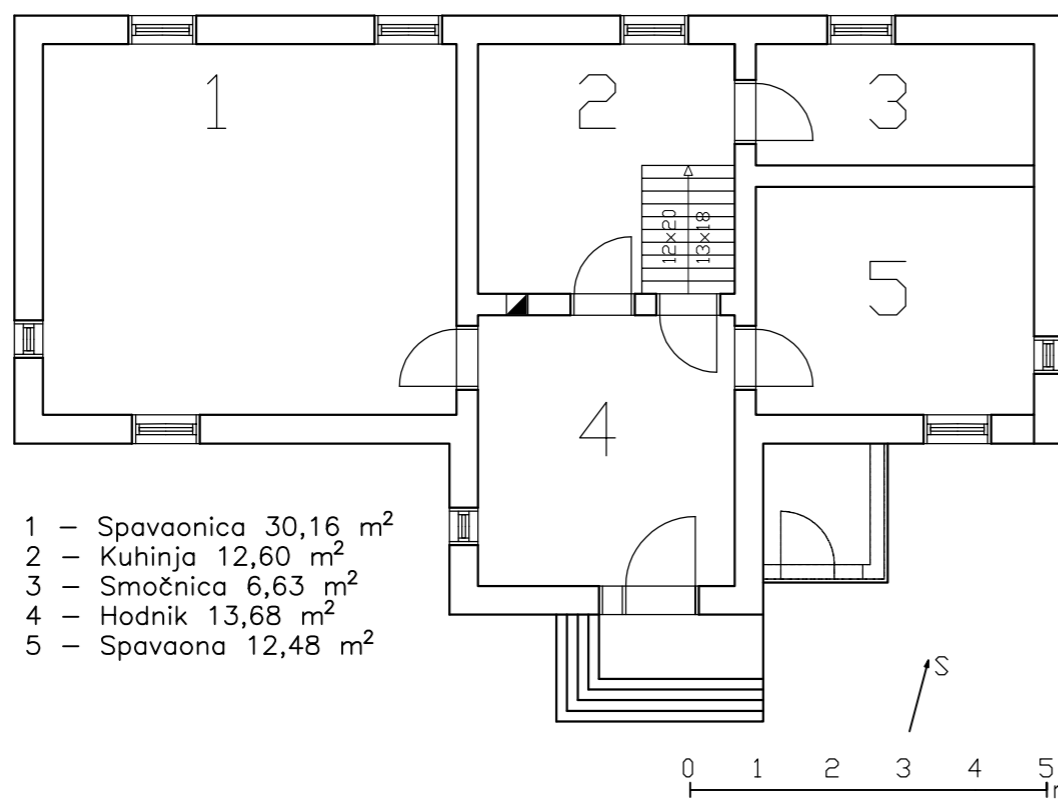
Crtao:  
LZ

Akadska godina:  
2021/2022

**002**

**1**

OBITELJSKA KUĆA U PUŠČINAMA  
TLOCRT PRIZEMLJA SA OPISOM PROSTORIJA



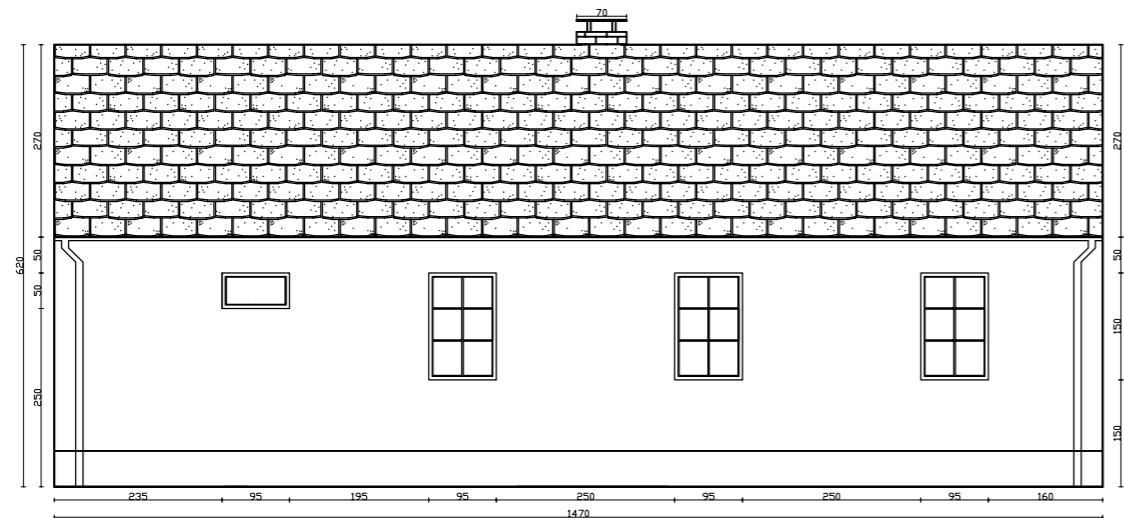
- 1 – Spavaonica 30,16 m<sup>2</sup>
- 2 – Kuhinja 12,60 m<sup>2</sup>
- 3 – Smočnica 6,63 m<sup>2</sup>
- 4 – Hodnik 13,68 m<sup>2</sup>
- 5 – Spavaona 12,48 m<sup>2</sup>

Visoko učilište: Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
Jurja Križanića 31b  
42000 Varaždin

Odjel, Studij, smjer:  
Graditeljski odjel  
Sveučilišni diplomski studij  
graditeljstva

Zadatak:		<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
Faza projekta:		Vrsta projekta:	
<b>DIPLOMSKI RAD</b>		<b>ARHITEKTONSKI</b>	
Nastavnik: doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.			
Student: Lara Zver, 2168/336			
Kolegij: Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina		Sadržaj: <b>TLOCRT PRIZEMLJA SA OPISOM PROSTORIJA</b>	
Mjerilo: <b>1:100</b>	Podloga: <b>KNJIGA 1</b>	Broj crteža: <b>003</b>	Verzija: <b>1</b>
Datum: srpanj 2022.	Crtao: LZ	Akadska godina: 2021/2022	

OBITELJSKA KUĆA U PUŠČINAMA  
SJEVERNO PROČELJE



Visoko učilište: Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
Jurja Križanića 31b  
42000 Varaždin

Odjel, Studij, smjer:  
Graditeljski odjel  
Sveučilišni diplomski studij  
graditeljstva

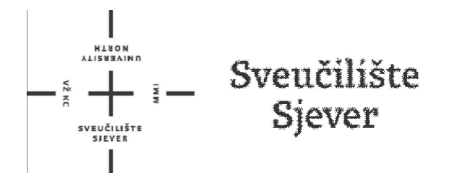
Zadatak: **DIPLOMSKI RAD**

Faza projekta:  
**DIPLOMSKI RAD**

Vrsta projekta:  
**ARHITEKTONSKI**

Nastavnik:  
doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.

Student:  
Lara Zver, 2168/336



Kolegij:  
Revitalizacije, konzervacije i  
restauracije građevina

Sadržaj: **SJEVERNO PROČELJE**

Mjerilo:  
**1:100**

Podloga:  
**KNJIGA 1**

Broj crteža:

Verzija:

Datum:  
srpanj 2022.

Crtao:  
LZ

Akadska godina:  
2021/2022

**004**

**1**

OBITELJSKA KUĆA U PUŠČINAMA  
JUŽNO PROČELJE



Visoko učilište: Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin		Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva	
Zadatak:		<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
Faza projekta:		Vrsta projekta:	
<b>DIPLOMSKI RAD</b>		<b>ARHITEKTONSKI</b>	
Nastavnik: doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.		 <b>Sveučilište Sjever</b>	
Student: Lara Zver, 2168/336			
Kolegij: Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina		Sadržaj: <b>JUŽNO PROČELJE</b>	
Mjerilo: <b>1:100</b>	Podloga: <b>KNJIGA 1</b>	Broj crteža:	Verzija:
Datum: srpanj 2022.	Crtao: LZ	<b>005</b>	<b>1</b>
Akademska godina: 2021/2022			

OBITELJSKA KUĆA U PUŠĆINAMA  
ISTOČNO PROČELJE



Visoko učilište: Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
Jurja Križanića 31b  
42000 Varaždin

Odjel, Studij, smjer:  
Graditeljski odjel  
Sveučilišni diplomski studij  
graditeljstva

Zadatak: **DIPLOMSKI RAD**

Faza projekta:  
**DIPLOMSKI RAD**

Vrsta projekta:  
**ARHITEKTONSKI**

Nastavnik:  
doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.

Student:  
Lara Zver, 2168/336



Kolegij:  
**Revitalizacije, konzervacije i  
restauracije građevina**

Sadržaj: **ISTOČNO PROČELJE**

Mjerilo:  
**1:50**

Podloga:  
**KNJIGA 1**

Broj crteža:

Verzija:

Datum:  
srpanj 2022.

Crtao:  
LZ

Akademski godina:  
2021/2022

**006**

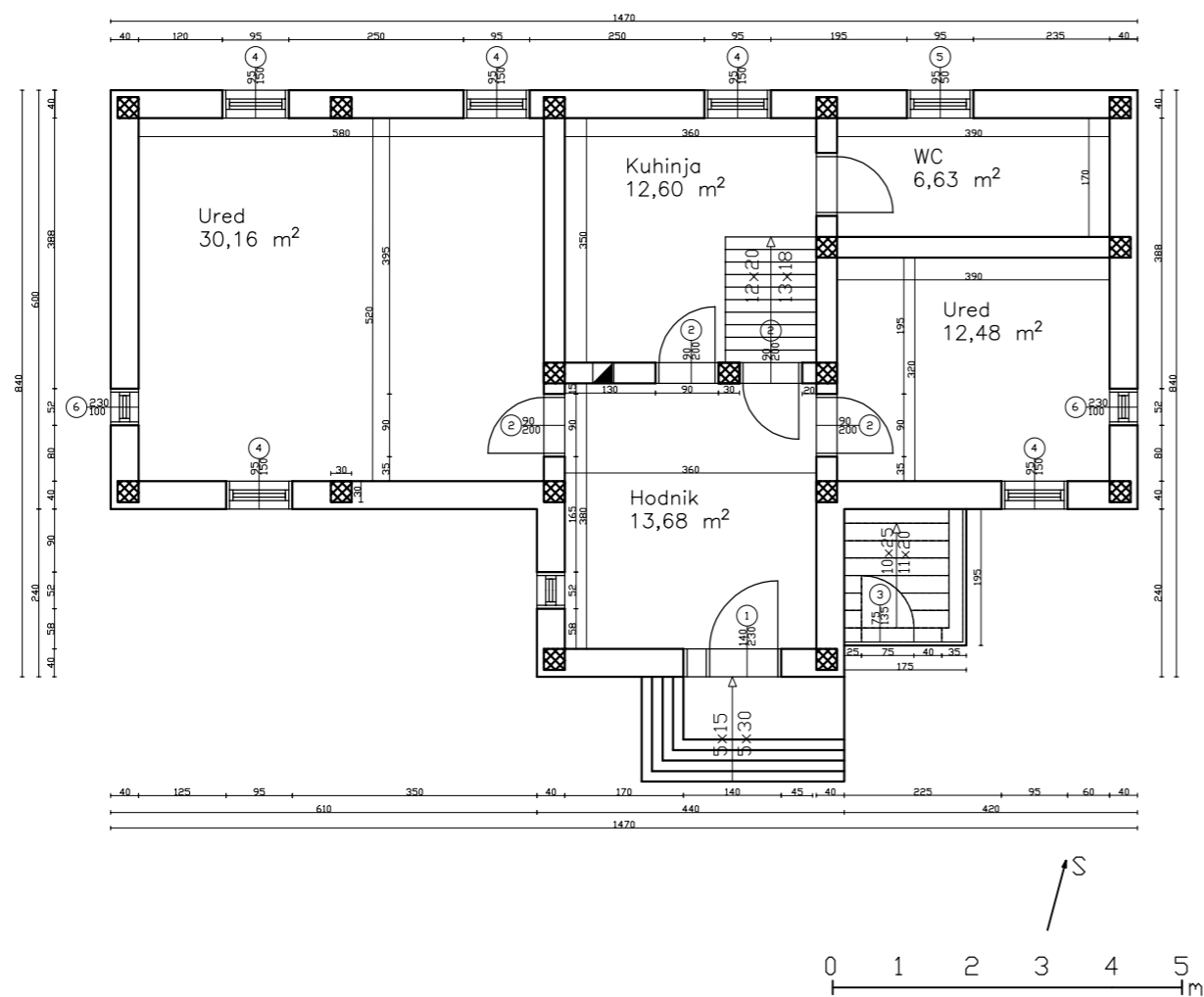
**1**

OBITELJSKA KUĆA U PUŠĆINAMA  
ZAPADNO PROČELJE



Visoko učilište: Sveučilište Sjever Sveučilišni centar Varaždin Jurja Križanića 31b 42000 Varaždin		Odjel, Studij, smjer: Graditeljski odjel Sveučilišni diplomski studij graditeljstva	
Zadatak:		<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
Faza projekta:		Vrsta projekta:	
<b>DIPLOMSKI RAD</b>		<b>ARHITEKTONSKI</b>	
Nastavnik: doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.		 <b>Sveučilište Sjever</b>	
Student: Lara Zver, 2168/336			
Kolegij: <b>Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina</b>		Sadržaj: <b>ZAPADNO PROČELJE</b>	
Mjerilo:	<b>1:50</b>	Podloga:	<b>KNJIGA 1</b>
Datum:	srpanj 2022.	Akadska godina:	2021/2022
Crtao:	LZ	Broj crteža:	<b>007</b>
			Verzija:
			<b>1</b>

OBITELJSKA KUĆA U PUŠČINAMA  
TLOCRT PRIZEMLJA NAKON SANACIJE



Visoko učilište: Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
Jurja Križanića 31b  
42000 Varaždin

Odjel, Studij, smjer:  
Graditeljski odjel  
Sveučilišni diplomski studij  
graditeljstva

Zadatak: **DIPLOMSKI RAD**

Faza projekta:  
**DIPLOMSKI RAD**

Vrsta projekta:  
**ARHITEKTONSKI**

Nastavnik:  
doc.dr.sc. Matija Orešković dipl.ing.građ.



Student:  
Lara Zver, 2168/336

Kolegij:  
Revitalizacije, konzervacije i  
restauracije građevina

Sadržaj: **TLOCRT PRIZEMLJA  
NAKON SANACIJE**

Mjerilo:  
**1:100**

Podloga:  
**KNJIGA 1**

Broj crteža:

Verzija:

Datum:  
rujan 2022.

Crtao:  
LZ

Akademski godina:  
2021/2022

**001**

**8**