

Dijagnostika oštećenja te konstruktivna obnova kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ

Švigir, Vlatka

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:103376>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**

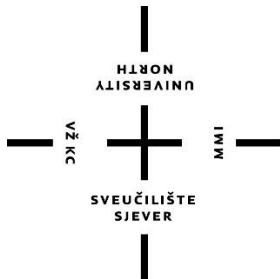


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN



**Sveučilište
Sjever**

DIPLOMSKI RAD 106/GRD/2024

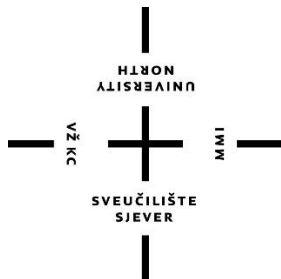
**DIJAGNOSTIKA OŠTEĆENJA TE
KONSTRUKTIVNA OBNOVA KAPELE
SVETOG KRIŽA U NASELJU SVETI KRIŽ**

Vlatka Švigir

VARAŽDIN, rujan 2024. godine

SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN

Studij Graditeljstvo



**Sveučilište
Sjever**

DIPLOMSKI RAD 106/GRD/2024

**DIJAGNOSTIKA OŠTEĆENJA TE
KONSTRUKTIVNA OBNOVA KAPELE
SVETOG KRIŽA U NASELJU SVETI KRIŽ**

Student:

Vlatka Švigir, 0336017921

Mentor:

doc. dr. sc. Matija Orešković

VARAŽDIN, rujan 2024. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo		
PRESTUPNIK	Vlatka Švigir	MATIČNI BROJ	0336017921
DATUM	26.08.2024.	KOLANJE	Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina
NASLOV RADA	Dijagnostika oštećenja te konstruktivna obnova kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Damage diagnostics and constructive restoration of the Chapel of the Holy Cross in the in the settlement of Holy Cross		
MENTOR	dr.sc. Matija Orešković	ZVANJE	izv.prof.dr.sc.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Aleksej Aniskin 2. izv.prof.dr.sc. Matija Orešković 3. prof.dr.sc. Božo Soldo 4. doc.dr.sc. Goran Puž 5.		

Zadatak diplomskog rada

BROJ	106/GRD/2024
OPIS	Diplomskim radom potrebno je prikazati dijagnostiku oštećenja te potresni izračun sakralne građevine kapele Sv. Križa u naselju Sveti Križ na principu linearne analize te analize nosivosti oštećene i sanirane građevine. Rad se mora sastojati od: Uvod Općenito o potresnom djelovanju na građevine Tehnička obilježja sakralne građevine Identifikacija građevine Nacrti postojećeg stanja Vizualni pregled objekta i dijagnostika oštećenja Snimak zatečenih oštećenja konstrukcije Analiza seizmičke otpornosti Sanacijsko rješenje konstruktivne obnove Zaključak

ZADATAK URUČEN

13.09.2024

POTPIS MENTORA



[Handwritten signature]

PREDGOVOR

Velika zahvala mentoru doc. dr. sc. Matiji Oreškoviću, kojeg iznimno cijenim i kao stručnjaka i kao čovjeka. Hvala na svim savjetima i kritikama, susretljivosti i pomoći pri izradi ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se mentoru i svim profesorima, koji su mi predavali tijekom studija, što su svoje znanje nesebično podijelili sa mnom.

Zahvaljujem se svim prijateljima i kolegama bez kojih studij ne bi prošao tako zabavno. Najveće hvala mom zaručniku, sestri i braći na razumijevanju i podršci tijekom studiranja.

I na kraju, ovaj rad posvećujem svojim roditeljima. Vjerujem da bi se ponosili sa mnom.

SAŽETAK

NASLOV RADA: Dijagnostika oštećenja te konstruktivna obnova kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ

AUTOR: Vlatka Švigir

MENTOR: doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. građ.

Sadržaj ovog diplomskog rada je dijagnostika oštećenja i konstruktivna obnova kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ kraj općine Tuhelj. Informacije o lokaciji građevine, informacije o samoj građevini, opisano je oblikovanje, veličina, materijali i sama konstrukcija. Opisano je zatečeno stanje i namjena građevine, odnosno proveden je vizualni pregled i dijagnostika oštećenja na predmetnoj građevini. Opisana je povijest, navedeni su prijedlozi sanacijskih rješenja te proračun konstruktivnih mjera obnove.

Podatci kao i nacrti korišteni u izradi diplomskog rada preuzeti su od tvrtke zadužene za nadzor nad sanacijskom obnovom predmetne građevine.

Ključne riječi: kasni barok, gotika, kapela, tehnička dijagnostika, vizualni pregled, vlaga, sanacija, oštećenja, potresna obnova

ABSTRACT

TITLE: Damage diagnostics and constructive restoration of the Chapel of the Holy Cross in the in the settlement of Sveti Križ

AUTHOR: Vlatka Švigir

MENTOR: Assoc. Ph.D. Matija Orešković, B.Sc. civil engineer

The content of this thesis is damage diagnostics and constructive restoration of the Chapel of the Holy Cross in the village of Sveti Križ near the municipality of Tuhelj. Information on the location of the building, information about the building, the design, size, materials and construction are described in this paper. The state and purpose of the structure was described, visual inspection and diagnostics of damage on the structure were carried out. The history is described, proposals for resolution solutions are presented, and constructive renovation measures are calculated.

Data and drawings used in the preparation of graduate work were taken over from the company in charge of supervising the renovation of the building in question

Key words: late Baroque, Gothic, chapel, technical diagnostics, visual inspection, moisture, rehabilitation, damage, earthquake reconstruction

Popis korištenih kratica

k.č.br.	katastarska čestica broj (č.k.br.)
k.o.	katastarska općina
PUK	područni ured za katastar
DOF	digitalni ortofoto
m²	kvadratni metar
MJ	mjerilo
φ	grčko slovo „fi“, kut unutarnjeg trenja
c	kohezija
ψ	grčko slovo „psi“, kut dilatacije
E₅₀	modul stišljivosti iz troosnog pokusa prilikom opterećenja
E_{ur}	modul stišljivosti iz troosnog pokusa prilikom rasterećenja
E_{oed}	edometarski modul stišljivosti
kPa	mjerna jedinica za pritisak/opterećenje (1 bar)
OCR	stupanj prekonsolidacije (eng. overconsolidation ratio)
k	koeficijent krutosti tla [kN/m ²]
γ_{Re}	parcijalni koeficijent za otpornost temeljne konstrukcije
Q/T_(x)	poprečna sila
M/M_(x)	moment
N/N_(x)	uzdužna sila
A_s	površina armature
A_{s,min}	minimalna površina armature
A_{s,max}	maksimalna površina armature
B500B	betonski čelik B, f _{yk} =500 N/mm ² , razred duktilnosti B
DZ	donja zona armature
GZ	gornja zona armature
S355	europski standardni strukturni razred čelika
C24	industrijska klasa drvene građe
HRN EN 1998	Europske norme Eurocode svrstane u knjigu. Projektiranje konstrukcija otpornih na potres
[°]	stupnjevi

ρ	grčko slovo „ro“, specifična gustoća, kut
Ac	azimut
γ	grčko slovo „gama“, kut
α	grčko slovo „alfa“, kut
β	grčko slovo „beta“, kut
\vec{c}	vektorska stranica
Z-2236	registarski broj u registru nepokretnih kulturnih dobara RH i Listi zaštićenih kulturnih dobara
RH	Republika Hrvatska
M_w	magnituda potresa
EMS	Europska makroseizmička ljestvica
PN1	žuta oznaka – privremeno neuporabljivo
mm	milimetar
cm	centimetar
m	metar
km	kilometar
st.	stoljeće
C25/30	marka betona, razreda čvrstoće 30 N/mm ² za kocku
C30/37	marka betona, razreda čvrstoće 37 N/mm ² za kocku
T_p	povratni period
a_g	ubrzanje tla
G	modul posmika
T	period osciliranja
f	frekvencija
Hz	mjerna jedinica za frekvenciju
c	razred tla
V_{Rd}	računska nosivost na poprečne sile
V_{Sd}	računska poprečna sila (V_{Ed})
M_{Ed}	računski moment savijanja
σ	naprezanje
E	modul elastičnosti [N/mm ²]
f_{vk0}	karakteristična vlačna čvrstoća

f_{vk}	karakteristična posmična čvrstoća
FRCM	sustav za ojačavanje postojeće konstrukcije (eng. Fibre Reinforced Cementitious Matrix)
SPT	standardni penetracijski test
N	broj udaraca iz SPT ispitivanja
L	duljina
\emptyset	promjer
E_d	proračunski učinak djelovanja
R_d	računska nosivost presjeka
GSU	granično stanje uporabivosti
GSN	granično stanje nosivosti
EQU	gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla
STR	slom ili velika deformacija betonske, drvene, metalne ili zidane konstrukcije
GEO	slom ili velika deformacija tla
UPL	gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla
HYD	hidrauličko izdizanje (hidraulički slom)
F_v	linijsko opterećenje
γ_M	parcijalni koeficijent za parametre tla
A	površina
g	specifična težina
f_{ck}	karakteristična čvrstoća betona (valjak)
$f_{ck,cube}$	karakteristična čvrstoća betona (kocka)
f_{cd}	računska čvrstoća betona
f_{yd}	računska čvrstoća čelika
ŠPZ	širina postojećeg zida
ŠPK	širina postojeće kupole
DPST	širina postojećeg stupa
ŠBS	širina pruskog svoda

SADRŽAJ

1. UVOD.....	11
2. POVIJEST	13
2.1. Povijest općine Tuhelj	13
2.2. Sveti trokut zapadnog Zagorja.....	15
3. TEHNIČKI OPIS.....	17
3.1. Informacije o lokaciji građevine.....	17
3.2. Smještaj građevine na građevnoj čestici.....	19
3.3. Informacije o građevini i njezina namjena	20
3.3.1. Zaštićeno nepokretno kulturno dobro	20
3.4. Konstrukcija, materijali, oblikovanje i veličina.....	22
4. VIZUALNI PREGLED OBJEKTA I DIJAGNOSTIKA OŠTEĆENJA	27
4.1. Postojeća nosiva konstrukcija.....	28
4.2. Grafički prikaz građevine	29
4.3. Vanjska oštećenja i uzroci	41
4.4. Unutarnja oštećenja i uzroci	48
5. POTRESNA OTPORNOST – POSTOJEĆE STANJE.....	65
5.1. DISPOZICIJA NOSIVIH ZIDANIH ZIDOVA	67
5.2. ULAZNI PARAMETRI ZA PRELIMINARNI PRORAČUN	68
5.2.1. ULAZNI PODACI – MODEL KONSTRUKCIJE.....	70
5.2.2. MODALNA ANALIZA.....	75
5.3. ZAKLJUČAK O STANJU GRAĐEVINE.....	136
5.4. PLANIRANA RAZINA OBNOVE	137
6. POTRESNA OTPORNOST – OJAČANO STANJE.....	138
6.1. ULAZNI PODACI – MODEL KONSTRUKCIJE	139
6.1.1. MODALNA ANALIZA.....	145
6.1.2. SEIZMIČKI PRORAČUN, POMACI I PROGIBI	146
6.1.3. PRORAČUN ZIDOVA	149
6.2. TEMELJNA KONSTRUKCIJA	171
6.2.1. ULAZNI PODACI – SILE NA TEMELJNO TLO ZA PRORAČUN DUBOKOG TEMELJENJA – AB PILOTA.....	171
6.2.2. PRIKAZ PROVEDENIH GEOTEHNIČKIH ISTRAŽIVANJA	173

6.2.3. REZULTATI PRORAČUNA	179
6.3. ZATEGE U PETAMA LUKOVA	191
6.4. KROVNA KONSTRUKCIJA	192
7. PRIJEDLOZI SANACIJSKIH RJEŠENJA.....	193
7.1. Sanacija oštećenja – popis očekivanih zahvata na konstrukciji	194
8. ZAKLJUČAK.....	210
9. IZJAVA O AUTORSTVU	211
10. LITERATURA	212
11. POPIS SLIKA.....	213
12. POPIS TABLICA	216
13. PRILOZI.....	217

1. UVOD

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.

Cilj ovog diplomskog rada je dobiti objektivne podatke o stvarnom stanju građevine, ukazati na oštećenja kojima je građevina zahvaćena, te skrenuti pozornost na uzroke tih oštećenja te navesti prijedloge sanacijskih rješenja uz proračun konstruktivnih mjera obnove.

U ovom radu prikazat će se oštećenja, njihovi uzroci te prijedlozi njihove sanacije na kapeli Svetog Križa (*Slika 1: Kapela Svetog Križa u Svetom Križu u Tuhlju*) u mjestu Sveti Križ kraj općine Tuhelj. Kasnobarokna i pravilno orijentirana kapela smještena je na Sečnovom brdu. Pripada Zagrebačkoj biskupiji, a nalazi se na k. č. br. 649, k.o. Sveti Križ. Crkva je nepokretno pojedinačno zaštićeno kulturno dobro regionalnog značaja oznake Z-2236.



Slika 1: Kapela Svetog Križa u Svetom Križu u Tuhlju

(Izvor: vlastita fotografija autora)

Na mjestu današnje kapele već je oko 1519. godine bila izgrađena gotička kapela, što bi bila najstarija kapela na području župe Tuhelj. Uz nju je 1739. dograđena kapela svete Jelene koja je stajala nedaleko na istome brdu. Današnja je kapela građena početkom 19. stoljeća, a posvećena je 1831. godine. Tlocrtnu osnovu čine kvadratičan centralni brod s poligonalno oblikovanim ulaznim dijelom, te uže pravokutno zaključeno svetište. Svetište i brod svođeni su češkom kapom, a odvojeni su trijumfalnim lukom polukružnog otvora. U jednostavnome vanjskom izgledu dominira poligonalno pročelje, trostrano oblikovano s malim zvonikom nad ulaznim pročeljem. Zvonik ima malu biforu u loži zvona i limenu šiljastu kapu (*Slika 2: Bifora i limena šiljasta kapa*). Veličina kapele iznosi cca 13,4 x 11 metara.



Slika 2: Bifora i limena šiljasta kapa

(Izvor: vlastita fotografija autora)

U kasnobarkonoj kapeli ostvarena je ideja sažetoga, centraliziranog prostora građenog od jednog traveja broda i svetišta, a centralizaciji pridonosi ulazni dio poligonalno oblikovan. Barknom izrazu pripadaju konkavno udubljeni kutevi prema svetištu, odnosno pojednostavljen motiv svođenog slavluka, zatim scenično oblikovano pjevalište kao i zvonik nad pročeljem te zaobljeni uglovi svetišta u vanjskom izgledu. Detalji profilacija klasicistički su oblikovani što odgovara kasnijem datumu izgradnje. Osobitu vrijednost ima položaj kapele u krajoliku. Identifikacijom oštećenja i njihovih uzroka potrebno je pristupiti postupku sanacije koji uključuje procjenu radova ili radnji potrebnih za uklanjanje ili smanjenje oštećenja.

2. POVIJEST

2.1. Povijest općine Tuhelj

Podno Cesargradske gore, između koloritnih brežuljaka smjestio se Tuhelj. Ime je dobio po staroslavenskoj riječi «tuhl» koja označava udubinu, vlažno mjesto što u kajkavskom narječju objašnjava riječ «tuhtina».

Prva pisana isprava o Tuhlju datira iz 1403. godine. Kroz svoju prošlost Tuhelj se istako kao povijesno, crkveno, političko i kulturno središte. Upravo je tu, u Tuhlju sagrađena Župna crkva Uznesenja Blažene Djevice Marije koja je svojom velebnošću te kulturnim i povijesnim značajem nadaleko poznata. Ona je danas prava ljepotica među tuheljskim hižama.

Kao političko središte, Tuhelj ponovo dobiva priznanje stvaranjem hrvatske države kada postaje samostalna općina. Njezinim djelovanjem potiče se razvoj turizma, poljoprivrede i drugih gospodarskih grana. Dan Općine je 15. kolovoz na blagdan Velike Gospe.



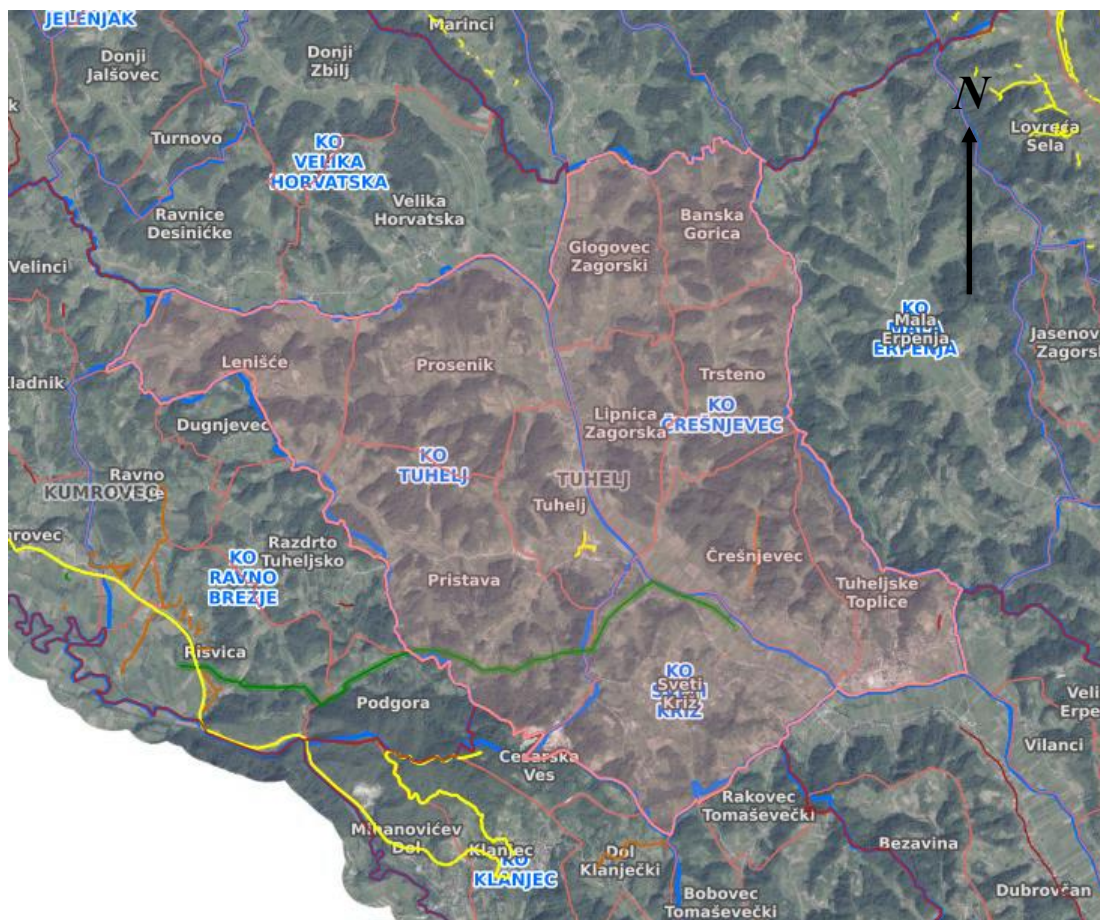
Slika 3: Grb Općine Tuhelj

(Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/hr/a/a8/Tuhelj_%28grb%29.gif)

Uz javno djelovanje Tuhelj resi zajedništvo i sloga njegovih ljudi. Bez obzira na probleme, Tuhljani su znali uvijek naći zajednički jezik. Slučajnom namjerniku rekli bi da je ovdje dobrodošao u svako vrijeme sa željom da razgaljena srca osjeti tuheljsku dušu.

Smješten je u zapadnom dijelu Krapinsko-zagorske županije i pripada sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske i prostoru središnje Hrvatske. Područje

općine Tuhelj (Slika 4: Općina Tuhelj, MJ 1 : 50 000) graniči sa općinom Kumrovec na zapadu, gradom Klanjec na jugu te općinom Veliko Trgovišće na jugoistoku. Sjeverni dio općine graniči sa gradom Pregrada i općinom Desinić, a istočni dio sa općinom Krapinske Toplice.



Slika 4: Općina Tuhelj, MJ 1 : 50 000

(Izvor: <https://ispu.mgipu.hr/#/>)

Tuhelj je smješten na relativno geografski dobrom položaju. Mala udaljenost od velikih gradova mu omogućava opstanak stanovništva koje pretežno putuje u iste na posao i daljnje školovanje. Dolina rijeke Horvatske omogućuje razvoj Tuheljskih Toplica koje imaju prostor za svoje širenje i daljnji razvitak turizma. Padine Cesegradske gore su pogodne za uzgoj vinove loze i razvitak proizvodnje vina i izletničkog turizma.

2.2. Sveti trokut zapadnog Zagorja

Kroz nekoliko posljednjih desetaka godina pojavili su se zanimljivi radovi naših znanstvenika, kao što su jezikoslovac Radoslav Katičić, etnolog Vitomir Belaj, arheolog Juraj Belaj, te slovenski arheolog Andrej Pleterski i drugi, koji su spoznali da diljem Hrvatske i Slovenije, a i šire, postoje zanimljive trokutaste sveze među trojnim pozicijama niza sakralnih objekata među kojima se mogu raspoznati i lokaliteti drevnih posvećenih mjesta. Takvi su trokuti dobili naziv Sveti trokuti, a jedan takav primjer obuhvaća i kapelu Svetog Križa temeljen na tezi J. i V. Belaj. Svetim trokutima ističe se stav prema kojemu je riječ o odrazu pretkršćanske mitologije slavenskih naroda (među kojima i Hrvata) s naglaskom na glavnu panteističku trijadu, boga Peruna, božicu Mokoš (Perunovu ženu) i boga Velesa (Perunovog suparnika).

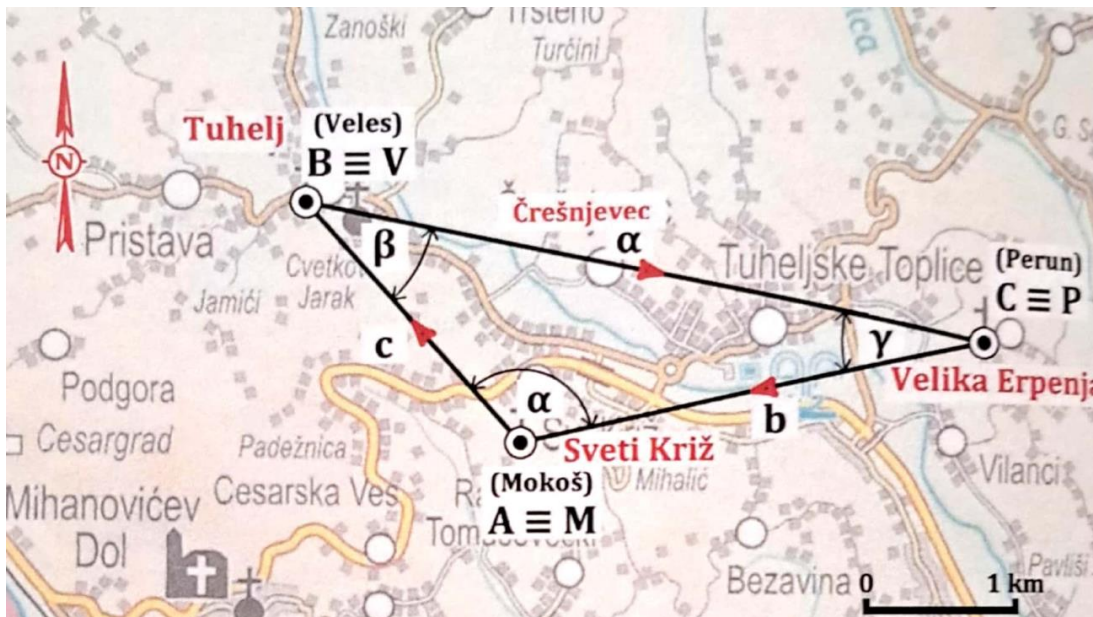
Potaknuti kartografskim rekognosciranjem Svetih trokuta na području Zagorskog kotla, kolega Ivan Vlašić u suradnji sa profesorom mr. sc. Ivan Muhovec, dipl.ing. građ. je pokušao ustanoviti ima li naznaka da bi se neki od svetih trokuta mogao raspoznati na njegovom i mojem zavičajnom području (područje Tuhlja i Tuheljskih Toplica). Primjer Svetog trokuta iz zapadnog Zagorja opisali su u knjižici Teza o nastanku Hrvatskih pretkršćanskih svetih trokuta u kontekstu prostorne orijentacije vezane za mijene godišnjih doba autora Ivana Muhovca.

Tri su pozicije u okolici Tuheljskih Toplica na kojima se danas nalaze sakralne građevine na istaknutim su vrhovima, župna crkva Sv. Tri Kralja u Velikoj Erpenji i kapela Sv. Križa u Sv. Križu, dok je u Tuhlju na znatno nižoj koti župna crkva Uznesenja Blažene Djevice Marije. Te su tri pozicije prikazane na priloženoj karti. Riječ je o tzv. istočnom svetom trokutu koji je zarotiran oko točke M (Sveti Križ) u smjeru suprotnom od kazaljke na satu za kut:

$$\rho_c = 360^\circ - A_c = 360^\circ - 317,1^\circ = 42,9^\circ$$

Sveti trokut	Odnos stranica			Kutovi [°] cca:			Azimuti [°]		
	a/a	b/a	c/a	α	β	γ	A_a	A_b	A_c
ST	1	0,675	0,468	121,2	35,3	23,6	101,8	258,2	317,1
ST _{pr}	1	0,707	0,451	117,8	38,7	23,5	$\rho_c=42,9^\circ$		

$$a = 4,62 \text{ km}; b = 2,16 \text{ km}; c = 3,12 \text{ km}$$



Slika 5: Primjer svetog trokuta u zapadnom Zagorju

(Izvor: Teza o nastanku Hrvatskih prekršćanskih svetih trokuta u kontekstu prostorne orijentacije vezane za mijene godišnjih doba, Ivan Muhovec)

Perunova točka ($P \equiv C$) savršeno se poklapa s pozicijom barokne crkve Sveta Tri Kralj na brijegu u Velikoj Erpenji (to je najviši položaj promatanog trokuta, a uz to je $\gamma = 23,6^\circ$). Odnos stranica b/a , te c/a također je sasvim prihvatljiv, pa time i kutovi α i β . Ono što odstupa od uobičajenog pravila svodi se na visoki položaj svetišta božice Mokoš ($M \equiv A$), na poziciji kapele Svetog Križa, te na Velesov položaj ($V \equiv B$) na niskom i cretnom terenu Tuhlja na kojem se danas nalazi župna crkva Uznesenja Blažene Djevice Marije. Ipak, čini se da je ova alternacija moguća, ukoliko se ima u vidu mitološka fabula o odnosu boga Velesa i božice Mokoš.

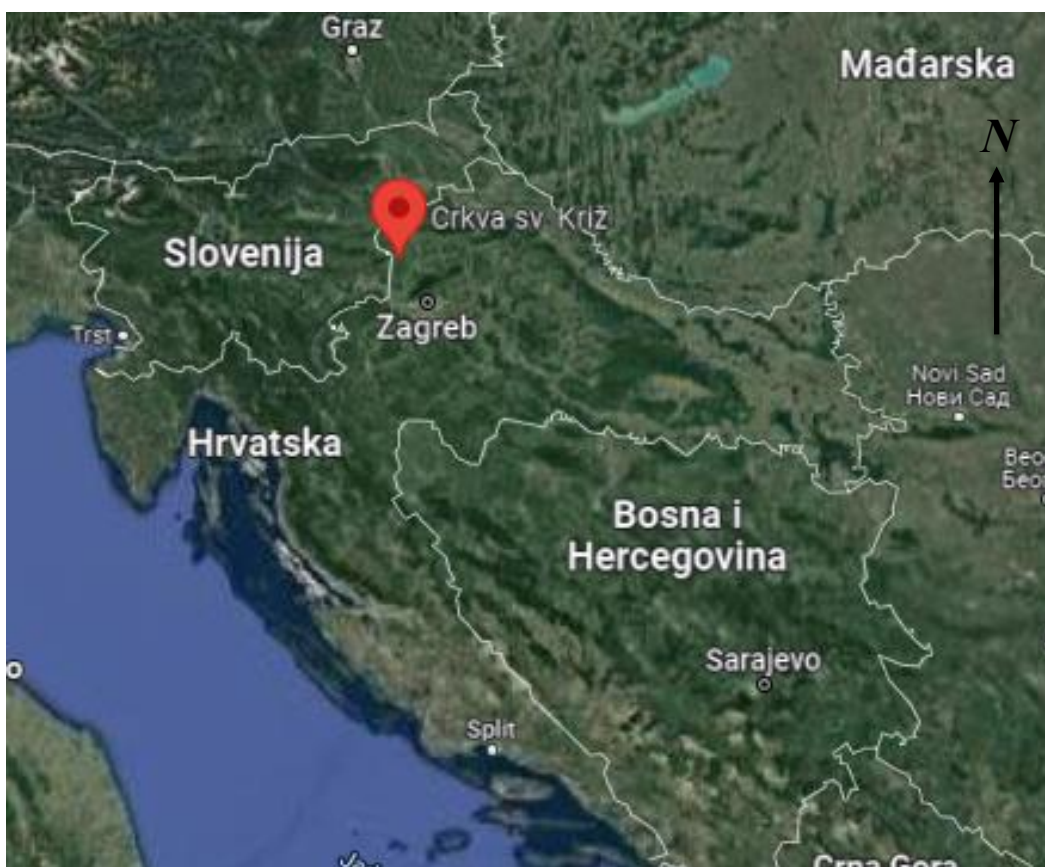
Ovaj primjer može poslužiti kao dobra ilustracija drevne prakse prema kojoj se moglo odstupati od strogih uvjeta uspostave Svetih trokuta (ovisno o topografiji, ali i nekim drugim okolnostima), no ipak se nije išlo ispod sheme koja se u svojoj osnovi sastojala od dva “muška” šiljata kuta (onaj Perunov trebao je uvijek biti blizak oštrom kutu od *cca* 23°) i od jednog “ženskog”, tj. tupog kuta na poziciji božice Mokoš (M). Upravo u točki M najlakše se provjerava adaptacijska rotacija primarnog Svetog trokuta za kut ρ (potrebno se jedino usredotočiti na rotacijski pomak vektorske stranice \vec{c}).

3. TEHNIČKI OPIS

3.1. Informacije o lokaciji građevine

Kapela Svetog Križa nalazi se na Sečnovu brdu u naselju Sveti Križ u općini Tuhelj na zapadnom dijelu Hrvatskoga zagorja (*Slika 6: Smještaj kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ u općini Tuhelj*). Adresa lokacije je 183B Sveti Križ. Nalazi se unutar Krapinsko – zagorske županije na sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske i pripada prostoru središnje Hrvatske. Klima u kojoj se nalazi objekt je kontinentalna, a mjerodavni meteorološki podaci za kapelu Svetog Križa su:

- sjeverna geografska širina: $46^{\circ} 03' 36''$,
- istočna geografska dužina: $15^{\circ} 45' 59''$,
- nadmorska visina: 218 m.



Slika 6: Smještaj kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ u općini Tuhelj

(Izvor: <https://www.google.com/maps>)

Izvodom iz katastarskog plana (*Slika 7: Izvod iz katastarskoga plana*) približno mjerilo ispisa MJ 1:2500 vidimo da je područje zaštite podijeljeno na nekoliko katastarskih čestica nepravilnih oblika. Parcele na k.č.br. 642/1, k.č.br. 642/2, k.č.br. 643, k.č.br. 644, k.č.br. 645, k.č.br. 646, k.č.br. 647, k.č.br. 648, k.č.br. 649 u vlasništvu su Zagrebačke nadbiskupije, odnosno župe Tuhelj. Navedene parcele su ukupne površine 7 607 m². Površina parcele koja se odnosi na samu kapelu Sveti Križ iznosi 115 m², što je ujedno i površina same građevine. Kapela pripada k.č.br. 649, k.o. je 313653 Sveti Križ, područni ured za katastar je PUK Krapina, odjel Klanjec (*Slika 7: Izvod iz katastarskoga plana*). Sama kapela ima svojstvo kulturnog dobra. Glavni kolni prilaz kapeli omogućen je sa zapadne strane, a moguć je i pristup građevini javnim putem s istočne strane.



Slika 7: Izvod iz katastarskoga plana, MJ 1:2500

(Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>)

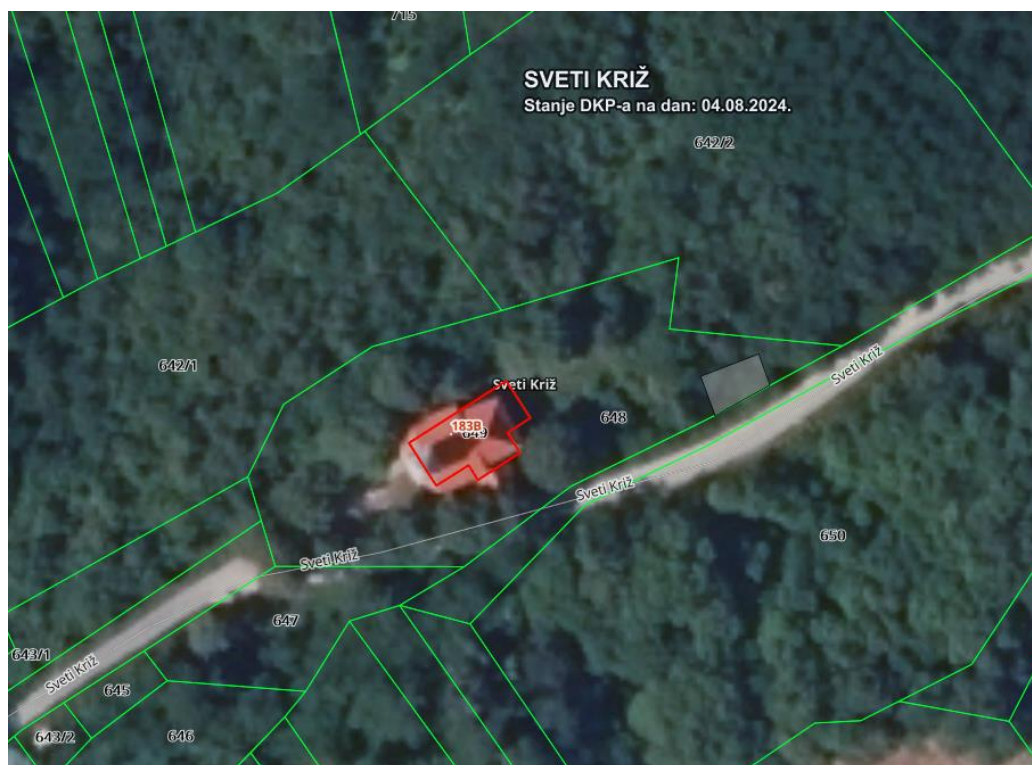
3.2. Smještaj građevine na građevnoj čestici

Predmetna građevinska čestica (k.č.br. 649, k.o. Sveti Križ) nepravilnog je oblika. Crkva je položena u smjeru zapad-istok gabaritno po granicama same čestice (čestica je veličine crkve). Crkva nalazi se na osami brežuljka iznad naselja Sveti Križ. Tlocrtnu osnovu crkve čine pravokutna lađa na koju se veže svetište s trostranom apsidom. Iznad ulaznog dijela broda nalazi se toranj. Južno od svetišta nalazi se dograđena sakristija.

U vizuri brežuljka crkva s prilaznih cesta predstavlja vizualnu dominantu koju je potrebno očuvati. Crkvi, koja se nalazi na platou uzdignuta od okolnih prometnica, pristupa se prilaznim cestama sa istoka i zapada.

Građevna čestica obuhvaća samo građevinu crkve te je poligonalno oblikovana po konturama njenih zidova.

Parkiranje je osigurano u profilu okolnih ulica.



Slika 8: Smještaj građevine na katastarskoj čestici

(Izvor: <https://geoportal.dgu.hr/>)

3.3. Informacije o građevini i njezina namjena

Građevina je javne i društvene namjene i to vjerske. Prema prostornom planu uređenja općine Općine Tuhelj (Službeni glasnik Krapinsko-zagorske županije broj 04/06), I. izmjenama i dopune prostornog plana Općine Tuhelj (Službeni glasnik Krapinsko-zagorske županije broj 08/09), II. izmjenama i dopune prostornog plana Općine Tuhelj (Službeni glasnik Krapinsko-zagorske županije broj 29/10), dopuni Prostornog plana Općine Tuhelj (Službeni glasnik Krapinsko-zagorske županije broj 14/15) i III. izmjenama i dopune prostornog plana Općine Tuhelj (Službeni glasnik Krapinsko-zagorske županije broj 02/20) unutar čijeg obuhvata se nalazi planirani zahvat, zgrada crkve nalazi se u izgrađenom građevinskom području naselja. Građevinsko područje u kojem se crkva nalazi pripada stambenoj i mješovitoj namjeni– izgrađeni dio.

3.3.1. Zaštićeno nepokretno kulturno dobro

Crkva Svetog Križa, pojedinačno je zaštićeno nepokretno kulturno dobro temeljem pravomoćnog rješenja Ministarstva kulture, Uprava za zaštitu kulturne baštine, Klasa: UP/I-612-08/05-06/1153, Urbroj: 532- 04-01-1/4-05-2 od 18. srpnja 2005. godine, bilježi se da je Kapela Svetog Križa u Svetom Križu (Tuhelj) na č.k.br. 649 u A, ima svojstvo kulturnog dobra sukladno članku 12. st. 2. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Uspostavljena je zaštita kulturnog doba te je upisana u Registar nepokretnih kulturnih dobara RH i Listu zaštićenih kulturnih dobara pod registarskim brojem Z-2236.



Slika 9: Geoportal kulturnih dobara RH

(Izvor: <https://geoportal.kulturnadobra.hr/geoportal.html#/>)

Ministarstvo kulture i medija

Web Registar kulturnih dobara RH

Opći podatci

Naziv dobra:	Crkva sv. Križa
<i>Naziv dobra (eng):</i>	
Lista i registarski broj:	Nepokretna pojedinačna, Z-2236
Pravni status:	Zaštićeno kulturno dobro
Vrsta:	Nepokretna pojedinačna
Klasifikacija:	sakralne građevine
Datacija:	17 st. n.e. - 19 st. n.e.
Autor:	
UNESCO:	

Smještaj kulturnog dobra

Županija:	Krapinsko-zagorska županija
Grad/općina:	TUHELJ
Adresa:	Sveti Križ

Nadležni konzervatorski odjel

Naziv KO:	Konzervatorski odjel u Krapini za područje Krapinsko-zagorske županije
Adresa KO:	Magistratska 12
Telefon:	049 371 342
e-mail:	Viki.JakasaBoric@min-kulture.hr

**Opis**

Jednobrodna, kasnobarokna crkvice sv. Križa smještena je na osami, na vrhu brjega iznad naselja Sveti Križ, općina Tuhej. Na mjestu današnje crkve s početka 19. st. spominje se već u 17. st. zidana kapela istog titulara. Tlocrtnu osnovu čine kvadratna lađa s poligonalno oblikovanim ulaznim dijelom, uže svetište pravokutnog zaključka i sakristija južno od njega. U jednostavnom vanjskom izgledu dominira trostrano oblikovano pročelje, s malim zvonikom nad njime. U crkvi je ostvaren je sažet, centraliziran, kasnobarokni prostor. Detalji profilacije su oblikovani klasicistički, što odgovara kasnom datumu izgradnje. Osobitu vrijednost ima položaj crkve u krajoliku.

Opis (eng)

Podatci na datum: 12.09.2024.

Podatci nisu službeni i mogu se koristiti isključivo u informativne svrhe.

Slika 10: Web registar kulturnih dobara RH

(Izvor: <https://registar.kulturnadobra.hr/#/>)

3.4. Konstrukcija, materijali, oblikovanje i veličina

Jednobrodna, kasnobarokna crkvice sv. Križa smještena je na osami, na vrhu brijega iznad naselja Sveti Križ, općina Tuhelj. U zaglavnom kamenu nad ulazom ispisana je 1818. godina.

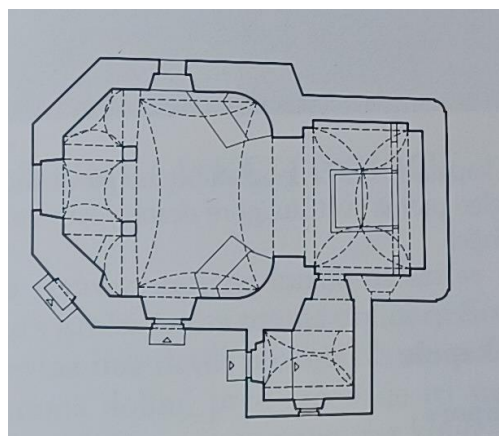
Tlocrtnu osnovu čine kvadratna lađa s poligonalno oblikovanim ulaznim dijelom i uže svetište pravokutnog zaključka te sakristija južno od njega. U jednostavnom vanjskom izgledu dominira trostrano oblikovano pročelje, s malim zvonikom nad njime. U crkvi je ostvaren je centraliziran prostor. Profilacije arhitektonskih elemenata (sokl, vijenac, uglovi svetišta, okviri prozora i vrata) oblikovani su jednostavno. Osobitu vrijednost ima položaj crkve u krajoliku.

Crkvu čine jednobrodna lađa, uže pravokutno zaključeno svetište i prigradeni volumen sakristije dok se na zapadnoj strani uzdiže zvonik. U crkvu se ulazi sa zapada, a s te strane je i pjevalište na koje se pristupa stubištem s jugozapadnog dijela pročelja crkve.

Samo pjevalište je položeno na plitkom svodu koji se oslanja o bočne lukove, a oni upiru na zidove i u sredini oslanjaju na 2 stupa. Lađa je svođena vrlo plitkom češkom kapom, a isti tip svoda, no veće zakrivljenosti, imaju svetište te sakristija. Duža, bočna pročelja crkve jednostavno su oblikovana u novijoj žbuci zaribane teksture. Nad glavnim, zapadnim pročeljem uzdiže se zvonik, koji je obložen pocinčanim limom. Vrh zvonika zaključen je limenom piramidalnom sivom pocinčanom kapom s jednostavnim vijencem pod strehom.



Slika 11: Pogled prema svetištu
(Izvor: vlastita fotografija autora)



Slika 12: Tlocrt kapele Sv. Križa [1]
(Izvor: vlastita fotografija autora)

TLOCRTNA DISPOZICIJA

Glavni ulaz u crkvu je na zapadnom pročelju, ali se može ući i s juga u sredini lađe, te posredno preko sakristije u koju se ulazi s zapada. Ulaz na zapadnom pročelju odvija se ispod pjevališta, odnosno zvonika. U gornje etaže zvonika pristupa se izvana, kroz vrata ugrađenih u JZ pročelje, te drvenim stubištem. Pjevalište je s prostorom broda povezano trima lučnim otvorima, oslonjenim na zidove i dva stupa.

MATERIJALI, ZAVRŠNE OBLOGE

PROČELJA

Pročeljni zidovi izvedeni su iz kamena, debljine cca 70 – 100 cm. Nosiva konstrukcija tornja je izvedena kao drvena konstrukcija sastavljena od stupova, greda i kosnika.

PODOVI

Podovi crkve su novijeg datuma, izvedeni iz betonskih ploča.

OBRADA ZIDOVA

Pročeljni zidovi izvedeni su iz kamena, debljine cca 70 – 100 cm. Pročelja su ožbukana žbukom zaribane teksture na cementnom špricu, završno bojanom bijelom bojom te oker bojom na mjestu pročeljnih istaka odnosno pročeljne plastike. Pročelje zvonika izvedeno je u sivom, pocinčanom limu.

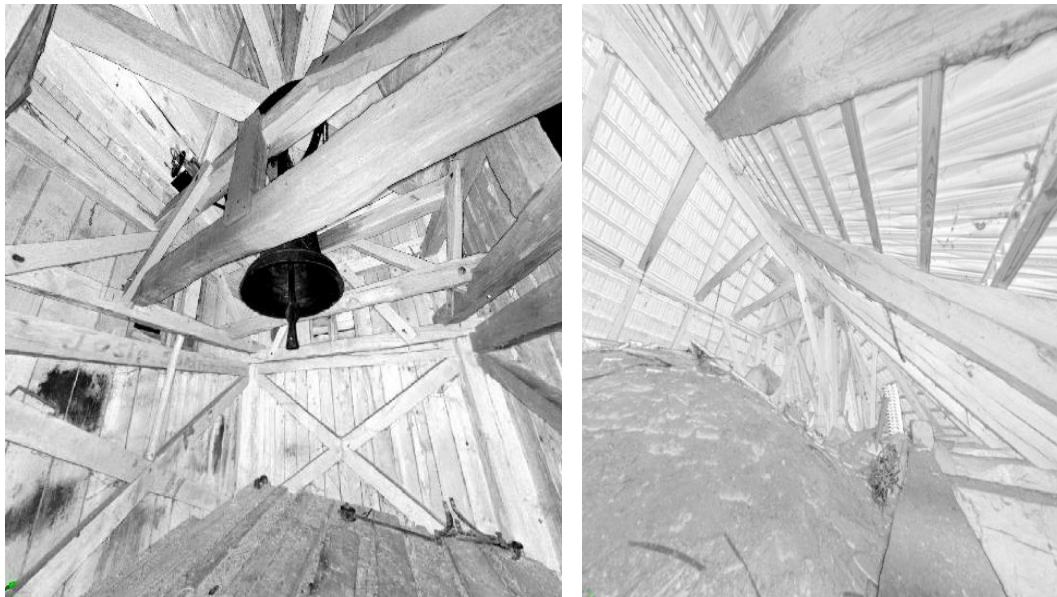
STROPOVI

Međukatne konstrukcije su svodovi tipa češka kapa. Ožbukani svodovi su debljine cca 15 cm. Izvedeni su vjerojatno opekrom starog formata dim. cca 30x15x7 cm. U tornju su međukatne konstrukcije drveni grednici s daščanim podom.

KROV

Krov lađe je dvostrešan, dok je na tornju višestrešan (četverostrešan) piramidalni, a krov iznad ulaznog dijela crkve je jednostrešan u tri polja na poligonalnom tlocrtu. U podnožju tornja manji je dvostrešni krov u formi atike s nišom i skulpturom u njoj. Konstrukcija krovišta je drvena, različitih dimenzija i

konstruktivnih sustava. Krov iznad sakristije je dvostrešan, izrađen iz drvene građe. Prilikom rekonstrukcije krovišta (novija građa), izmjenjene su letve krovišta na koje dolazi crijep.



Slika 13: Krovište – zvonik (lijevo) i brod (desno)

(Izvor: vlastita fotografija autora)

Krovovi crkve pokriveni su glinenim utorenim crijepom. Na rogovima su izvedene samo letve i pokrov. Sva limarija – žljebovi, oluci i opšavi su, pretpostavljamo, iz pocinčanog lima.

BRAVARIJA I STOLARIJA

Bravarija prozora je izvedena iz drvenih profila, ostakljenih običnim staklom. Glavna vanjska drvena vrata su puna, dvokrilna, s polukružnim završetkom, izvedena izvana iz drvenih horizontalnih profiliranih i koso položenih dasaka dok su s unutarnje strane vertikalno položene daske. U svakom krilu je izveden pravokutni otvor. Okov su baglame na željeznim trnovima koji su ugrađeni u kameni portal.



Slika 14: Ulaz na stepenice koje vode na pjevalište – kor (lijevo) i pročelje s privremenom mjerom ojačanja zvonika (desno)

(Izvor: vlastita fotografija autora)



Slika 15: Pjevalište

(Izvor: vlastita fotografija autora)



Slika 16: Sakristija i bočni ulaz

(Izvor: vlastita fotografija autora)

Unutarnja vrata sakristije su jednokrilna, s trima jednostavnim ukkladama (po vertikalni). Ostala vanjska vrata izvedena su s ravnim nadvojem, jednokrilna, s vanjske strane horizontalnim profiliranim, a s unutarnje strane vertikalno položenim daskama. Sva stolarija je bojana u smeđem tonu.

U jednostavnome vanjskom izgledu dominira poligonalno pročelje, trostrano oblikovano s malim zvonikom nad ulaznim pročeljem. Nad portalom segmentnog nadvoja uklesana je 1818. godina (*Slika 17: Ulazno pročelje i segment nadvoja*). Iznad je pravokutan prozor i mala niša s kipom Krista u trokutastome zabatnom polju. Zvonik ima malu biforu u loži zvona i limenu šiljastu kapu.



Slika 17: Ulazno pročelje i segment nadvoja

(Izvor: vlastita fotografija autora)

NAČIN PRIKLJUČENJA NA PROMETNU POVRŠINU

Pješački pristup moguć je sa zapada i istoka. Ispred zapadnog pročelja je kolno pješačka površina izvedena od betonskih opločnika.

NAČIN PRIKLJUČENJA NA KOMUNALNU INFRASTRUKTURU

Crkva ima izveden priključak na električnu mrežu.

FOTODOKUMENTACIJA





Slika 18: Pogledi iz zraka [4]

4. VIZUALNI PREGLED OBJEKTA I DIJAGNOSTIKA OŠTEĆENJA

Dana 22.3.2020., Markuševac je pogodio jak potres magnitude $M_w=5,5$ prema Richteru s epicentrom u Markuševcu. Nakon glavnog udara zabilježeno je još nekoliko jačih ($M_w=5,0, 3,7$) i više slabijih ($M_w<3,7$). Dana 29.12.2020. i 30.12.2020., područje Petrinje i njene okolice pogodio je potres magnitude $M_w=5,2$ prema Richteru, nakon glavnih udara zabilježeno je još nekoliko jačih ($M_w>4,0$) i više slabijih ($M_w<4,0$). Pregledom zgrade nakon potresa predmetna građevina dobila je **ŽUTU OZNAKU – PRIVREMENO NEUPORABLJIVO – PN1**

OBJEKT: Crkva sv. Križa, Sveti Križ _____

LOKACIJA: Sveti Križ, Župa uznesenja BDM Tuhelj _____



NAPOMENA:

Vidljiva su oštećenja nosive konstrukcije zidova i svodova. Prostor sakristije je najviše stradao te je njezino korištenje na vlastitu odgovornost.

Objektu su potrebne HITNE sanacije za sprječavanje daljnjih oštećenja. Potrebna je izrada privremene potporne skele za nosivi svod "sakristije" zbog sprječavanja mogućeg urušavanja.

Građevina – kapela Sv. Križa oštećena je u navedenim potresima. Vidljiva su i zabilježena oštećenja na nosivoj konstrukciji građevine.

4.1. Postojeća nosiva konstrukcija

Jednobrodna, kasnobarokna crkvića sv. Križa smještena je na osami, na vrhu brijega iznad naselja Sveti Križ, općina Tuhelj. Tlocrtnu osnovu čine kvadratna lađa s poligonalno oblikovanim ulaznim dijelom, uže svetište pravokutnog zaključka i sakristija južno od njega. U jednostavnom vanjskom izgledu dominira trostrano oblikovano pročelje, s malim zvonikom nad njime. U crkvi je ostvaren je sažet, centraliziran, kasnobarokni prostor. Detalji profilacije su oblikovani klasicistički, što odgovara kasnom datumu izgradnje. Osobitu vrijednost ima položaj crkve u krajoliku.

Crkvu čine jednobrodna lađa, uže pravokutno zaključeno svetište i prigradeni volumeni (sakristija) dok se na zapadnoj strani uzdiže zvonik. U crkvu se ulazi sa zapada, a s te strane je i pjevalište na koje se pristupa stubištem izvan crkve. Samo pjevalište je položeno na plitkom svodu koji se oslanja o bočne lukove, a oni upiru na zidove i u sredini oslanjaju na 2 stupa. Lađa je svođena kao bačvasti svod. Sakristija ima svodni strop. Duža, bočna pročelja crkve jednostavno su oblikovana u žbuci zaribane teksture. Nad glavnim, zapadnim pročeljem uzdiže se zvonik, koji je obučen sa pocinčanim limom. Vrh zvonika zaključen je limenom piramidalnom sivom pocinčanom kapom s jednostavnim vijencem pod stromom.

Krov lađe je dvostrešan, dok je na tornju višestrešan (četverostrešan) piramidalni, a krov iznad glavnog zapadnog ulaza je jednostrešan u tri polja na radijalnom tlocrtu. Konstrukcija krovišta je drvena, različitih dimenzija i konstruktivnih sustava. Krov iznad sakristije je dvostrešan, izrađen iz drvne građe. Prilikom rekonstrukcije krovišta (novija građa), izmjenjene su letve krovišta na koje dolazi crijep.

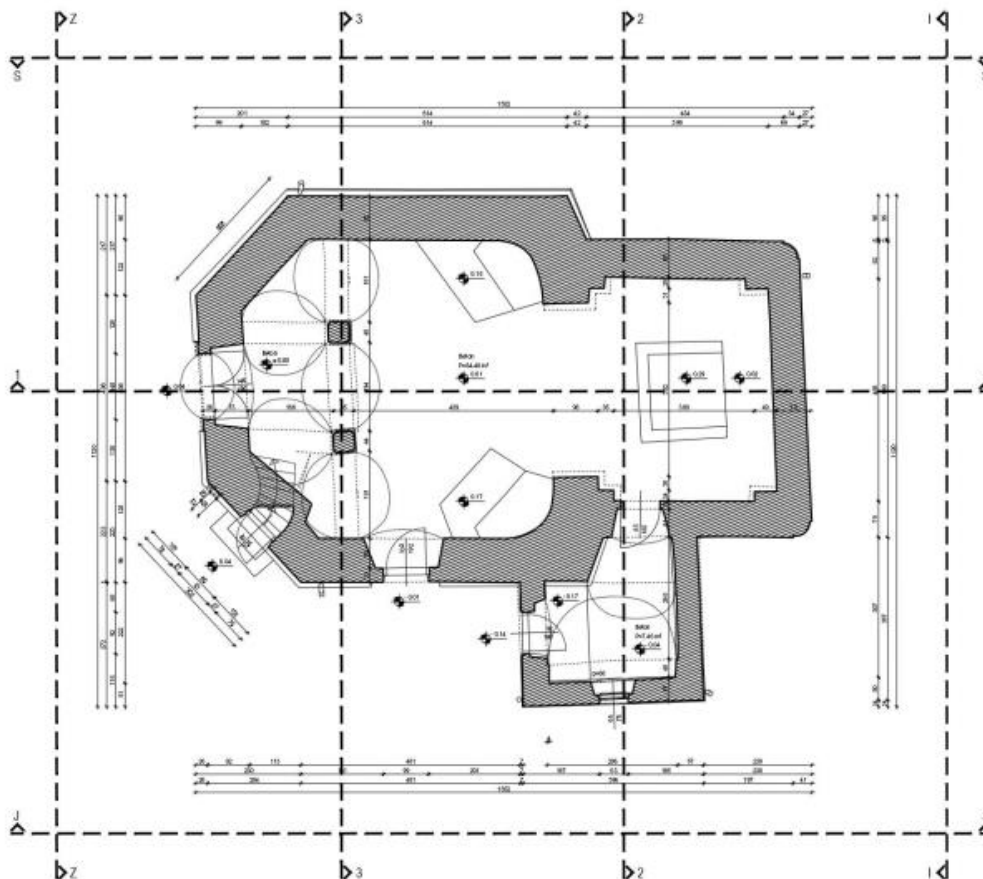
Međukatne konstrukcije su svodovi tipa križni rebrasti svod. Ožbukani svodovi su debljine cca 15 cm. Izvedeni su vjerojatno opekrom starog formata dim. cca 30x15x7 cm. U tornju su međukatne konstrukcije drveni grednici s daščanim podom.

Pročeljni zidovi izvedeni su iz kamena, debljine cca 70 – 100 cm. Nosiva konstrukcija tornja je izvedena kao drvena konstrukcija sastavljena od stupova, greda i kosnika. Pročelja su ožbukana žbukom zaribane teksture na cementnom špricu, završno bojanom bijelom bojom te bojom zlata na mjestu pročeljnih istaka odnosno pročeljne plastike.

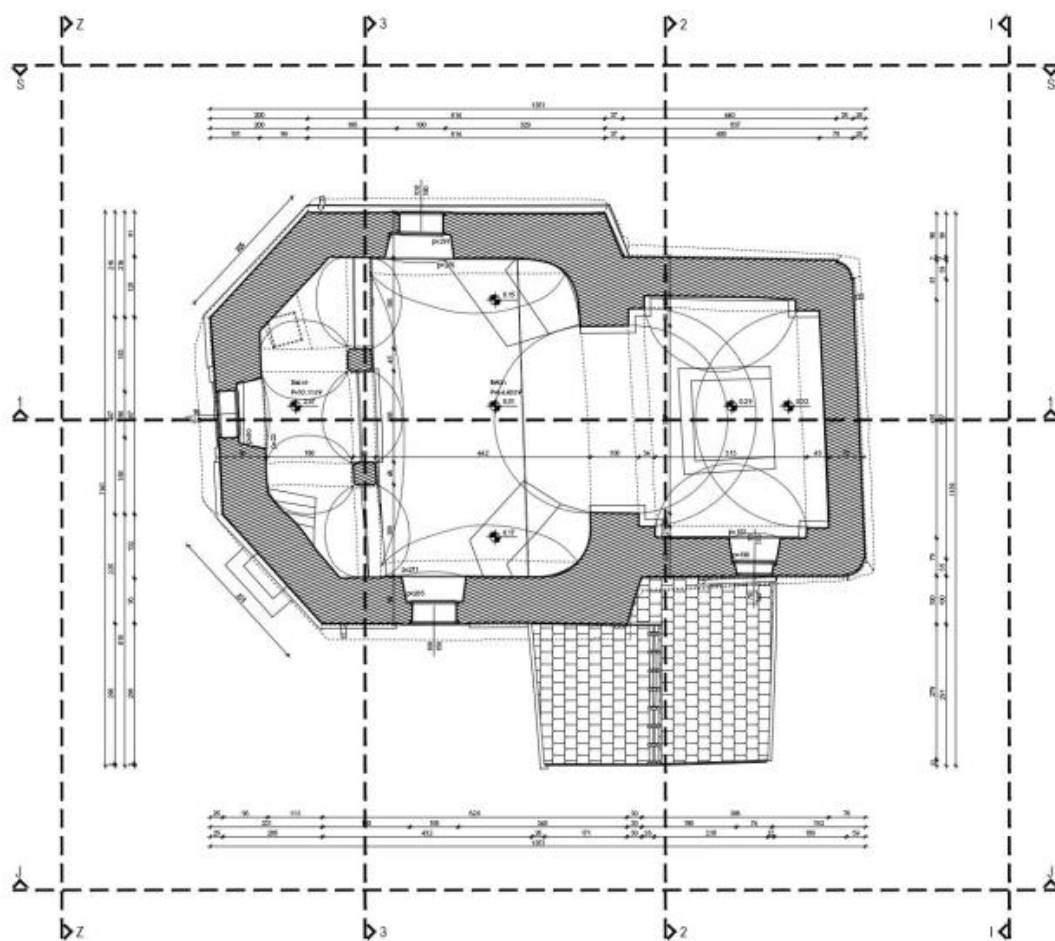
Podovi crkve su izvedeni od glatkih kamenih ploha.

Građevina je po visini nepravilna. Toranj zvonika je ukupno visok cca 20,0 m. Jednobrodna lađa s pripadajućim krovijem je visine cca 9,1 m.

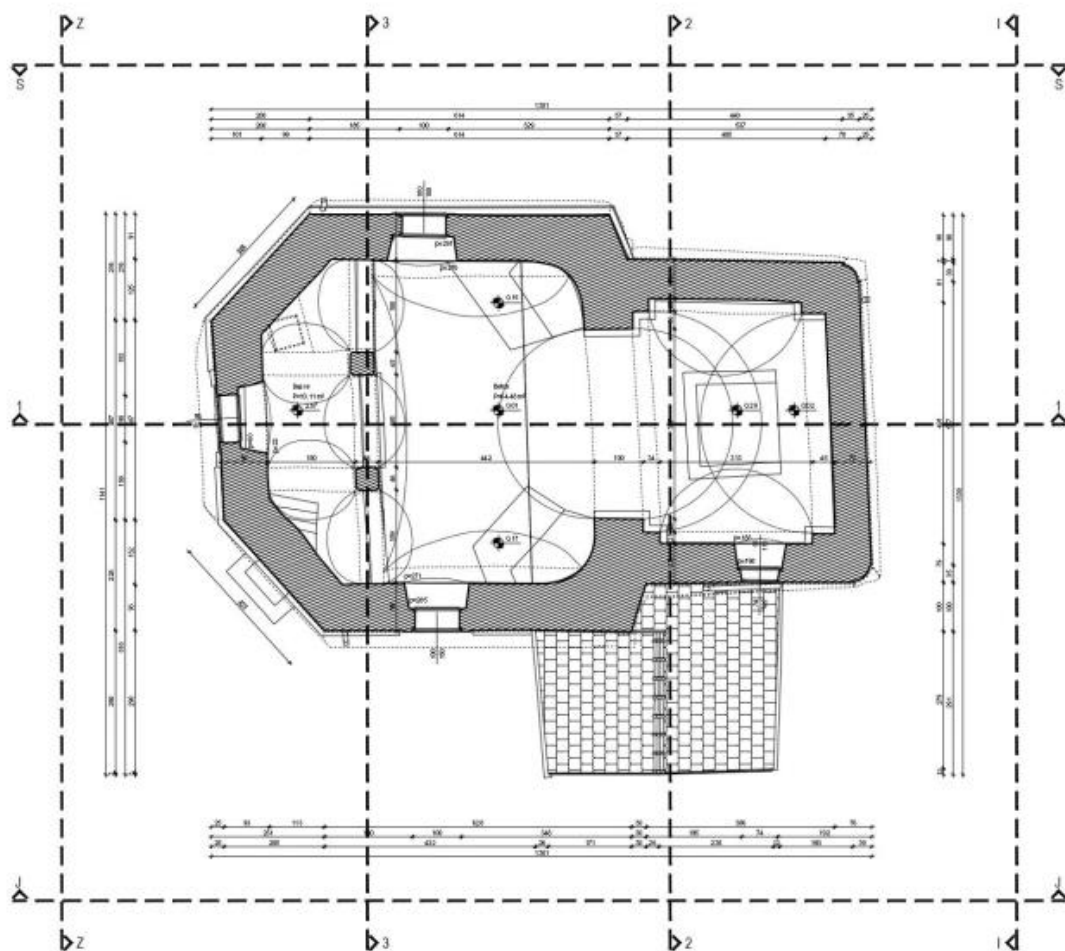
4.2. Grafički prikaz građevine



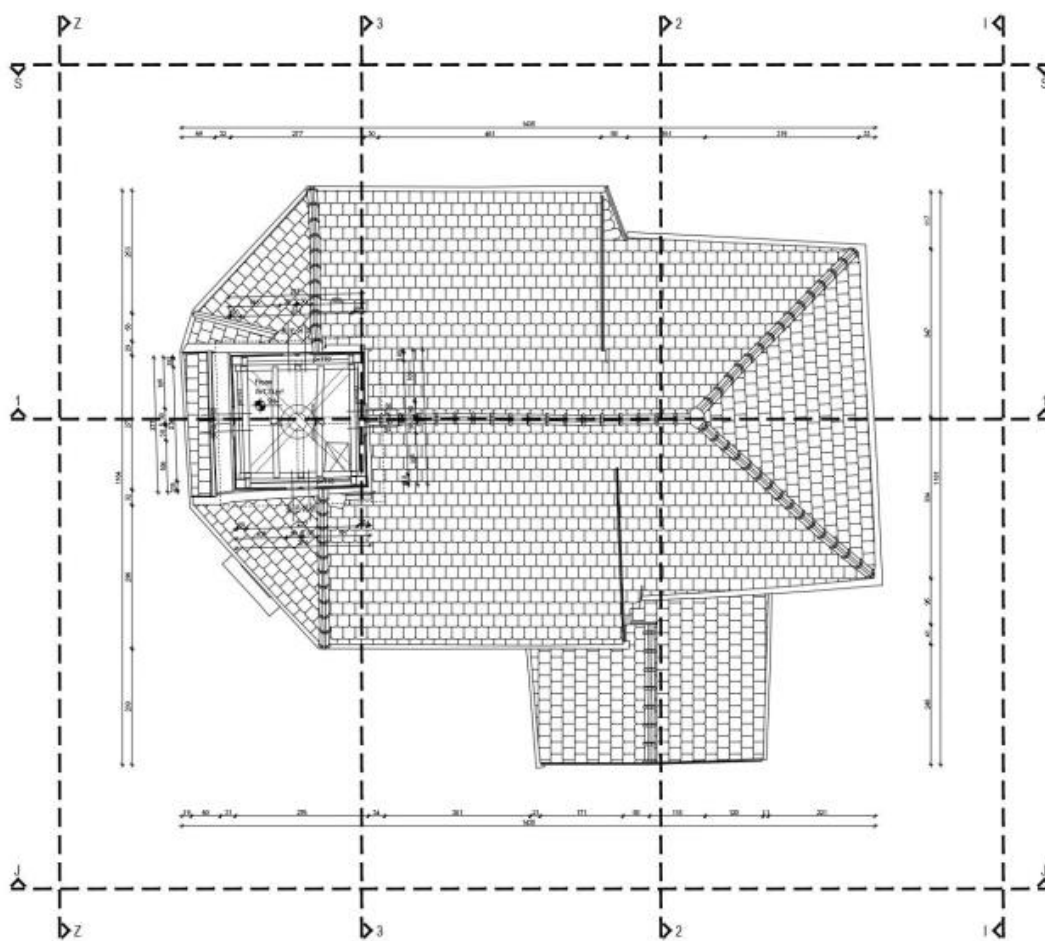
Slika 19: Tlocrt – razina 1[4]



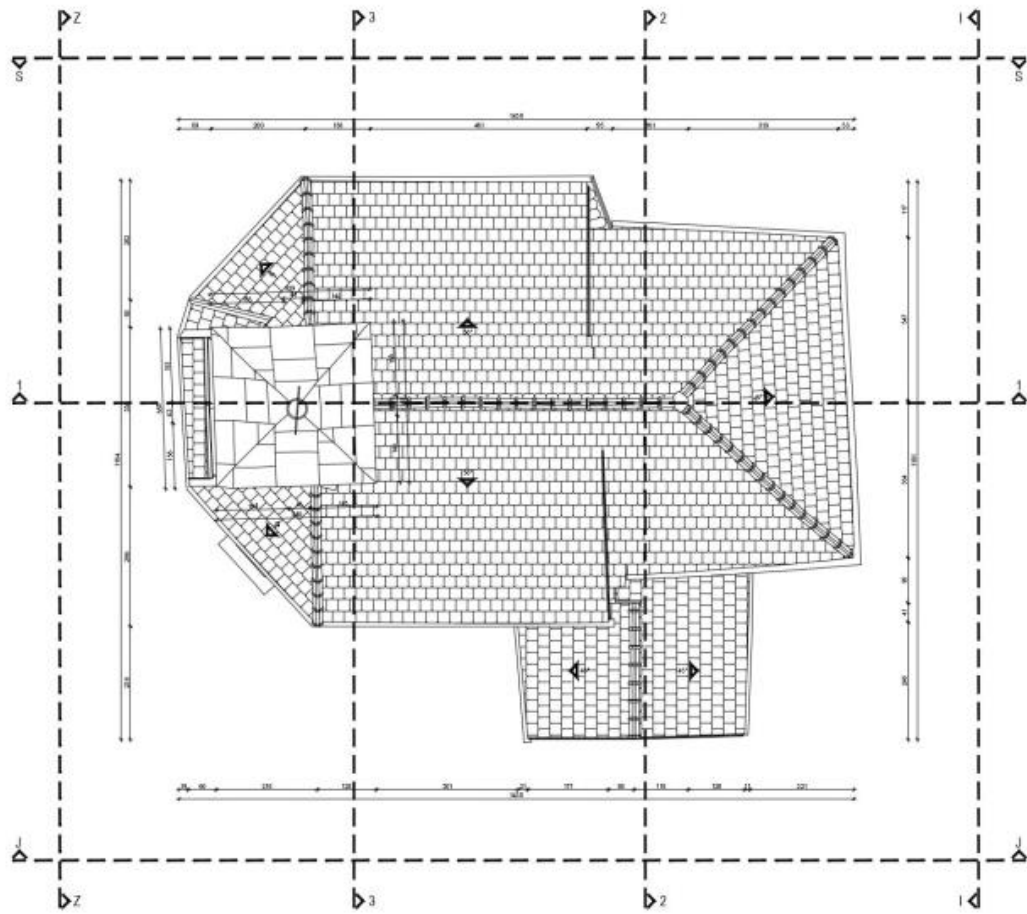
Slika 20: Tlocrt – razina 2 [4]



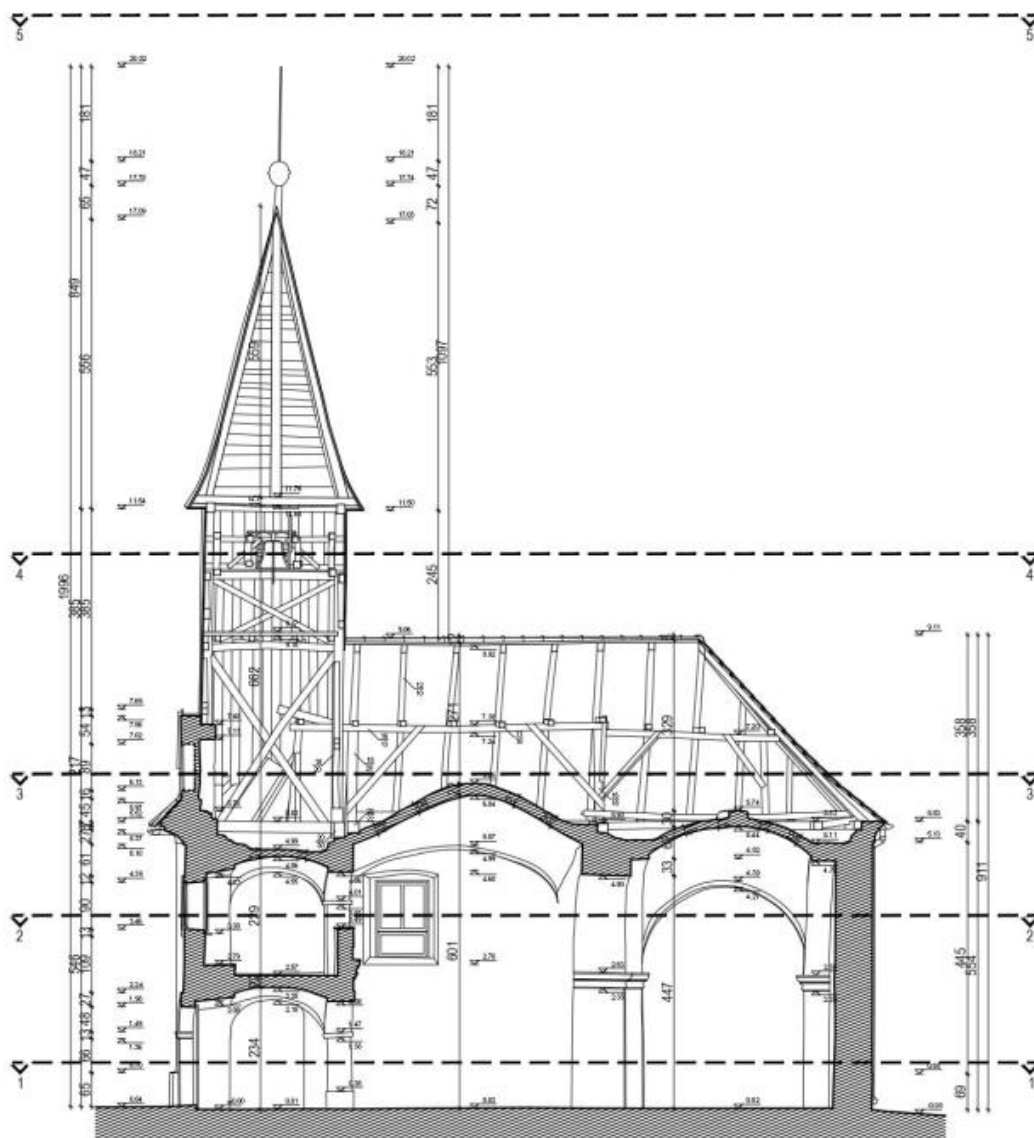
Slika 21: Tlocrt – razina 3 [4]



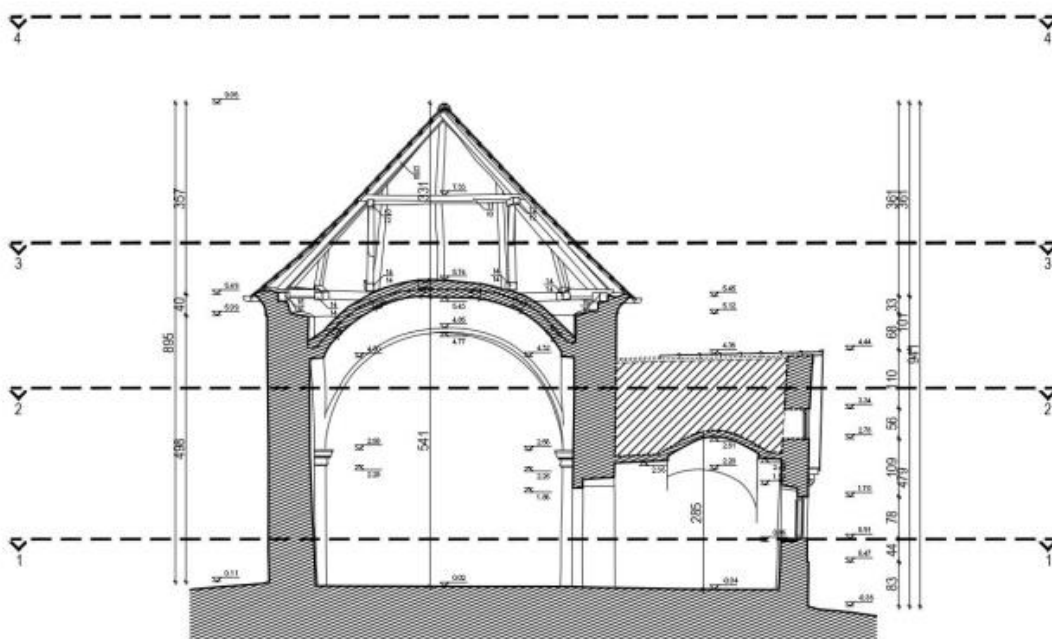
Slika 22: Tlocrt – razina 4 [4]



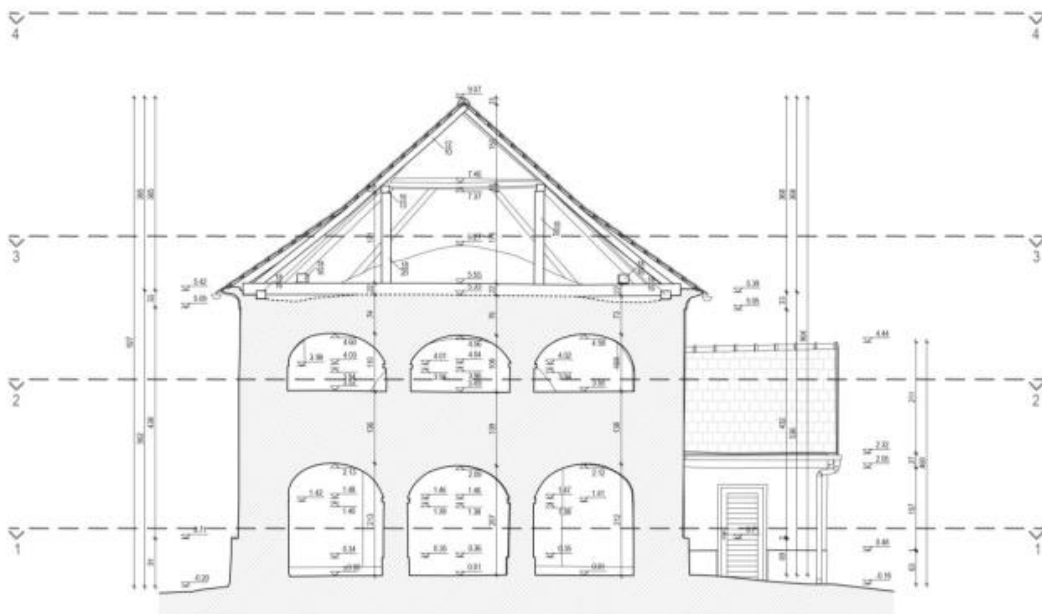
Slika 23: Tlocrt – razina 5 [4]



Slika 24: Presjek I-1 [4]

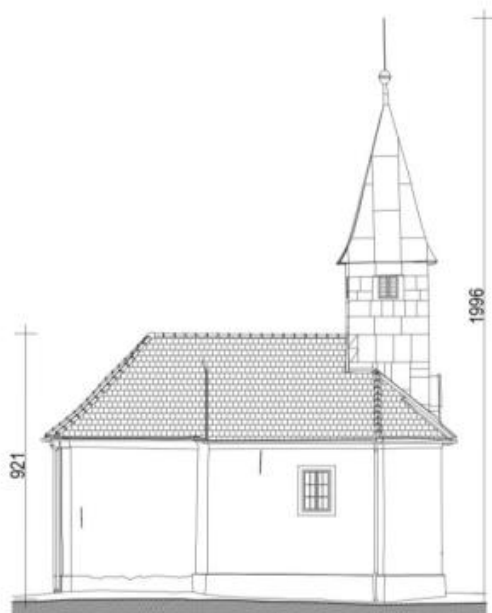


Slika 25: Presjek 2-2 [4]

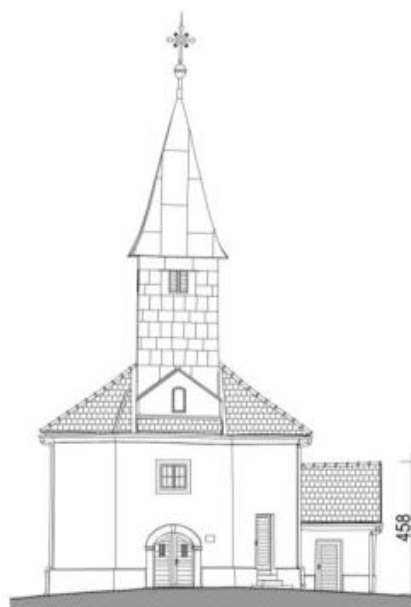


Slika 26: Presjek 3-3 [4]

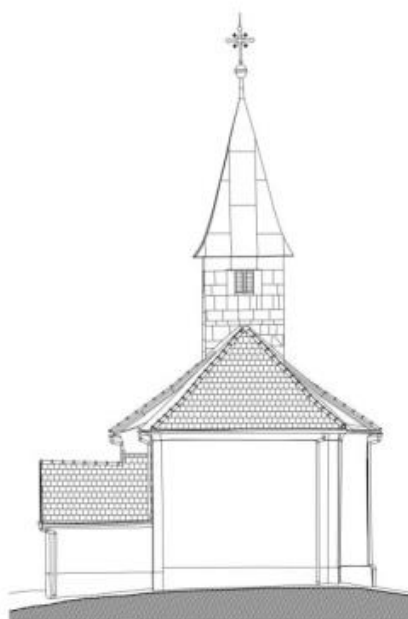
SJEVERNO PROČELJE



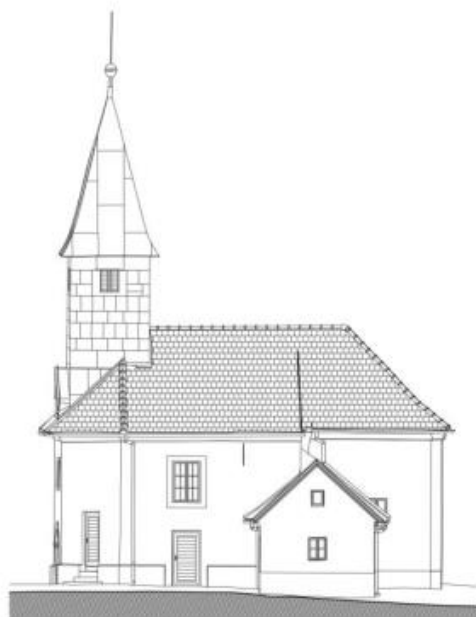
ZAPADNO PROČELJE



ISTOČNO PROČELJE



JUŽNO PROČELJE



Slika 27: Pročelja [4]

Fasadna boja na kapeli je oštećena sa svih strana. Na mnogim mjestima vidljiva je raspucanost i raslojavanje fasadne boje i žbuke, te potpuno otpadanje istih. Na sjevernom pročelju vidljive su rupe od otpadanja većih dijelova žbuke, dok su na ostalim pročeljima vidljive pukotine nad prozorima i vratima. Glavni ulaz je sa jugo – zapadne strane, te će se to pročelje dalje u tekstu spominjati kao zapadno pročelje. Najmanje oštećenja ima na istočnom pročelju (*Slika 28: Istočno pročelje*).



Slika 28: Istočno pročelje

(Izvor: vlastita fotografija autora)

Na vanjskoj strani svi zidovi kapele do visine vijenca fasadna boja i žbuka se osipaju, te su vidljive promjene boje. Možemo uočiti kako je sloj fasadne boje i žbuke napuhnut, pojavljuju se mrlje koje izgledaju kao lišajevi, raslojava se i odvaja od površine zida, te na kraju otpada (*Slika 29: Sjeverno (lijevo) i zapadno (desno) pročelje*). Navedena oštećenja najizraženija su na sjevernoj zapadnoj strani objekta, u cijeloj visini zida sve do krovnog vijenca. Uzrok navedenih oštećenja možemo pripisati kapilarnoj vlazi s obzirom da na građevini nije izvedena hidroizolacija te je time vodi iz tla omogućeno da se podiže kroz zidove. Tijekom godine voda u zidu mijenja svoja agregatna stanja koja za posljedicu imaju polagano razaranje konstrukcije, tj. raslojavanje zidova.



Slika 29: Sjeverno (lijevo) i zapadno (desno) pročelje

(Izvor: vlastita fotografija autora)

Vidljive su vertikalne pukotine nad kvadratno izvedenim prozorima sa obje strane crkve najjužnom, sjevernom i zapadnom pročelju (*Slika 30: Pukotine nad prozorima*). Na istočnom pročelju kapela nema prozora.



Slika 30: Pukotine nad prozorima
(Izvor: vlastita fotografija autora)

Na zapadnoj strani uz rub krovnih ploha, možemo uočiti promjenu boje koja je prouzročena vlagom. Na navedenim rubnim područjima krovne plohe nisu dovoljno napuštene pa tako oborinedjeluju direktno na zidne površine objekta (*Slika 31: Krovni vijenac na zapadnom pročelju*).



Slika 31: Krovni vijenac na zapadnom pročelju

(Izvor: vlastita fotografija autora)

Oko glavnih ulaznih vrata (*Slika 32: Ulazna vrata*), primjetne su pukotine, bubrenja prouzročena vlagom. Također su vidljive pukotine na rubovima vrata.

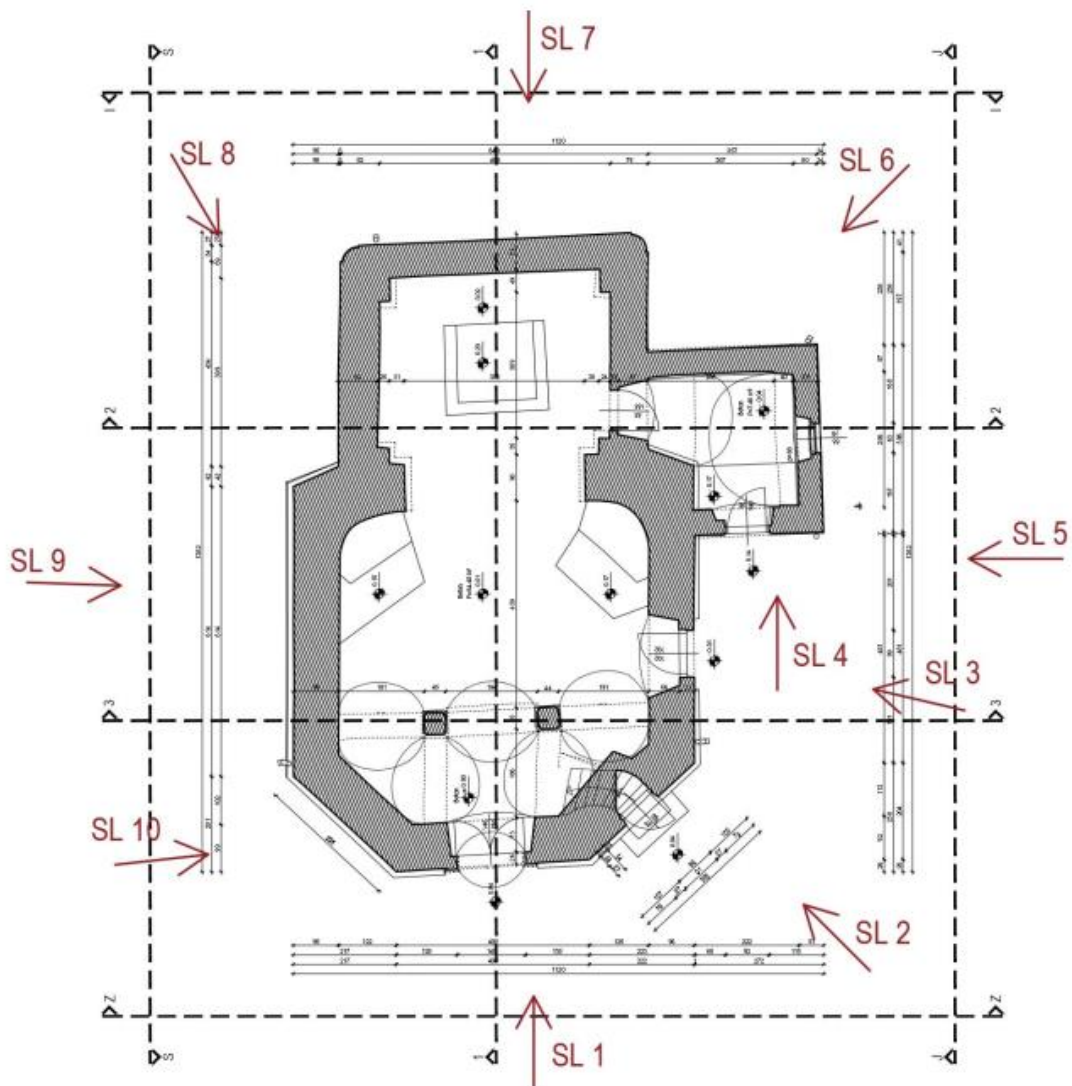


Slika 32: Ulazna vrata

(Izvor: vlastita fotografija autora)

4.3. Vanjska oštećenja i uzroci

- TLOCRT RAZINA 1 (fasada)





SL1



SL1



SL1



SL1



SL2



SL2



SL3



SL3



SL3



SL3



SL4



SL4



SL5



SL6



SL6



SL6



SL7



SL8



SL9



SL9



SL10

4.4. Unutarnja oštećenja i uzroci

Na unutarnjoj strani gotovo svih zidova u visini od oko 0,5 do 1,5 m se vidi kako je sloj boje napuhnut, raslojava se i odvaja od površine zida, a također su jasno vidljive i promjene boje. Oštećenja su najizraženija na sjevernom i zapadnom pročelju. Lijevo od svetišta su vidljiva velika oštećenja od kondenzirane vlage na zidu ispod križa (*Slika 33: Oštećenja zida ulaznog prostora*). Kondenzirana vlaga nastaje zbog loše izolacije i nedovoljnog prozračivanja tokom godina. Unutar crkve su još uočene pukotine uzrokovane potresom 29. prosinca 2020. godine u 12 sati i 19 minuta, s epicentrom 5 km jugozapadno od Petrinje na dubini 11.5 km, magnitude 6.2 prema Richteru (intenziteta u epicentru VIII-IX stupnjeva EMS ljestvice) (*Slika 35: Pukotine ispod prozora na sjevernom pročelju*).

Najmanje oštećenja je na južnom pročelju, u dijelu bočnog ulaza i sakristije. Kao i kod vanjske strane zidova, uzrok možemo pripisati kapilarnoj vlazi, te kondenziranoj vlazi na nekim dijelovima. Tijekom boravka u crkvi možemo osjetiti neugodan miris vlage.



Slika 33: Oštećenja zida ulaznog prostora

(Izvor: vlastita fotografija autora)



*Slika 34: Oštećenja zida na sjevernom pročelju
(Izvor: vlastita fotografija autora)*



*Slika 35: Pukotine ispod prozora na sjevernom pročelju
(Izvor: vlastita fotografija autora)*



Slika 36: Pukotine na sjevernom pročelju i stropu

(Izvor: vlastita fotografija autora)



Slika 37: Pukotine na središnjem luku

(Izvor: vlastita fotografija autora)



Slika 38: Pukotine ispod prozora na južnom pročelju

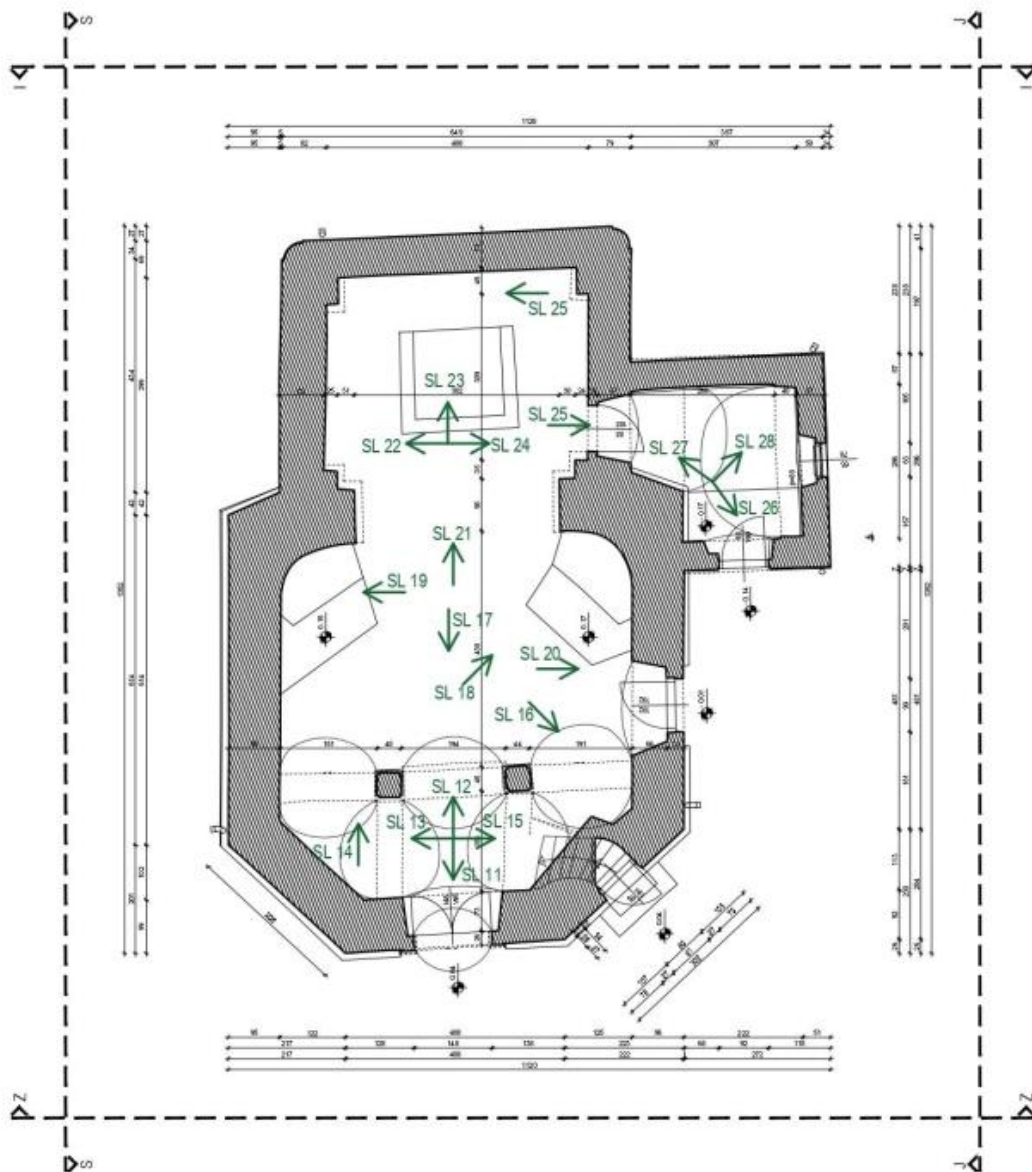
(Izvor: vlastita fotografija autora)



Slika 39: Pukotine na svodu ulaznog prostora

(Izvor: vlastita fotografija autora)

- TLOCRT RAZINE 1 (unutrašnjost)





SL11



SL12



SL13



SL14



SL14



SL15



SL16



SL16



SL17



SL17



SL18



SL19



SL20



SL21



SL21



SL22



SL22



SL23



SL24



SL25



SL25



SL26



SL26



SL27



SL27



SL27

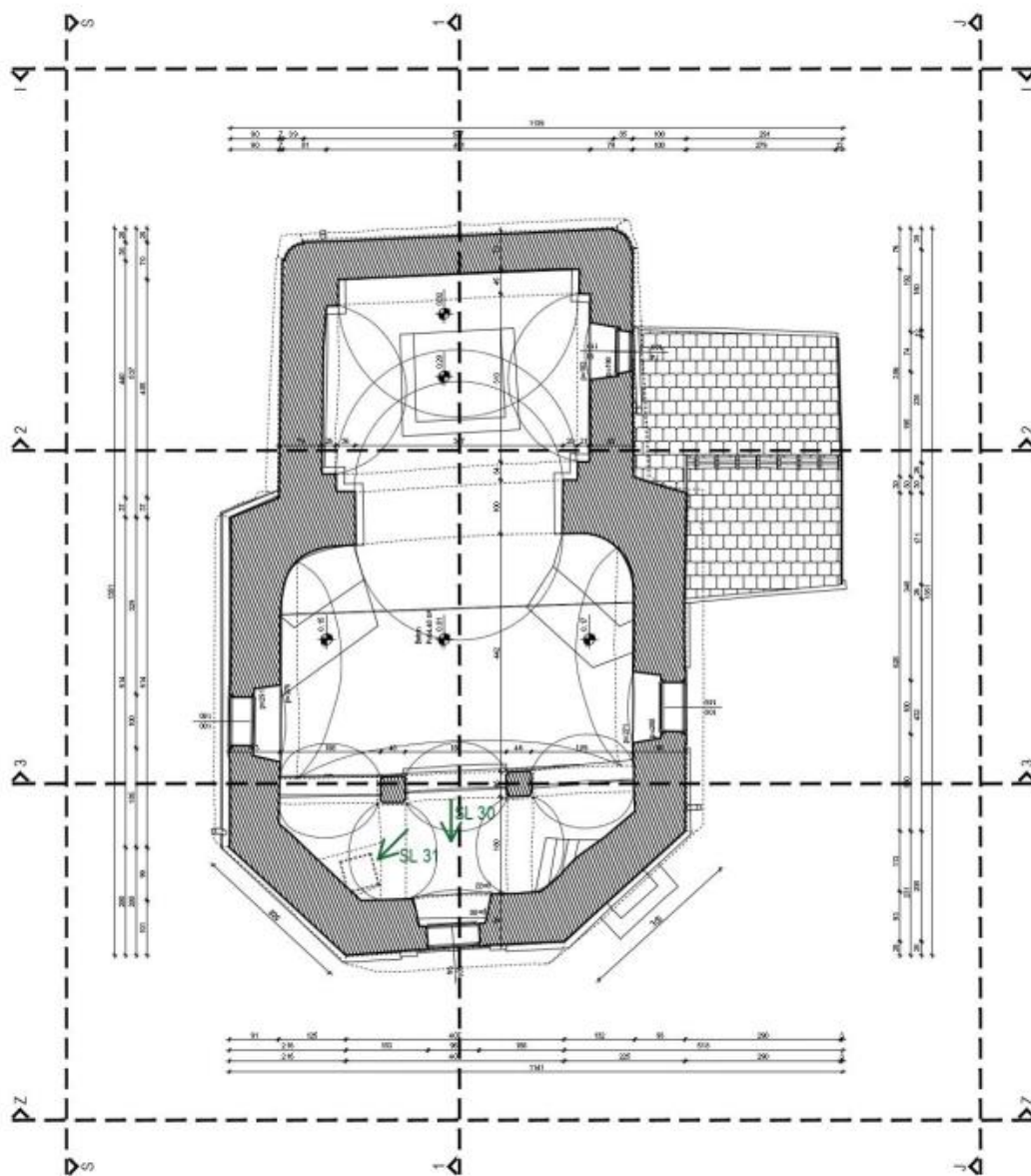


SL28



SL29

- TLOCRT RAZINE 2 (unutrašnjost)



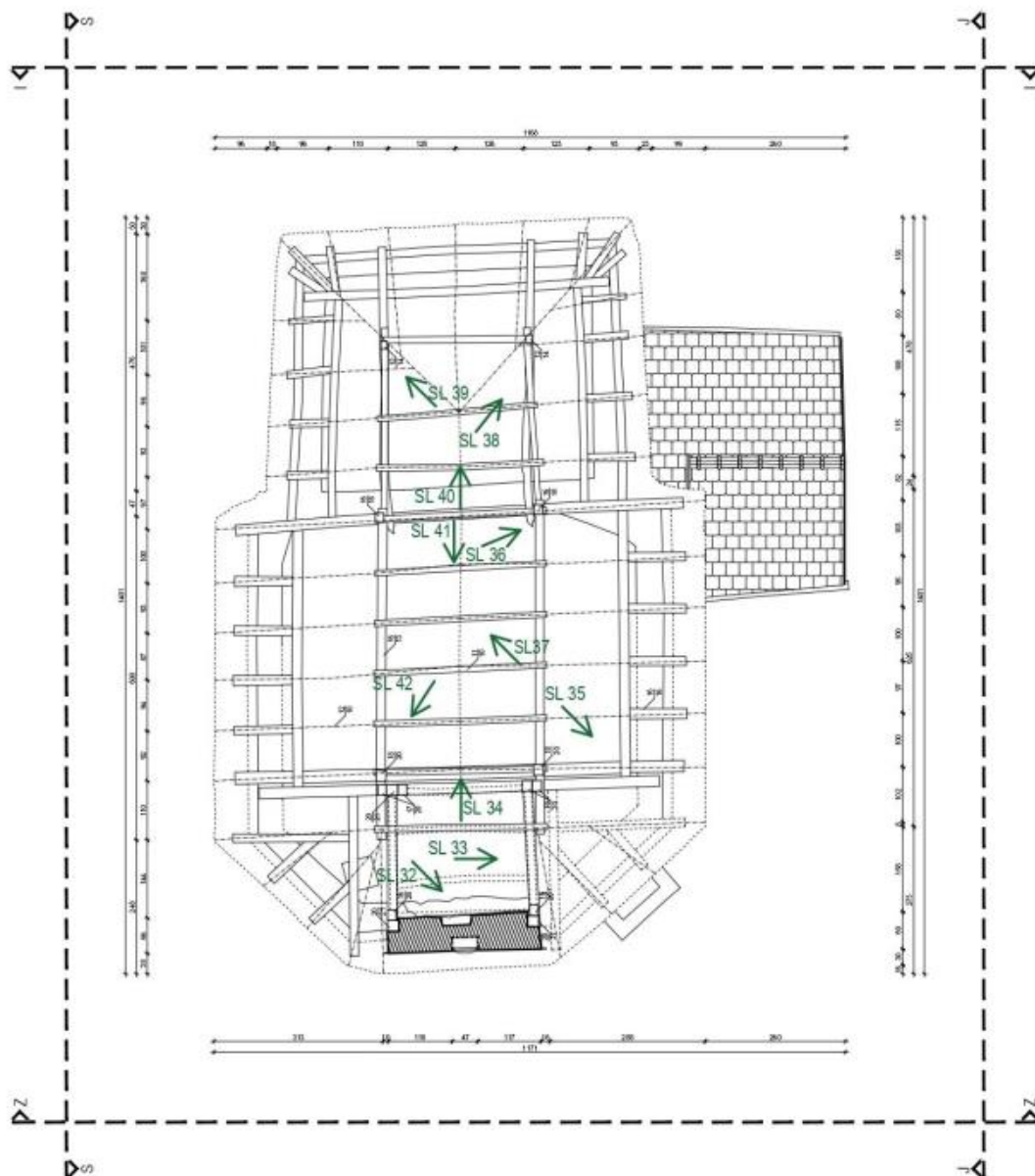


SL30



SL31

- TLOCRT RAZINE 3 (unutrašnjost)





SLIKA ULAZA U PROSTOR KROVIŠTA



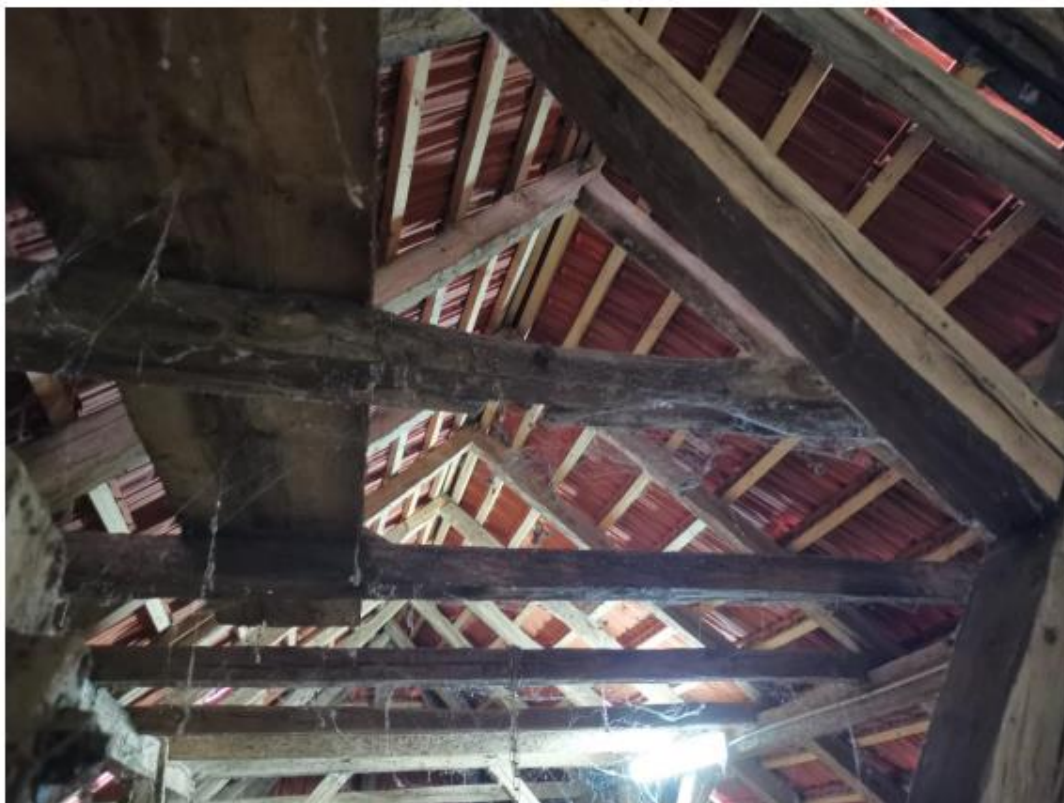
SL32



SL33



SL34



SL34



SL35



SL36



SL37



SL38



SL39



SL40



SL41



SL42



SLIKA KROVIŠTA



SLIKA NA GLAVNI SVOD



SLIKA NA SVOD IZNAD SVETIŠTA

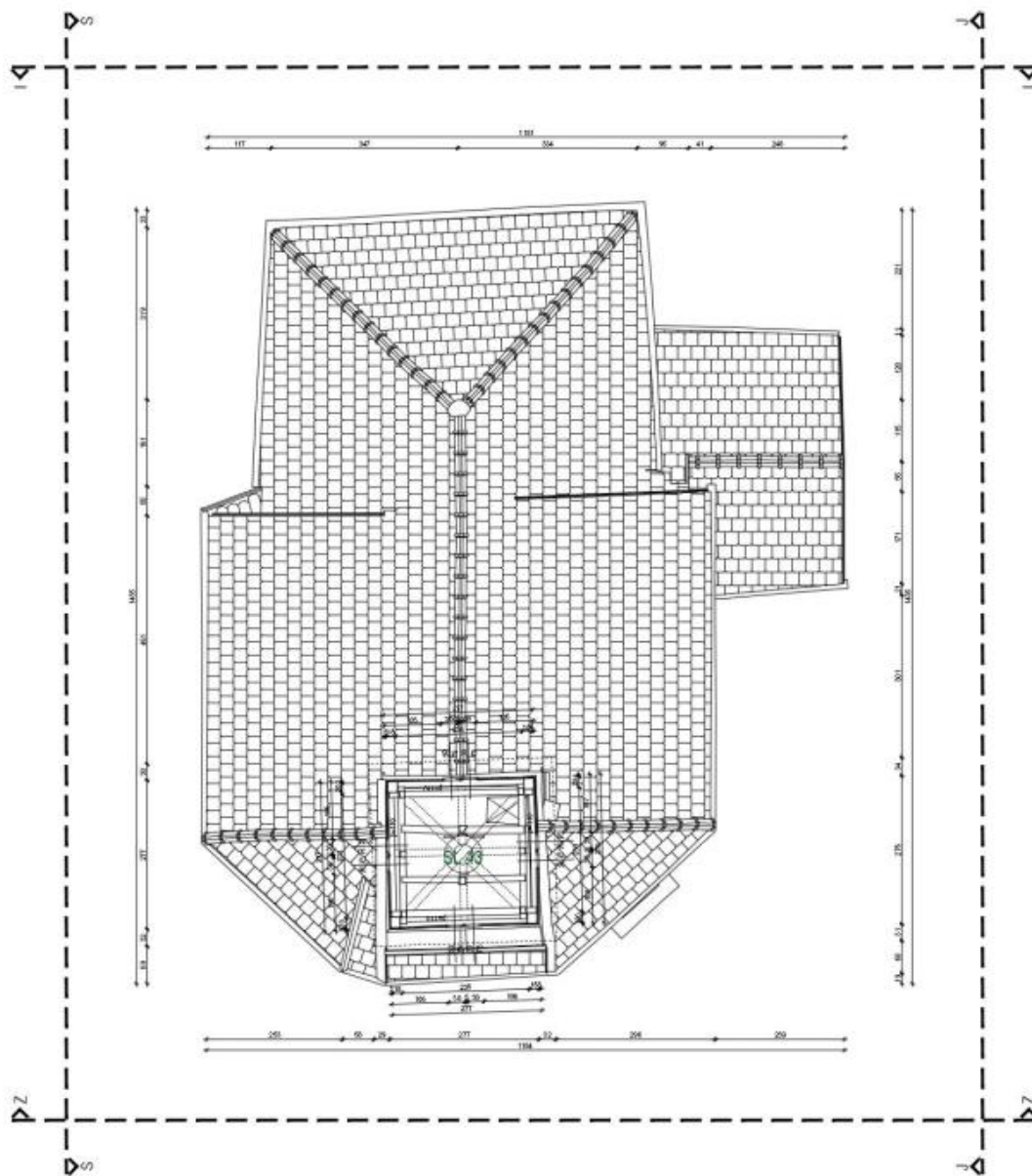


OSLABLJENI SPOJEVI DRVENE KROVNE KONSTRUKCIJE



POJAVA PUKOTINE OD 5cm U ZIDU – puknuće glavnog luka svetišta

- TLOCRT RAZINE 3 (unutrašnjost)





SL43



SL43



SL43



SL43



SL43

5. POTRESNA OTPORNOST – POSTOJEĆE STANJE

Građevina je u potresu pretrpjela znatna oštećenja, što je tijekom pregleda nakon potresa dokumentirano kroz fotodokumentaciju oštećenja. Ovakva oštećenja svakako su rezultat činjenice da je izvorna građevina građena u 18. st., kada se kod gradnje nije uzimalo u obzir djelovanje horizontalnih sila. Vidljive su pukotine na lukovima, svodovima i kupolama, pukotine u zidovima vidljive su s unutrašnje i vanjske strane crkve. Podnožje zidova neuspješno je sanirano od vlage te ona nije spriječena. Poseban problem predstavlja kapilarna vlaga temeljnih zidova i zidova u unutrašnjosti te poda (vidljiva je razlika u boji na kamenu).

Provedena su dva zasebna proračuna:

1. Proračun postojećeg stanja,
2. Proračun stanja nakon ojačanja.

Za proračun postojećeg stanja rađeni su proračuni prostornim modelima programom Tower.

Proračun postojećeg stanja rađen je zbog utvrđivanja nosivosti zgrade prije oštećenja, prvenstveno radi utvrđivanja maksimalne potresne sile koju zgrada može preuzeti u odnosu na 100% seizmičku nosivost prema trenutno važećim propisima HRN EN 1998, te u vezi s tim radi odabira mogućih načina ojačanja. Prilikom provjere nosivosti kod postojećeg stanja, uzete su u obzir pretpostavljene materijalne karakteristike neomeđenog zida, na osnovu vrijednosti preporučenih u literaturi. Seizmički proračun postojećeg stanja je kombinacija prostornog modela konstrukcije u Toweru. Zidovi od kamena (neomeđeno zide) su tablično dimenzionirani na sile izvađene iz 3D modela. Proračunom postojećeg stanja dobivena su prekoračenja posmične nosivosti zidova i preko 200 % što pokazuje da je nosivost postojeće konstrukcije na potres daleko ispod zadovoljavajuće. Budući da su se oštećenja dogodila u svim nadzemnim etažama, potrebno je izvesti konstruktivna ojačanja u svim etažama.

Proračun novog stanja nakon rekonstrukcije rađen je na prostornom modelu koji uključuje poboljšane karakteristike materijala uvjetovane radovima koji će se izvesti na građevini (injektiranjem). Injektiranjem zida poboljšavaju se ulazni vrijednosti postojećeg zida, a time ulazni podaci za proračun ojačanog stanja. Opće poboljšanje zida tornja koje se postiže injektiranjem je minimalno 28% prema članku: „Građevinar 8/2014, GRAĐEVINAR 66, DOI: 10.14256/JCE.1031.2014, Mojmir

Urenjek, Roko Žarnić, Violeta BokanBosiljkov. Korištene su sile iz istog modela kako bi se provjerila otpornost zidova sa povećanim vrijednostima materijala, te je su za iste vrijednosti dimenzionirane dodatne horizontalne čelične zatege. Prikazani su naponi na tlo i slijeganje s proširenim temeljima. Za proračun seizmičkog opterećenja uzet je u obzir faktor važnosti 1,2 za crkvu. Kontrolirani su pomaci od potresa.

Svim navedenim zahvatima ojačanja konstrukcije se povećava duktilnost konstrukcije. Na osnovu prakse na sličnim projektima, te dostupne nam literature možemo povećati faktor ponašanja s 1,5 za postojeće stanje na 2,0 za novo stanje čime se dobije smanjenje potresne sile uz ojačanu duktilniju konstrukciju.

Svi armiranobetonski elementi su projektirani razreda betona C25/30 to:

- C25/30 – armiranobetonske temeljne trake;
- C25/30 – armiranobetonski horizontalni serklaž;
- C25/30 – armiranobetonska tlačna ploča;

Svi elementi se armiraju mrežastom armaturom i rebrastim šipkama kvalitete B500B.

Razredi izloženosti betona detaljnije su opisani u Programu kontrole i osiguranja kvalitete.

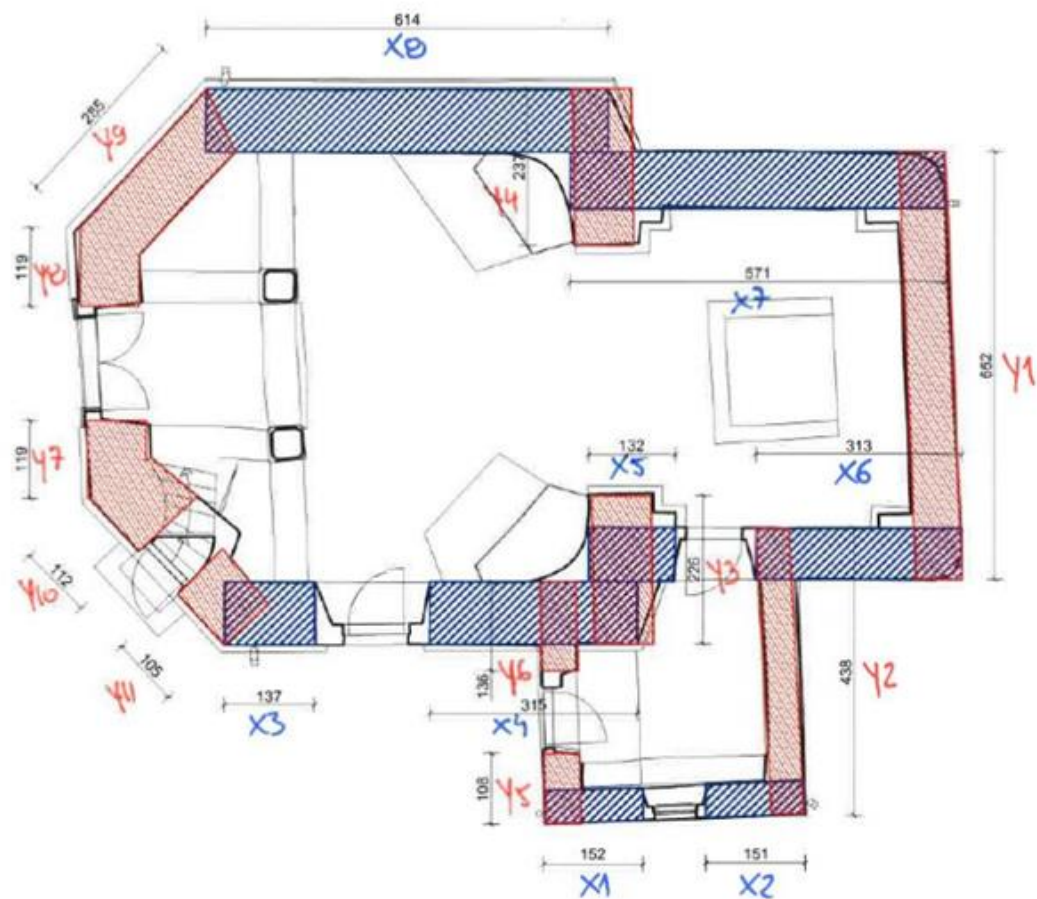
Zaštitni slojevi po elementima:

- temeljna traka – zaštitni sloj je 4,0 cm;
- armiranobetonski horizontalni serklaž– zaštitni sloj je 3,0 cm;
- armiranobetonska tlačna ploča – zaštitni sloj je 3,0 cm.

Prilikom izvođenja svi ugrađeni materijali nosivih elemenata morati će odgovarati važećim standardima, a kvaliteta će morati biti dokazana atestima. Kontrola kvalitete ugrađenog betona morati će se vršiti prema važećim propisima, te programu izrađenom od strane izvođača – ispitivanjem betonskih kocki – odnosno u skladu s odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.

5.1. DISPOZICIJA NOSIVIH ZIDANIH ZIDOVA

DISPOZICIJA ZIDOVA



	UDIO POTRESNIH ZIDOVA - X SMJER = 18,30%
	UDIO POTRESNIH ZIDOVA - Y SMJER = 16,85%

5.2. ULAZNI PARAMETRI ZA PRELIMINARNI PRORAČUN

Po MSC skali građevina je smještena u osmoj zoni.



Proračunsko ubrzanje tla:

$T_p = 95$ godina: $a_g = 0,106$ g
 $T_p = 225$ godina: $a_g = 0,154$ g
 $T_p = 475$ godina: $a_g = 0,215$ g

Uzeto tlo je pretpostavljeno - klasa C.

Preliminarni proračuni su provedeni za povratni period od 475, 225 i 95 g.

Na temelju podataka iz literature te do sada provedenih istražnih radova u proračun su uzeti pretpostavljeni ulazni parametri u smislu čvrstoće i kvalitete zidanog zida:

modul posmičika za seizmičku	$G = E/6 = 200$	N/mm^2	$20,00$	kN/cm^2	$2,00E+05$	(tbl. 3.10 "Z. Sorić")
modul elastičnosti	$E = 1200$	N/mm^2	$=$	$120,0$	kN/cm^2	$1,20E+06$
površina zida	$A = dkL$					$G/E = 0,167$
specifična težina zida	$g = 23$	kN/m^3				
karakteristična tlačna čvrstoća	$f_{kd} = 0,1$	N/mm^2	$=$	$0,01$	kN/cm^2	(tbl. 3.8 "Z. Sorić")
MORT M1,0	$f_m = 1,00$	N/mm^2	$=$	$0,10$	kN/cm^2	(tbl. 2.7 "Z. Sorić")
- Slijubnice m orta m oraju u potpunosti ispunjene biti ispunjene! (horizontalne i vertikalne) (tbl. 3.10 "Z. Sorić")						
ZIDNI ELEMENTI Grupa 2a	$K = 0,45$					("Z. Sorić" str. 65)
	$f_d = 10$	N/mm^2	$=$	$1,00$	kN/cm^2	
karakteristična tlačna čvrstoća:	$f_k = K \times f_d^{0,85} \times f_m^{0,25}$		$=$	$f_k = 0,253$	kN/cm^2	
karakteristična posmična čvrstoća zida:	$f_{vk} = 0,065 f_d$		$=$	$f_{vk} = 0,065$	kN/cm^2	

Kategorija proizvodnje zidnih blokova: II
Srednja je vrijednost tlačne čvrstoće sukladna s izjavom u skladu s odg. normom ali dodatni zahtjevi za I. razred nisu ispunjeni.

Razred izvedbe: 3
Izvođač: ugrađuje sam o materijale koji imaju ispravno sukladnosti

(razred izvedbe) Mort: bilo koji mort
Zidni elementi II kategorije i bilo koji mort

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za svojstva materijala γ_M :
(HRN EN 1996 tbl. 2.4.3 (HR))

γ_M	MORT	RAZRED IZVEDBE		
		1	2	3
	PROJEKTIRAN MORT	1,5	2,0	2,5
	MORT ZADANO SASTAVA	1,7	2,2	2,7
	MORT RASPUKAN	2,0	2,5	3,0

očitano za stalna i promijenjiva djelovanja:
 $\gamma_M = 3,0$

Parcijalni koeficijent sigurnosti za zide (izvanredna djelovanja)
(HRN EN 1998)

γ_M	MORT	RAZRED IZVEDBE		
		1	2	3
	PROJEKTIRAN MORT	1,5	1,5	1,7
	MORT ZADANO SASTAVA	1,5	1,5	1,8
	MORT RASPUKAN	1,5	1,7	2,0

očitano za izvanredna djelovanja:
 $\gamma_M = 2,0$

Razina znanja (prema 3.3. HRN EN 1998-3:2011):
R22 čem u odgovara faktor povjerenja: $FP_{R22} = 1,20$

Budući da je istražnim radovima dobiven modul elastičnosti zida cca 2080 N/mm², uzeti su manje vrijednosti zida jer je isti raspucan. Također istražnim radovima je dobivena srednja posmična čvrstoća zida cca 0,15 N/mm², uzeta je manja vrijednost jer je zid raspucan.

5.2.1. ULAZNI PODACI – MODEL KONSTRUKCIJE

Skema mreža

Naziv	x [m]	y [m]
	4.20	0.60
	5.60	0.60
	7.00	0.50
	4.50	0.30
	4.20	1.40
	2.80	0.20
	2.60	0.20
	2.40	1.40
	0.00	

Tablica materijala

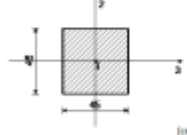
No	Naziv materijala	E [N/m ²]	μ	ν [N/m ²]	α [°C]	Em [N/m ²]	μ
1	Kamen	4.000e+5	0.20	23.00	1.000e-5	1.200e+6	0.20
2	Stara opeka	8.000e+5	0.20	19.00	1.000e-5	8.000e+5	0.20
3	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Detalji ploče

No	d [m]	e [m]	Materijal	Tip proračuna	Osnovna	E [N/m ²]	G [N/m ²]	α
+1*	0.900	0.450	1	Opeka-filozovi	Anizotropna	4.000e+5	3.000e+5	90.0 0
ST: Em x 0.5, E x 0.5, ν x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, ν x 1;								
+2*	0.700	0.350	1	Opeka-filozovi	Anizotropna	4.000e+5	3.000e+5	90.0 0
ST: Em x 0.5, E x 0.5, ν x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, ν x 1;								
+3*	0.500	0.250	1	Opeka-filozovi	Anizotropna	4.000e+5	3.000e+5	90.0 0
ST: Em x 0.5, E x 0.5, ν x 1; SE: Em x 0.5, E x 0.5, ν x 1;								
+4*	0.600	0.450	1	Opeka-filozovi	Anizotropna	4.000e+5	3.000e+5	90.0 0
ST: Em x 0.1, E x 0.1, ν x 1; SE: Em x 0.1, E x 0.1, ν x 1;								
+5*	0.500	0.250	1	Opeka-filozovi	Anizotropna	4.000e+5	3.000e+5	90.0 0
ST: Em x 0.1, E x 0.1, ν x 1; SE: Em x 0.1, E x 0.1, ν x 1;								
+6*	0.700	0.350	1	Opeka-filozovi	Anizotropna	4.000e+5	3.000e+5	90.0 0
ST: Em x 0.1, E x 0.1, ν x 1; SE: Em x 0.1, E x 0.1, ν x 1;								
+7*	0.450	0.225	2	Opeka-filozovi	Izotropna			
+8*	0.300	0.150	2	Opeka-filozovi	Izotropna			
+9*	0.300	0.150	2	Opeka-filozovi	Izotropna			
+10*	0.150	0.075	2	Opeka-filozovi	Izotropna			
+11*	0.300	0.150	2	Opeka-filozovi	Izotropna			
+12*	0.300	0.150	2	Opeka-filozovi	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
+13*	0.150	0.075	2	Opeka-filozovi	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00

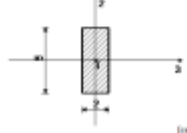
Detalji zidova

Det 1: Presjek: 01/04/SHS, Fiksna aneandrom:



Mat.	A1	A2	A3	B1	B2	B3
2 - Stara opeka	2.025e-1	1.688e-1	1.688e-1	5.775e-3	3.417e-3	3.417e-3

Det 2: Presjek: 01/04/SHS, Fiksna aneandrom:



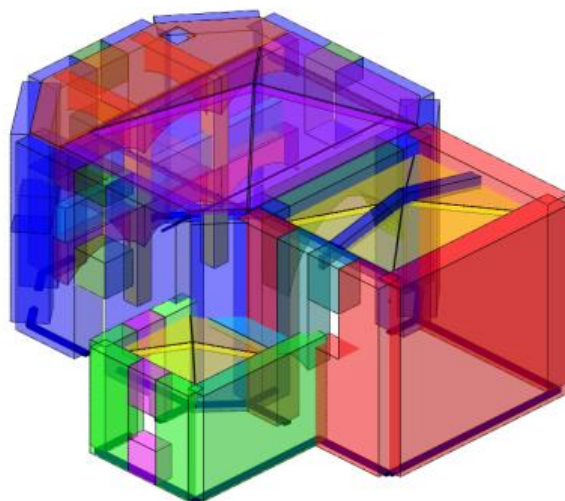
Mat.	A1	A2	A3	B1	B2	B3
3 - Čelik	1.000e-3	8.333e-4	8.333e-4	9.981e-8	3.333e-8	2.083e-7

Detalji limskih iszapera

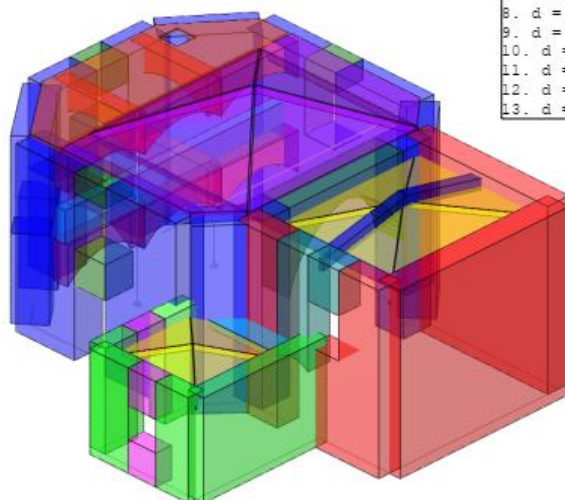
Set	K _{R1}	K _{R2}	K _{R3}	K _{M1}	T ₀ [m]
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		

Detalji točkastih iszapera

Set	K _{R1}	K _{R2}	K _{R3}	K _{M1}	K _{M2}	K _{M3}
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

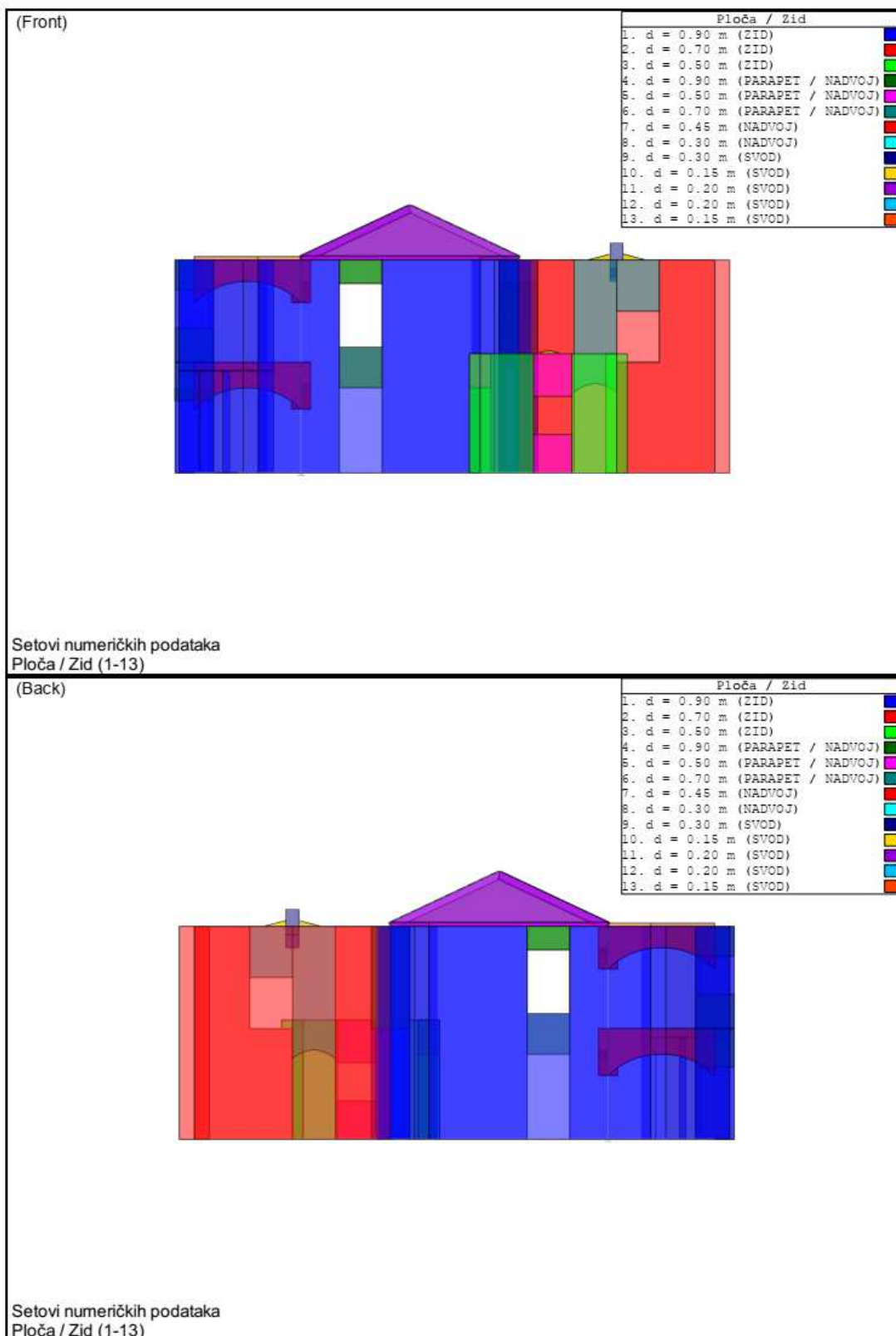


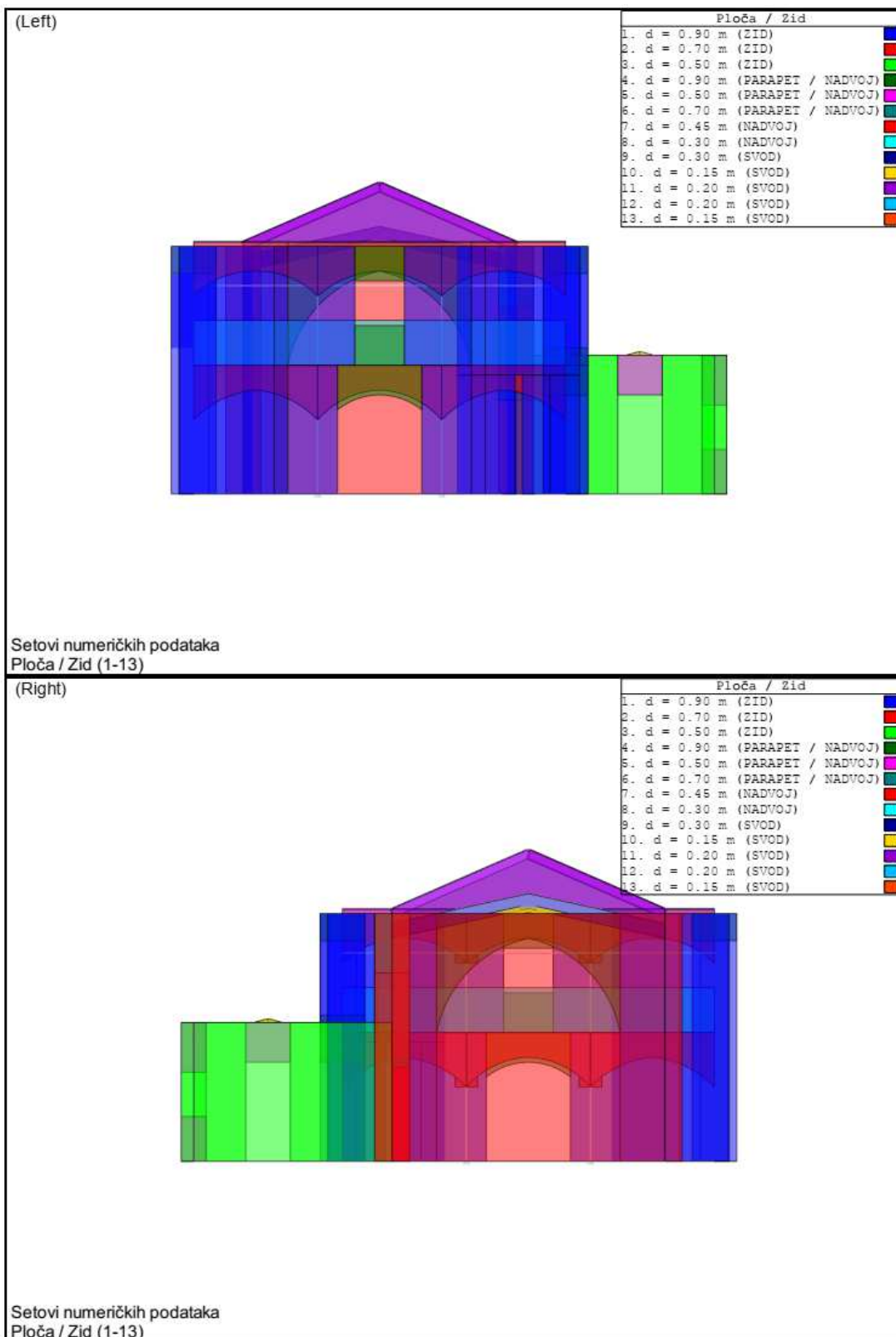
Izometrija

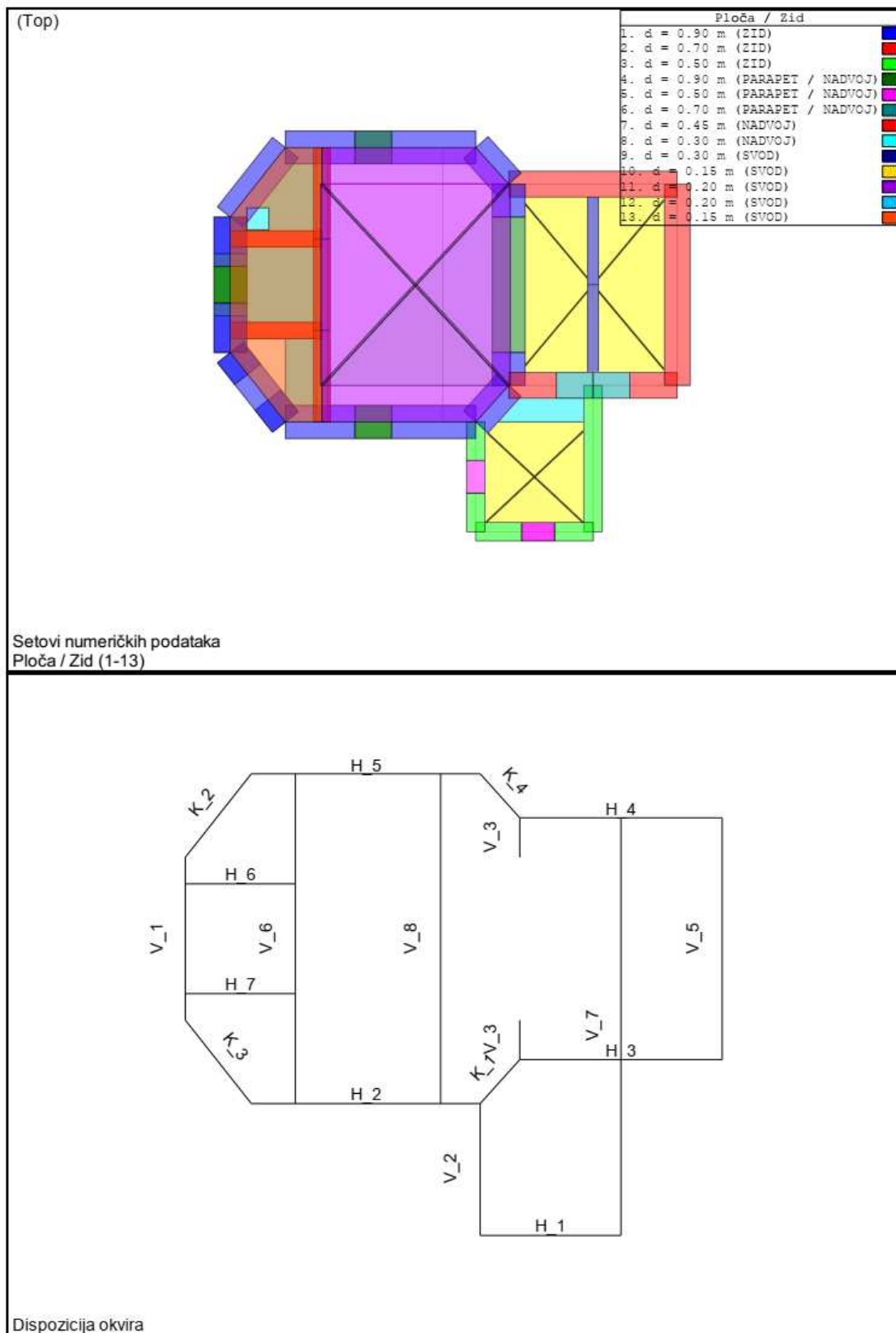


Ploča / Zid	
1.	d = 0.90 m (ZID)
2.	d = 0.70 m (ZID)
3.	d = 0.50 m (ZID)
4.	d = 0.90 m (PARAPET / NADVOJ)
5.	d = 0.50 m (PARAPET / NADVOJ)
6.	d = 0.70 m (PARAPET / NADVOJ)
7.	d = 0.45 m (NADVOJ)
8.	d = 0.30 m (NADVOJ)
9.	d = 0.30 m (SVOD)
10.	d = 0.15 m (SVOD)
11.	d = 0.20 m (SVOD)
12.	d = 0.20 m (SVOD)
13.	d = 0.15 m (SVOD)

Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-13)







5.2.2. 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 (g)	1.00
2	korisno	0.30

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
	5.00	5.85	-3.76	166.28	6.69
	2.80	5.30	-5.66	94.32	
	2.80	4.11	-4.43	31.33	2.31
	2.40	5.69	-5.25	109.38	39.78
	0.00	6.60	-4.27	93.22	
Ukupno:	2.91	5.74	-4.59	494.53	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
	5.00	7.58	-2.97
	2.80	6.22	-1.35
	2.80	7.33	-1.54
	2.40	8.99	-1.83
	0.00	10.51	-1.38

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	5.00	1.73	0.79
	2.80	0.92	4.32
	2.80	3.22	2.89
	2.40	3.31	3.42
	0.00	3.91	2.89

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.2210	4.5248
2	0.1799	5.5589
3	0.1490	6.7133
4	0.1353	7.3901
5	0.1209	8.2748
6	0.1070	9.3500
7	0.1042	9.5963
8	0.0999	10.0125
9	0.0958	10.4558

5.2.2.1. POVRATNI PERIOD 475 g. – SEIZMIČKI PRORAČUN, POMACI I PROGIBI, UTJECAJ U ZIDOVIMA

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998) (Metoda poprečnih sila)

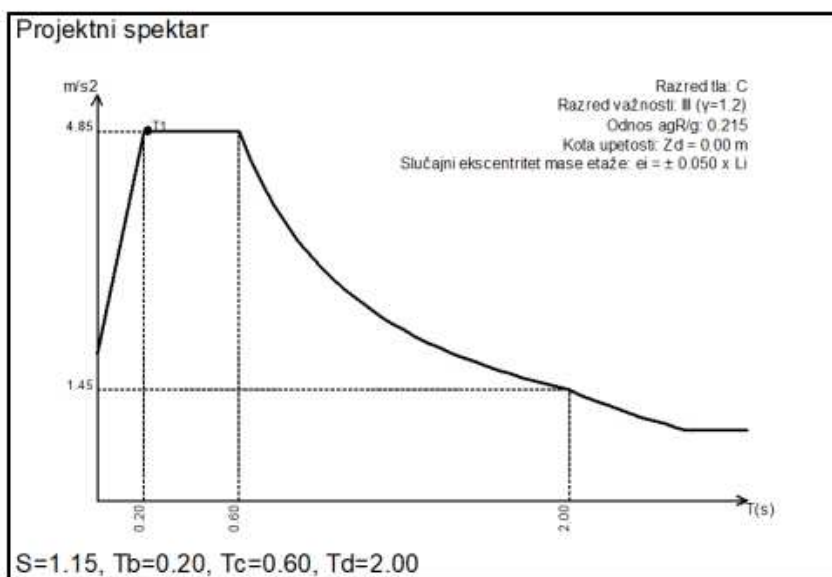
Razred tla:	C
Razred važnosti:	III ($\gamma=1.2$)
Odnos agR/g :	0.215
Kota upetosti:	$Z_d = 0.00$ m
Slučajni ekscentritet mase etaže:	$e_i = \pm 0.050 \times L_i$

Kut djelovanja potresa:

Naziv	T (sec)	α [°]	Faktor P.
sx	0.221	0.00	1.50
sy	0.180	90.00	1.50

Tip spektra

Naziv	S	T _b	T _c	T _d	avg/ag
sx	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
sy	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000



Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sx (+e, -e))

Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.60	0.00
	5.00	982.11
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	305.62
	2.60	94.27
	2.40	303.80
	0.00	0.00
	$\Sigma=$	1665.8

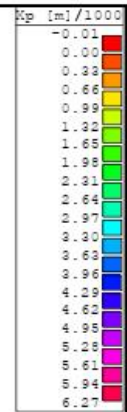
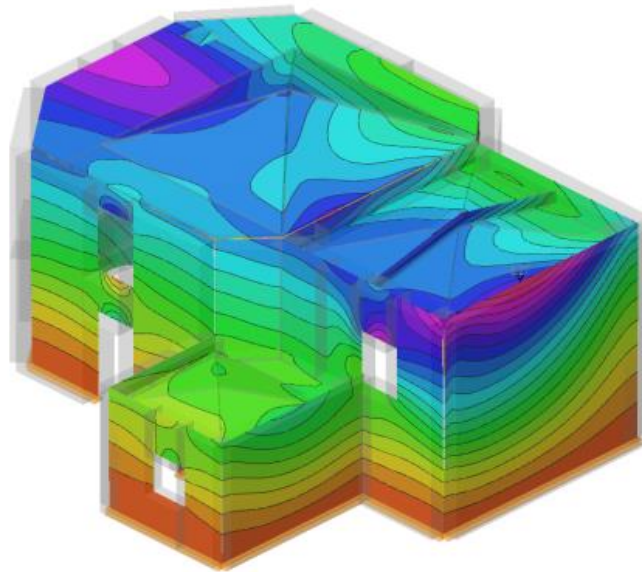
Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sy (+e, -e))

Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.60	0.00
	5.00	904.07
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	287.19
	2.60	88.58
	2.40	285.47
	0.00	0.00
	$\Sigma=$	1565.3

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
	5.00	5.95	-3.76	188.28	6.69
	2.80	5.30	-5.66	94.32	
	2.60	4.11	-4.43	31.33	2.31
	2.40	5.69	-5.25	109.38	39.78
	0.00	6.60	-4.27	93.22	
Ukupno:	2.91	5.74	-4.59	494.53	

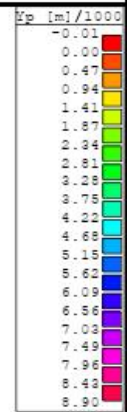
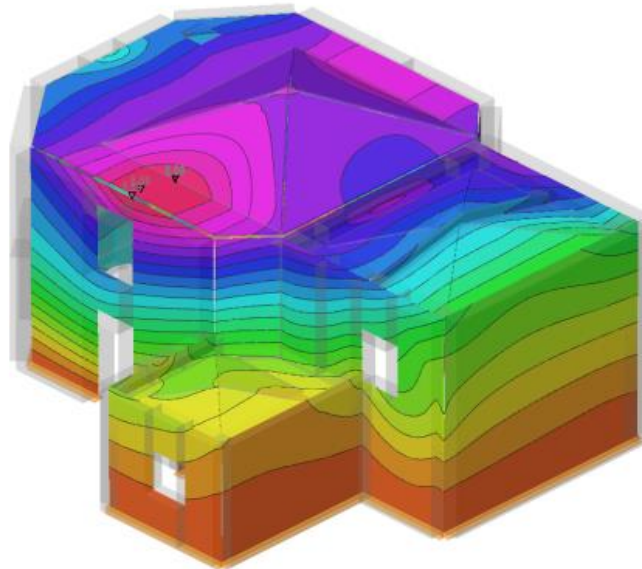
Opt. 18: I+VII



Izometrija

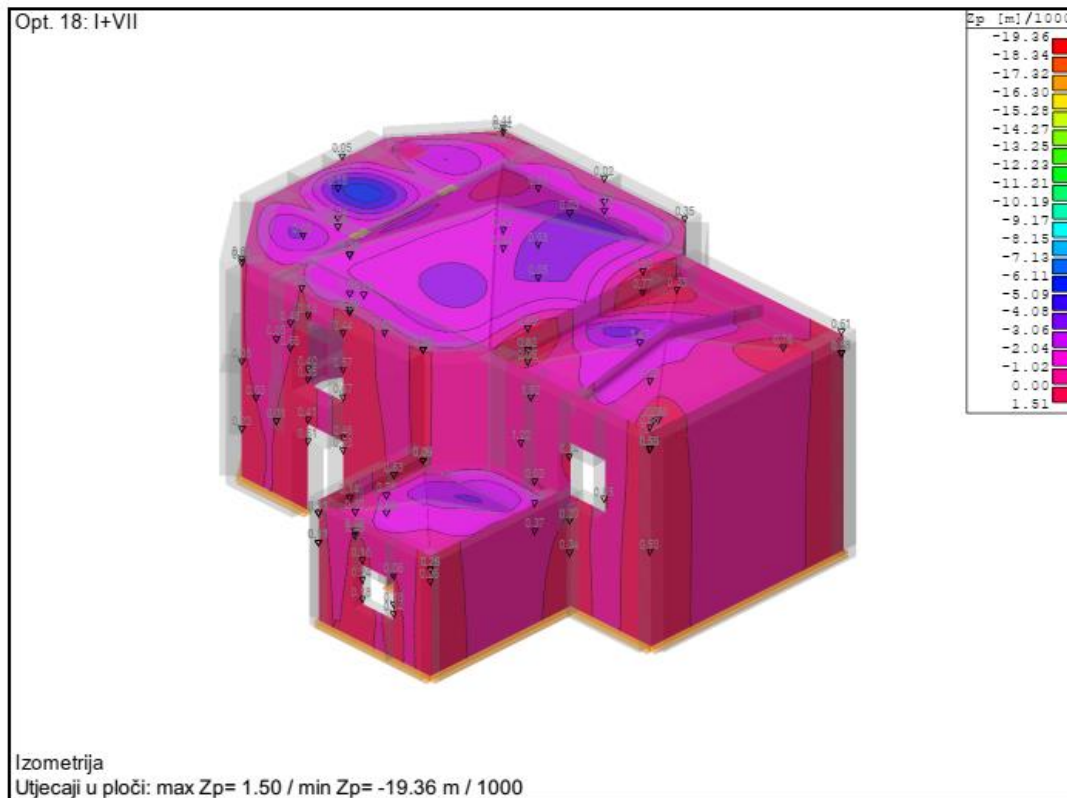
Utjecaji u ploči: max X_p = 6.27 / min X_p = -0.00 m / 1000

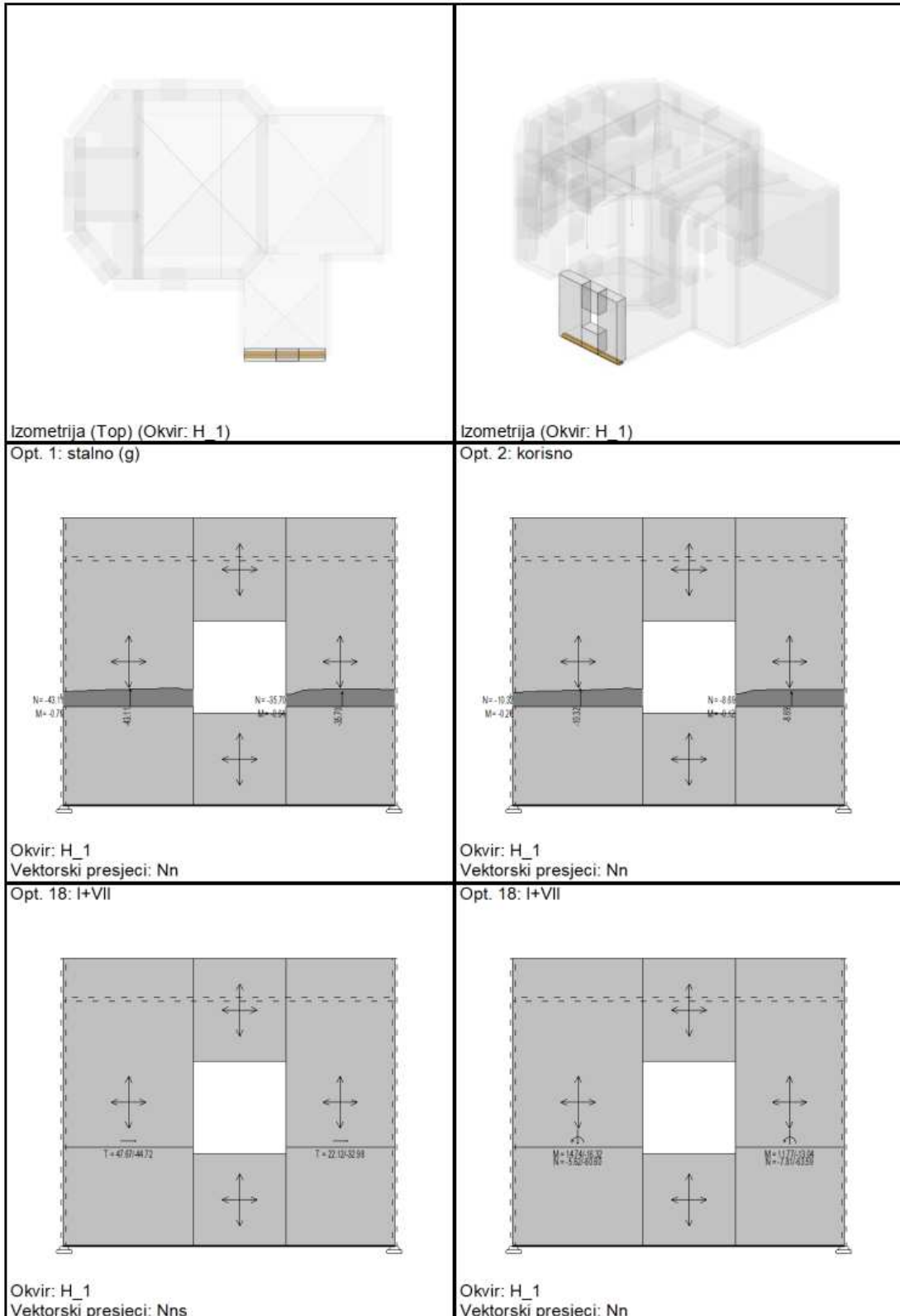
Opt. 18: I+VII

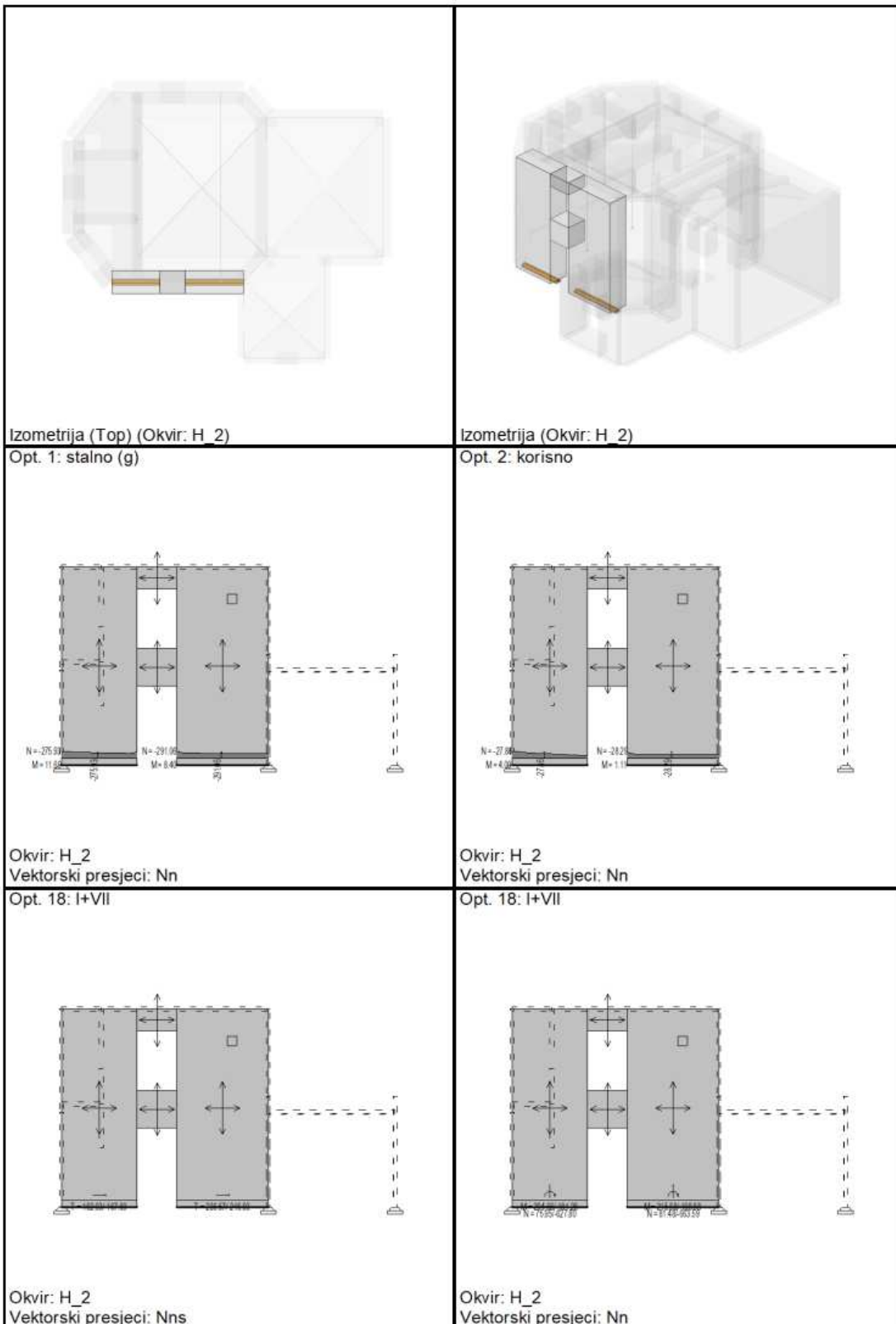


Izometrija

Utjecaji u ploči: max Y_p = 8.89 / min Y_p = -0.00 m / 1000

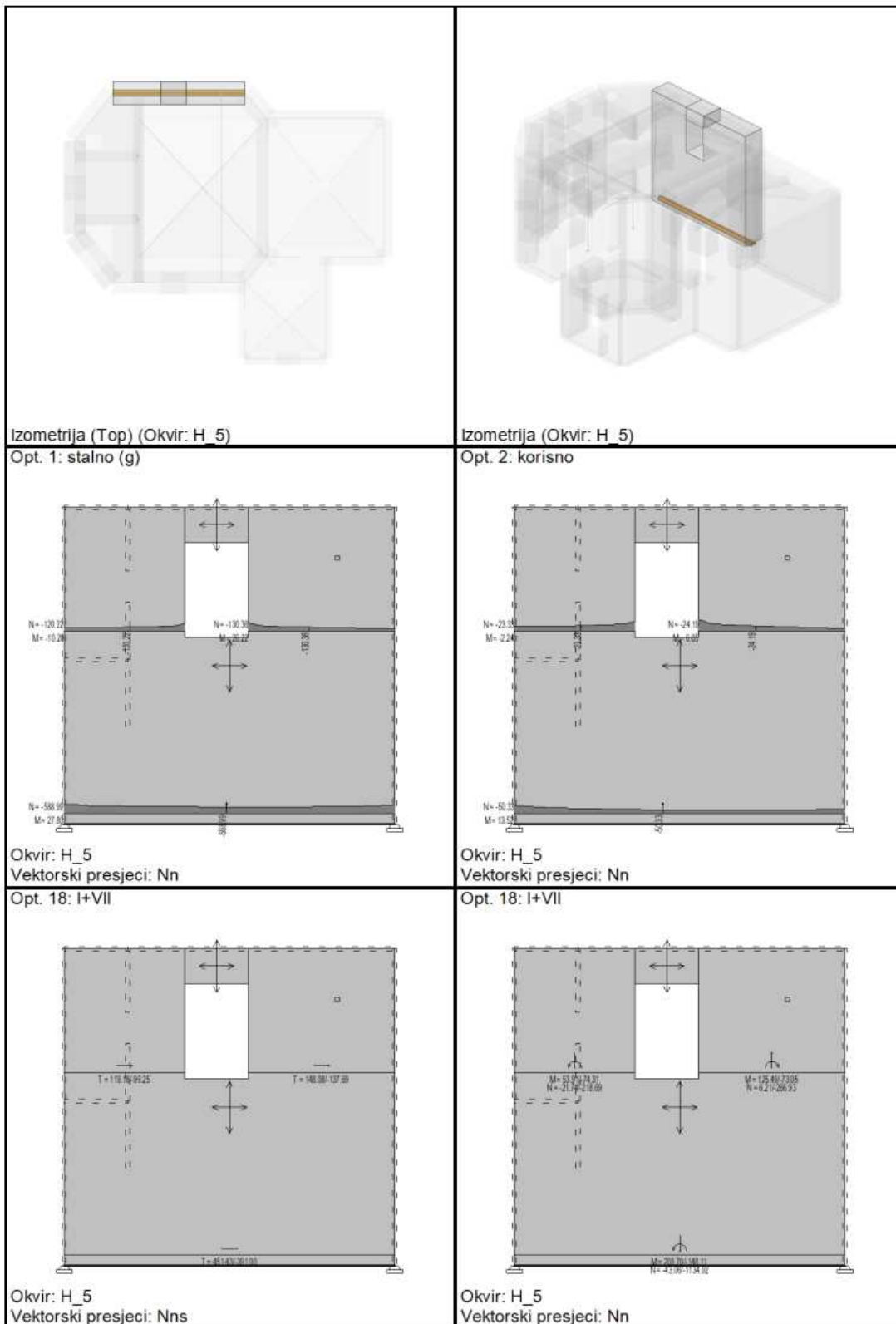


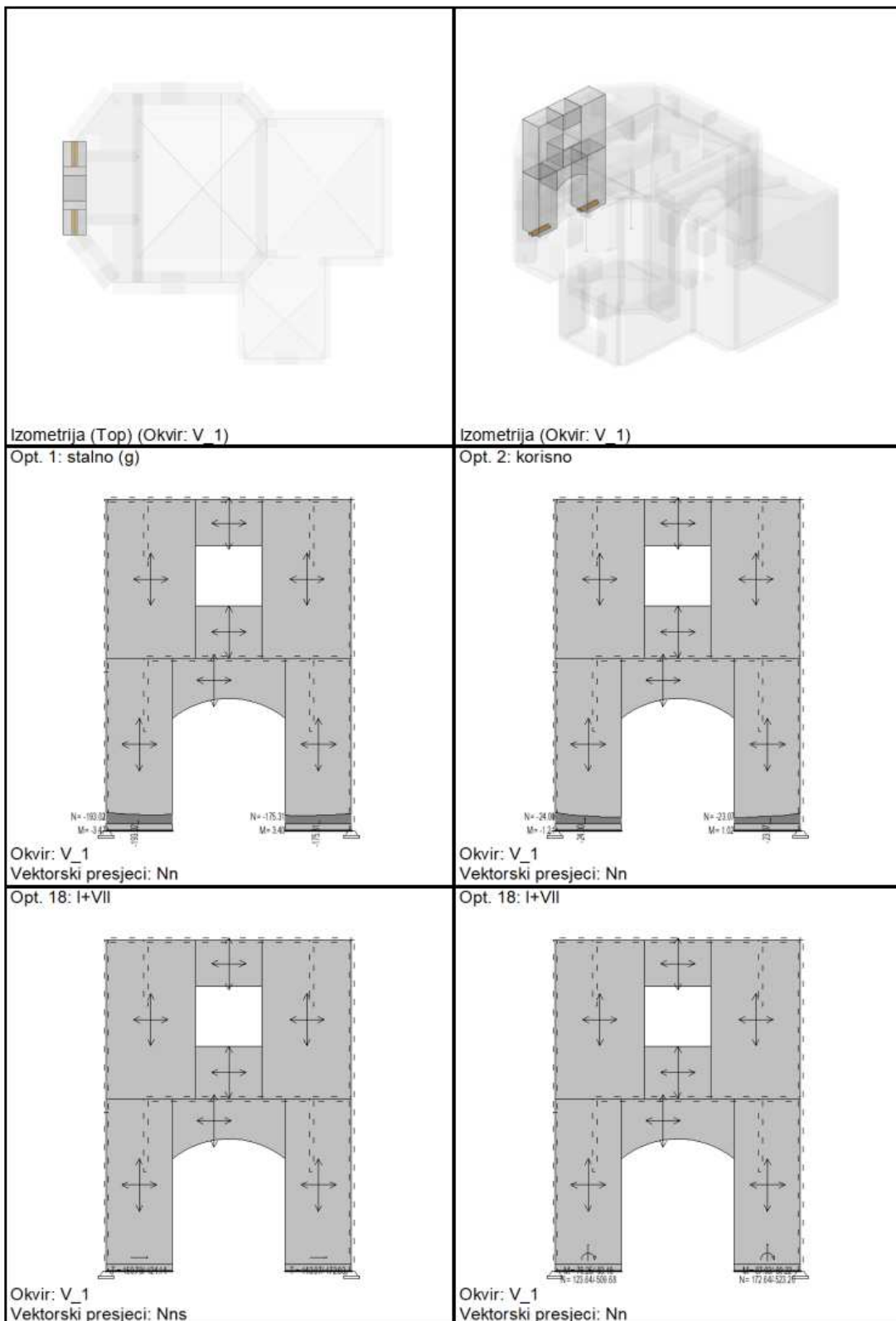


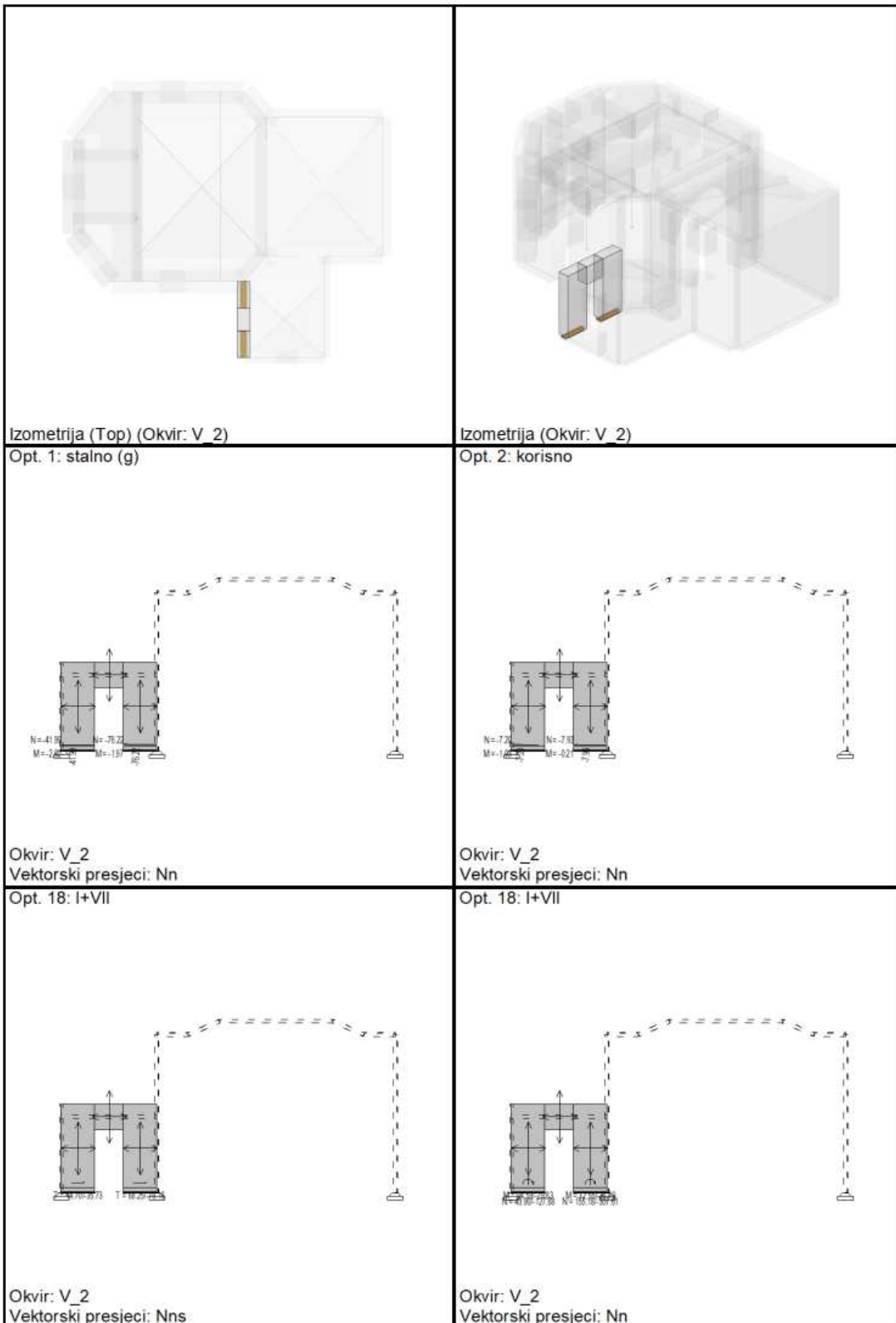


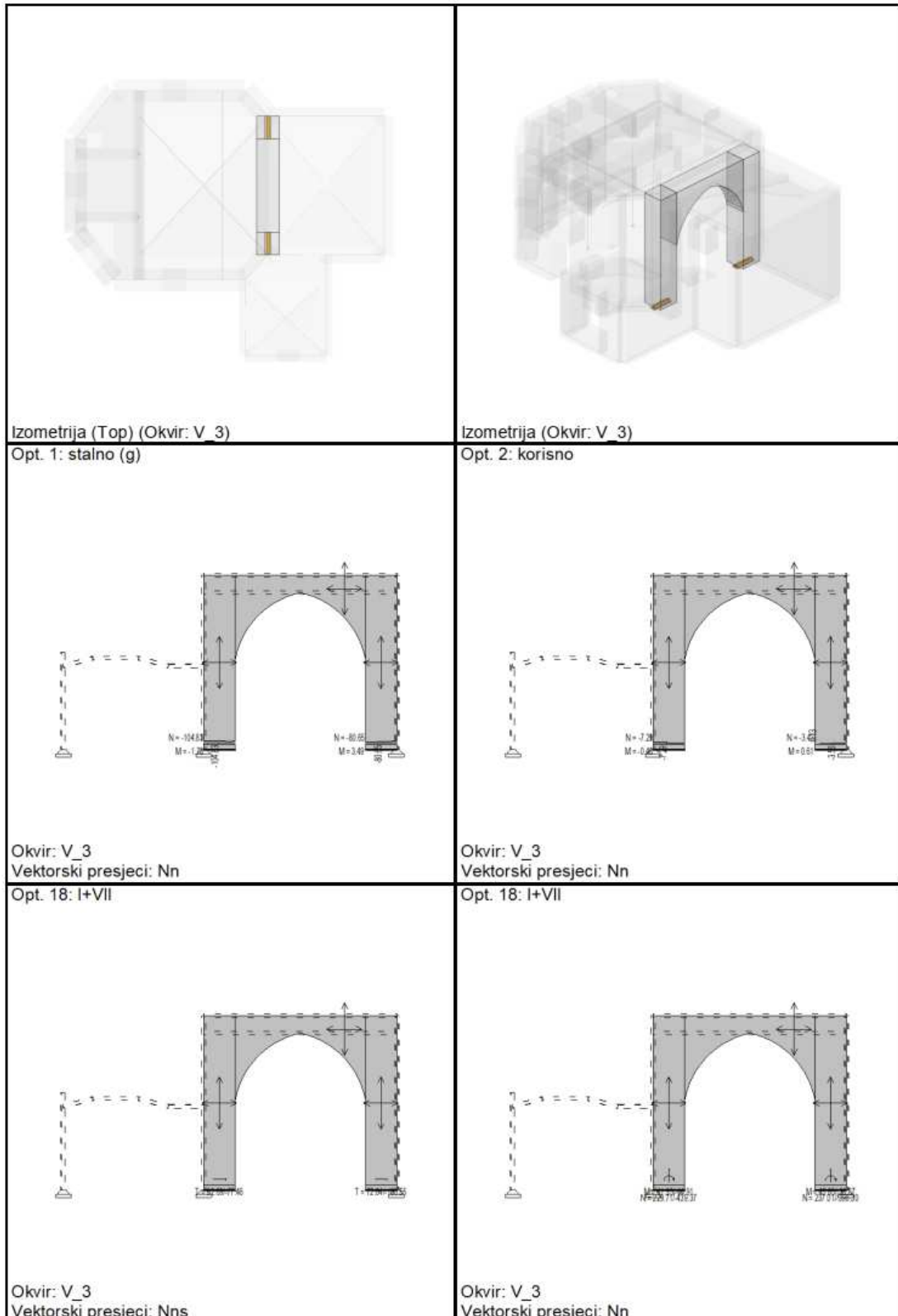
<p>Izometrija (Top) (Okvir: H_3)</p>	<p>Izometrija (Okvir: H_3)</p>
<p>Opt. 1: stalno (g)</p>	<p>Opt. 2: korisno</p>
<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nn</p>	<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nn</p>
<p>Opt. 18: I+VII</p>	<p>Opt. 18: I+VII</p>
<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nns</p>	<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nn</p>

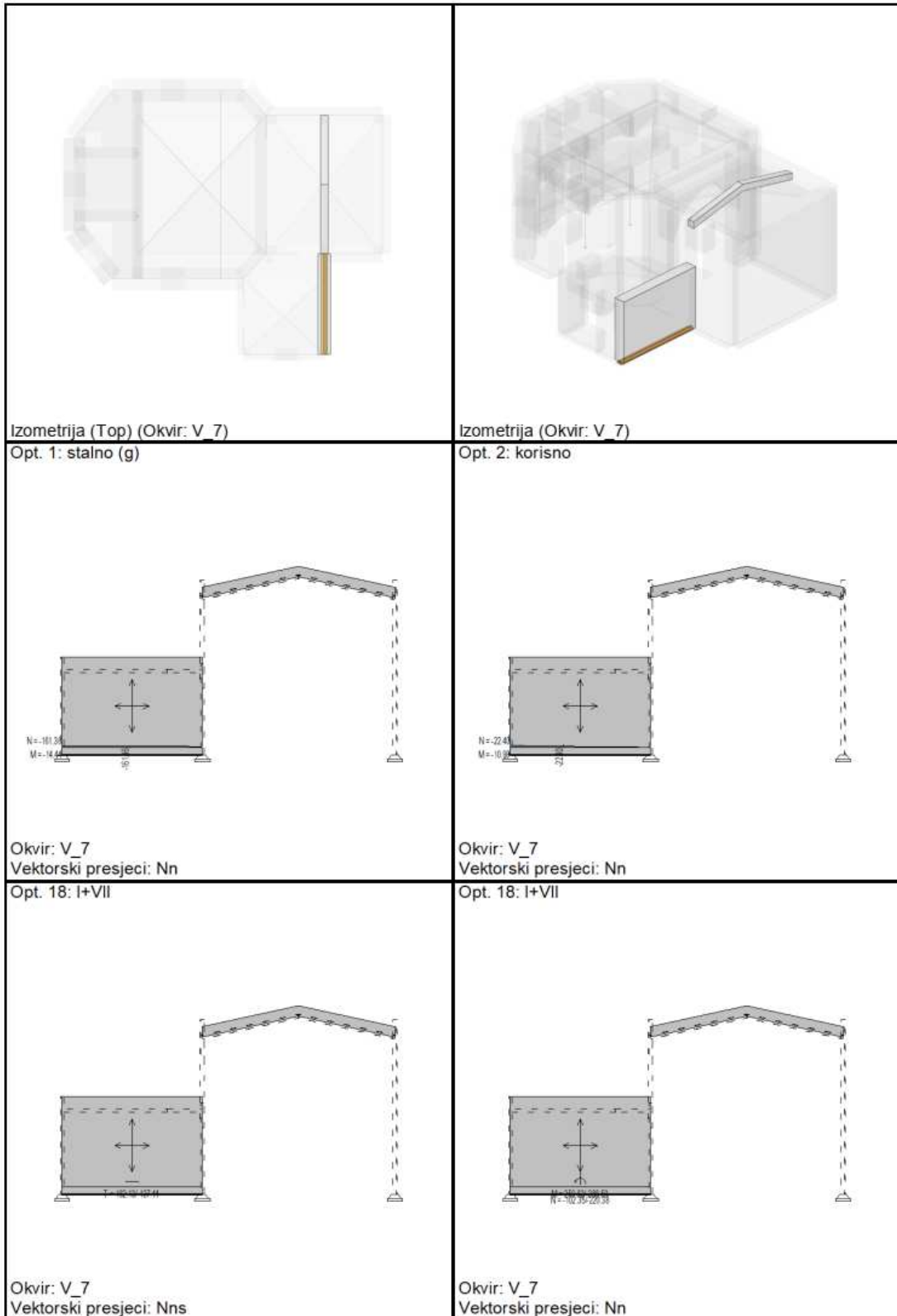
<p>Izometrija (Top) (Okvir: H_4)</p>	<p>Izometrija (Okvir: H_4)</p>
<p>Opt. 1: stalno (g)</p>	<p>Opt. 2: korisno</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>
<p>Opt. 18: I+VII</p>	<p>Opt. 18: I+VII</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nns</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>

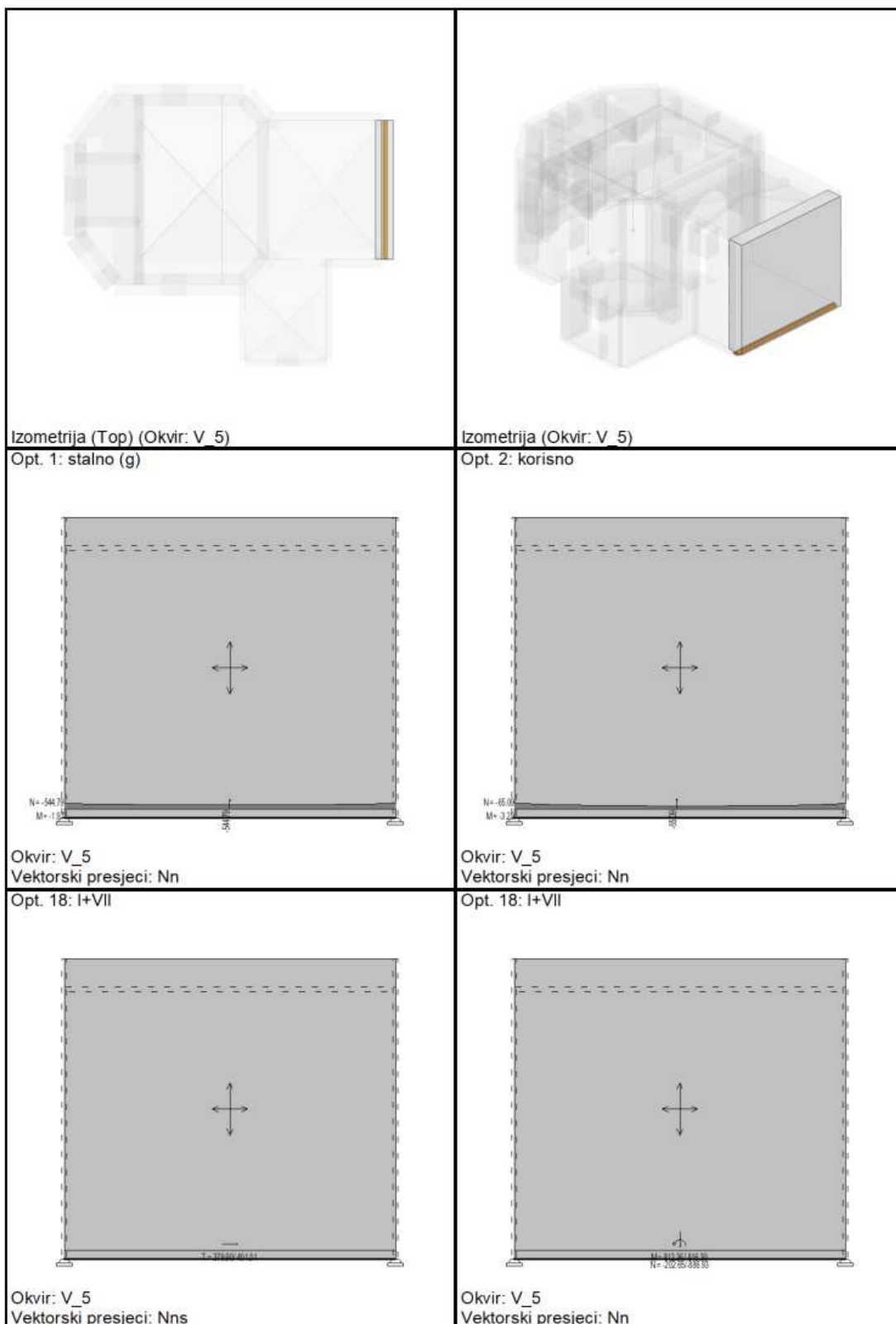


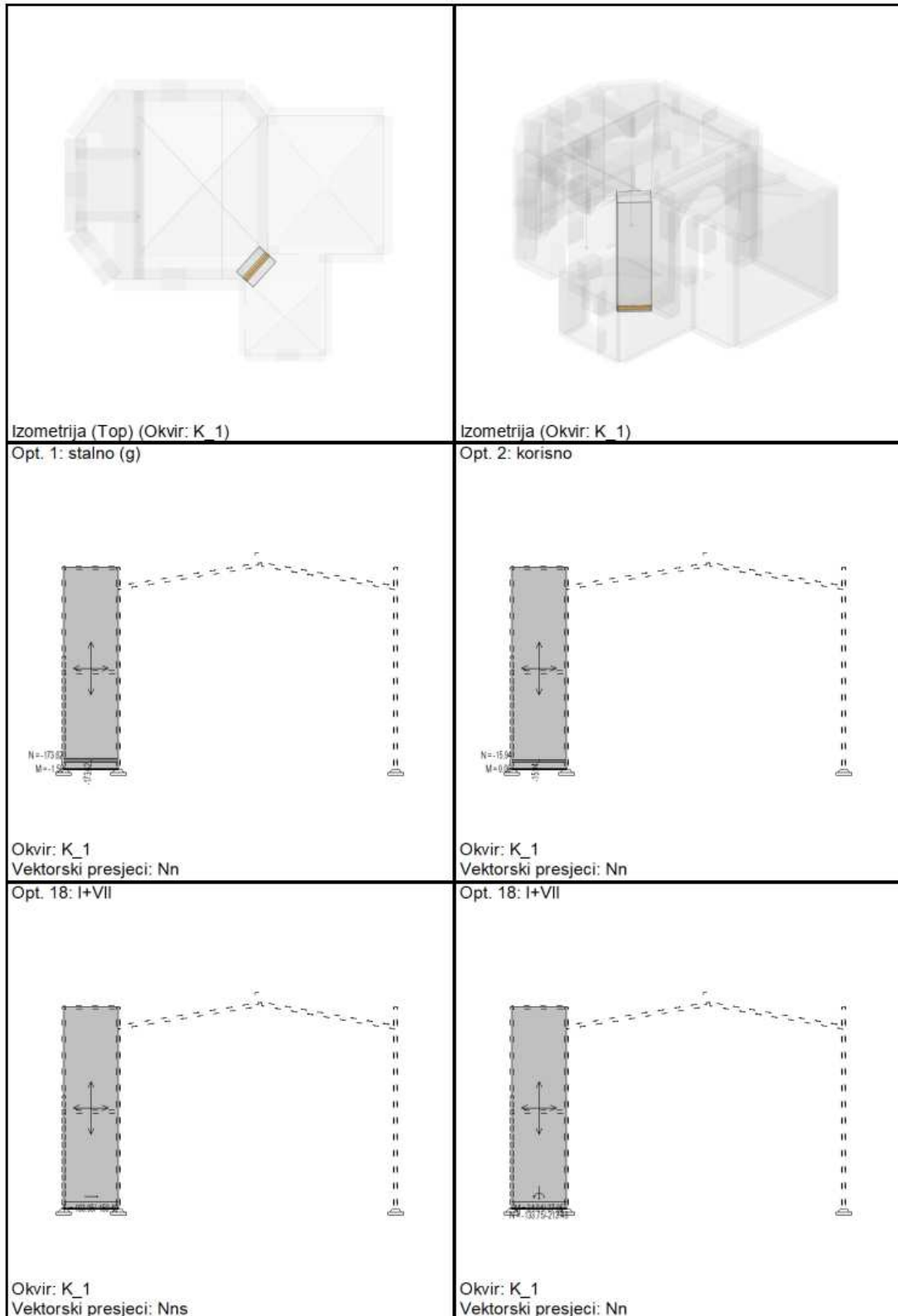


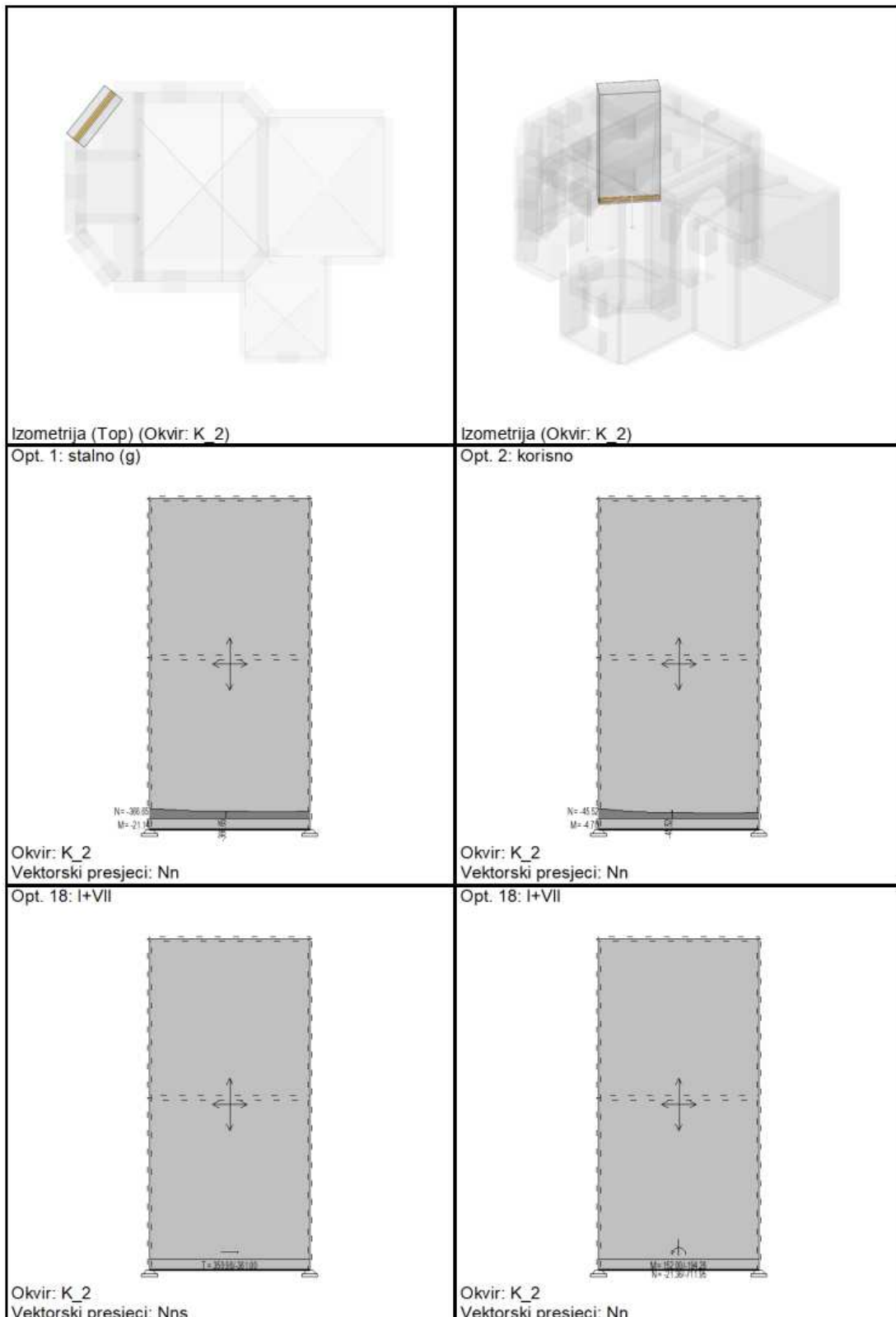


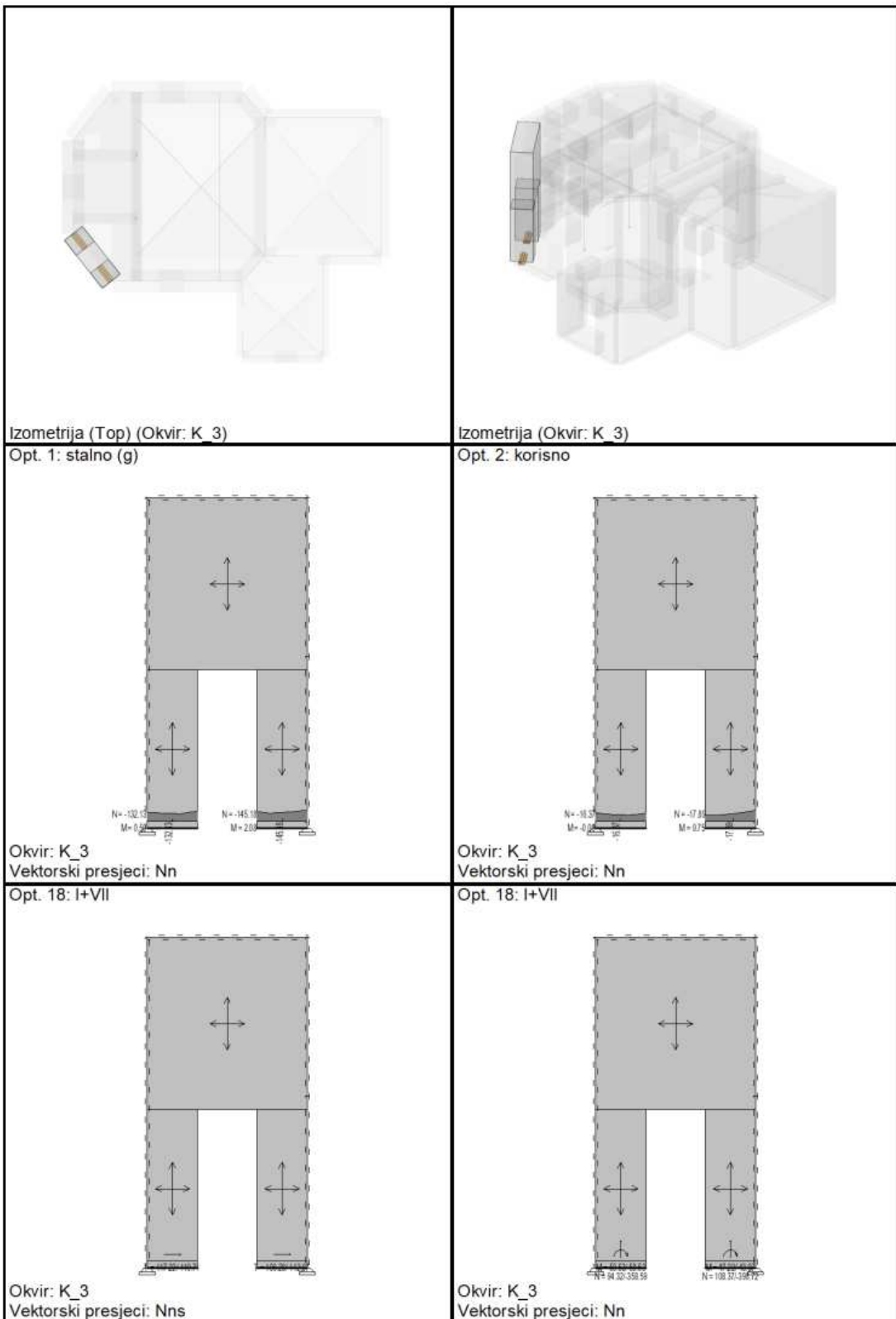




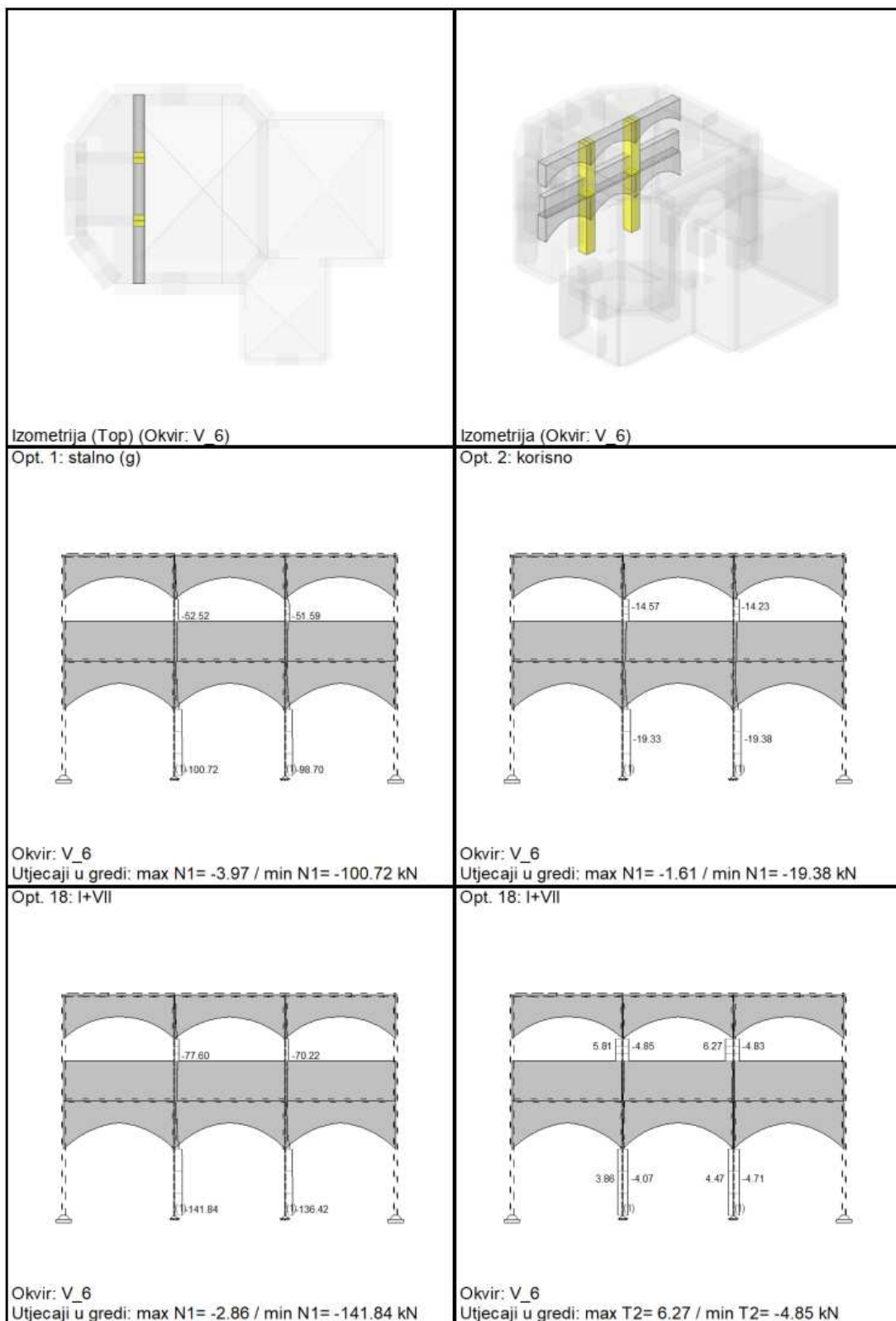


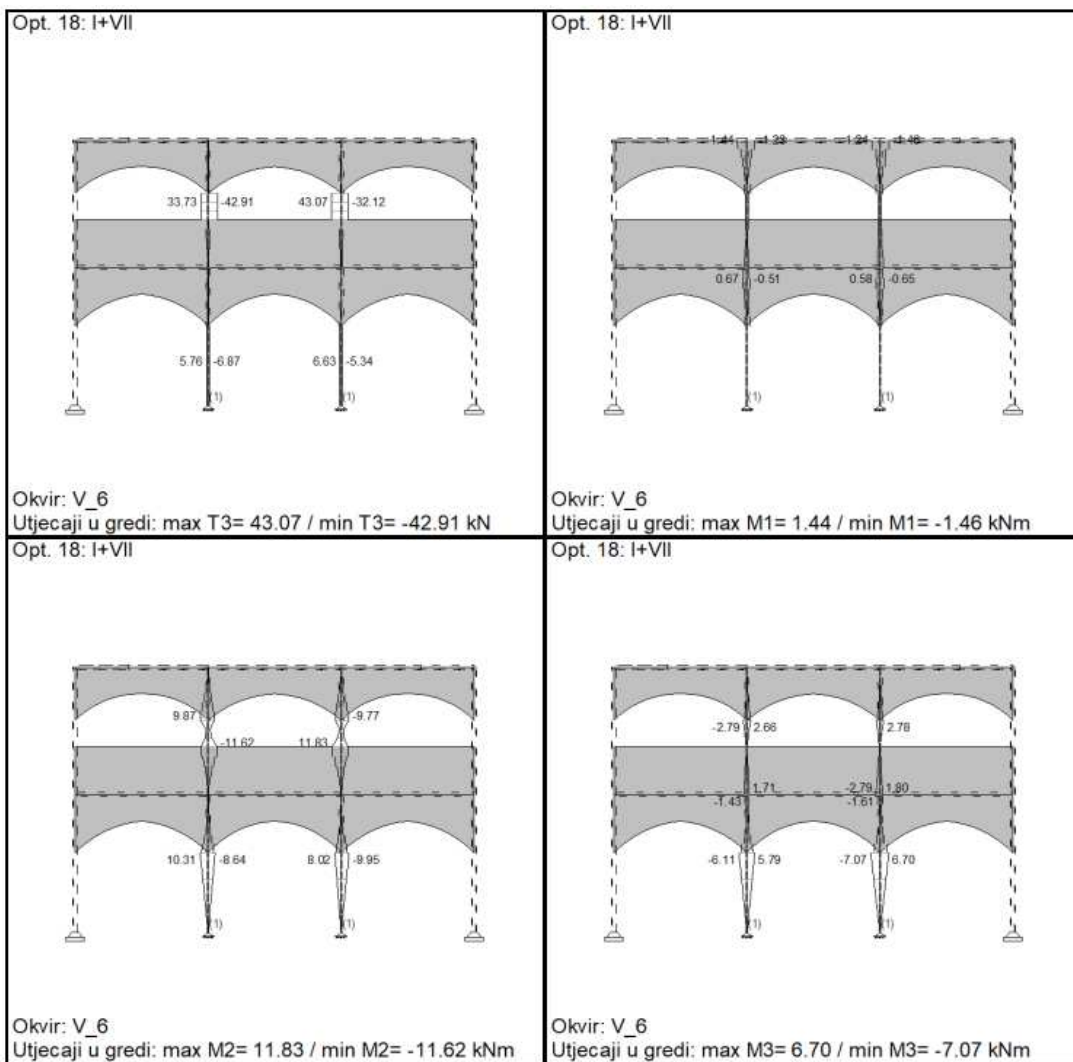






<p>Izometrija (Top) (Okvir: K_4)</p>	<p>Izometrija (Okvir: K_4)</p>
<p>Opt. 1: stalno (g)</p>	<p>Opt. 2: korisno</p>
<p>Okvir: K_4</p>	<p>Okvir: K_4</p>
<p>Vektorski presjeci: Nn</p>	<p>Vektorski presjeci: Nn</p>
<p>Opt. 18: I+VII</p>	<p>Opt. 18: I+VII</p>
<p>Okvir: K_4</p>	<p>Okvir: K_4</p>
<p>Vektorski presjeci: Nns</p>	<p>Vektorski presjeci: Nn</p>





x-uzdužni smjer

x-uzdužni smjer		pocmak		0.005		2032		209		1550		141400		V ₉₀		
TP	ZID	d	si (cm)	si (cm)	Ng	Np	N _u /N _{u0}	N _u /N _{u0}	N _u /N _{u0}	sk	C _d	V ₉₀	V ₉₀ V ₉₀ -VSD	V ₉₀ N _u / FFRIZ	ISO-VSD F	V ₉₀ / V ₉₀ (FF)
zid	1	70	50	0.155 <	1.400	44	11	1400/1400	1.00	0.013	0.003	48	114,039	38,82	30,20	1,225%
zid	2	50	50	0.105 <	1.400	37	9	1400/1400	1.2%	0.013	0.007	33	112,991	38,85	28,71	1,111%
zid	3	50	50	0.105 <	2.500	37	30	1400/1400	4,7%	0.051	-0.177	133	20,900	17,33	38,50	1,225%
zid	4	50	50	0.105 <	2.500	35	29	1400/1400	2,2%	0.019	0.013	257	250,581	171,10	142,03	1,225%
zid	5	50	50	0.105 <	2.500	157	10	1400/1400	2,8%	0.019	0.020	124	85,251	99,77	58,14	1,225%
zid	6	70	70	0.469 <	2.500	187	20	1400/1400	1,8%	0.027	0.027	248	23,000	97,31	59,65	1,225%
zid	7	70	70	0.257 <	2.500	400	40	1400/1400	2,4%	0.012	0.012	309	407,000	544,17	234,01	1,225%
zid	8	50	50	0.268 <	2.500	589	51	1400/1400	2,2%	0.011	0.011	402	204,000	394,10	328,42	1,225%
		600	600			2032	209	10969	2,3%	0.011	0.011	1590	141,400	2385	1107,2	144%

y- poprečni smjer

y- poprečni smjer

y- poprečni smjer		pocmak		1595		247		1803		173600		V ₉₀				
TP	ZID	d	si (cm)	si (cm)	Ng	Np	N _u / N _{u0}	N _u / N _{u0}	sk	C _d	V ₉₀	V ₉₀ V ₉₀ -VSD	V ₉₀ N _u / FFRIZ	ISO-VSD F	V ₉₀ / V ₉₀ (FF)	
zid	1	70	70	0.286 <	2.500	549	60	1400/1400	2,2%	0.015	0.015	402	63,238	293,90	244,91	1,225%
zid	2	50	50	0.132 <	1.400	102	23	1400/1400	1,6%	0.027	0.027	103	2,900	12,181	52,38	1,225%
zid	3	50	50	0.230 <	2.500	105	3	1400/1400	1,1%	0.009	0.009	33	4,500	210,43	119,89	1,225%
zid	4	50	50	0.230 <	2.500	81	4	1400/1400	8%	0.005	0.005	101	4,000	18,673	96,81	1,225%
zid	5	50	50	0.270 <	1.400	42	8	1400/1400	1,8%	0.016	0.016	45	3,000	52,000	21,40	1,225%
zid	6	50	50	0.349 <	1.400	44	8	1400/1400	1,5%	0.015	0.015	45	3,000	70,000	38,30	1,225%
zid	7	90	90	1.468 <	2.500	194	25	1400/1400	3,9%	0.044	0.044	151	84,000	48,60	60,87	1,225%
zid	8	50	50	1.885 <	2.500	178	24	1400/1400	3,8%	0.037	0.037	80,000	28,500	48,03	40,02	1,225%
zid	9	50	50	0.684 <	2.500	387	40	1400/1400	3,1%	0.015	0.015	362	1,900	288,10	194,04	1,225%
zid	10	50	50	1.241 <	2.500	133	17	1400/1400	2,9%	0.028	0.028	111	6,000	34,261	41,30	1,225%
zid	11	50	50	1.484 <	2.500	185	18	1400/1400	3,3%	0.045	0.045	113	4,000	56,87	55,69	1,225%
		850	850			1995	247	11149	2,7%	0.028	0.028	1803	173,600	2537	1019	177%

Posmična nosivost svih zidova je daleko ispod zahtijevane nosivosti.

5.2.2.2. POVRATNI PERIOD 225 g. – SEIZMIČKI PRORAČUN, POMACI I PROGIBI, UTJECAJ U ZIDOVIMA

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998) (Metoda poprečnih sila)

Razred tla:	C
Razred važnosti:	III ($\gamma=1.2$)
Odnos $a_g/R/g$:	0.154
Kota upetosti:	$Z_d = 0.00$ m
Slučajni ekscentritet mase etaže:	$e_i = \pm 0.050 \times L_i$

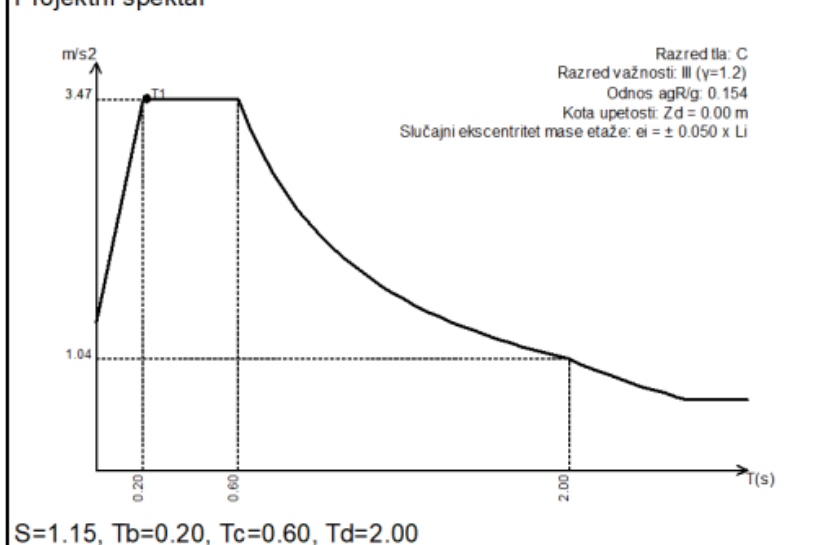
Kut djelovanja potresa:

Naziv	T [sec]	α [°]	Faktor P.
sx	0.221	0.00	1.50
sy	0.180	90.00	1.50

Tip spektra

Naziv	S	T _b	T _c	T _d	avg/ag
sx	1.150	0.200	0.800	2.000	1.000
sy	1.150	0.200	0.800	2.000	1.000

Projektni spektar



Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sx (+e, -e))

Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.60	0.00
	5.00	689.14
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	218.91
	2.60	67.52
	2.40	217.60
	0.00	0.00
	Σ	1193.2

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sy (+e, -e))

Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.60	0.00
	5.00	647.57
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	205.71
	2.60	63.45
	2.40	204.48
	0.00	0.00
	Σ	1121.2



Proračunsko ubrzanje tla:

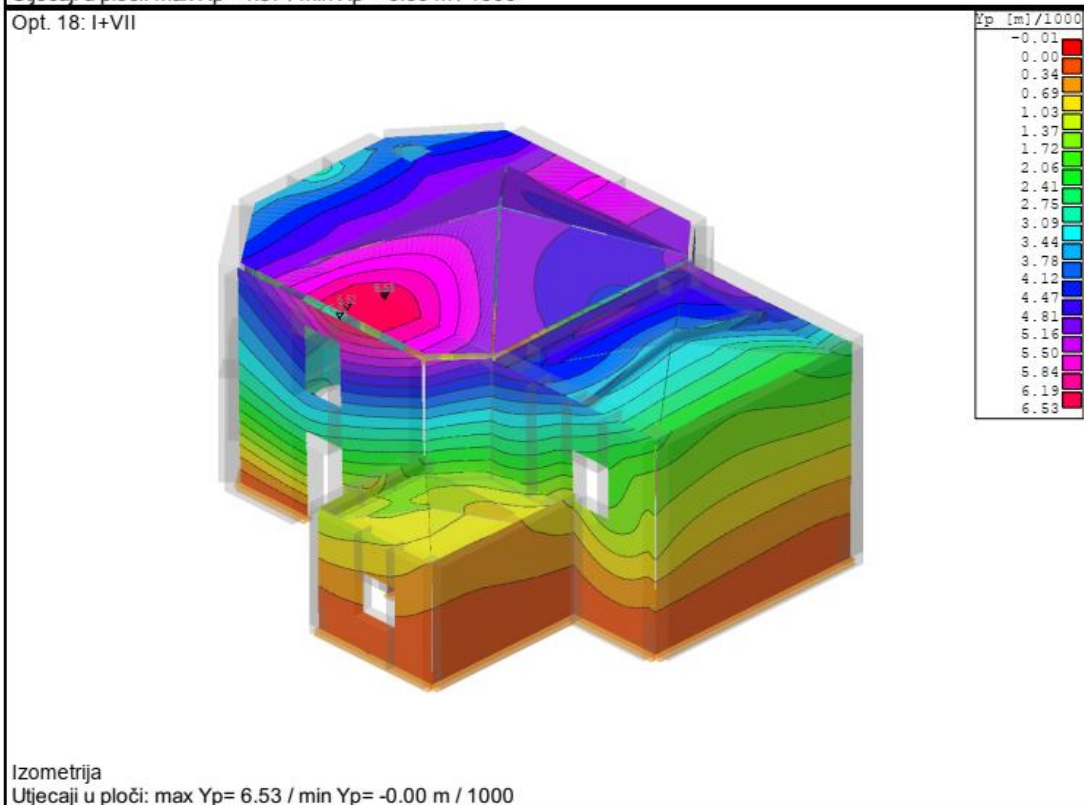
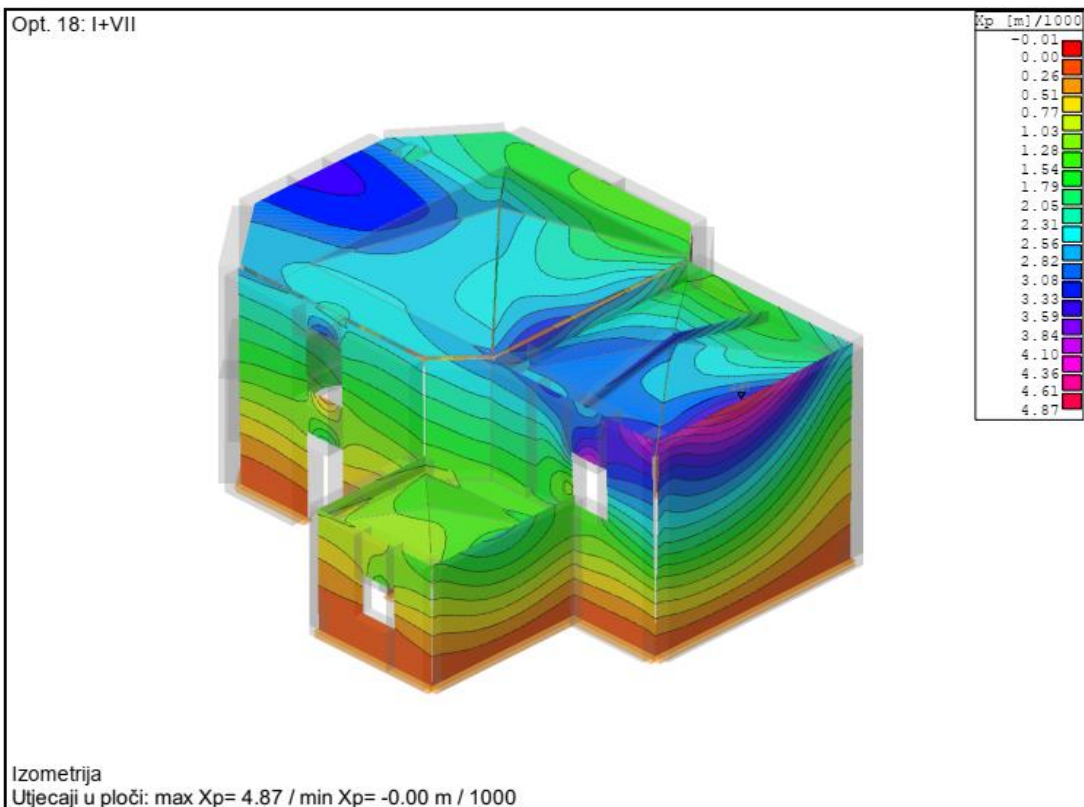
$T_p = 95$ godina: $a_g = 0.106g$

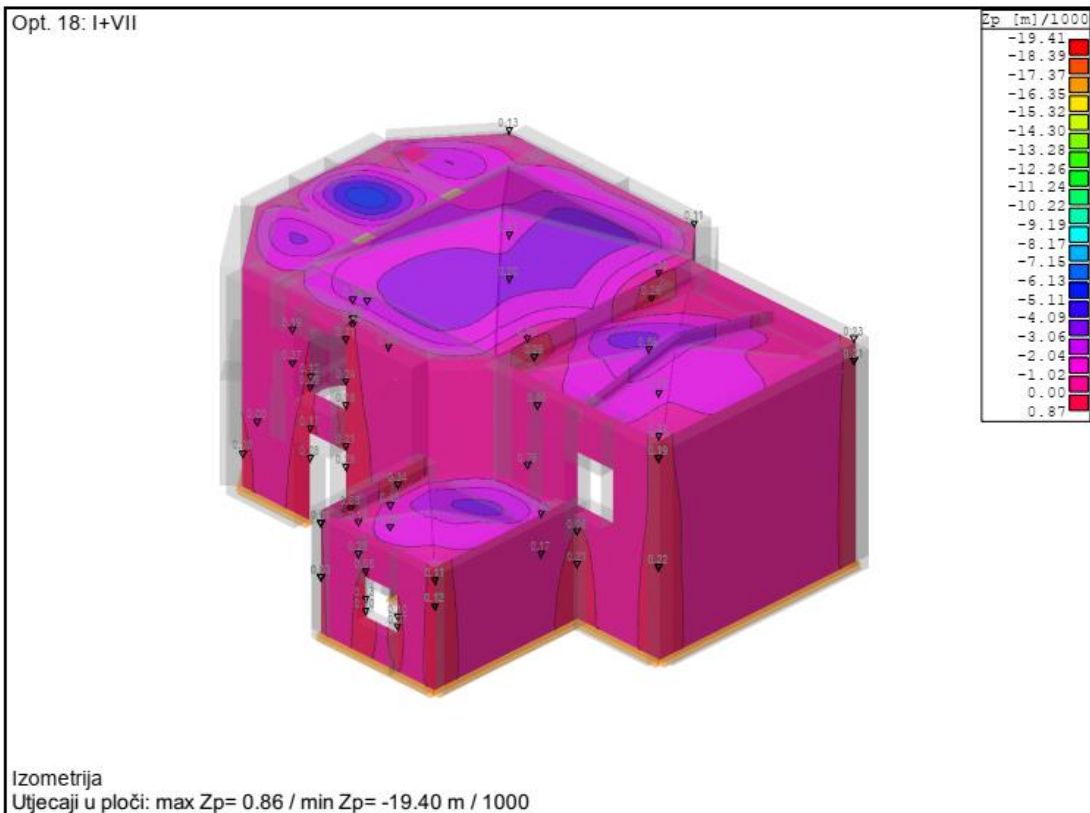
$T_p = 225$ godina: $a_g = 0.154g$

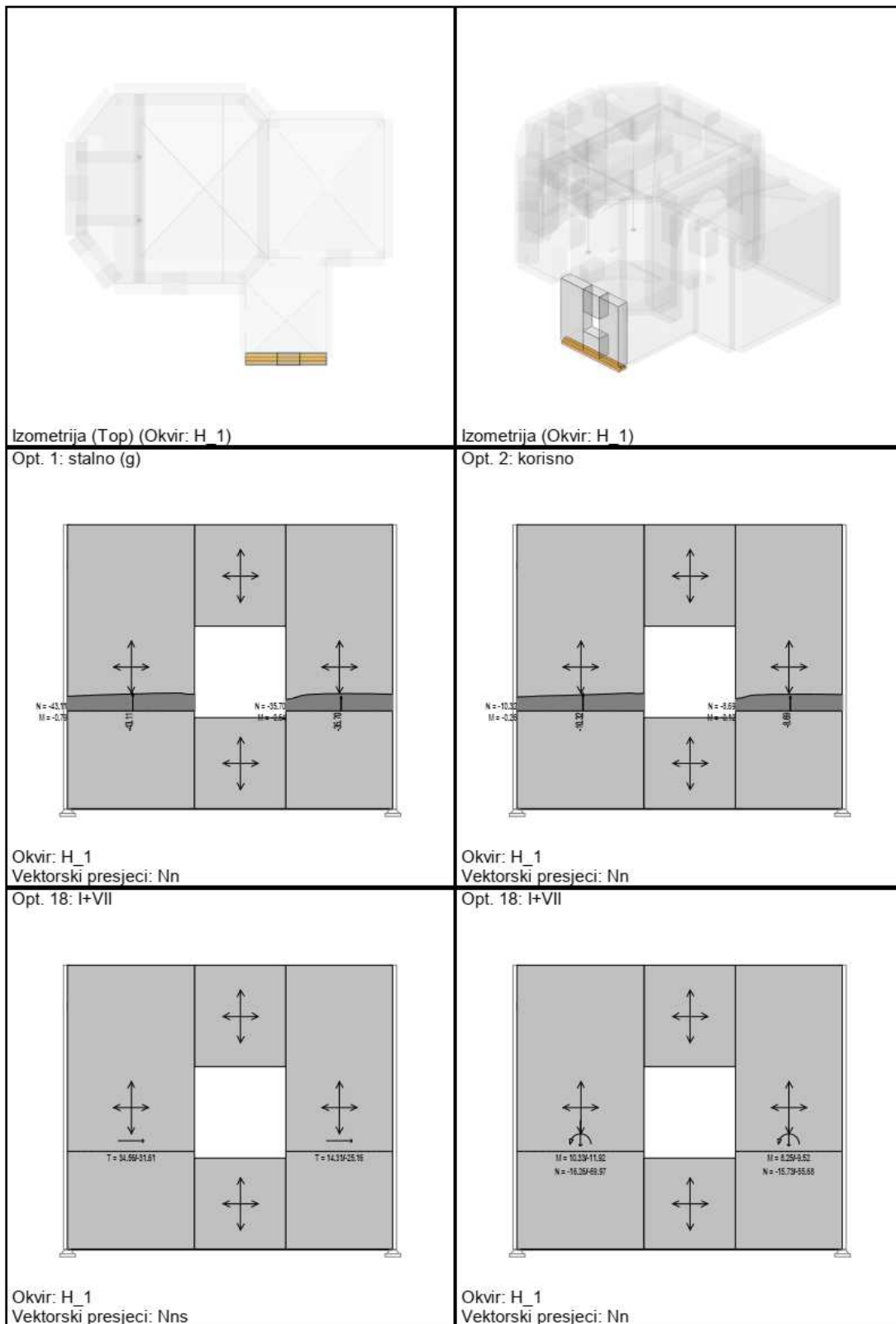
$T_p = 475$ godina: $a_g = 0.215g$

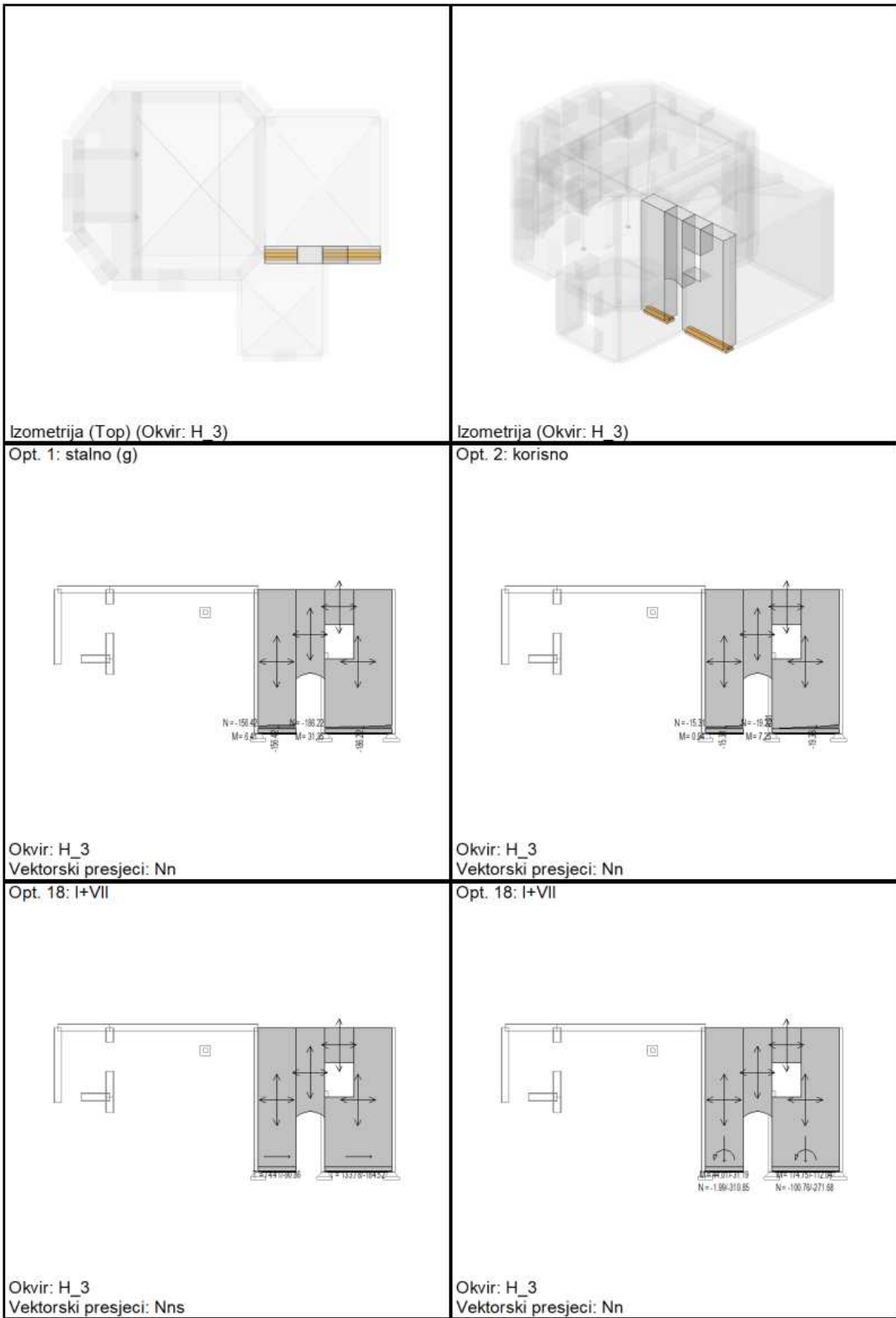
Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
	5.00	5.85	-3.76	166.28	6.69
	2.80	5.30	-5.66	94.32	
	2.60	4.11	-4.43	31.33	2.31
	2.40	5.69	-5.25	109.38	39.78
	0.00	6.60	-4.27	93.22	
Ukupno:	2.91	5.74	-4.59	494.53	

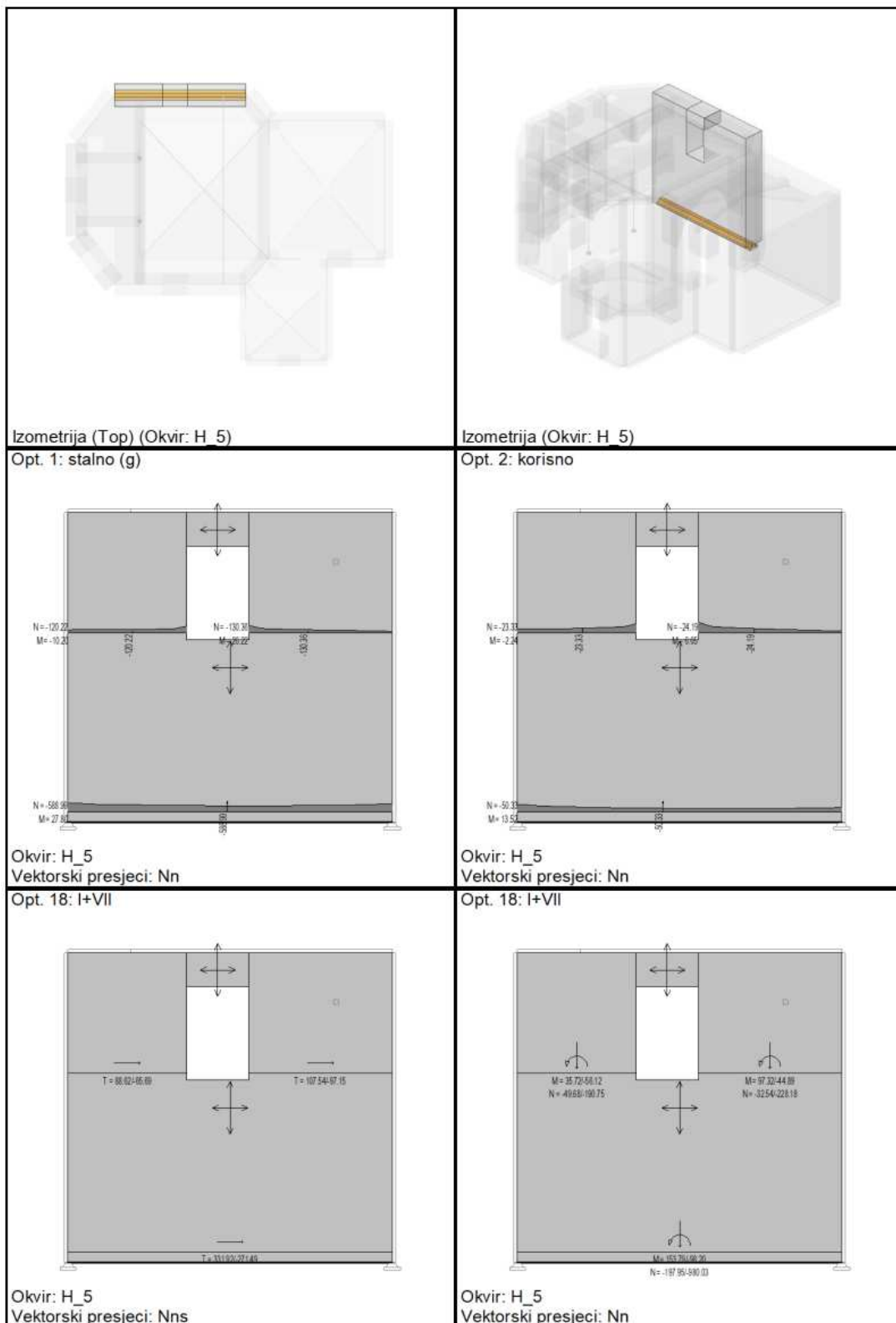


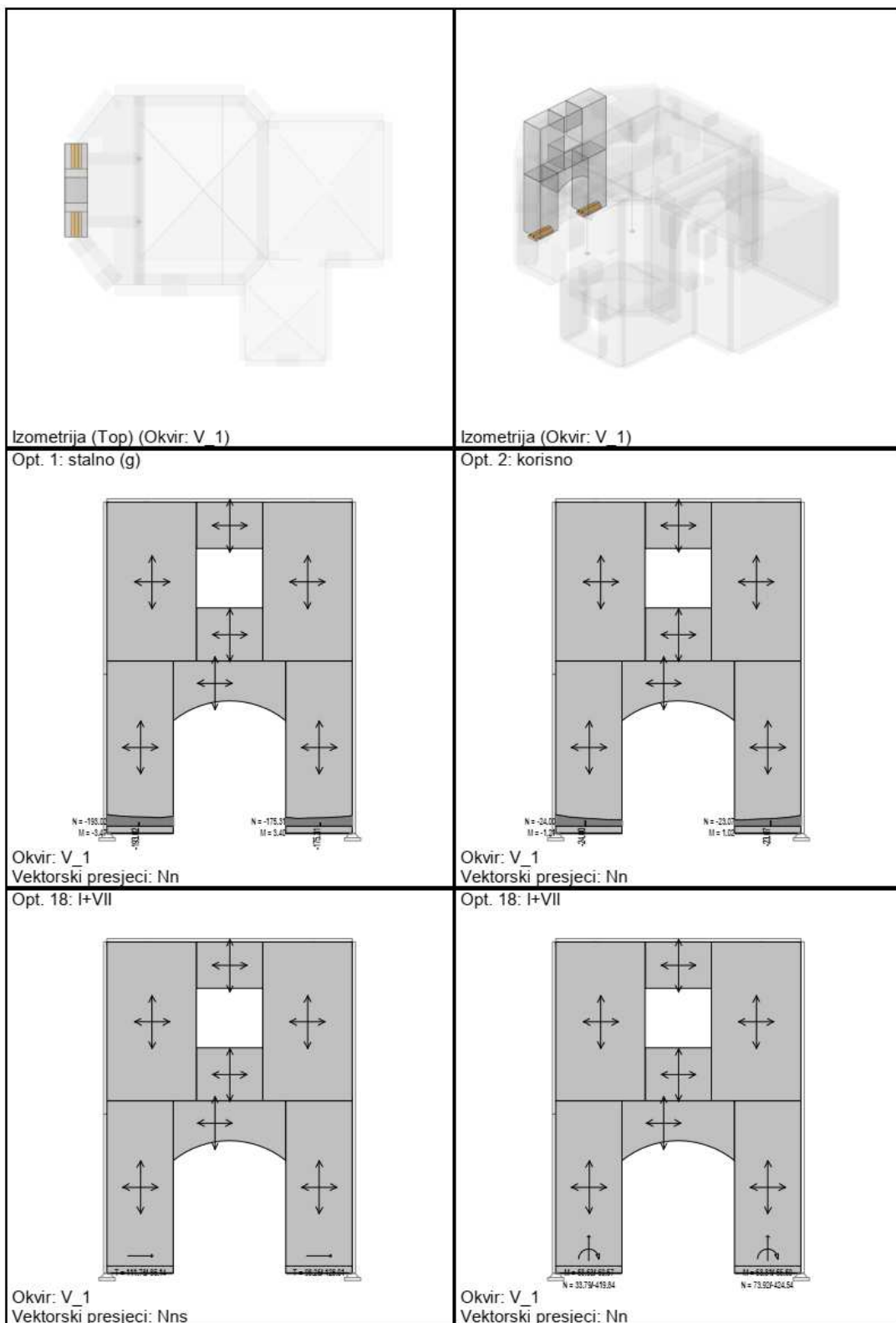


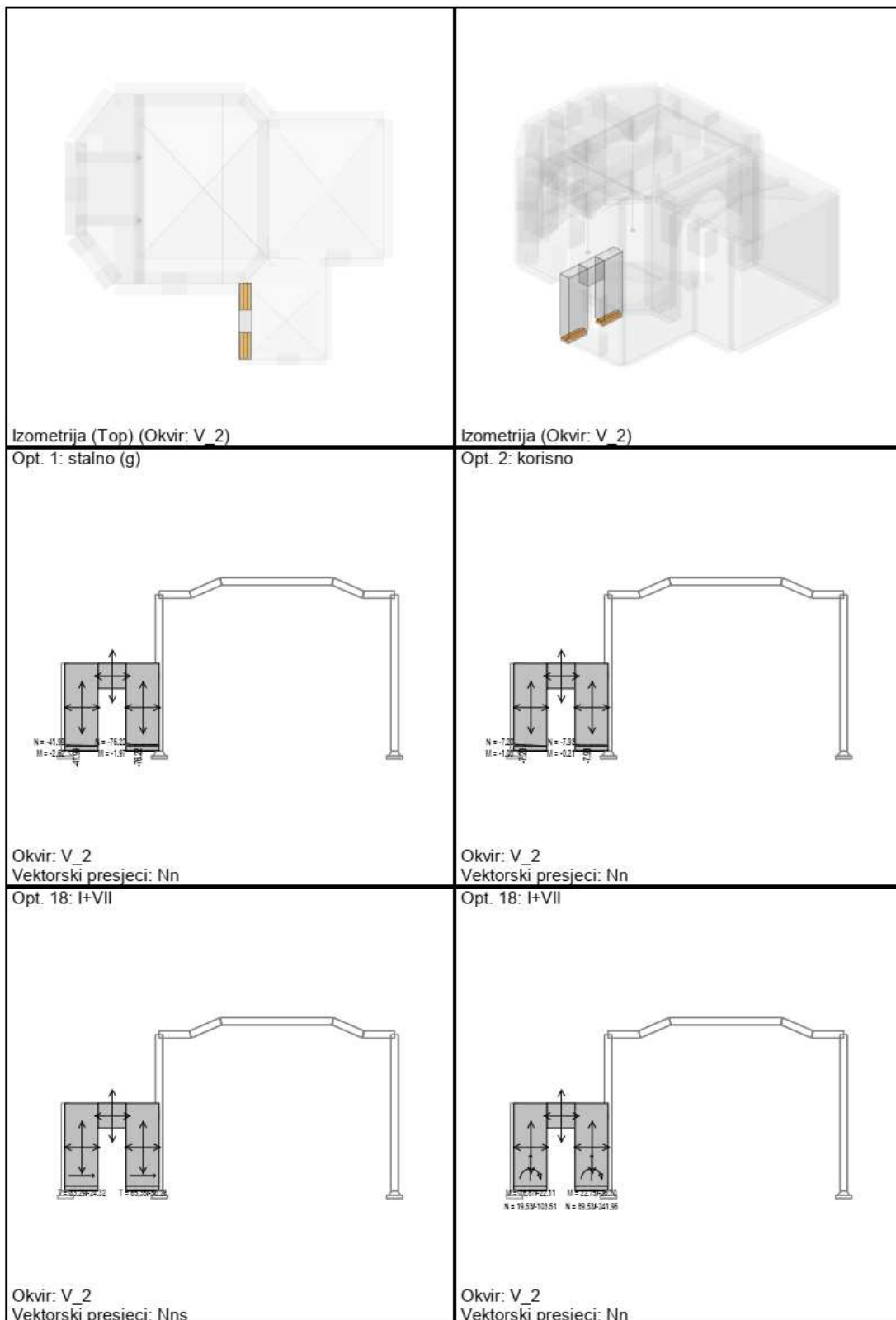


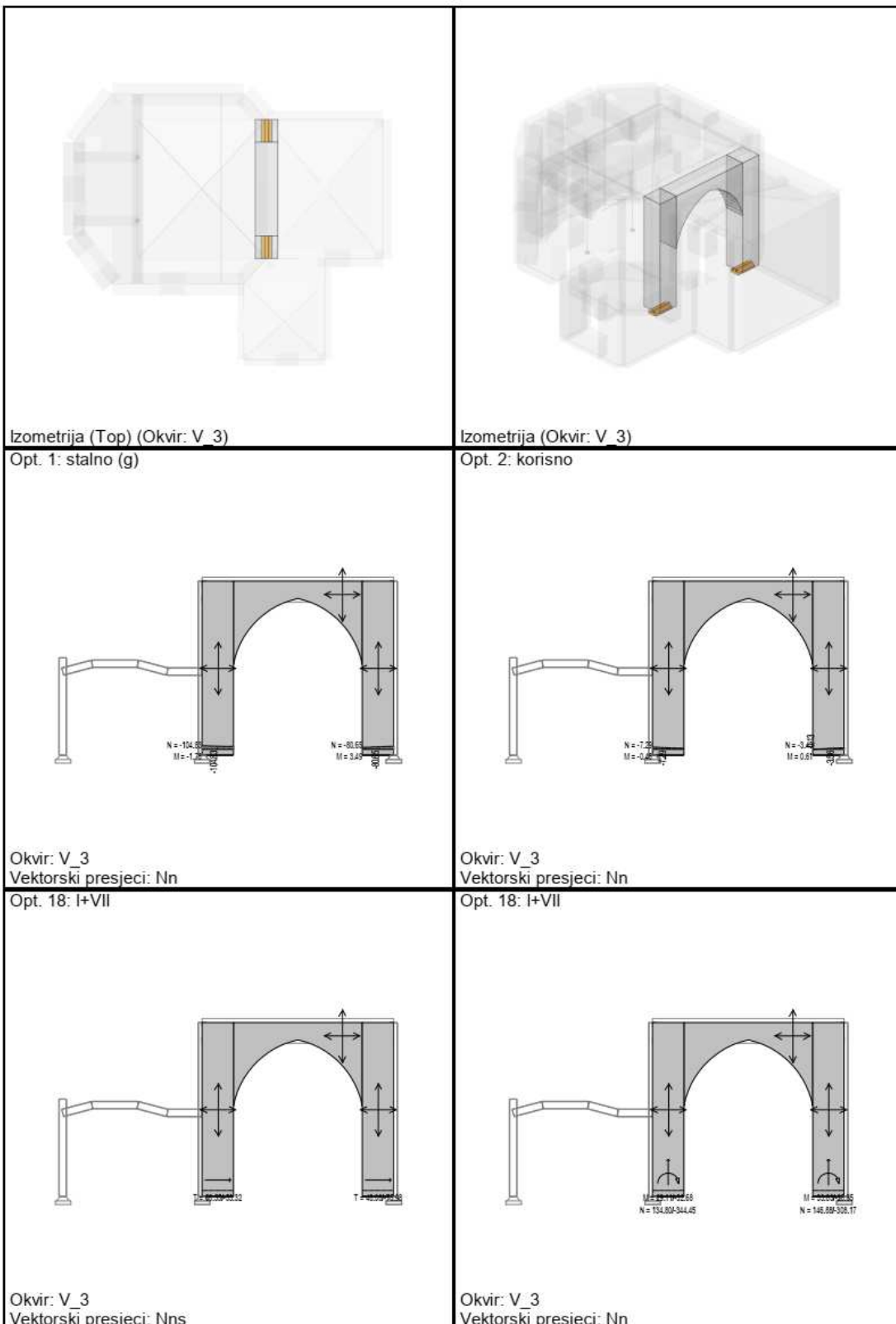


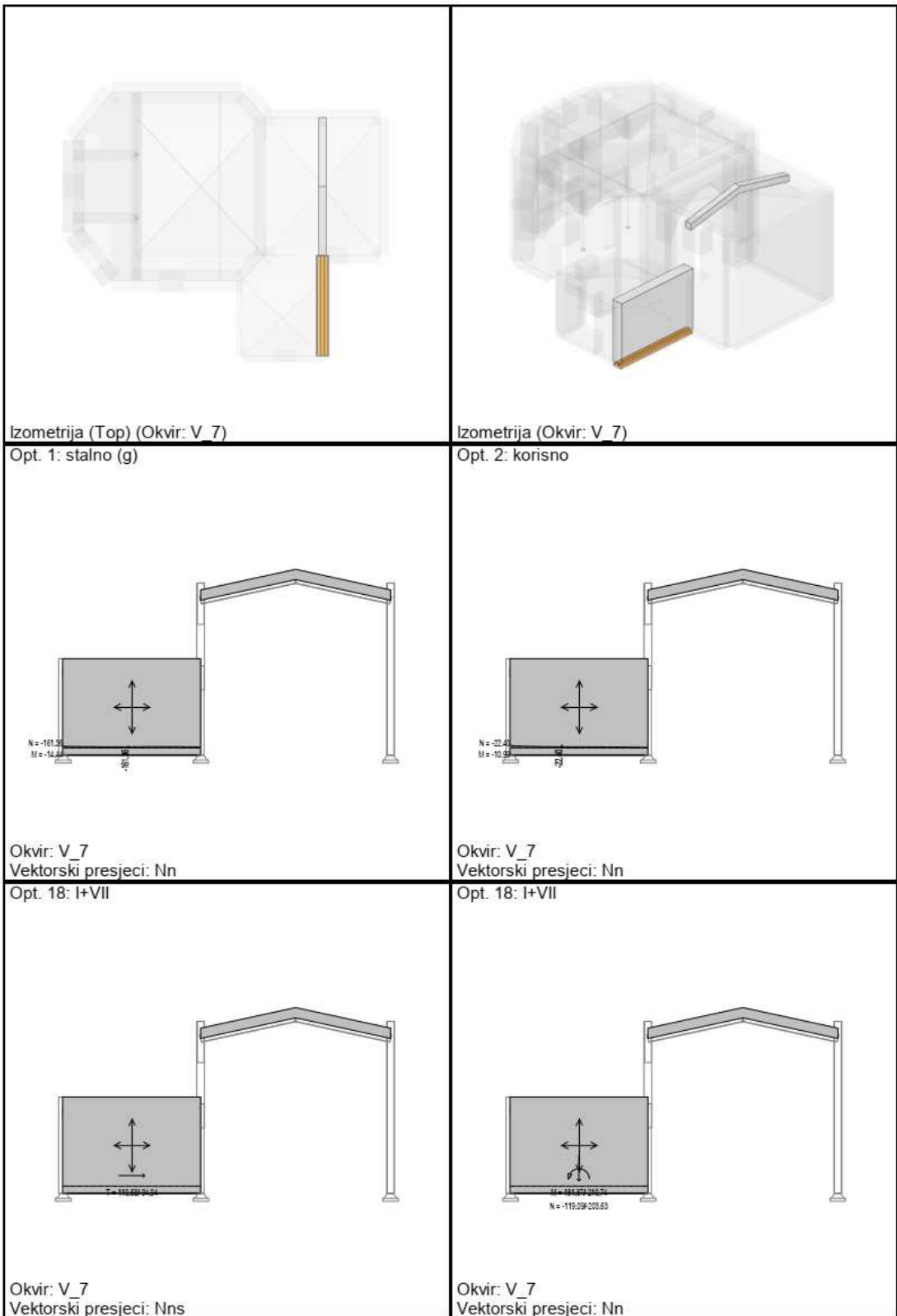
<p>Izometrija (Top) (Okvir: H_4)</p>	<p>Izometrija (Okvir: H_4)</p>
<p>Opt. 1: stalno (g)</p>	<p>Opt. 2: korisno</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>
<p>Opt. 18: I+VII</p>	<p>Opt. 18: I+VII</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nns</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>

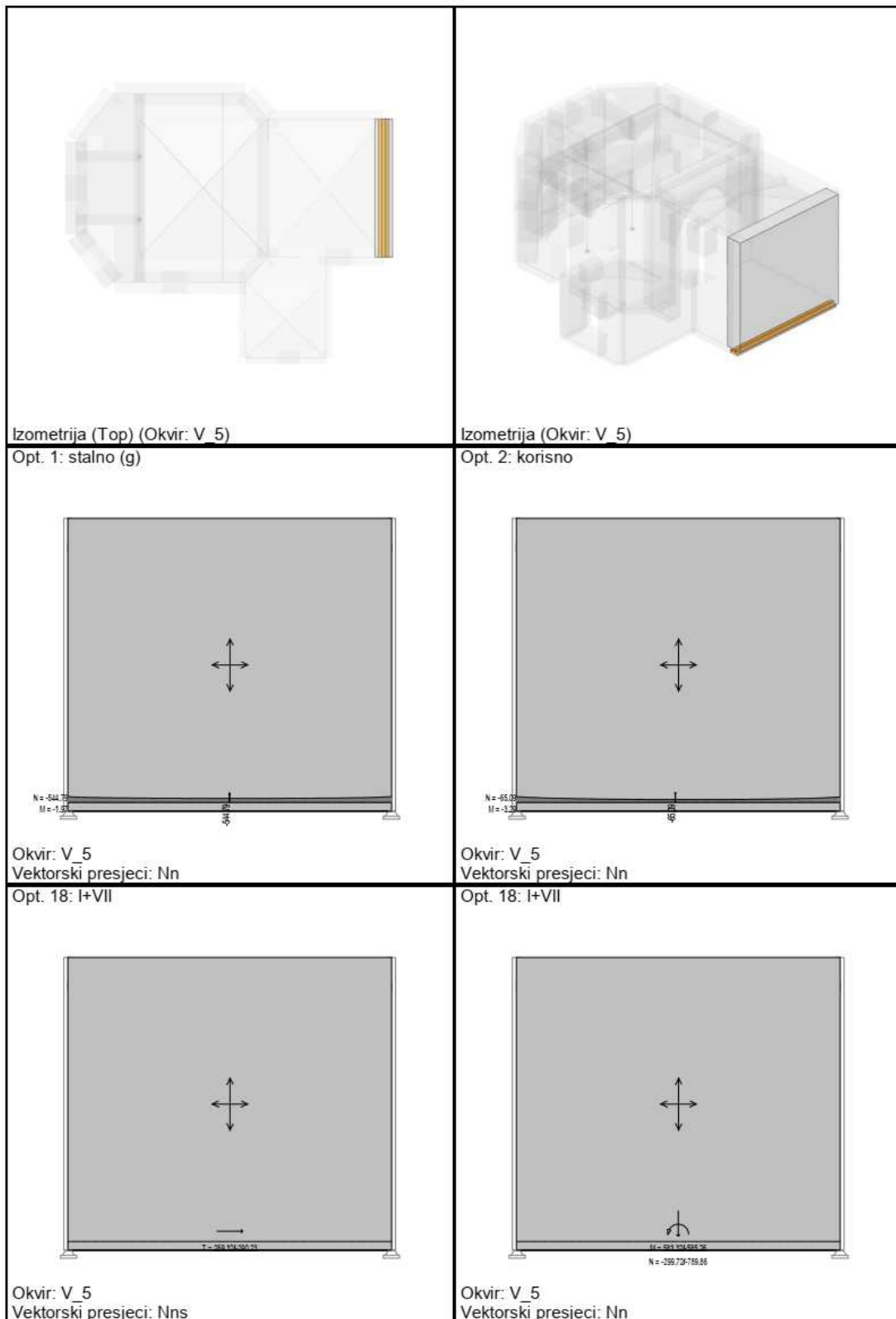


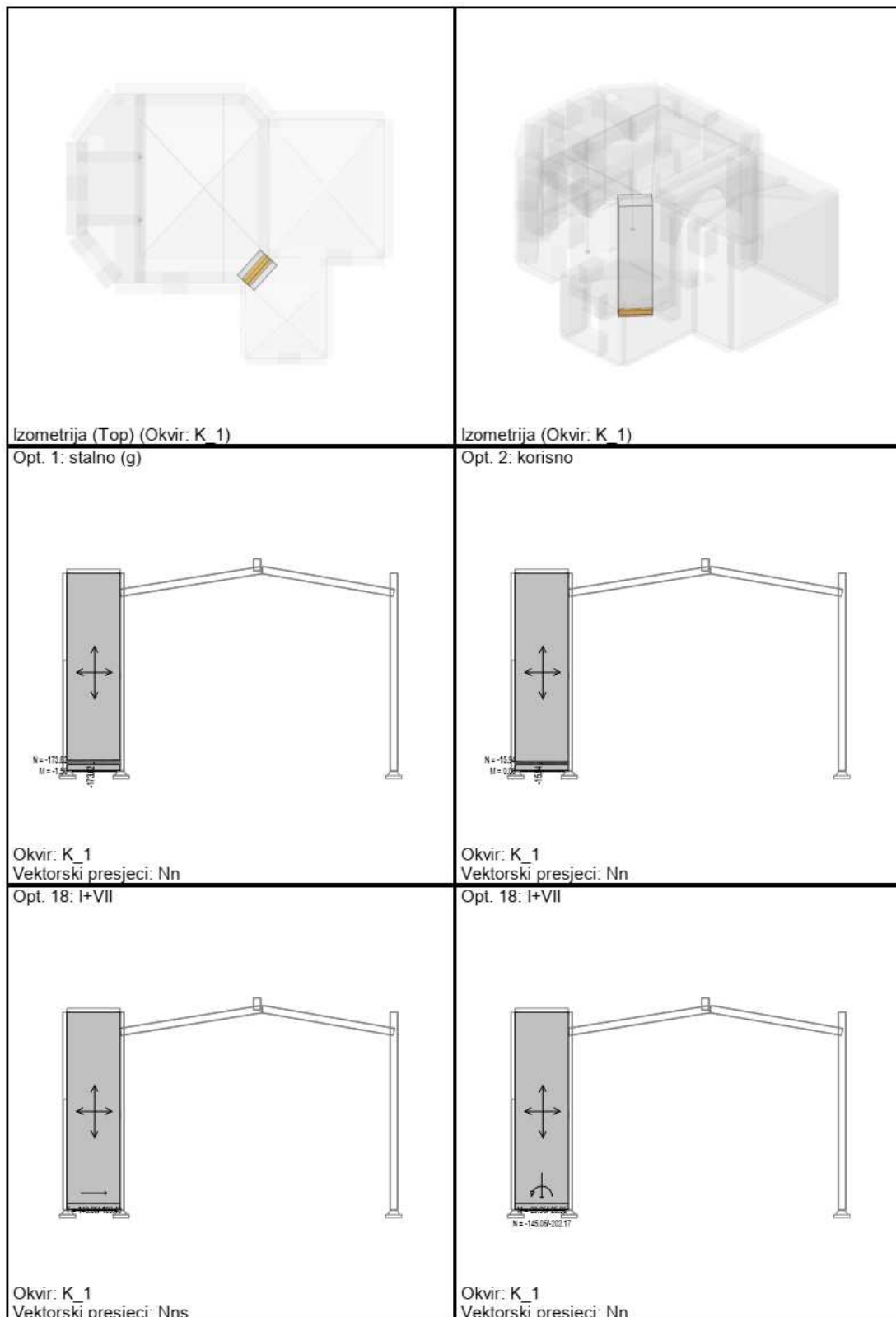


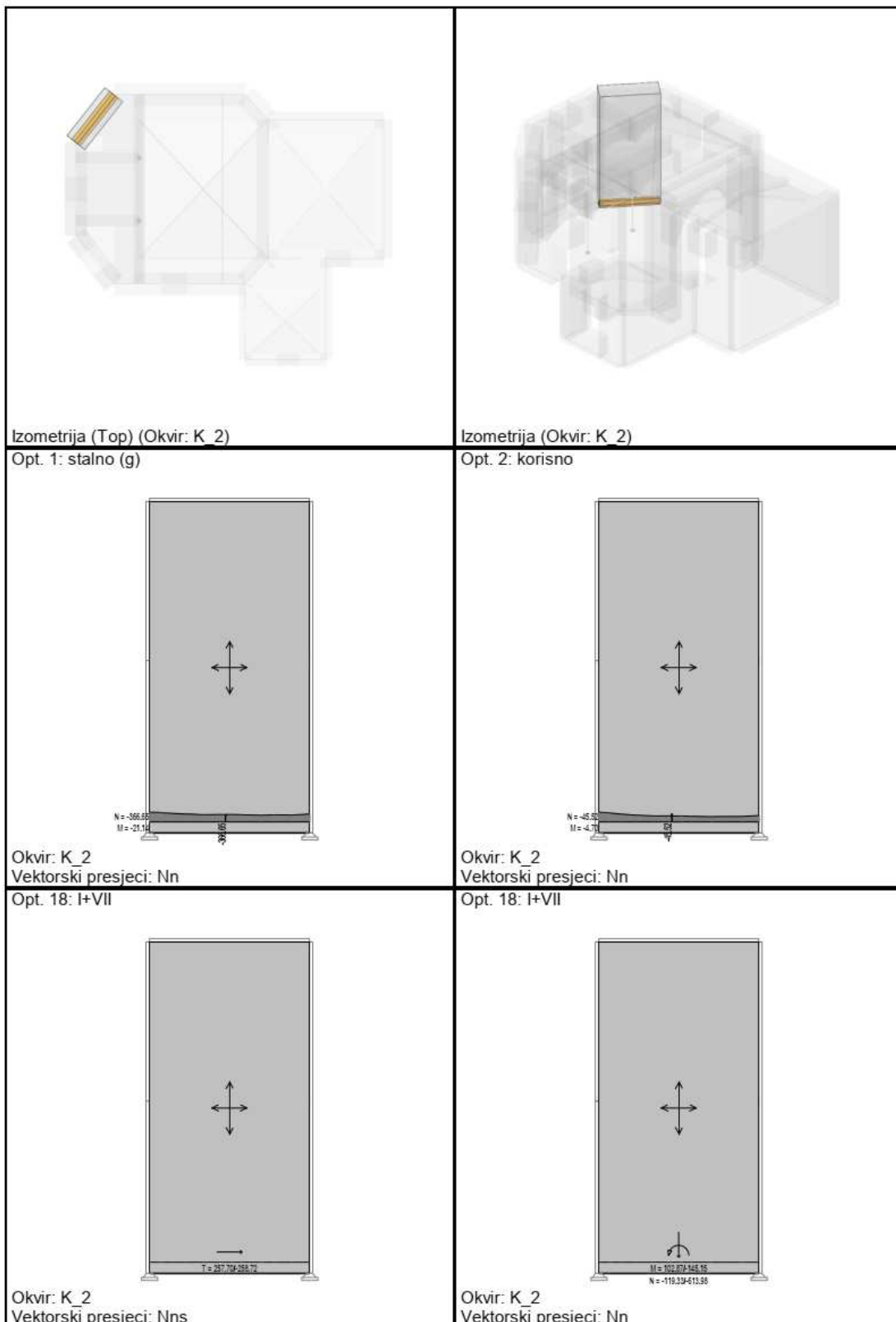


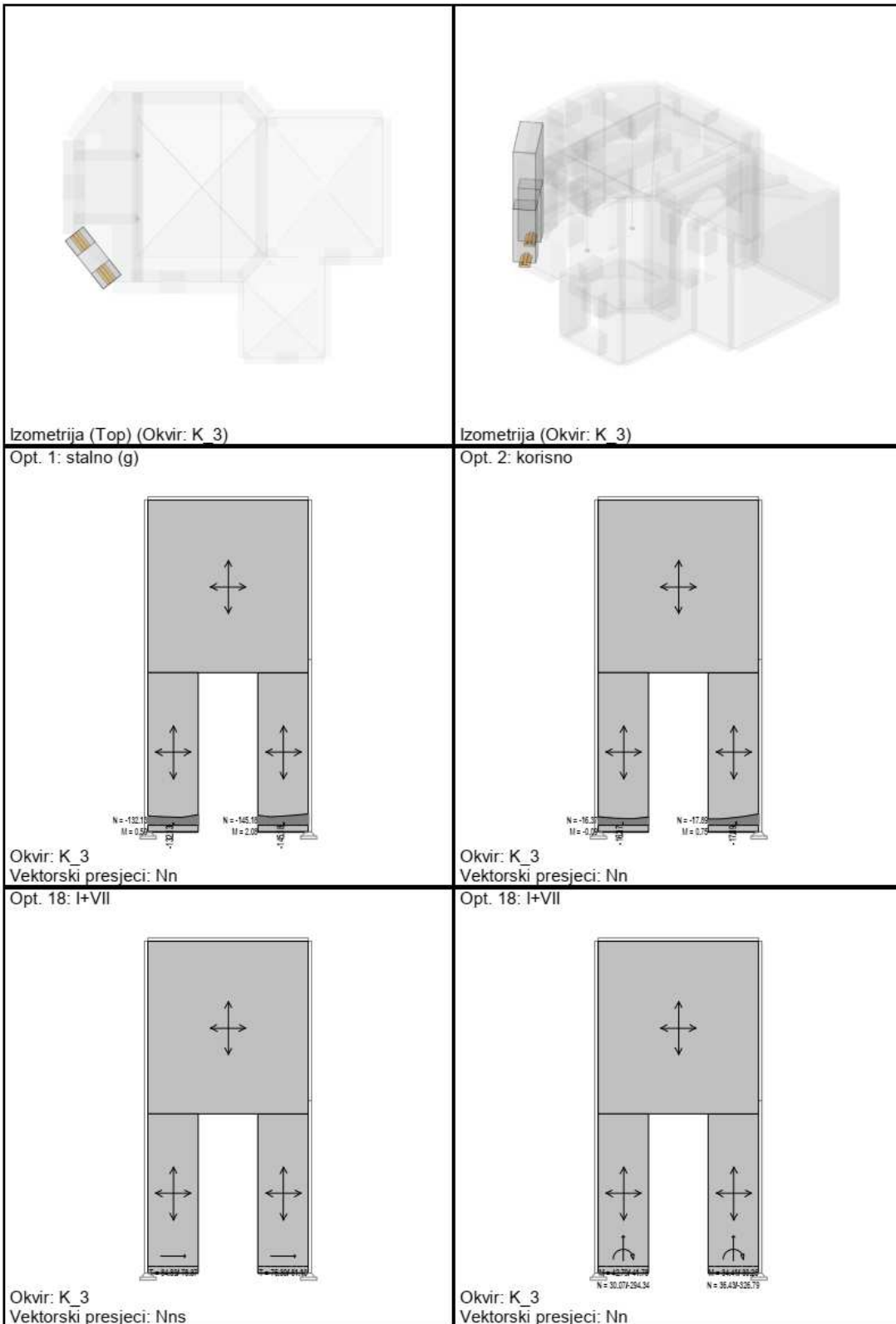


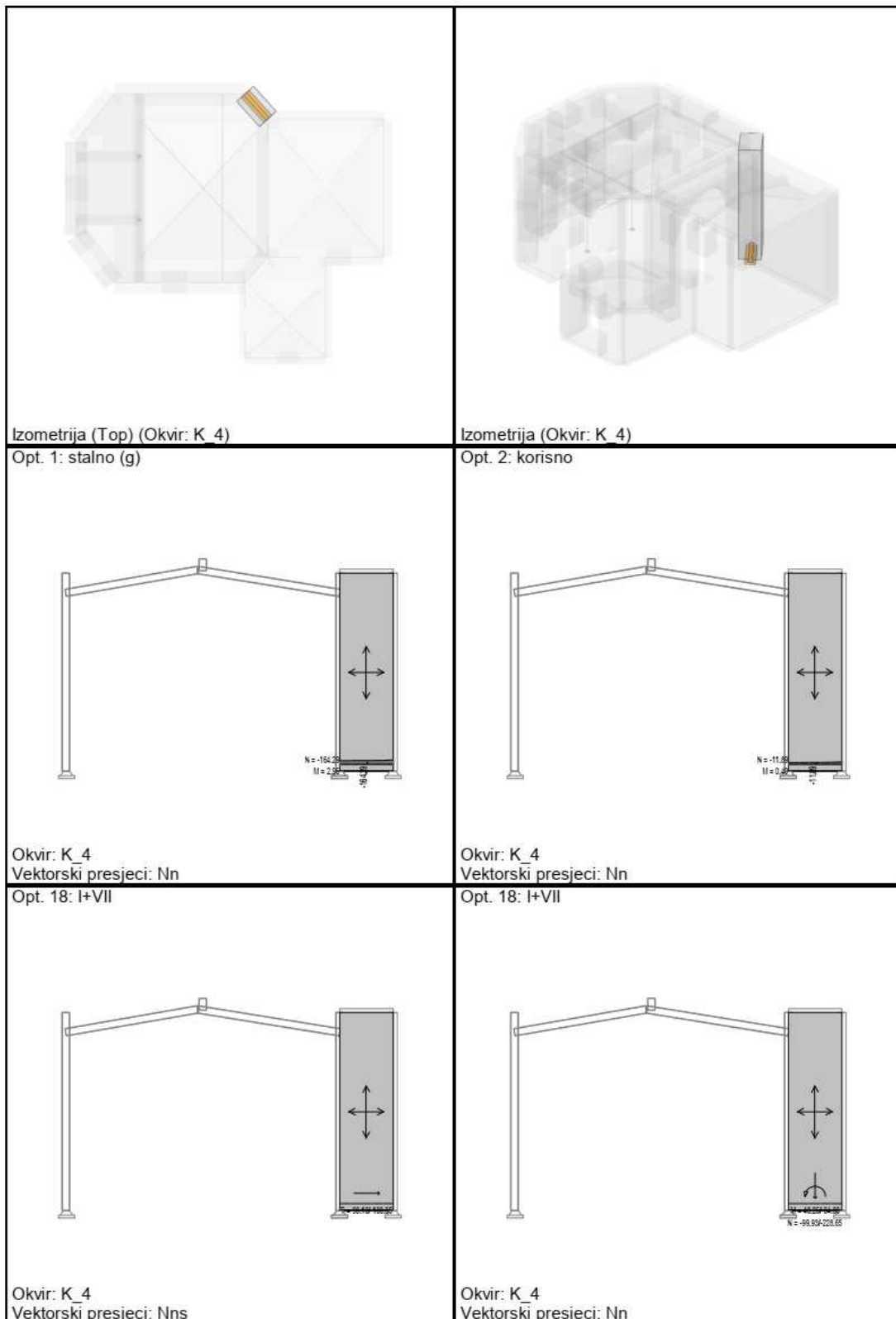


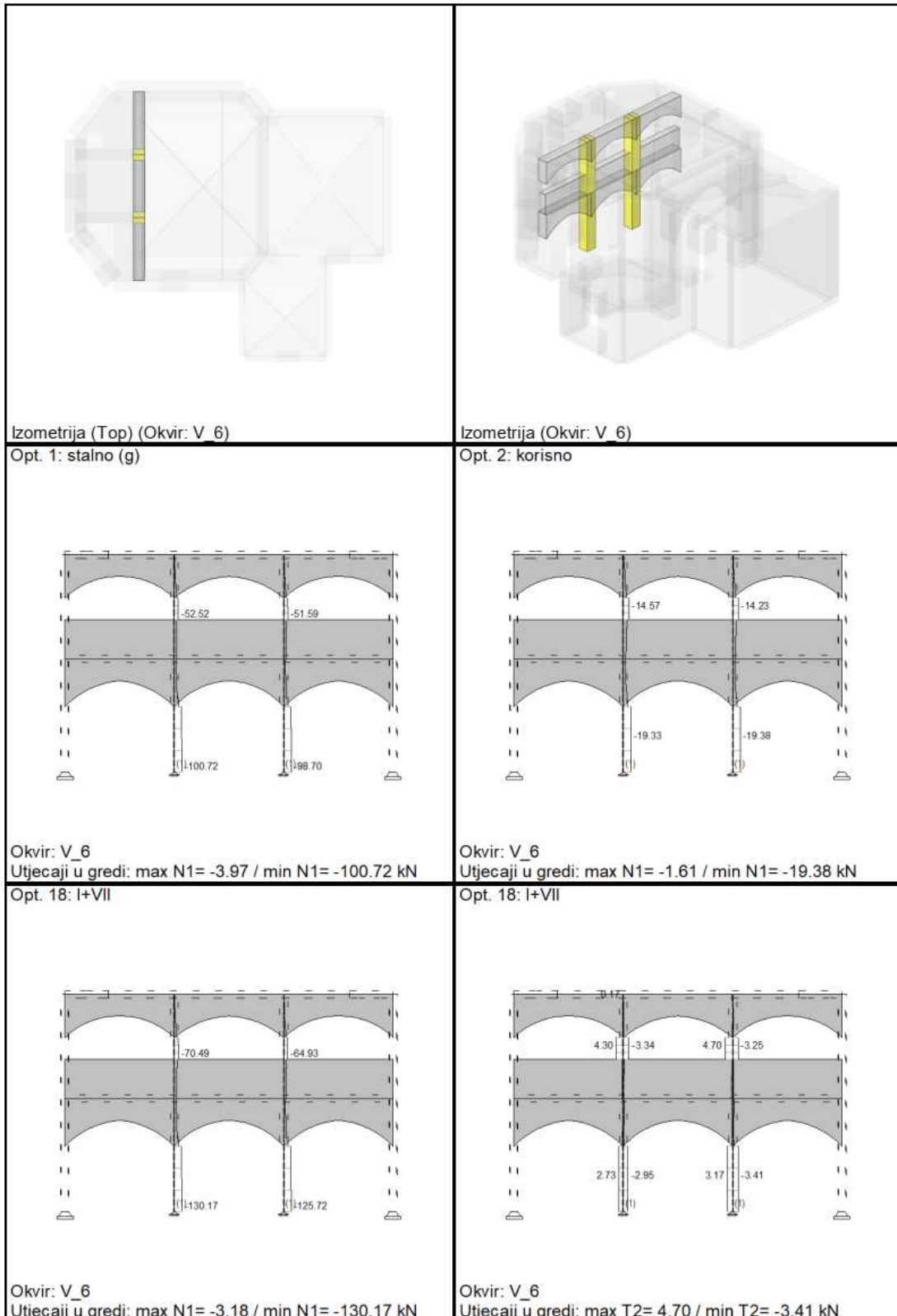


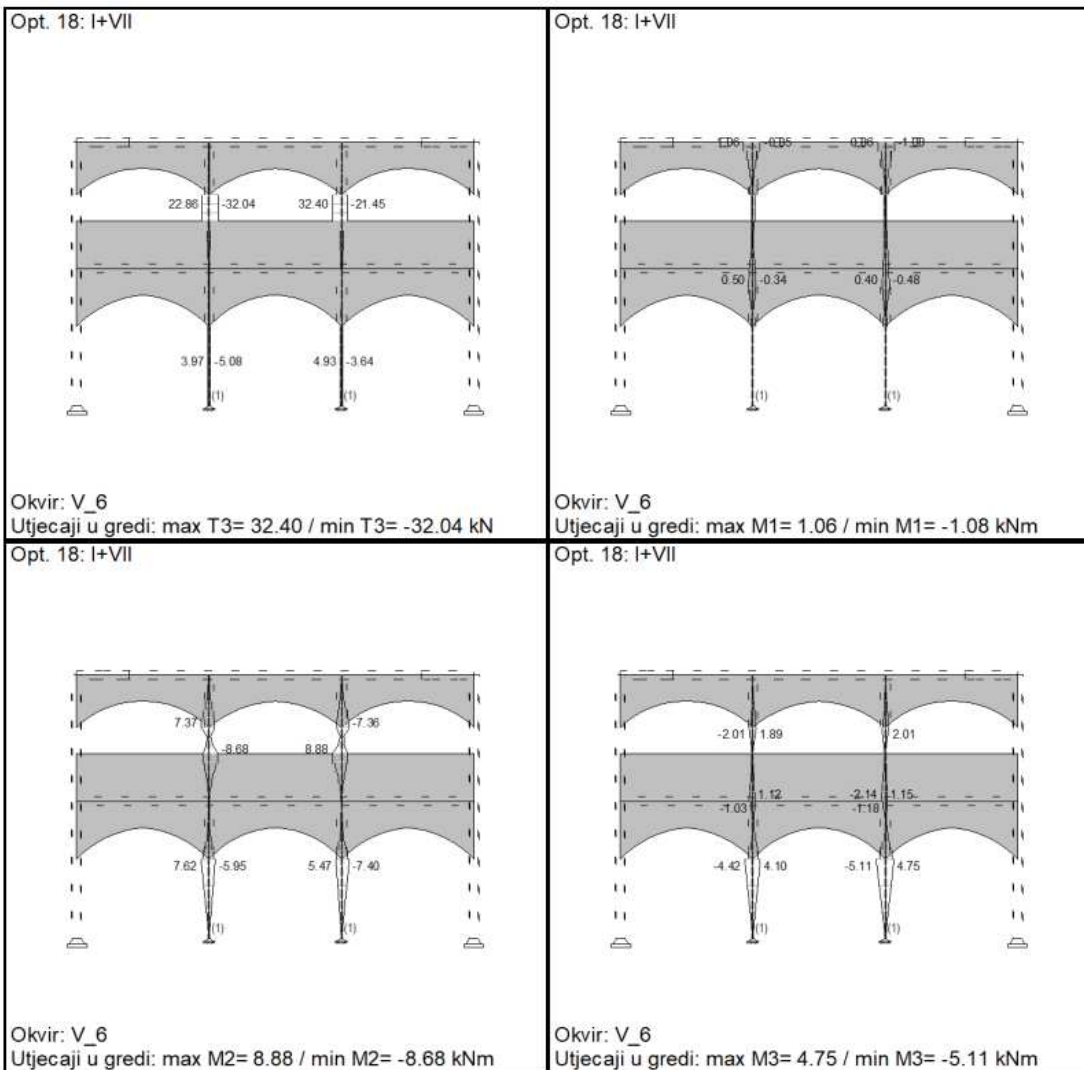












x-uzdužni smjer										1180 102600												
pomak																						
TIP	ZID	d_{max}	d	δ (cm)	$s_{d,cm}$	Ng	Np	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}		
181	181	50	50	0,114	< 1,400	44	11	14%	450,8	17%	JADOVOLJIVA	0,012	0,008	56	1200	145,18	45,35	ZADOVOLJIVA	77%	37,79	JADOVOLJIVA	59%
subri	181	50	50	0,049	< 1,400	37	9	14%	447,8	14%	JADOVOLJIVA	0,012	0,006	16	1000	145,42	43,75	ZADOVOLJIVA	34%	36,46	JADOVOLJIVA	41%
subri	181	50	50	0,175	< 2,500	276	28	47%	731,4	57%	JADOVOLJIVA	0,028	0,045	112	12700	67,46	86,56	NE ZADOVOLJIVA	121%	71,30	NE ZADOVOLJIVA	157%
subri	181	50	50	0,247	< 2,500	252	25	25%	1681,7	25%	JADOVOLJIVA	0,014	0,010	173	15700	311,20	186,44	ZADOVOLJIVA	87%	165,37	NE ZADOVOLJIVA	102%
subri	181	50	50	0,286	< 2,500	157	16	28%	706,0	33%	JADOVOLJIVA	0,016	0,016	91	4500	112,01	81,81	NE ZADOVOLJIVA	111%	68,17	NE ZADOVOLJIVA	132%
subri	181	70	70	0,343	< 2,500	187	20	18%	1297,0	22%	JADOVOLJIVA	0,016	0,014	185	17500	188,75	103,48	NE ZADOVOLJIVA	129%	86,22	NE ZADOVOLJIVA	171%
subri	181	70	70	0,197	< 2,500	460	46	24%	2366,1	25%	JADOVOLJIVA	0,016	0,011	237	34600	671,00	289,85	ZADOVOLJIVA	82%	241,54	JADOVOLJIVA	98%
subri	181	80	80	0,197	< 2,500	588	51	22%	3278,0	27%	JADOVOLJIVA	0,014	0,011	332	15400	614,00	394,10	ZADOVOLJIVA	84%	328,42	NE ZADOVOLJIVA	101%
		600	600			2032	209	23%	10959	28%	JADOVOLJIVA			1180	102600	2385	1242,3		95%	1035,3	NE ZADOVOLJIVA	114%

y-poprečni smjer

y-poprečni smjer										1323 126300												
pomak																						
TIP	ZID	d_{max}	d	δ (cm)	$s_{d,cm}$	Ng	Np	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}	N_{sp}/N_{sp}		
181	181	50	50	0,207	< 2,500 <td>545</td> <td>66</td> <td>16%</td> <td>795,0</td> <td>102%</td> <td>NE ZADOVOLJIVA</td> <td>0,015</td> <td>0,012</td> <td>251</td> <td>59000</td> <td>662,00</td> <td>337,20</td> <td>ZADOVOLJIVA</td> <td>86%</td> <td>281,00</td> <td>NE ZADOVOLJIVA</td> <td>102%</td>	545	66	16%	795,0	102%	NE ZADOVOLJIVA	0,015	0,012	251	59000	662,00	337,20	ZADOVOLJIVA	86%	281,00	NE ZADOVOLJIVA	102%
subri	181	50	50	0,097	< 2,500	162	23	16%	1295,0	119%	JADOVOLJIVA	0,015	0,012	120	21100	266,26	88,96	ZADOVOLJIVA	121%	82,47	NE ZADOVOLJIVA	146%
subri	181	50	50	0,171	< 2,500	105	8	11%	1205,7	13%	JADOVOLJIVA	0,012	0,005	69	3300	226,00	122,70	ZADOVOLJIVA	56%	102,26	JADOVOLJIVA	67%
subri	181	50	50	0,173	< 2,500	81	4	8%	1285,3	9%	JADOVOLJIVA	0,012	0,004	76	3400	228,67	119,51	ZADOVOLJIVA	64%	98,56	JADOVOLJIVA	76%
subri	181	50	50	0,204	< 2,500	42	8	18%	320,3	21%	JADOVOLJIVA	0,017	0,017	34	2300	50,00	20,90	NE ZADOVOLJIVA	163%	17,42	NE ZADOVOLJIVA	195%
subri	181	50	50	0,259	< 2,500	154	8	15%	403,3	18%	JADOVOLJIVA	0,015	0,013	66	2700	70,00	26,30	NE ZADOVOLJIVA	251%	21,92	NE ZADOVOLJIVA	301%
subri	181	50	50	1,080	< 2,500	154	25	39%	635,3	47%	JADOVOLJIVA	0,020	0,028	112	6100	84,17	76,68	NE ZADOVOLJIVA	146%	63,90	NE ZADOVOLJIVA	172%
subri	181	50	50	1,244	< 2,500	176	24	36%	635,3	43%	JADOVOLJIVA	0,021	0,028	129	6400	69,41	66,43	NE ZADOVOLJIVA	194%	55,36	NE ZADOVOLJIVA	232%
subri	181	50	50	0,432	< 2,500	367	46	31%	1521,5	37%	JADOVOLJIVA	0,016	0,014	269	14900	285,00	201,65	NE ZADOVOLJIVA	128%	168,04	NE ZADOVOLJIVA	154%
subri	181	50	50	0,560	< 2,500	133	17	29%	597,5	34%	JADOVOLJIVA	0,018	0,021	95	4900	71,01	66,55	NE ZADOVOLJIVA	146%	48,79	NE ZADOVOLJIVA	174%
subri	181	50	50	1,077	< 2,500	146	18	33%	500,6	40%	JADOVOLJIVA	0,018	0,019	82	3600	85,68	67,71	NE ZADOVOLJIVA	121%	66,43	NE ZADOVOLJIVA	145%
		850	850			1995	247	23%	11149	27%	JADOVOLJIVA			1323	126300	2537	1197		111%	997	NE ZADOVOLJIVA	133%

Posmična nosivost gotovo svih zidova je ispod zahtijevane nosivosti.

Građevinu nije moguće ojačati na traženu Razinu 3 bez većih zahvata koji bi uključivali potpuno oblaganje konstrukcije armiranim betonom. Kako je građevina pojedinačno zaštićeno kulturno dobro te kako bi takav zahvat iziskivao velika financijska sredstva u nastavku su kontrolirane otpornosti na Razinu 2.

5.2.2.3. POVRATNI PERIOD 95 g. – SEIZMIČKI PRORAČUN, POMACI I PROGIBI, UTJECAJ U ZIDOVIMA

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998) (Metoda poprečnih sila)

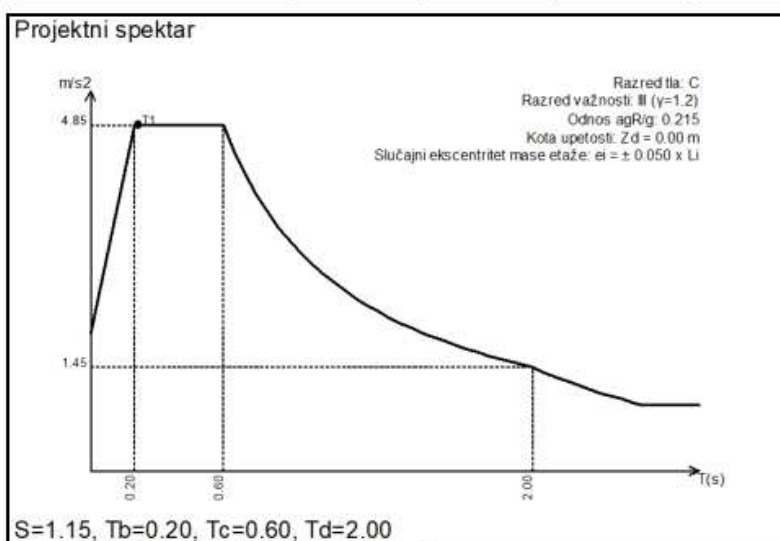
Razred tla:	C
Razred važnosti:	III ($\gamma=1.2$)
Odnos $a_g R/\gamma$:	0.215
Kota upetosti:	$Z_d = 0.00$ m
Slučajni ekscentritet mase etaže:	$e_i = \pm 0.050 \times L_i$

Kut djelovanja potresa:

Naziv	T (sec)	α [%]	Faktor P.
sx	0.221	0.00	1.50
sy	0.180	90.00	1.50

Tip spektra

Naziv	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
sx	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
sy	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000



Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sx (+e, -e))

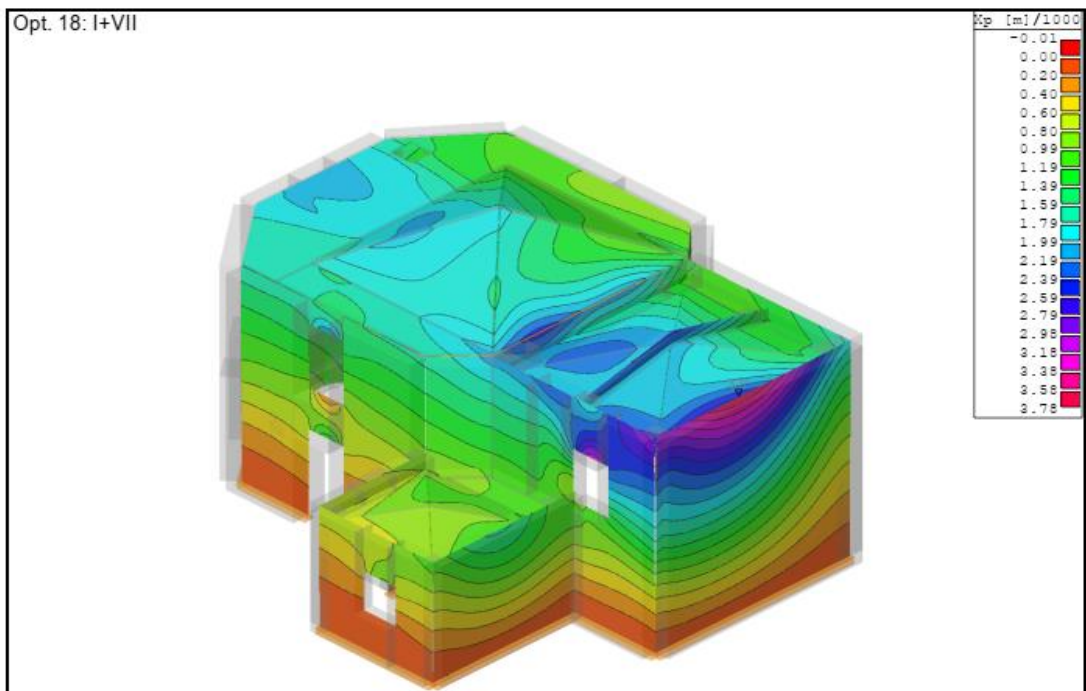
Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.80	0.00
	5.00	962.11
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	305.62
	2.60	94.27
	2.40	303.80
	0.00	0.00
	Σ	1666.8

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sy (+e, -e))

Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.80	0.00
	5.00	904.07
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	287.19
	2.60	88.58
	2.40	285.47
	0.00	0.00
	Σ	1566.3

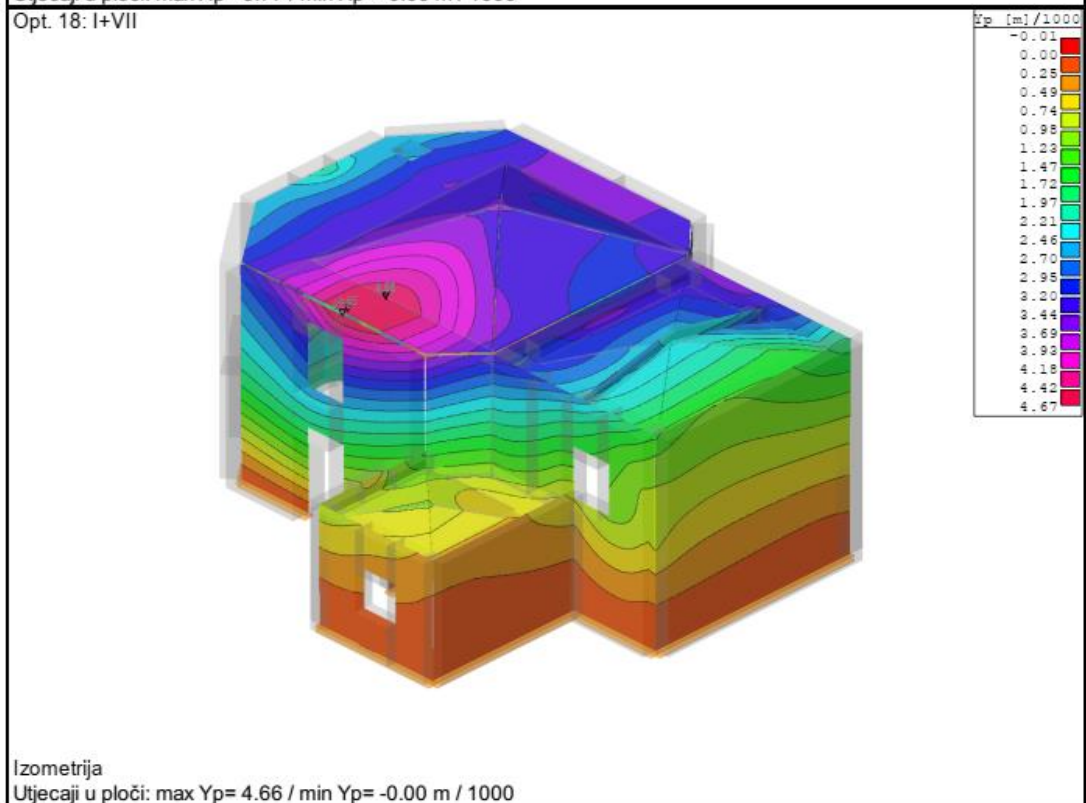
Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
	5.00	5.85	-3.76	166.28	6.69
	2.80	5.30	-5.66	94.32	
	2.60	4.11	-4.43	31.33	2.31
	2.40	5.69	-5.25	109.38	39.78
	0.00	6.60	-4.27	93.22	
Ukupno:	2.91	5.74	-4.59	494.53	



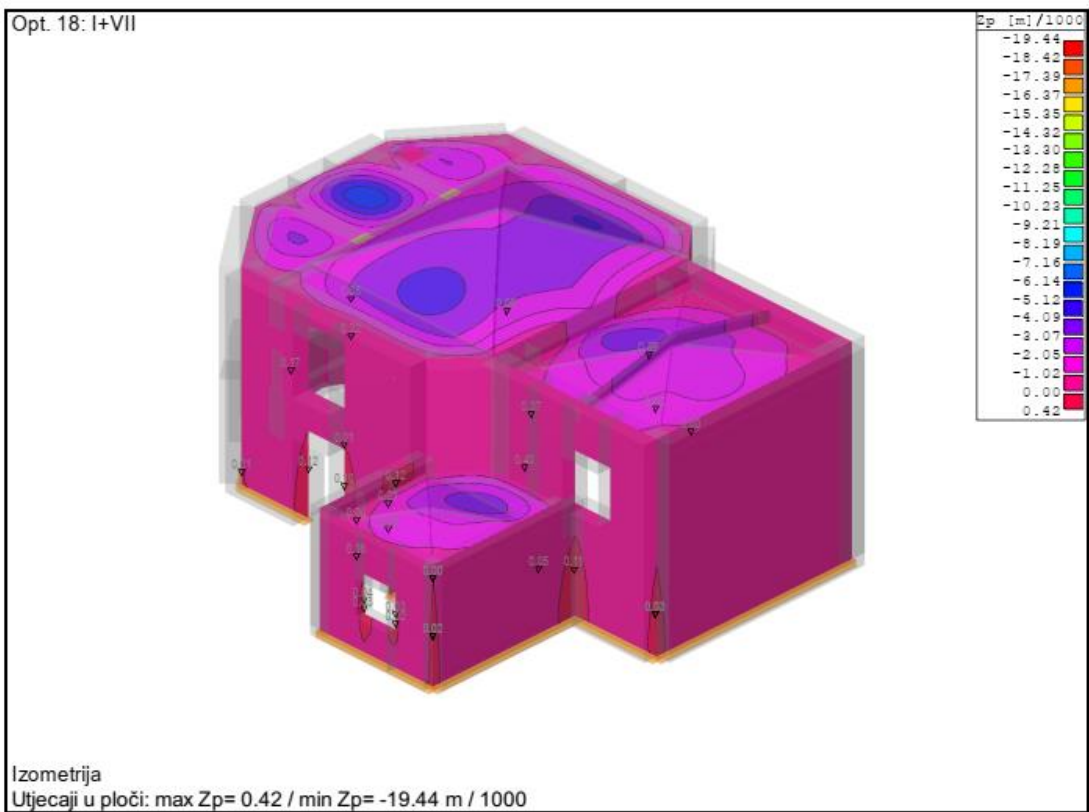
Izometrija

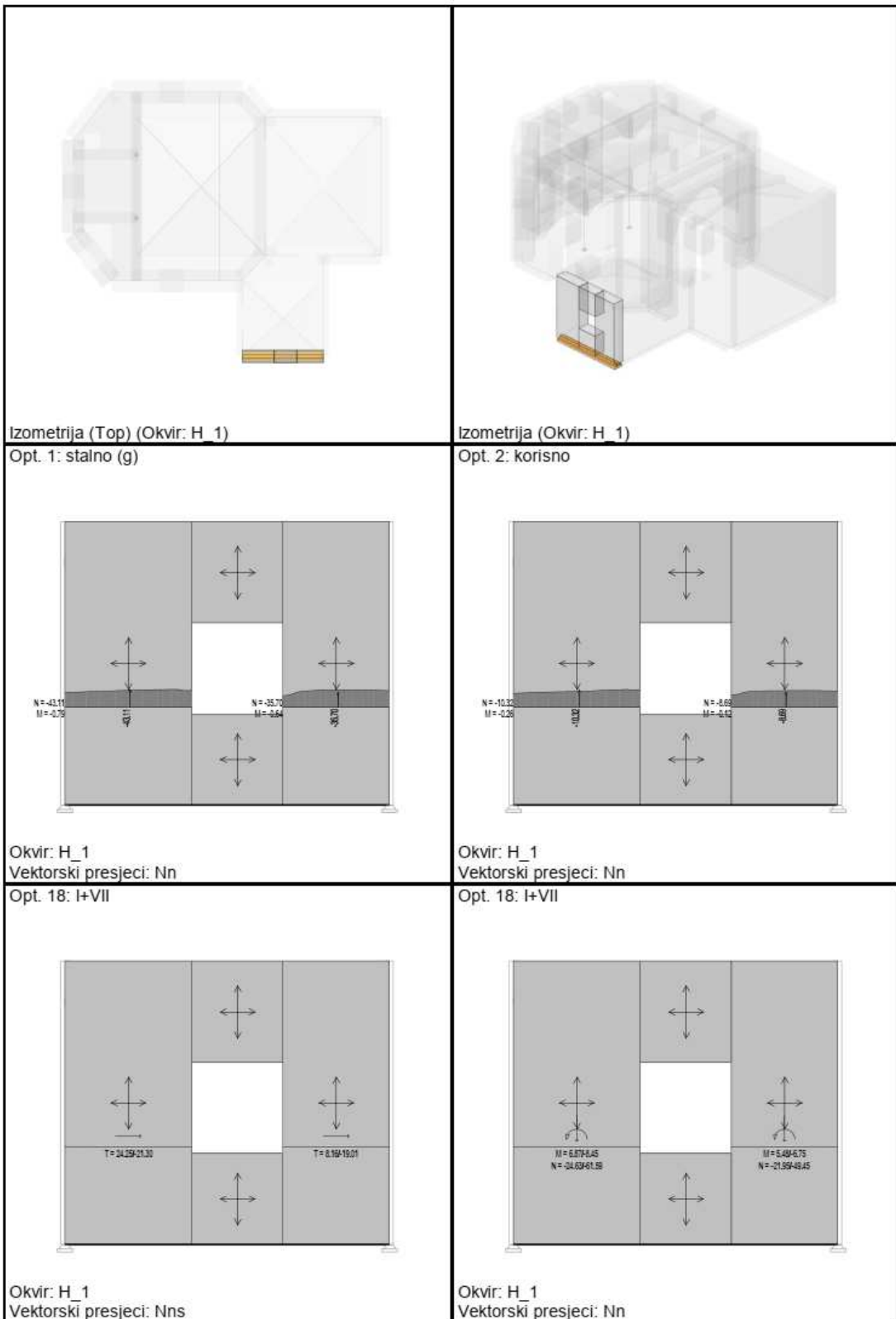
Utjecaji u ploči: max X_p = 3.77 / min X_p = -0.00 m / 1000

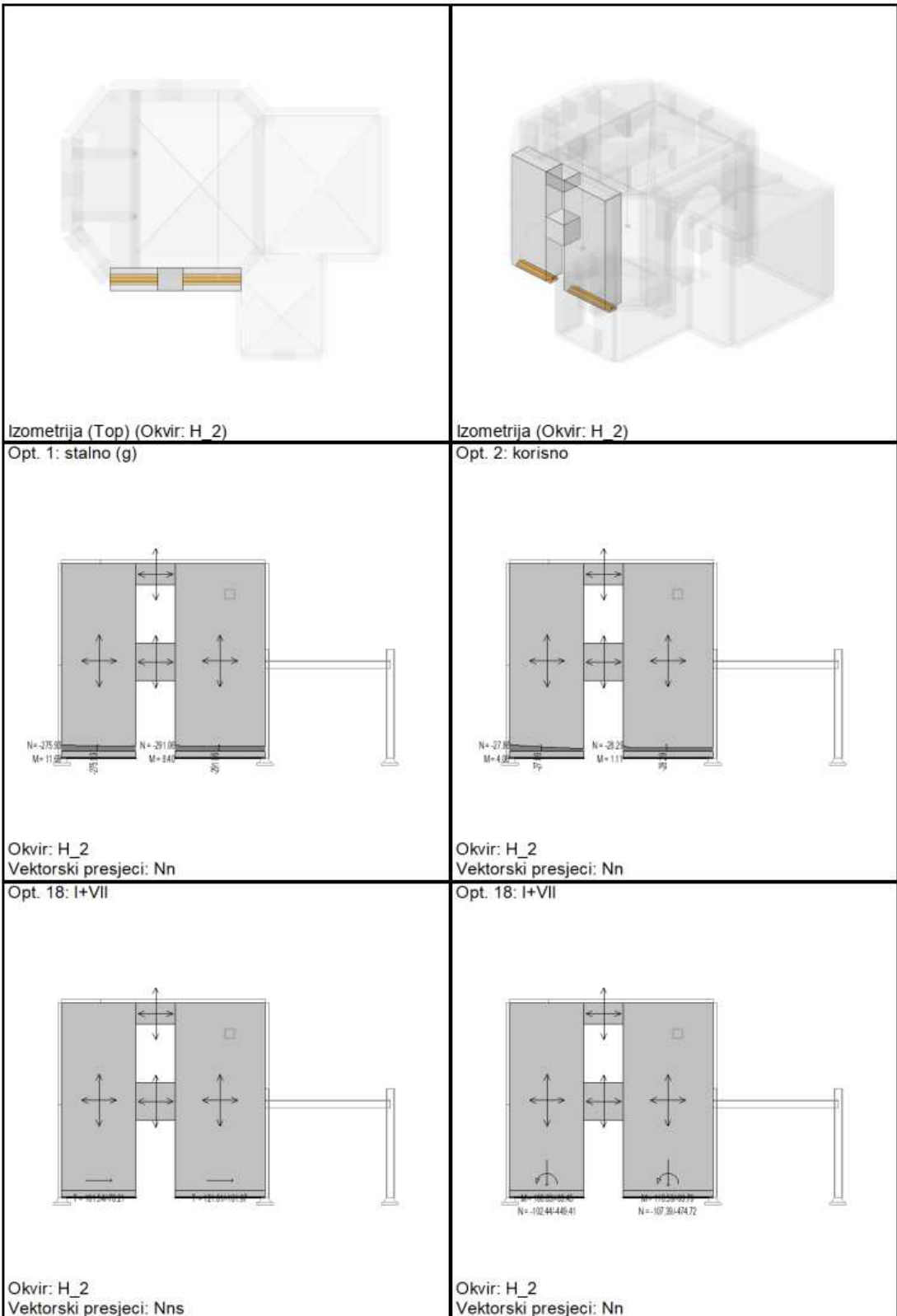


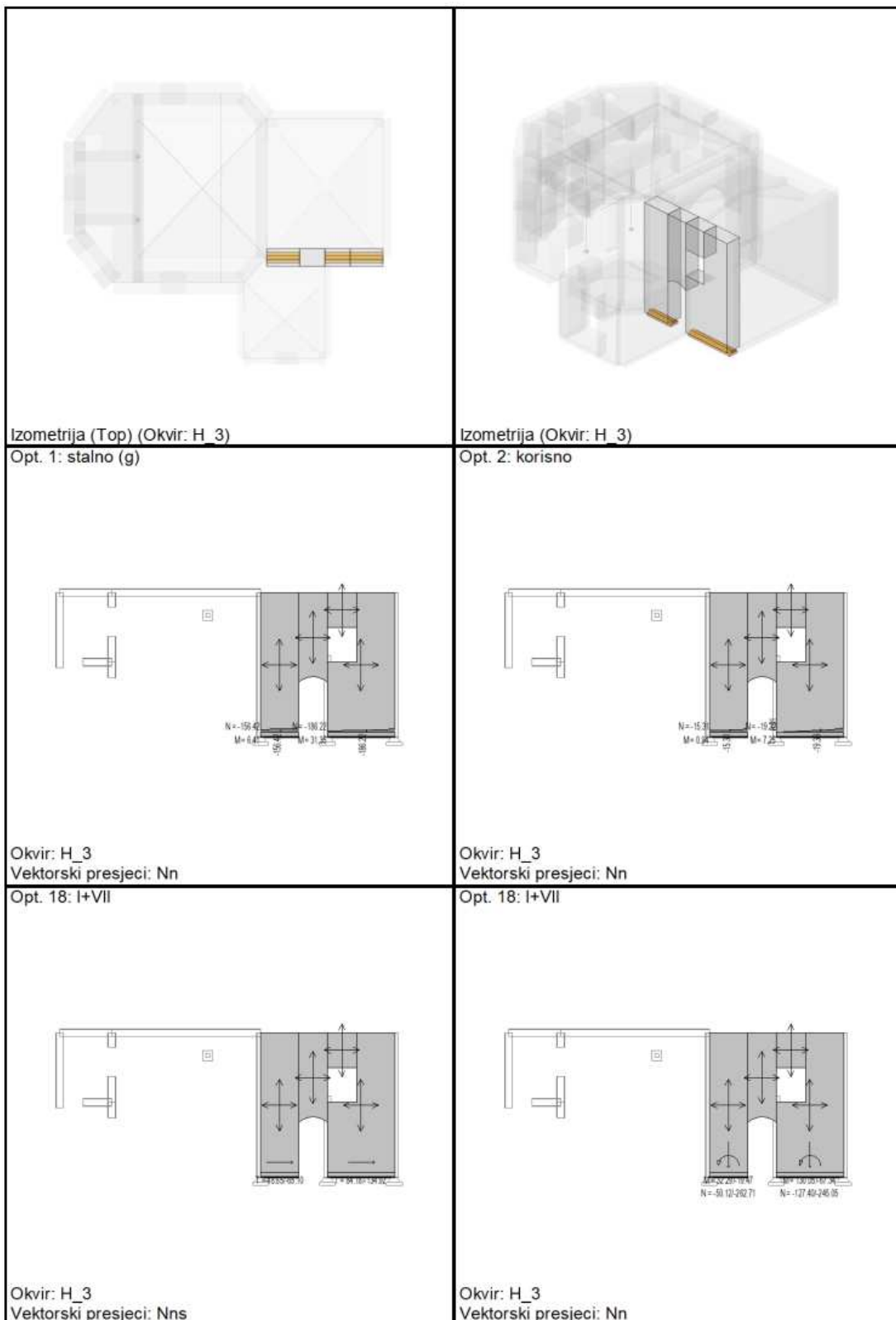
Izometrija

Utjecaji u ploči: max Y_p = 4.66 / min Y_p = -0.00 m / 1000

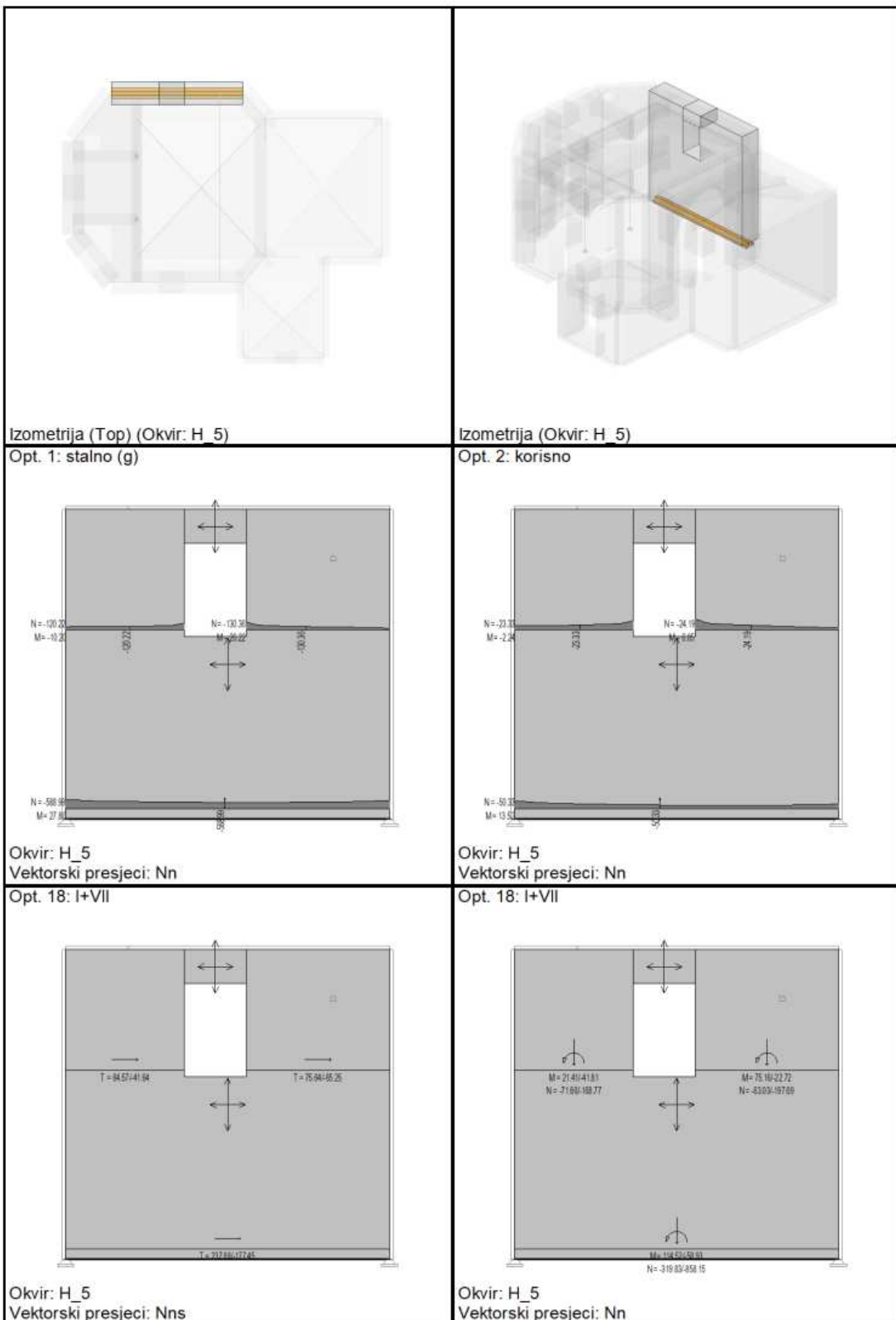


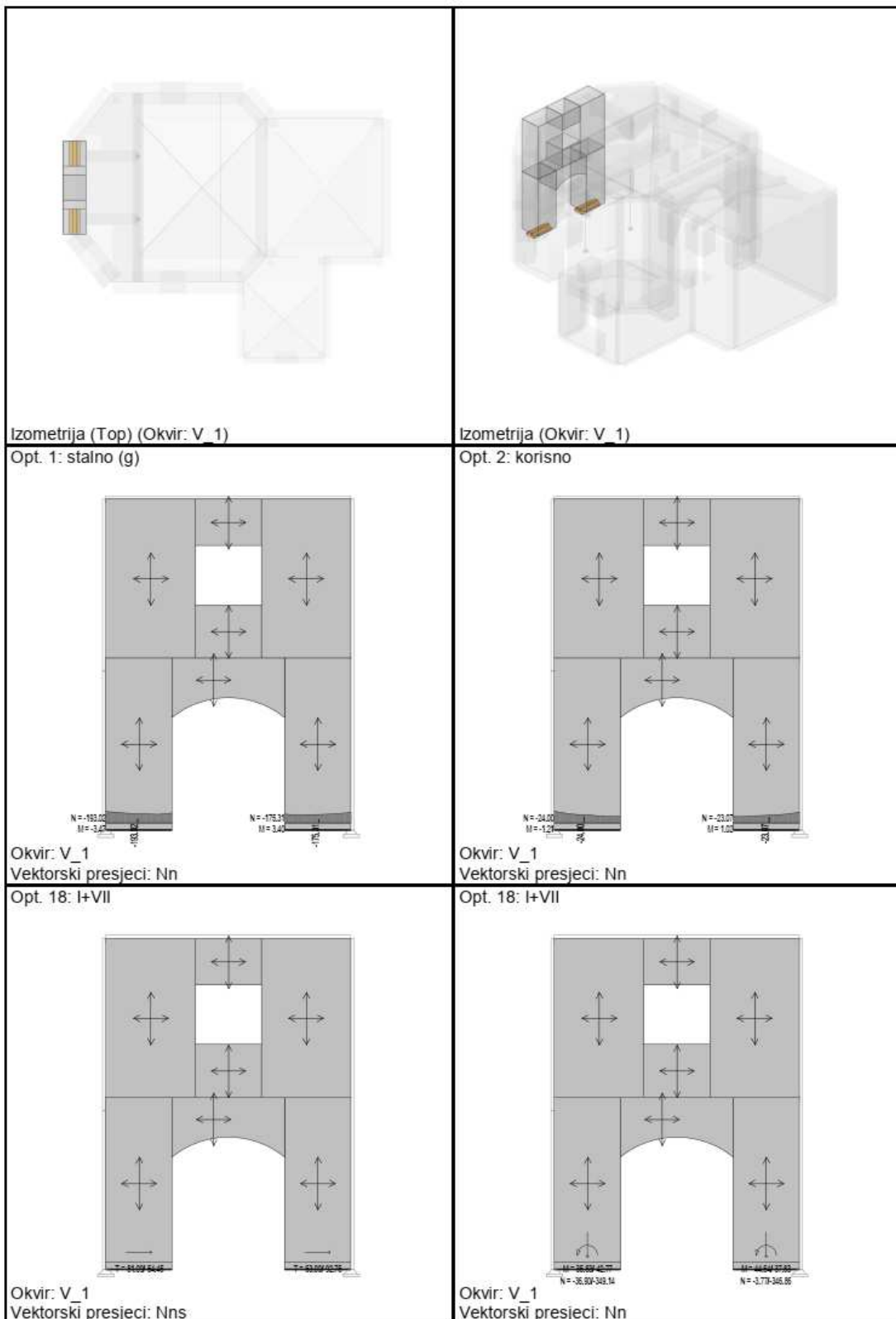


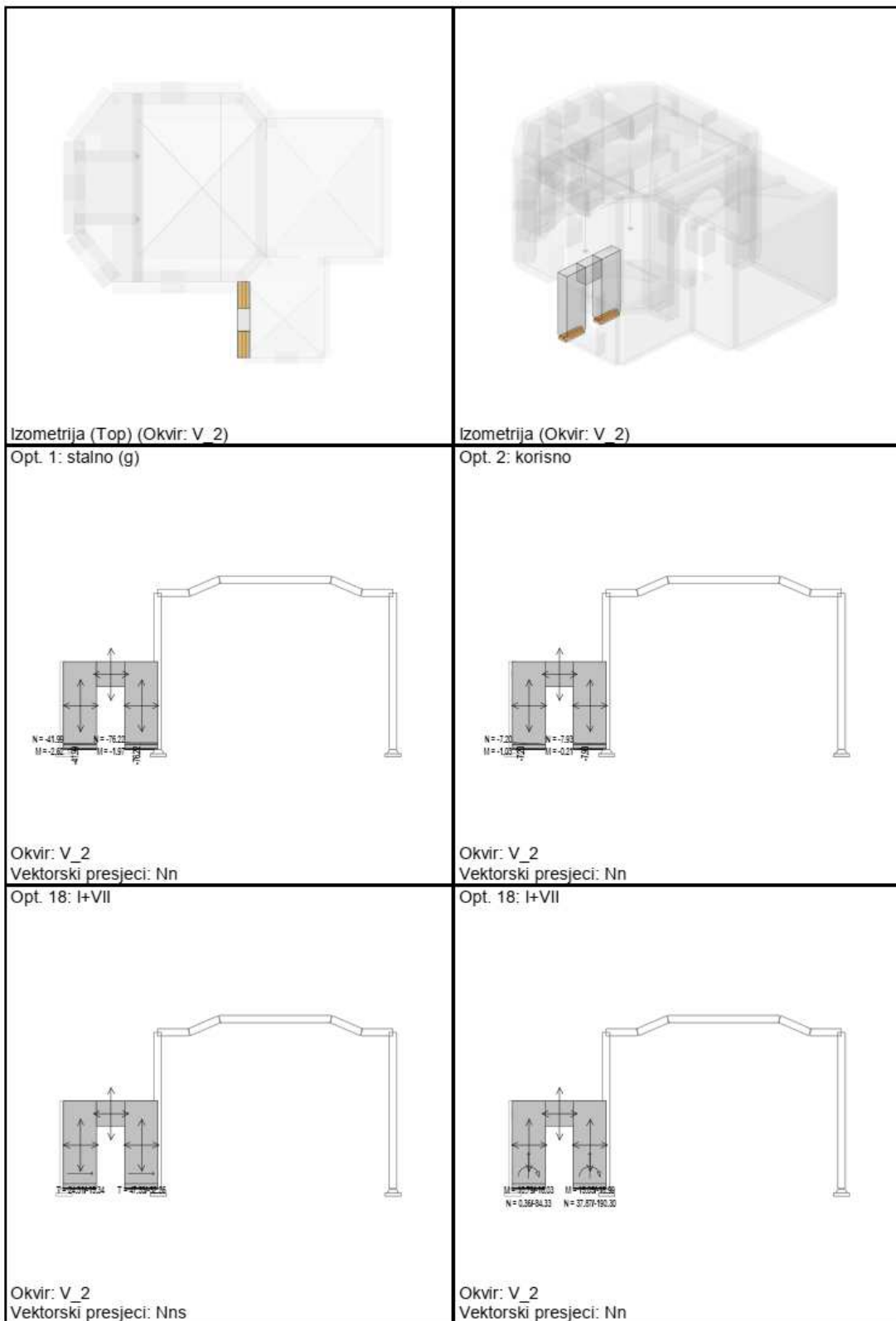


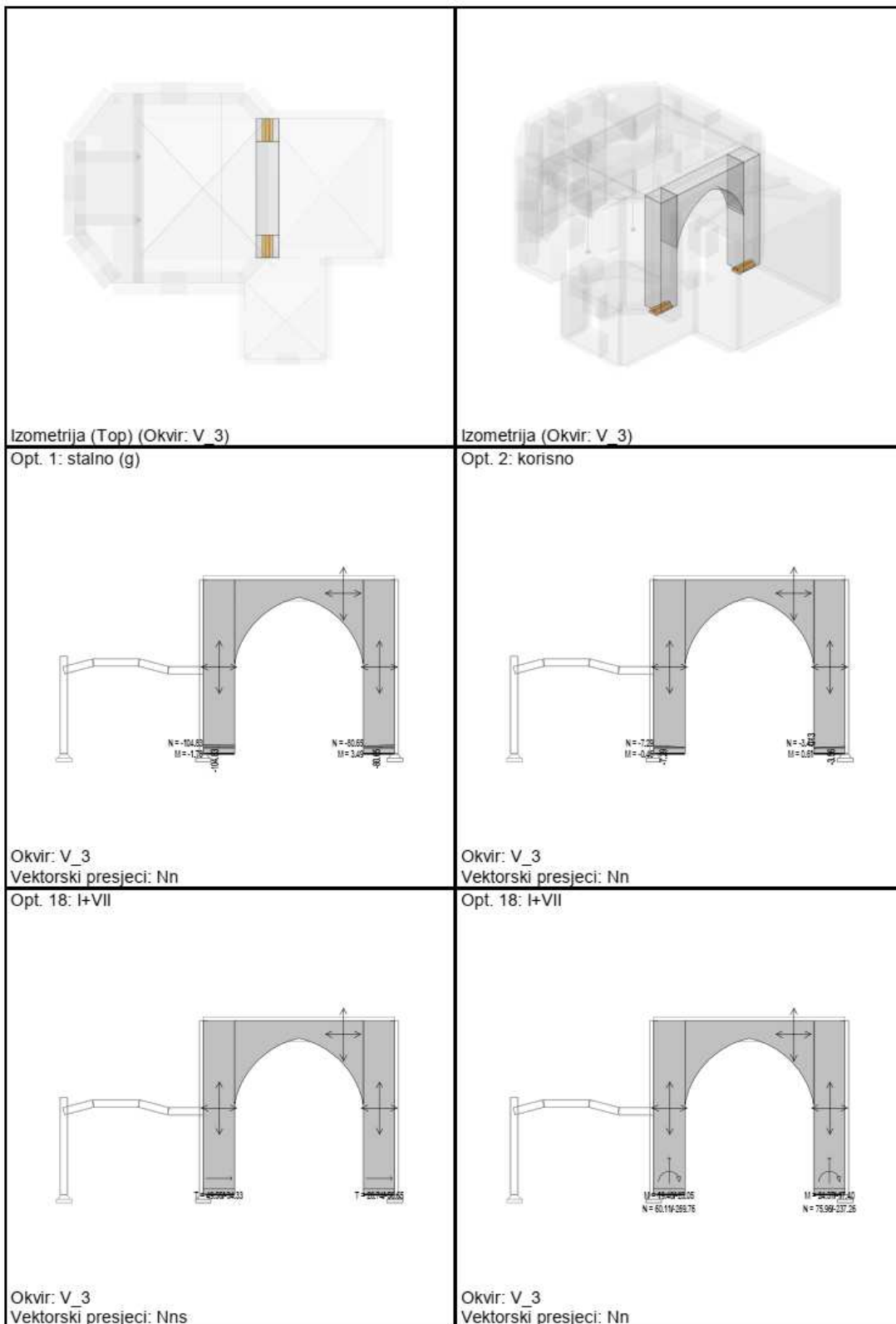


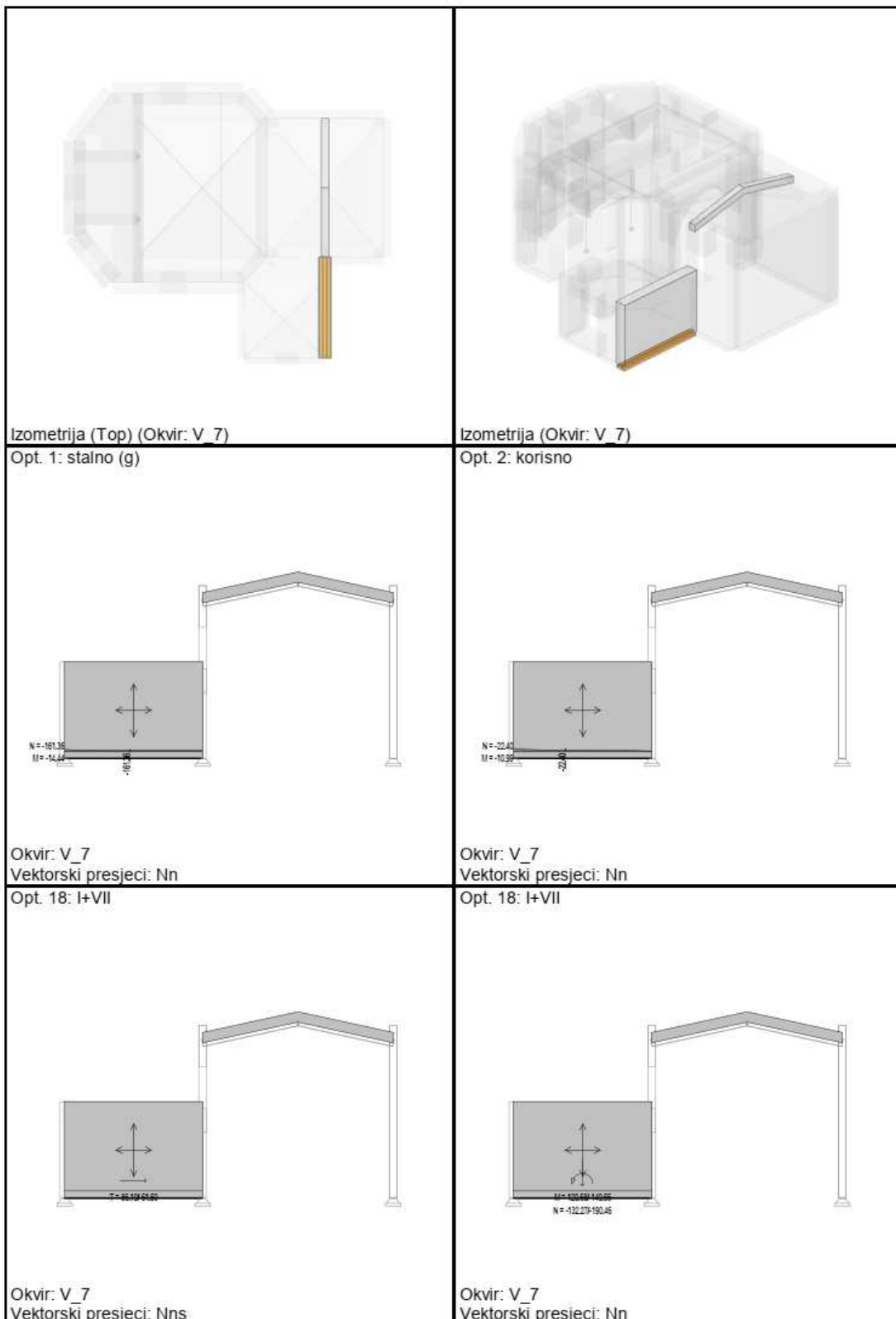
<p>Izometrija (Top) (Okvir: H_4)</p>	<p>Izometrija (Okvir: H_4)</p>
<p>Opt. 1: stalno (g)</p> <p>N = -46.85 M = -39.22</p>	<p>Opt. 2: korisno</p> <p>N = -44.22 M = -35.02</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>
<p>Opt. 18: I+VII</p> <p>1+11.08+10.22</p>	<p>Opt. 18: I+VII</p> <p>1+11.08+10.22 N = -338.37-561.33</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nns</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>

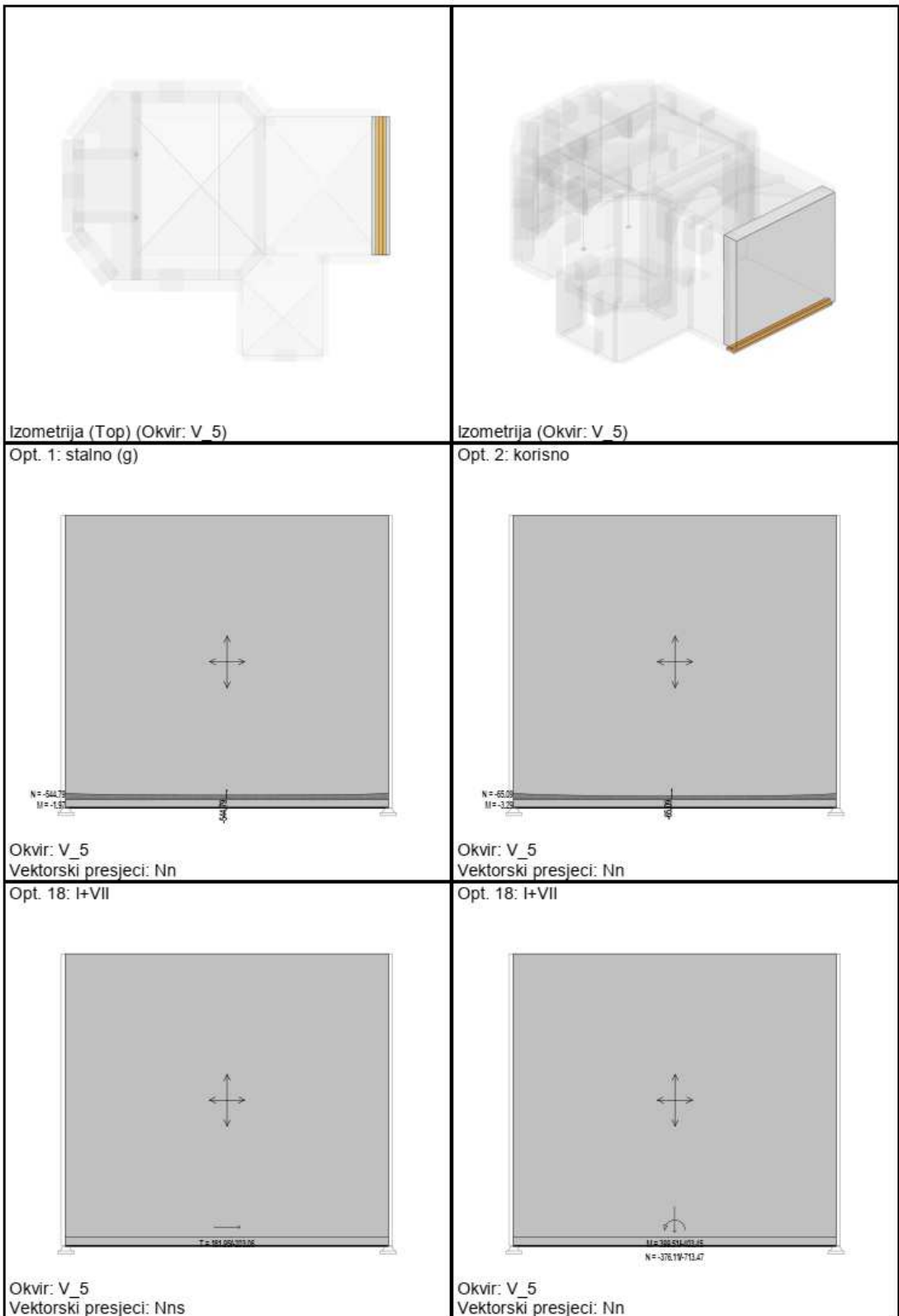


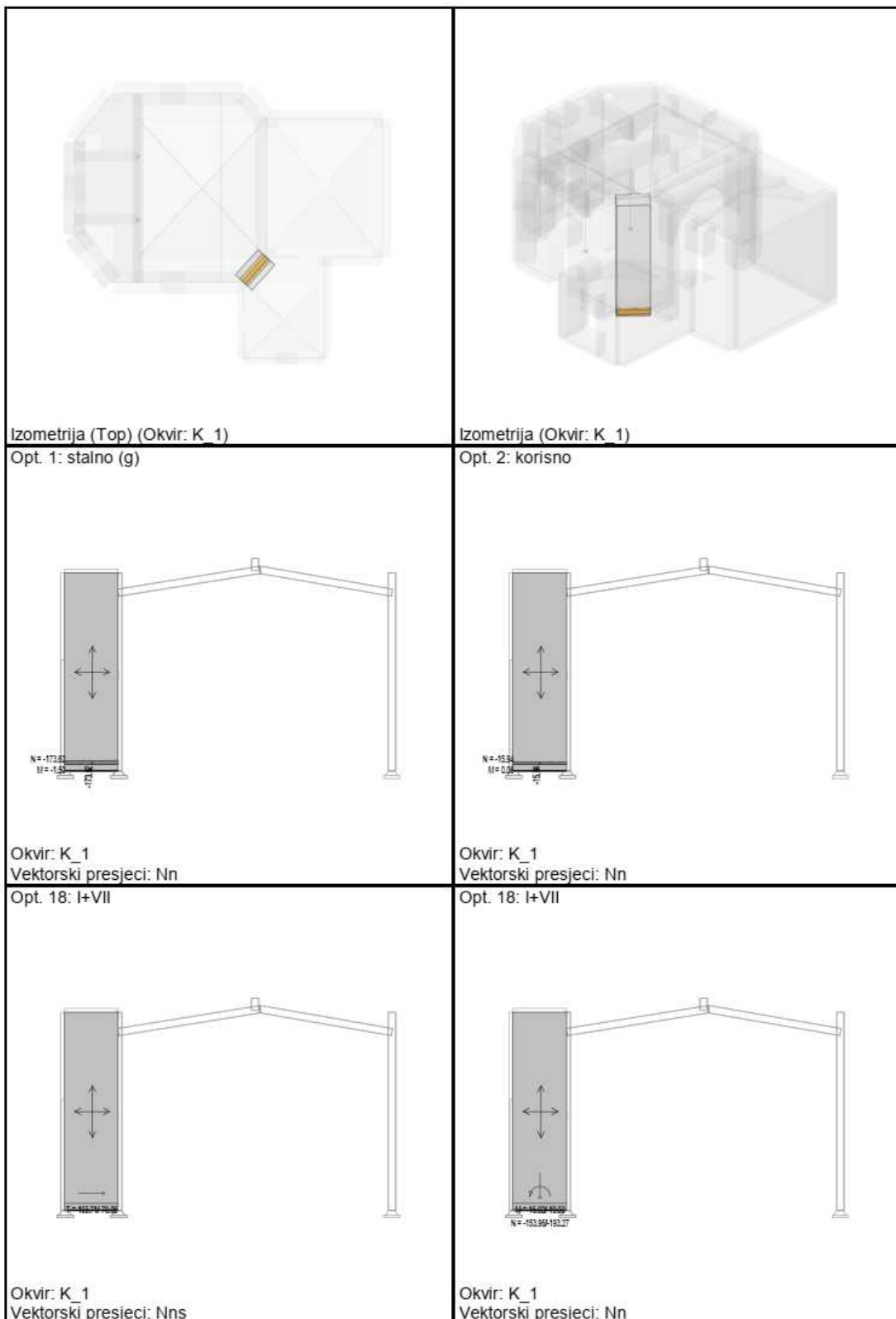


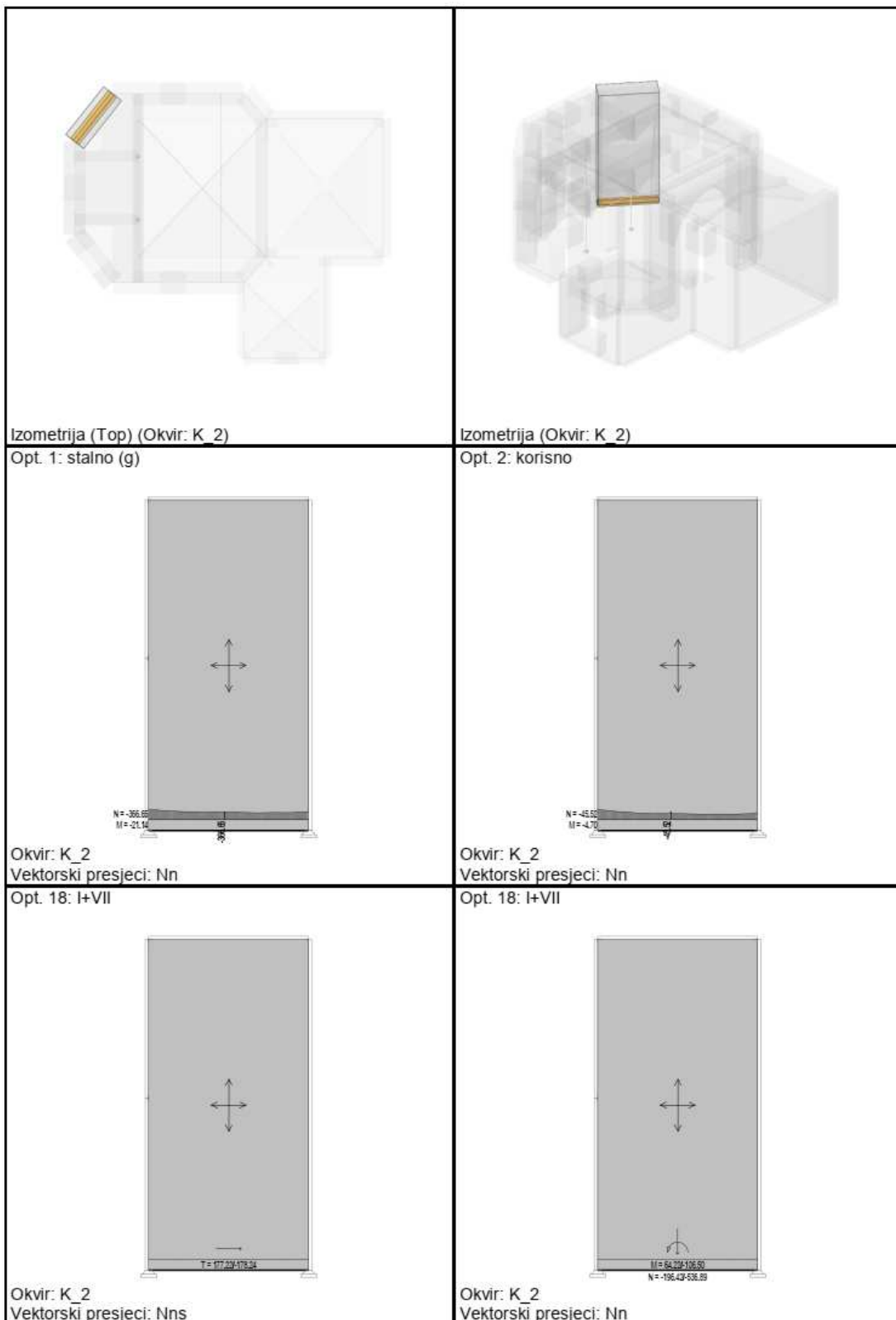


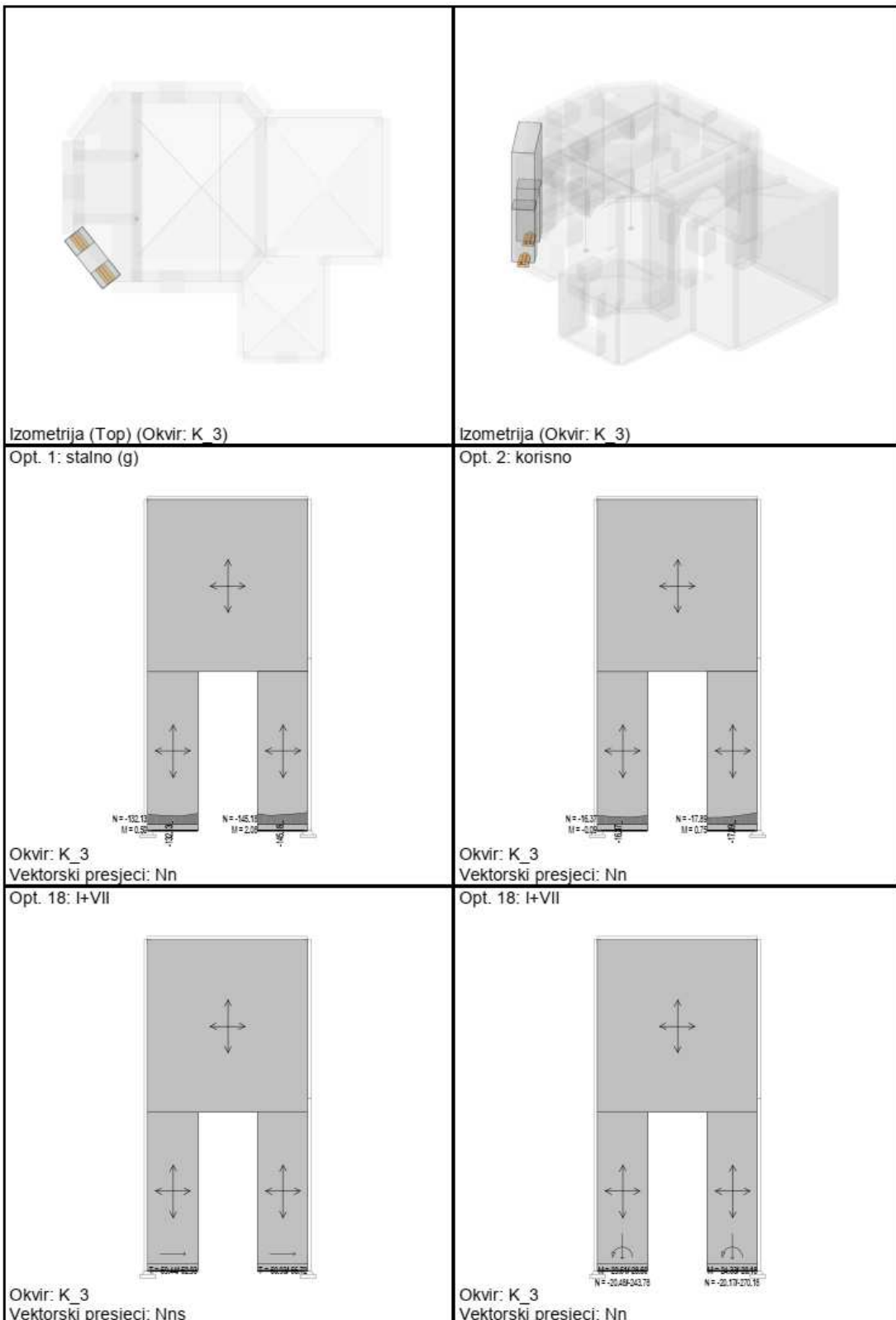


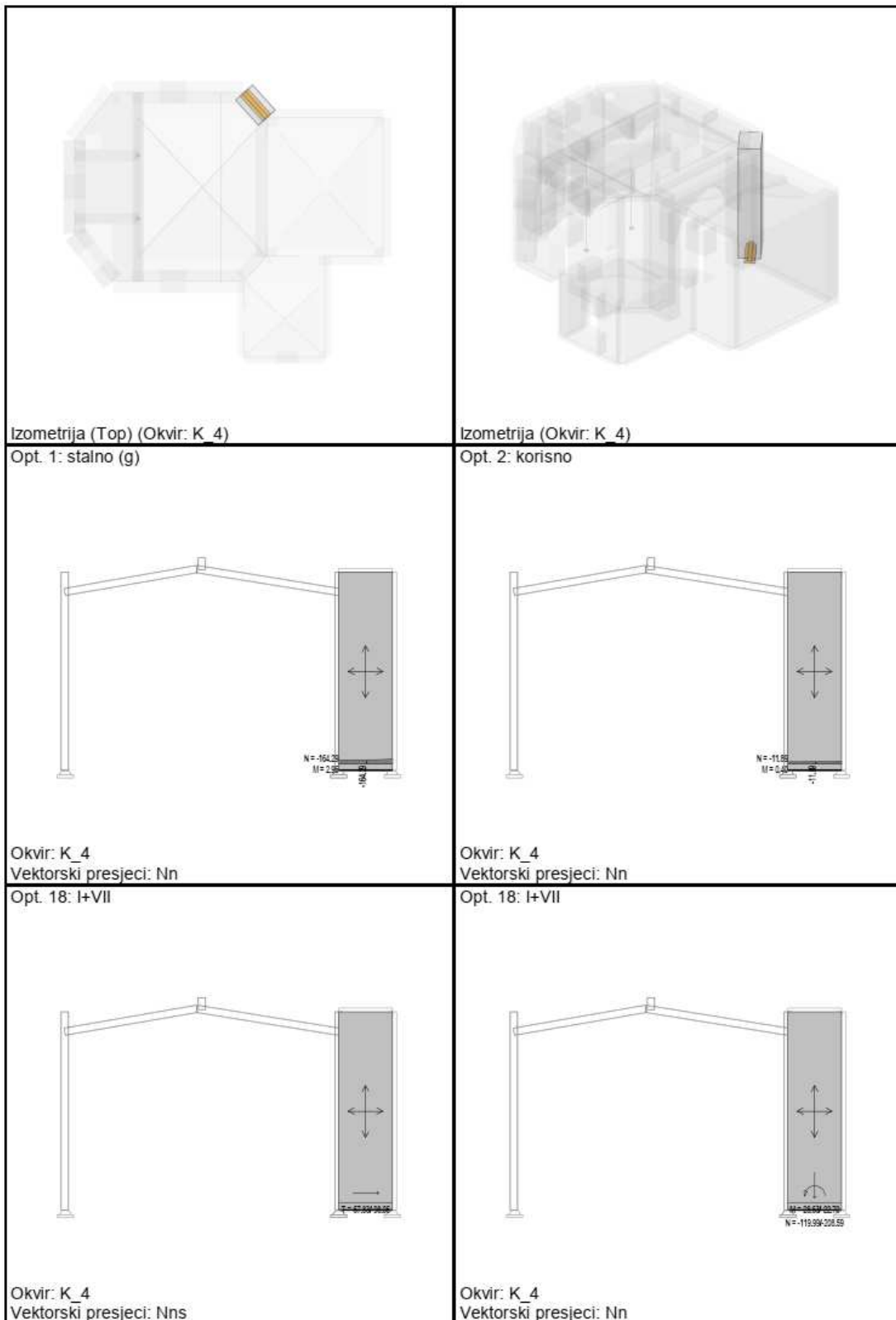


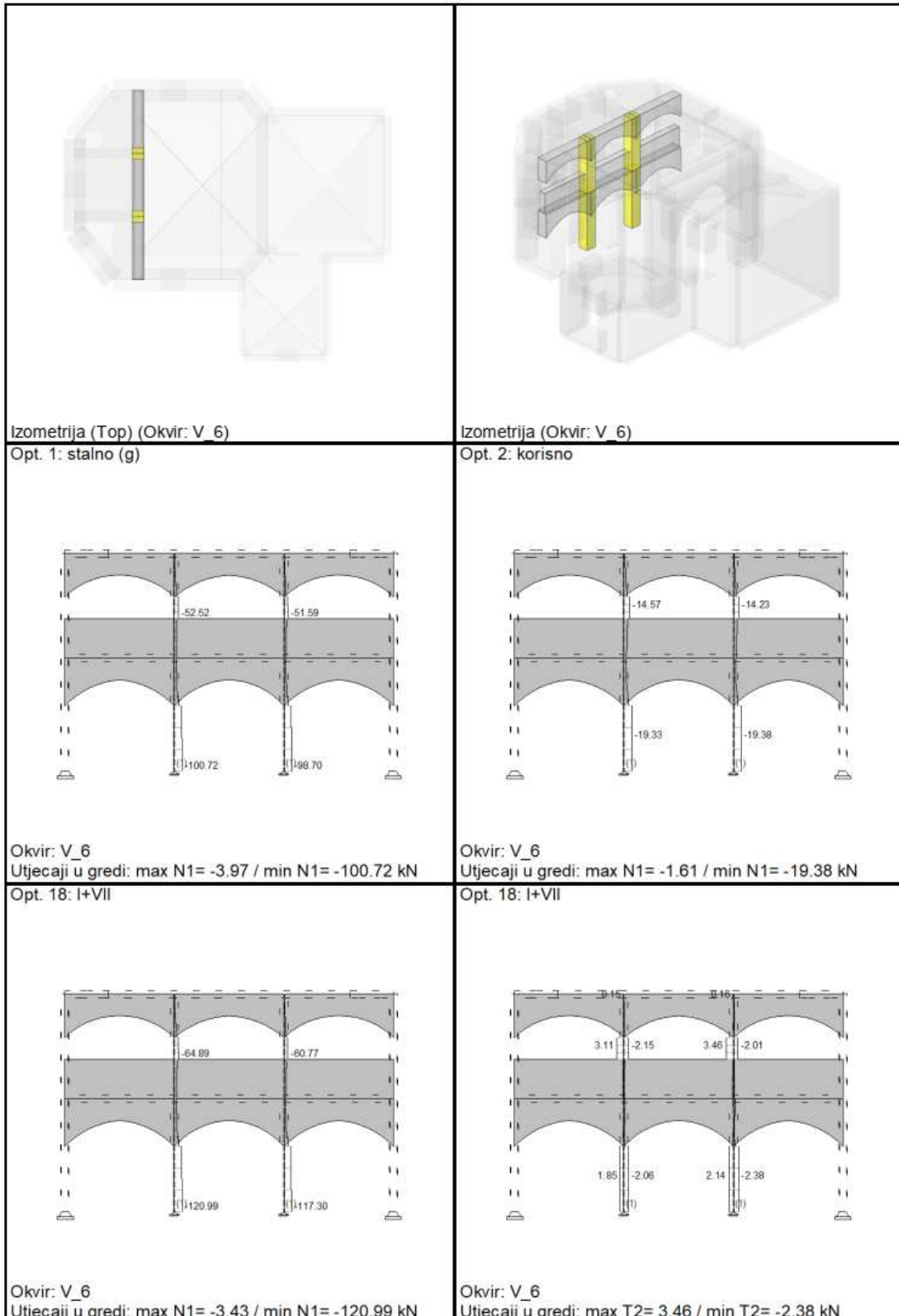


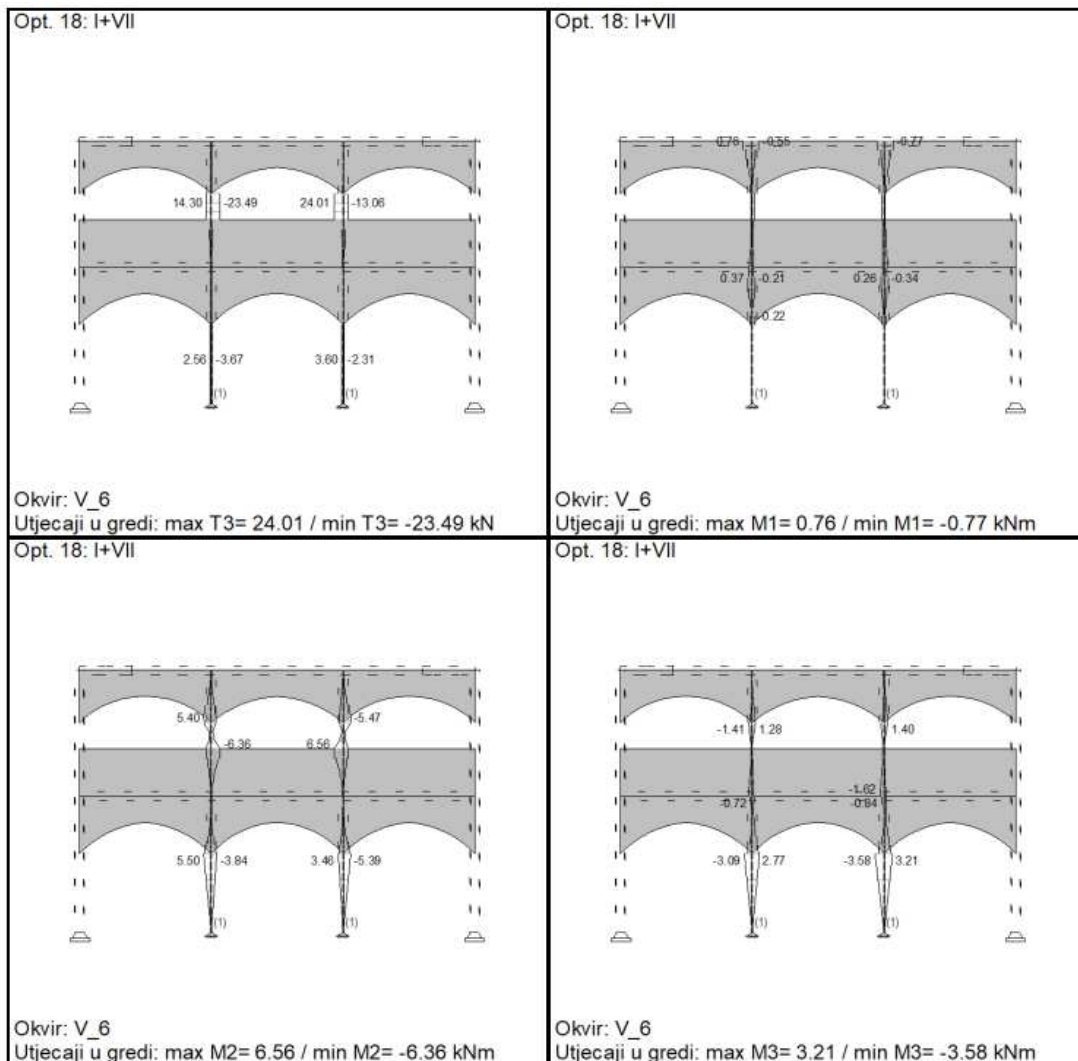












x-uzdužni snijeg

0,005 2032 209

postanak

888 70400

TIP	ZID	$h_{\text{izolacija}}$	d	ϕ (cm)	$\lambda_{\text{izolacija}}$	h_g	h_p	$N_{\text{sp}} \cdot N_{\text{sp}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	σ_{z}	V_{zd}	M_{zd}	L_{z}	V_{sp}	$V_{\text{SD-VSD}}$	$V_{\text{sp}}/V_{\text{m}}$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$
služni	1/11	31	50	50	0,061	< 1,400	44	11	JAČANJE	14%	430,8	17%	0,008	25	300	152,00	46,80	29,20	53%	39,00	39,00	JAČANJE	84%
služni	1/11	32	50	50	0,068	< 1,400	37	9	JAČANJE	12%	447,8	14%	0,005	30	700	151,00	46,15	29,15	44%	37,83	37,83	JAČANJE	53%
služni	1/11	33	50	50	0,706	< 2,500	276	28	JAČANJE	47%	731,4	57%	0,034	102	10700	89,20	56,34	63%	79,46	79,46	JAČANJE	100%	
služni	1/11	34	50	50	0,174	< 2,500	252	25	JAČANJE	22%	1587,1	26%	0,010	122	11100	315,00	200,15	64%	166,79	166,79	JAČANJE	73%	
služni	1/11	35	50	50	0,497	< 2,500	197	16	JAČANJE	28%	100,0	93%	0,013	68	3930	132,00	50,80	38%	75,87	75,87	JAČANJE	87%	
služni	1/11	36	70	70	0,250	< 2,500	197	20	JAČANJE	18%	1297,0	22%	0,010	135	13100	259,34	128,17	50%	108,81	108,81	JAČANJE	100%	
služni	1/11	37	70	70	0,149	< 2,500	400	40	JAČANJE	24%	2395,1	28%	0,011	180	25100	671,00	389,85	58%	241,84	241,84	JAČANJE	72%	
služni	1/11	38	90	90	0,141	< 2,500	259	21	JAČANJE	22%	3273,0	27%	0,011	238	11500	614,00	356,10	58%	328,42	328,42	JAČANJE	72%	
			6000	6000			2032	209	2032	23%	10959	28%		808	76400	2385	1290,4	69%	1075,3	1075,3	JAČANJE	83%	

y-poprečni snijeg

1995 247

postanak

942 88900

TIP	ZID	$h_{\text{izolacija}}$	d	ϕ (cm)	$\lambda_{\text{izolacija}}$	h_g	h_p	$N_{\text{sp}} \cdot N_{\text{sp}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	$N_{\text{sp}}/N_{\text{bez}}$	σ_{z}	V_{zd}	M_{zd}	L_{z}	V_{sp}	$V_{\text{SD-VSD}}$	$V_{\text{sp}}/V_{\text{m}}$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$	$V_{\text{sp}}(V_{\text{m}})$
služni	1/11	31	70	70	0,145	< 2,500	540	50	JAČANJE	20%	795,0	100%	0,015	204	40400	652,00	337,20	52%	251,00	251,00	JAČANJE	73%	
služni	1/11	32	50	50	0,071	< 1,400	192	20	JAČANJE	16%	1297,0	19%	0,009	87	13000	376,22	127,21	35%	106,00	106,00	JAČANJE	82%	
služni	1/11	33	50	50	0,124	< 2,500	195	8	JAČANJE	11%	1203,1	15%	0,005	50	400	228,00	122,70	54%	102,25	102,25	JAČANJE	45%	
služni	1/11	34	50	50	0,130	< 2,500	81	4	JAČANJE	8%	1585,3	9%	0,004	37	2500	207,00	122,05	59%	102,38	102,38	JAČANJE	52%	
služni	1/11	35	50	50	0,150	< 1,400	40	0	JAČANJE	13%	320,3	21%	0,021	25	1700	40,57	18,54	46%	15,45	15,45	JAČANJE	100%	
služni	1/11	36	50	50	0,188	< 1,400	44	0	JAČANJE	15%	403,3	18%	0,012	48	1900	74,45	27,41	37%	22,84	22,84	JAČANJE	100%	
služni	1/11	37	50	50	0,791	< 2,500	594	25	JAČANJE	39%	635,3	47%	0,019	82	4300	112,01	69,20	62%	74,34	74,34	JAČANJE	100%	
služni	1/11	38	50	50	0,897	< 2,500	178	24	JAČANJE	36%	835,3	43%	0,019	35	4500	101,80	81,01	80%	67,81	67,81	JAČANJE	100%	
služni	1/11	39	50	50	0,268	< 2,500	307	40	JAČANJE	31%	1521,9	37%	0,014	179	10700	288,00	201,60	70%	168,04	168,04	JAČANJE	100%	
služni	1/11	40	50	50	0,671	< 2,500	133	17	JAČANJE	25%	597,9	34%	0,015	60	3000	100,33	71,75	71%	59,75	59,75	JAČANJE	100%	
služni	1/11	41	50	50	0,749	< 2,500	545	18	JAČANJE	33%	500,0	40%	0,015	67	2500	105,00	70,45	67%	63,71	63,71	JAČANJE	89%	
			860	860			1995	247	1995	23%	11149	27%		942	88900	2537	1276	74%	1063	1063	JAČANJE	89%	

5.3. ZAKLJUČAK O STANJU GRAĐEVINE

Zaključak se može dati da je naglasak adekvatno obraditi slijedeće nedostatke koji proizlaze iz svega navedenog:

- Nedostatak zidova u poprečnom smjeru y-smjer;
- Kvaliteta ziđa općenito, višeslojno kameno ziđe;
- Zidovi – vidljiva oštećenja – pukotine;
- Svodovi/kupole – vidljiva oštećenja – pukotine;
- Lukovi – vidljiva oštećenja – pukotine; pukotine na spoju luka sa zidom vidljiva pukotina od cca 5 cm (etaža krovništje);
- Krovništje – nedostatak nosive konstrukcije, pomak ležajeva;
- Sakristija – konstrukcija se odvaja od crkve što ukazuje da je naknadno urađena. Nedostatak nosive konstrukcije i nestručne gradnje rezultiralo je raspucavanjem konstrukcije lukova/svodova/zidova;
- Zvonik iznad pjevališta je izveden kao drveni koji se oslanja na nosive zidove. Pročelja zvonika su limena na daščanoj oplati. Unutar vanjskog ulaznog pročelja zvonika izveden je konzolni zid pridržan za kosnike tornja. Zid je izveden u kombinaciji kamena i opeke, nestručno izveden što je rezultiralo razgradnju i pomak zida u odnosu na težište što je rezultiralo oštećenje limenih opšava zvonika na mjestu krova;

Tlo i temeljenje – građevina je izgrađena na temeljima gotičke crkve. Pretpostavka je da su temelji izvedeni od kamena, dimenzije u širini zidova. Sveprisutni problem kapilarne vlage, striktno gledajući, to možda ne izgleda kao problem koji je direktno vezan za konstrukciju, niti se ovaj elaborat s njim bavi, važno je imati na umu da je će se taj problem morati rješavati, i to interdisciplinarno u suradnji s projektantom konstrukcije, a ne izolirano, ignorirajući konstrukciju. Dugoročno gledano, vlaga ima značajan utjecaj na konstrukciju i na njenu trajnost.

5.4. PLANIRANA RAZINA OBNOVE

Predmetna građevina spada u zgrade razreda važnosti III prema nizu HRN EN 1998 čija je otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, a za takve zgrade je potrebna obnova na Razinu 3 te se postizanje mehaničke otpornosti i stabilnosti dokazuje na potres povratnog perioda od 225 godina ($a_g = 0,150$ g za predmetnu lokaciju). Predmetna građevina je zaštićeno kulturno te kao takva predstavljaju vrijedno kulturno dobro, te radovima kojima bi se postigla Razina 3 – pojačanje konstrukcije izvedbom armiranobetonskih elemenata nije moguće a da se ne ugrozi status građevine koja je upisana u registar kulturnih dobara. Osim navedenog, ojačavanje na traženu razinu bi iziskivalo značajna financijska sredstva. Rekonstrukcija konstrukcije u stanje poboljšane razine nosivosti sprovesti će se na nešto višu Razinu 2.

Razina 2: Rekonstrukcija sa ciljem dovođenja konstrukcije u stanje poboljšane razine nosivosti. Pojačanje potresom oštećene građevinske konstrukcije zgrade uz primjenu metoda kojima se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade u odnosu na potresno djelovanje za poredbenu vjerojatnost premašaja od 10% u 10 godina (povratni period 95 god.) za granično stanje znatnog oštećenja. Izrađuje se građevinski projekt – projekt pojačanja građevinske konstrukcije zgrade pri čemu se proračun potresnog djelovanja provodi za poredbenu vjerojatnost 95 god pp. U ocjeni potresne otpornosti zgrade koja je sastavni dio građevinskog projekta iskazuje se omjer proračunske potresne otpornosti konstrukcije i potresne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima.

Obnova na Razinu 2 potresom oštećene građevinske konstrukcije zgrade uključuje provedbu zahvata 1. razine.

6. POTRESNA OTPORNOST – OJAČANO STANJE

Ojačanje postojećih zidova predviđa se injektiranjem. Injektiranjem zida poboljšavaju se ulazne vrijednosti postojećeg zida, a time i ulazni podaci za proračun ojačanog stanja. Opće poboljšanje zida koje se postiže injektiranjem je minimalno 28% prema članku: „Građevinar 8/2014, GRAĐEVINAR 66, DOI: 10.14256/JCE.1031.2014, Mojmir Urenjek, Roko Žarnić, Violeta Bokan-Bosiljkov.

Vrijednosti uzete u proračun za zid od opeke koji je injektiran:

- Modul elastičnosti zida: $E=2400 \text{ N/mm}^2$;
- Posmična čvrstoća zida: $f_{vk0}=0,20 \text{ N/mm}^2$;
- Modul posmika: $G=960 \text{ N/mm}^2$.

OSVRT NA PARCIJALNI KOEFICIJENT SIGURNOSTI ZA SVOJSTVO MATERIJALA

Prema HRN EN 1998-1 točka 9.6 (3) preporučena vrijednost za γ_M za potresnu proračunsku situaciju je $2/3$ specificirane u nacionalnom dodatku uz normu EN 1996-1-1, ali ne manje od 1,5. Prema navedenoj tablici 2.4.3 (HR) iz nacionalnog dodatka HRN EN 1996-1-1 NA γ_M za zidne elemente II kategorije i bilo kojeg morta i razred izvedbe 3 za granična stanja nosivosti iznosi 3,0. Za potresnu proračunsku situaciju γ_M je $2/3 * 3,0 = 2,0$. Međutim, prema nacionalnom dodatku HRN EN 1998-1 NA, točka 2.51 γ_M za materijal zidanih zgrada u potresnoj proračunskoj situaciji prihvaćaju se preporučene vrijednosti za $\gamma_M = 1,5$. U nacionalnom dodatku HRN EN 1998-3 Ocjenjivanje i obnova zgrada prihvaćena je ista vrijednost.

Slijedom navedenog, a u dogovoru s konzultantom konzervatora, kod prikaza ojačanja zidova smanjit će se broj horizontalnih čeličnih zatega po visini zidova u odnosu na onaj dobiven proračunom u omjeru koeficijenata $1,5/2,0 = 0,75$ (budući se uzimanjem koeficijenta $\gamma_M = 1,5$ umjesto 2,0 u potresnoj proračunskoj situaciji povećava posmična otpornost zida V_{Rd} za 25%).

PRIKAZ ČELIČNIH ZATEGA VIDLJIV JE NA PLANOVIMA POZICIJA

Prije izvedbe sidara, a nakon injektiranja zidova potrebno je provesti istražne radove na zidovima kojima će se utvrditi stvarne karakteristike pojačanog zida te nakon toga po potrebi korigirati poziciju, broj i razmak sidara.

6.1. ULAZNI PODACI – MODEL KONSTRUKCIJE

Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
	6.20	0.60
	5.60	0.60
	5.00	0.50
	4.50	0.30
	4.20	1.40
	2.80	0.20
	2.60	0.20
	2.40	2.40
	0.00	

Tabela materijala

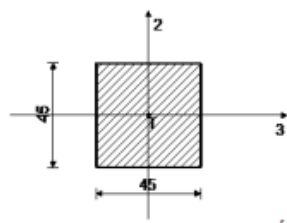
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	ν [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	Kamen - ojačano	2.400e+6	0.20	23.00	1.000e-5	2.400e+6	0.20
2	Stara opeka - ojačano	3.650e+6	0.20	19.00	1.000e-5	3.650e+6	0.20
3	Stara opeka	8.000e+5	0.20	19.00	1.000e-5	8.000e+5	0.20
4	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.900	0.450	1	Opeka/Blokovi	Anizotropna	1.200e+8	9.600e+6	90.00
ST: Em x 0.5, Ex 0.5, ν x 1; SE: Em x 0.5, Ex 0.5, ν x 1;								
<2>	0.700	0.350	1	Opeka/Blokovi	Anizotropna	1.200e+8	9.600e+6	90.00
ST: Em x 0.5, Ex 0.5, ν x 1; SE: Em x 0.5, Ex 0.5, ν x 1;								
<3>	0.500	0.250	1	Opeka/Blokovi	Anizotropna	1.200e+8	9.600e+6	90.00
ST: Em x 0.5, Ex 0.5, ν x 1; SE: Em x 0.5, Ex 0.5, ν x 1;								
<4>	0.900	0.450	1	Opeka/Blokovi	Anizotropna	1.200e+8	9.600e+6	90.00
ST: Em x 0.1, Ex 0.1, ν x 1; SE: Em x 0.1, Ex 0.1, ν x 1;								
<5>	0.500	0.250	1	Opeka/Blokovi	Anizotropna	1.200e+8	9.600e+6	90.00
ST: Em x 0.1, Ex 0.1, ν x 1; SE: Em x 0.1, Ex 0.1, ν x 1;								
<6>	0.700	0.350	1	Opeka/Blokovi	Anizotropna	1.200e+8	9.600e+6	90.00
ST: Em x 0.1, Ex 0.1, ν x 1; SE: Em x 0.1, Ex 0.1, ν x 1;								
<7>	0.450	0.225	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<8>	0.300	0.150	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<9>	0.300	0.150	3	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<10>	0.150	0.075	3	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<11>	0.200	0.100	3	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<12>	0.200	0.100	3	Opeka/Blokovi	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<13>	0.150	0.075	3	Opeka/Blokovi	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00

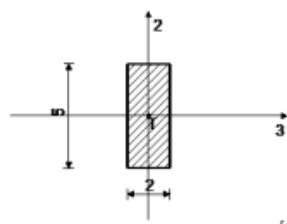
Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=45/45, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Stara opeka	2.025e-1	1.688e-1	1.688e-1	5.775e-3	3.417e-3	3.417e-3

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



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

Set 3 Presjek: D=3.2, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - Čelik	8.042e-4	7.238e-4	7.238e-4	1.029e-7	5.147e-8	5.147e-8

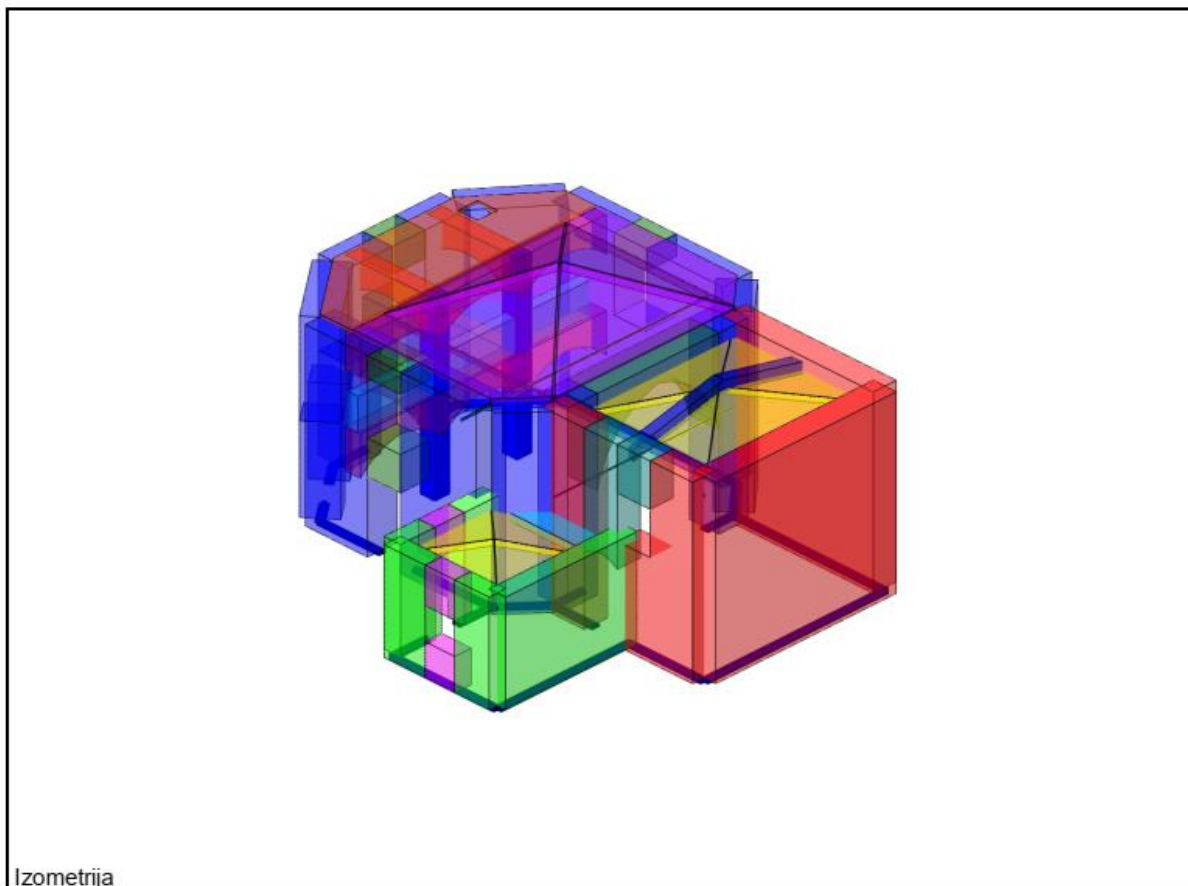
[cm]

Setovi linijskih ležajeva

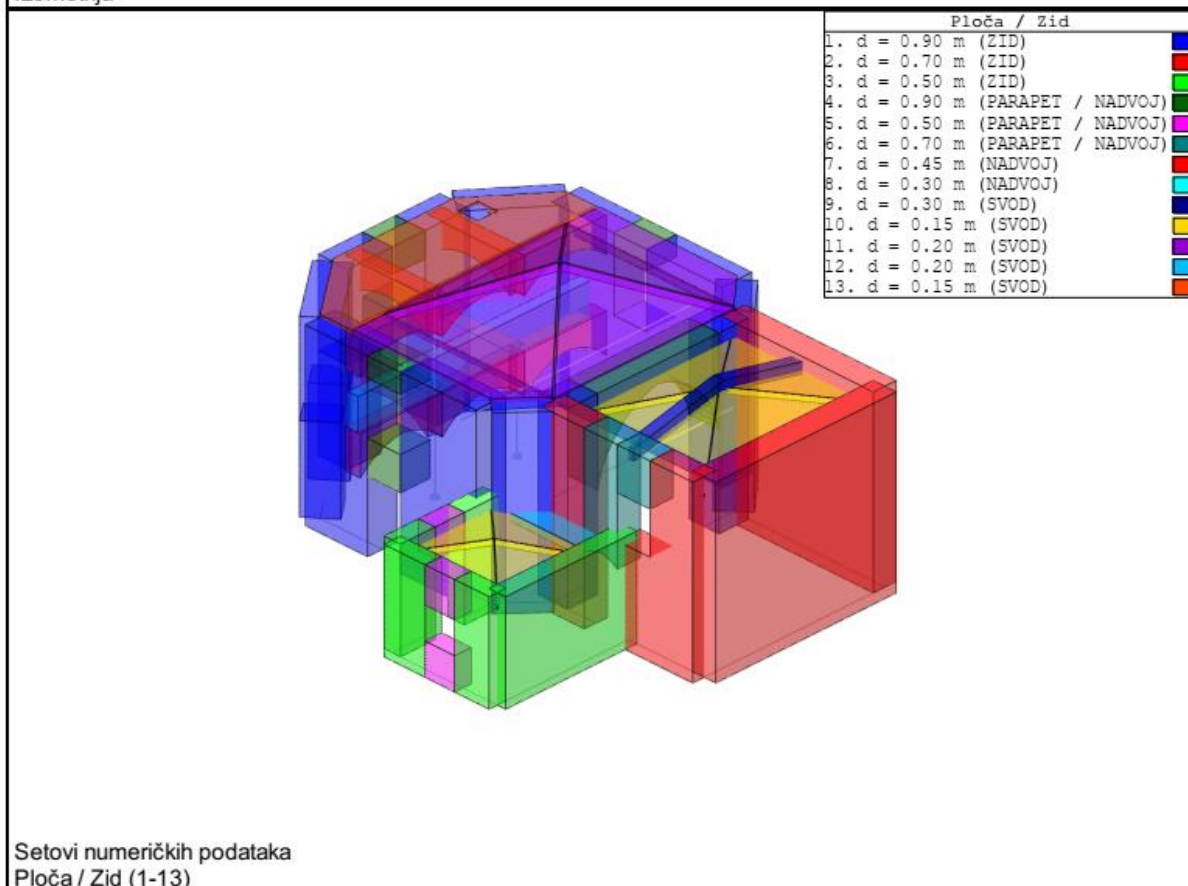
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		

Setovi točkastih ležajeva

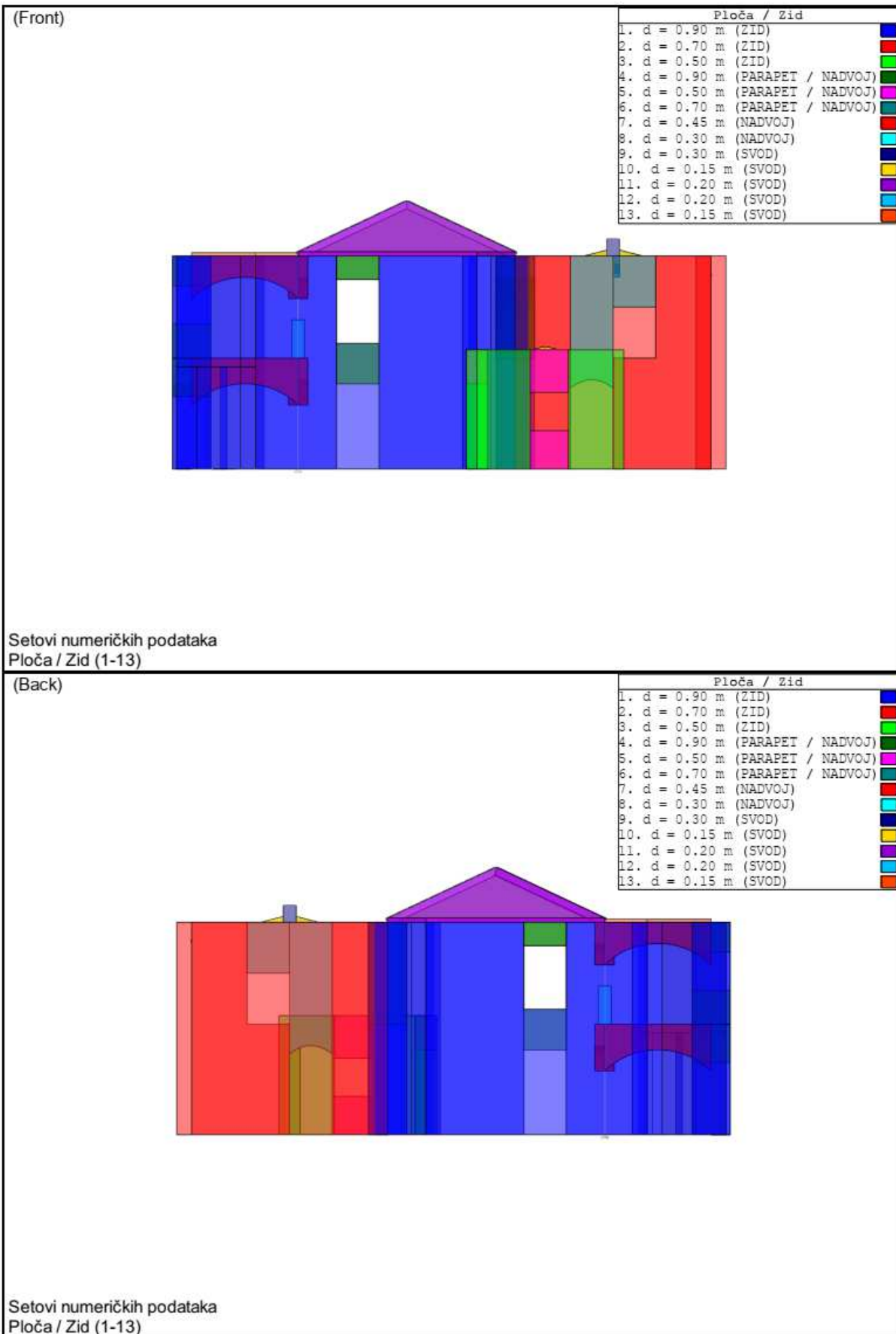
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

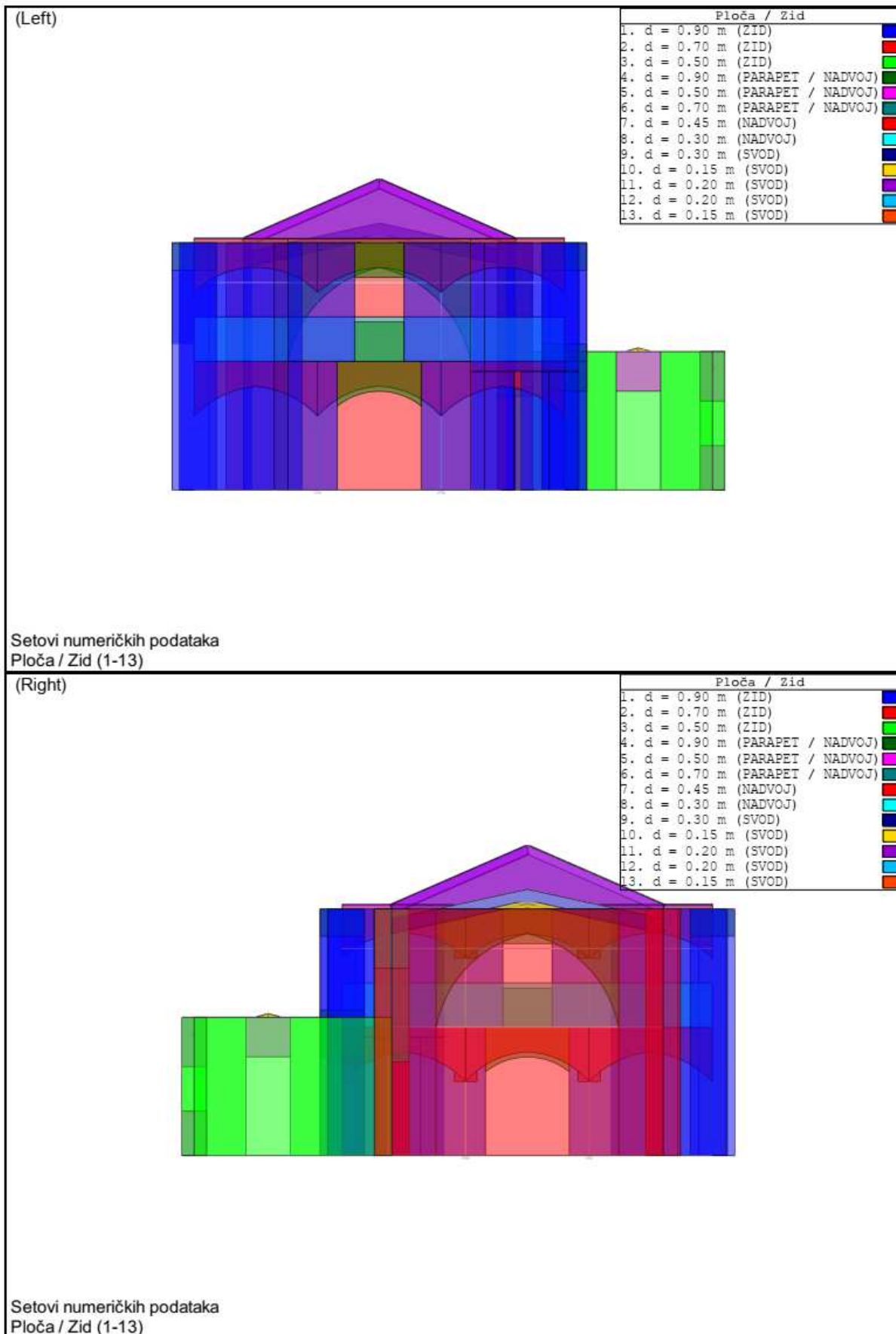


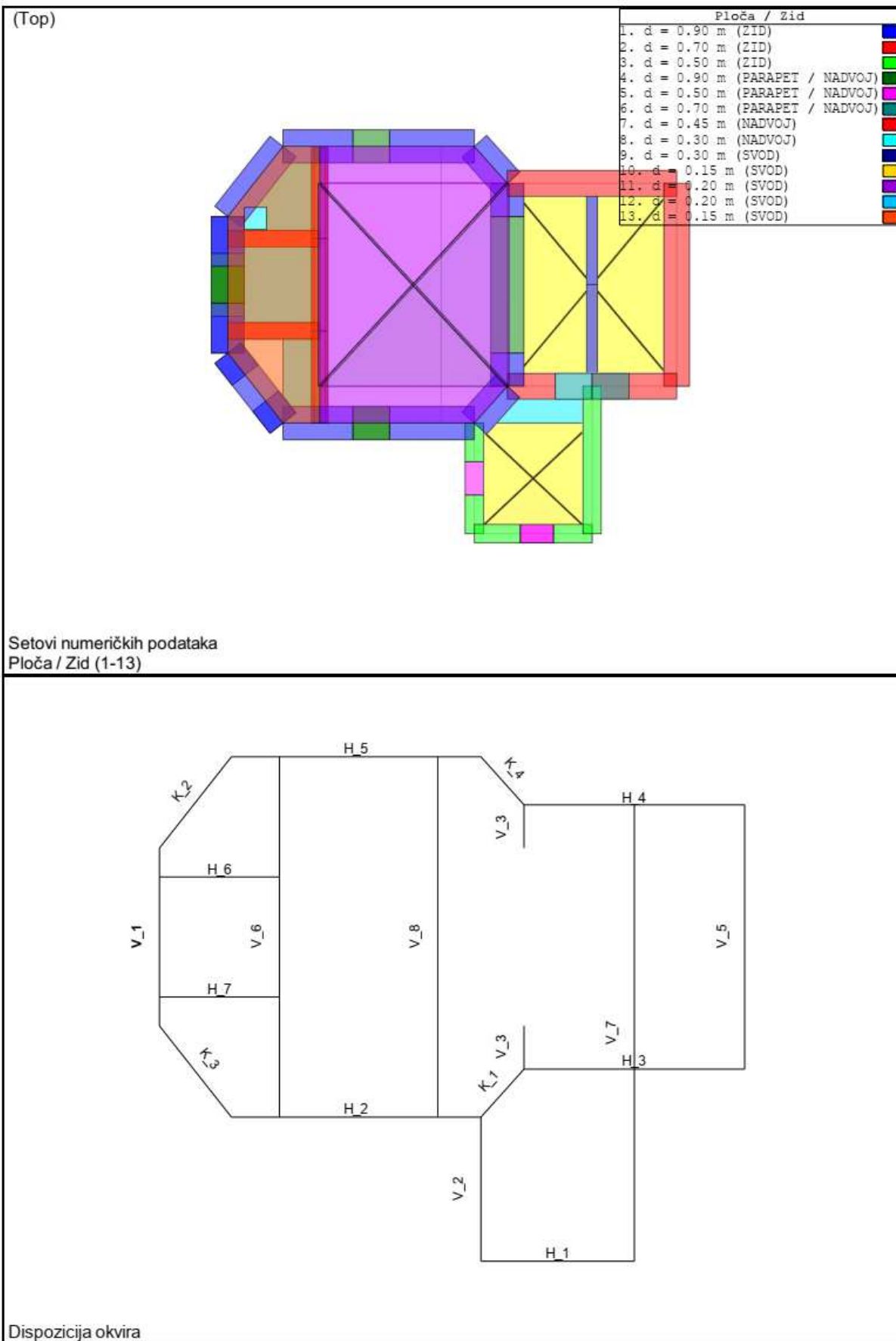
Izometrija



Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-13)







6.1.1. 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 (g)	1.00
2	korisno	0.30

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
	5.00	5.83	-3.77	166.13	6.69
	2.80	6.12	-4.30	93.58	
	2.60	4.30	-4.27	31.26	2.30
	2.40	6.16	-4.44	111.76	40.64
	0.00	6.56	-4.33	91.84	
Ukupno:	2.92	6.00	-4.16	494.57	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
	5.00	8.13	-2.74
	2.80	5.98	-1.34
	2.60	7.11	-1.52
	2.40	8.89	-1.72
	0.00	10.51	-1.38

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	5.00	2.30	1.04
	2.80	0.14	2.95
	2.60	2.81	2.75
	2.40	2.72	2.72
	0.00	3.95	2.95

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.1128	8.8681
2	0.0902	11.0906
3	0.0762	13.1255
4	0.0725	13.7967
5	0.0604	16.5619
6	0.0553	18.0893
7	0.0513	19.4974
8	0.0484	20.6804
9	0.0479	20.8713

6.1.2. SEIZMIČKI PRORAČUN, POMACI I PROGIBI

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998) (Metoda poprečnih sila)

Razred tla:	C
Razred važnosti:	III ($\gamma=1.2$)
Odnos $a_g/R/g$:	0.154
Kota upetosti:	$Z_d = 0.00$ m
Slučajni ekscentritet mase etaže:	$e_i = \pm 0.050 \times L_i$

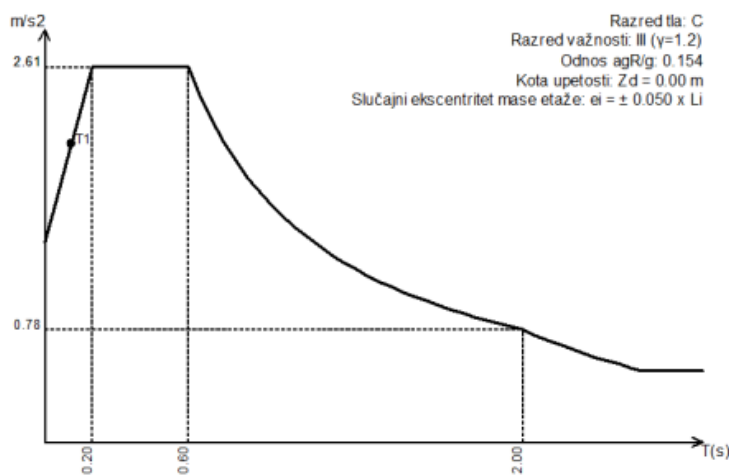
Kut djelovanja potresa:

Naziv	T [sec]	α [°]	Faktor P _{...}
sx	0.113	0.00	2.00
sy	0.090	90.00	2.00

Tip spektra

Naziv	S	T _b	T _c	T _d	avg/ag
sx	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
sy	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000

Projektni spektar



$S=1.15, T_b=0.20, T_c=0.60, T_d=2.00$

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sx (+e, -e))

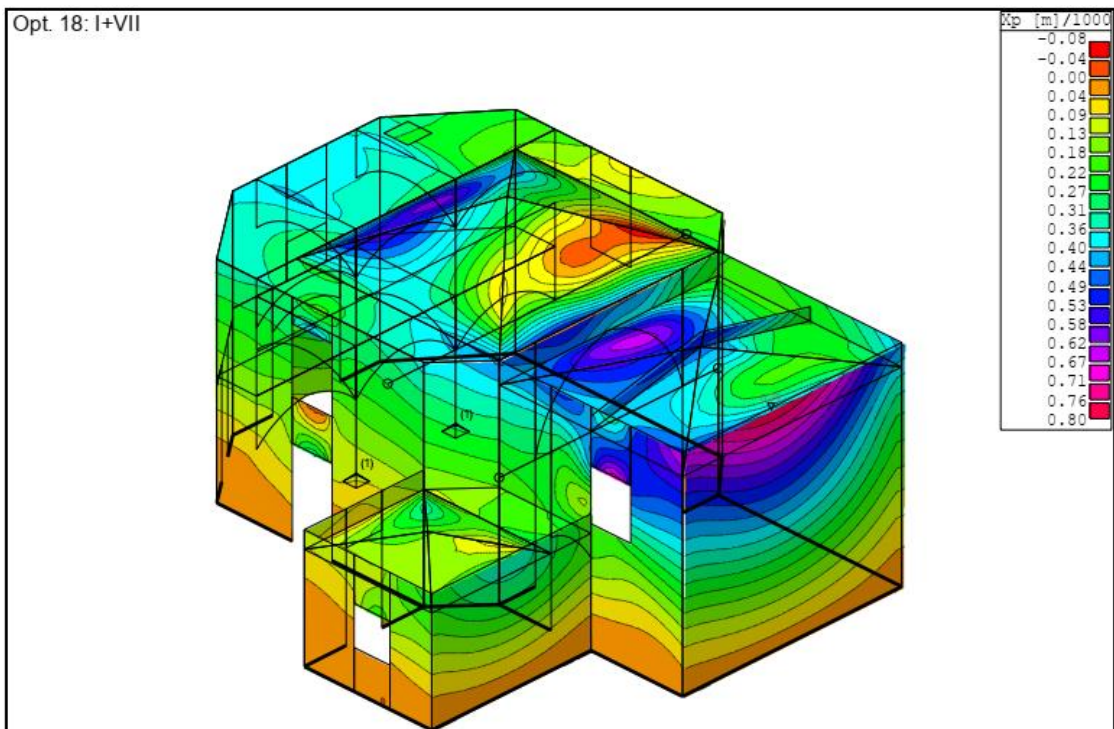
Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.60	0.00
	5.00	411.94
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	129.95
	2.60	40.30
	2.40	133.02
	0.00	0.00
	$\Sigma=$	715.22

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (sy (+e, -e))

Nivo	Z [m]	S [kN]
	6.20	0.00
	5.60	0.00
	5.00	384.67
	4.50	0.00
	4.20	0.00
	2.80	121.35
	2.60	37.63
	2.40	124.21
	0.00	0.00
	$\Sigma=$	667.87

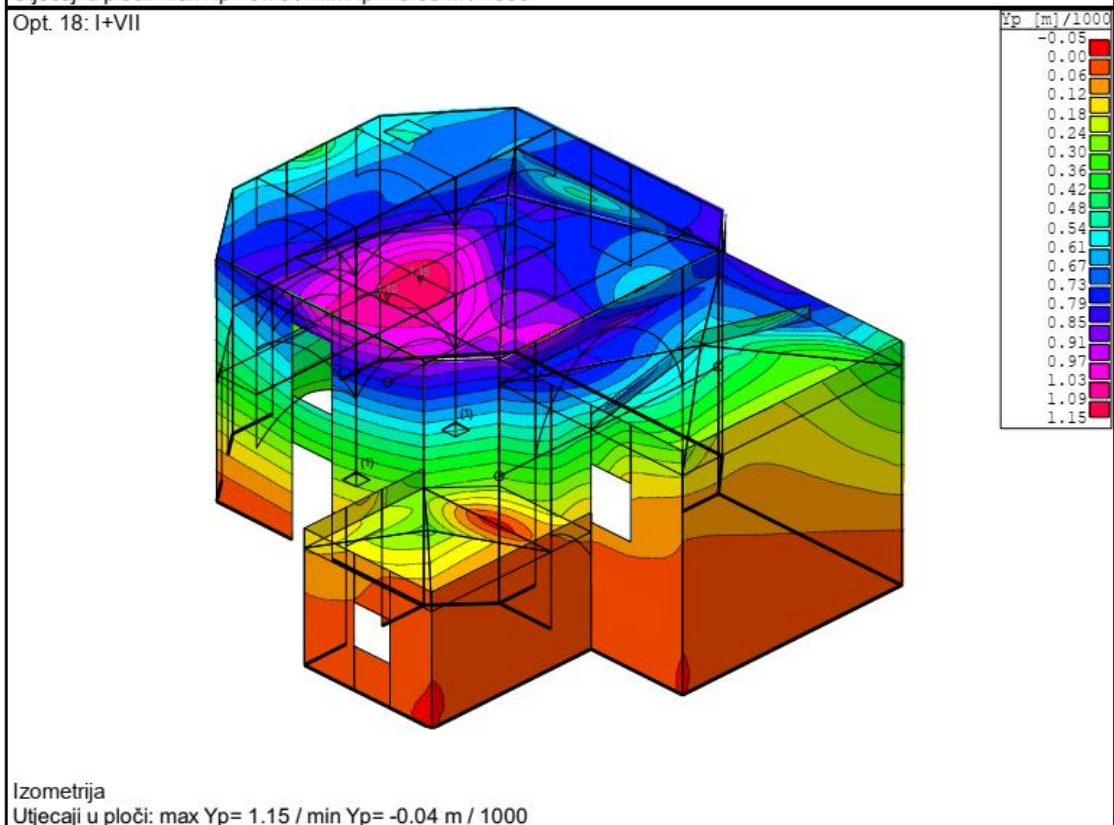
Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
	5.00	5.83	-3.77	166.13	6.69
	2.80	6.12	-4.30	93.58	
	2.60	4.30	-4.27	31.26	2.30
	2.40	6.16	-4.44	111.76	40.64
	0.00	6.56	-4.33	91.84	
Ukupno:	2.92	6.00	-4.16	494.57	



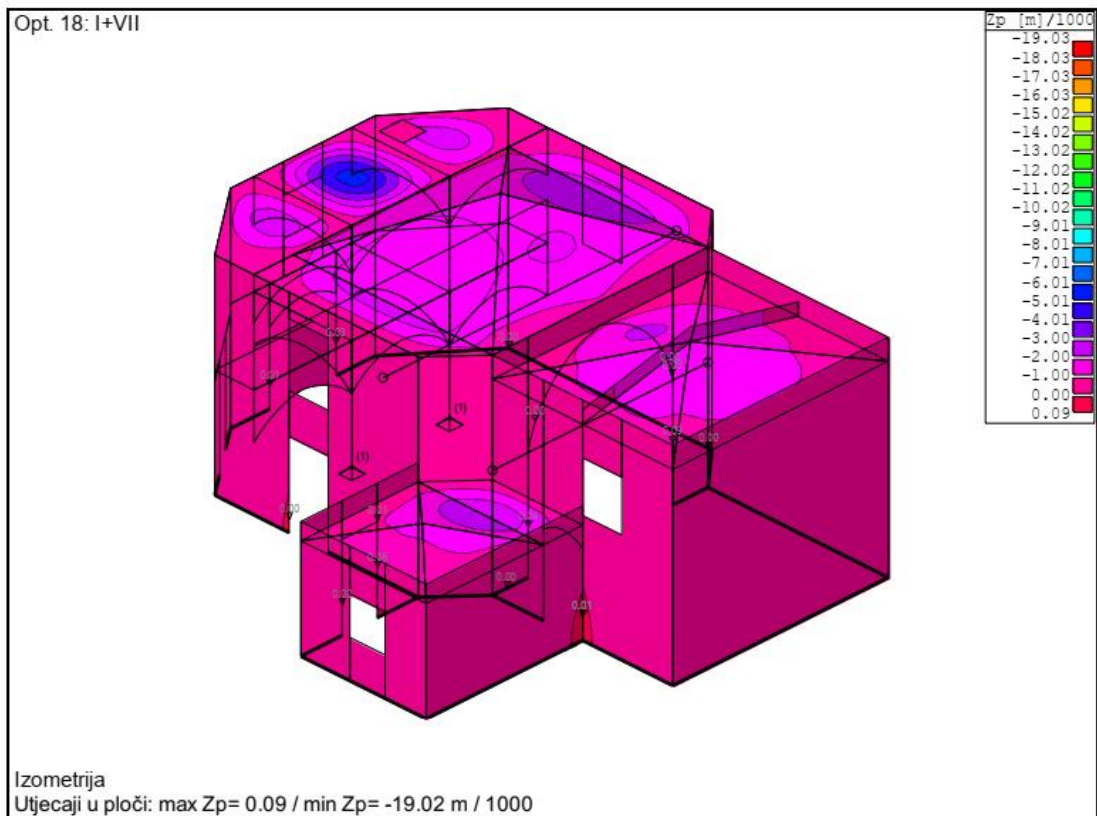
Izometrija

Utjecaji u ploči: max X_p = 0.79 / min X_p = -0.08 m / 1000



Izometrija

Utjecaji u ploči: max Y_p = 1.15 / min Y_p = -0.04 m / 1000



6.1.3. PRORAČUN ZIDOVA

modul posmika za seizmiku	$G = E \cdot 0,4 = 96$	N/mm^2	$=$	$9,60$	kN/cm^2	$9,60E+04$
m odul elastičnosti	$E = 2400$	N/mm^2	$=$	$240,0$	kN/cm^2	$2,40E+06$
površina zida	$A = dkL$					$G/E = 0,040$
specifična težina zida	$g = 23$	kNm^3				
karakteristična tlačna čvrstoća	$f_{kd} = 0,2$	N/mm^2	$=$	$0,02$	kN/cm^2	
MORT M10,0	$f_m = 10,00$	N/mm^2	$=$	$1,00$	kN/cm^2	
- Sljubenice m ortu m oraju u potpunosti ispunjene biti ispunjene! (horizontalne i vertikalne)						
ZIDNI ELEMENTI Grupa 2a	$K = 0,45$					(tbl.3.10 "Z.Sorić") ("Z.Sorić" str.65)
	$f_b = 10$	N/mm^2	$=$	$1,00$	kN/cm^2	
karakteristična tlačna čvrstoća:	$f_k = K \times f_b^{0,85} \times f_m^{0,25}$		$=$	$f_k = 0,450$	kN/cm^2	
karakteristična posmična čvrstoća zida:	$f_{vk} = 0,065 f_b$		$=$	$f_{vk} = 0,065$	kN/cm^2	

Kategorija proizvodnje zidnih blokova: II
Srednja je vrijednost tlačne čvrstoće sukladna s izjavom u skladu s odg. normom ali dodatni zahtjevi za I. razred nisu ispunjeni.

Razred izvedbe: 3
Izvođač ugrađuje sam o materijale koji imaju ispravno sukladnosti

(razred izvedbe)Mort: bilo koji mort
Zidni elementi II kategorije i bilo koji mort

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za svojstva materijala γ_M :
(HRN EN 1996 tbl.2.4.3(HR))

γ_M	MORT	RAZRED IZVEDBE		
		1	2	3
	PROJEKTIrani MORT	1,5	2,0	2,5
	MORT ZADANOG SASTAVA	1,7	2,2	2,7
	NEIZJAVNI	2,0	2,5	3,0

očitano za stalna i promjenjiva djelovanja:
 $\gamma_M = 3,0$

Parcijalni koeficijent sigurnosti za zide (izvanredna djelovanja)
(HRN EN 1998)

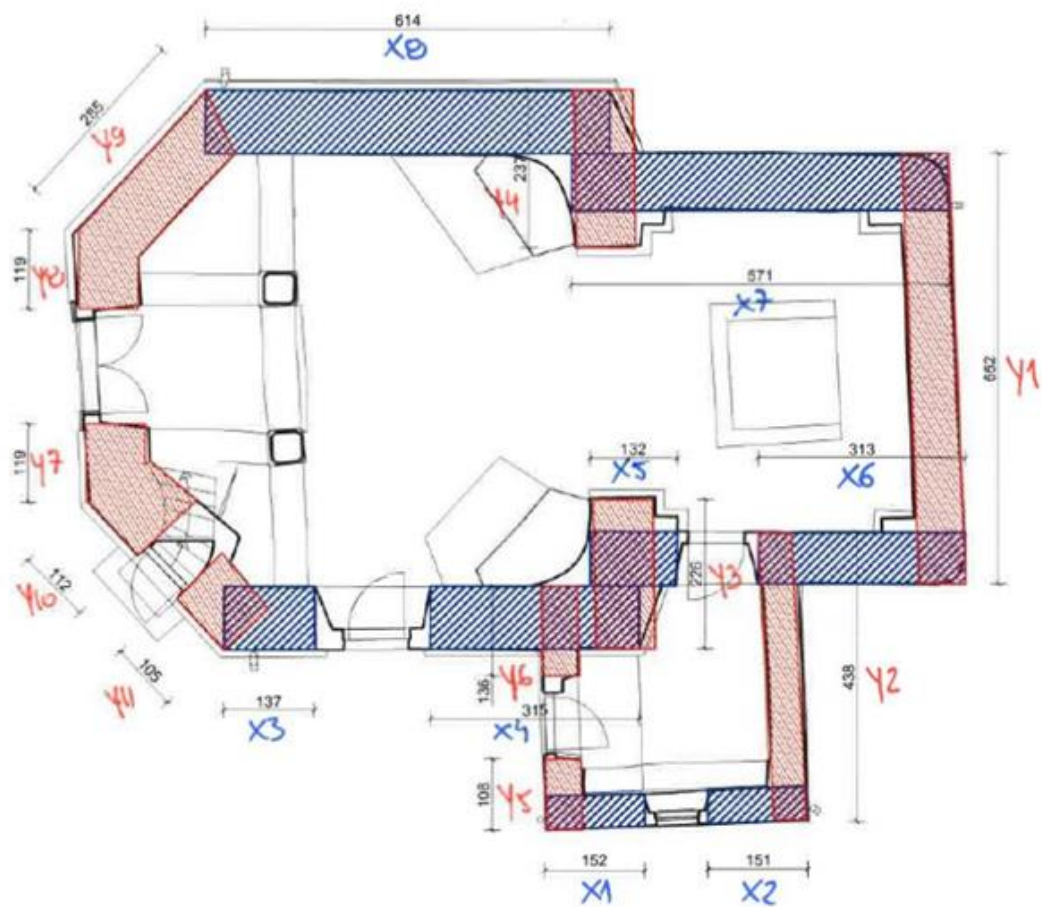
γ_M	MORT	RAZRED IZVEDBE		
		1	2	3
	PROJEKTIrani MORT	1,5	1,5	1,7
	MORT ZADANOG SASTAVA	1,5	1,5	1,8
	NEIZJAVNI	1,5	1,7	2,0

očitano za izvanredna djelovanja:
 $\gamma_M = 2,0$

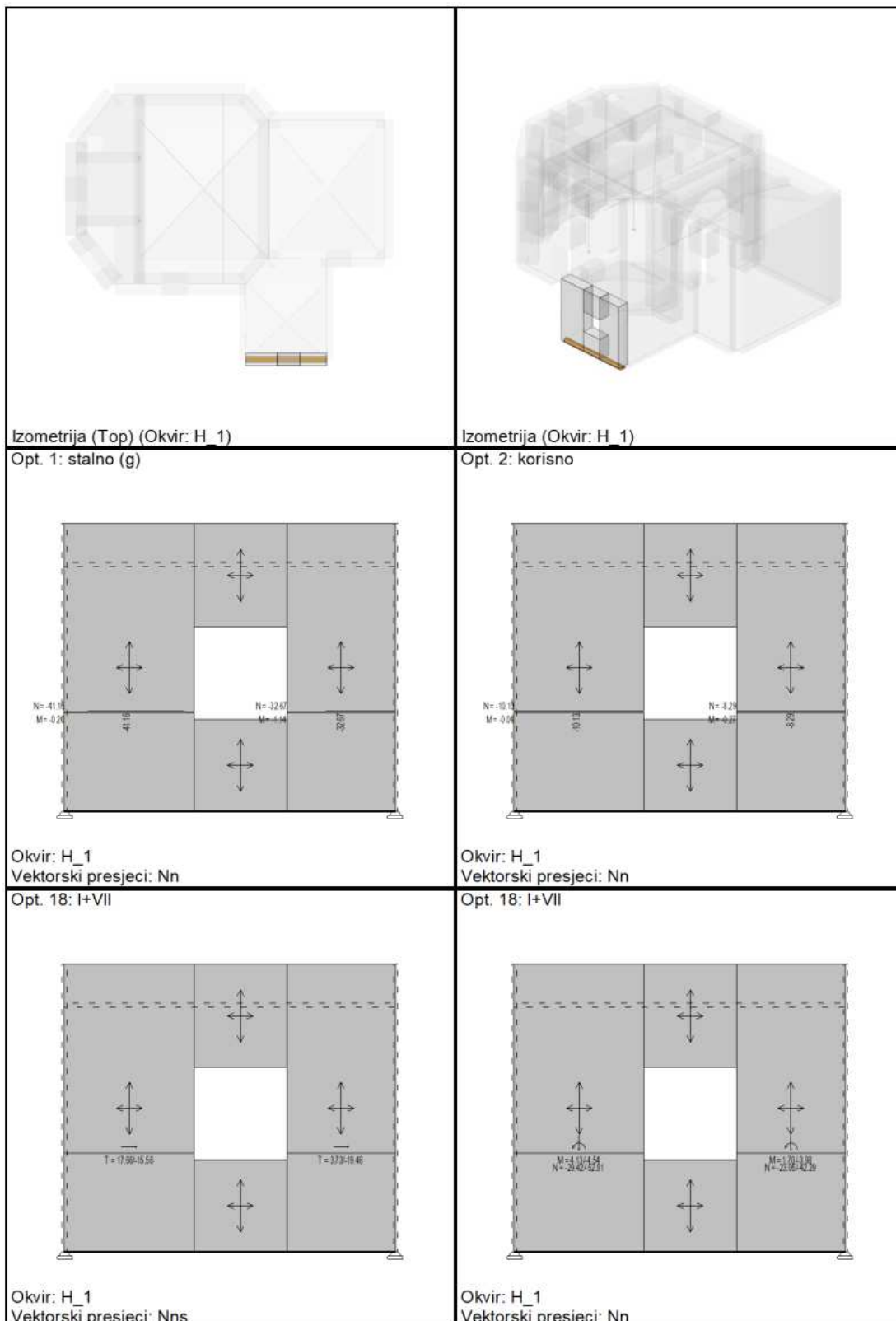
Razina znanja (prema 3.3. HRN EN 1998-3:2011):

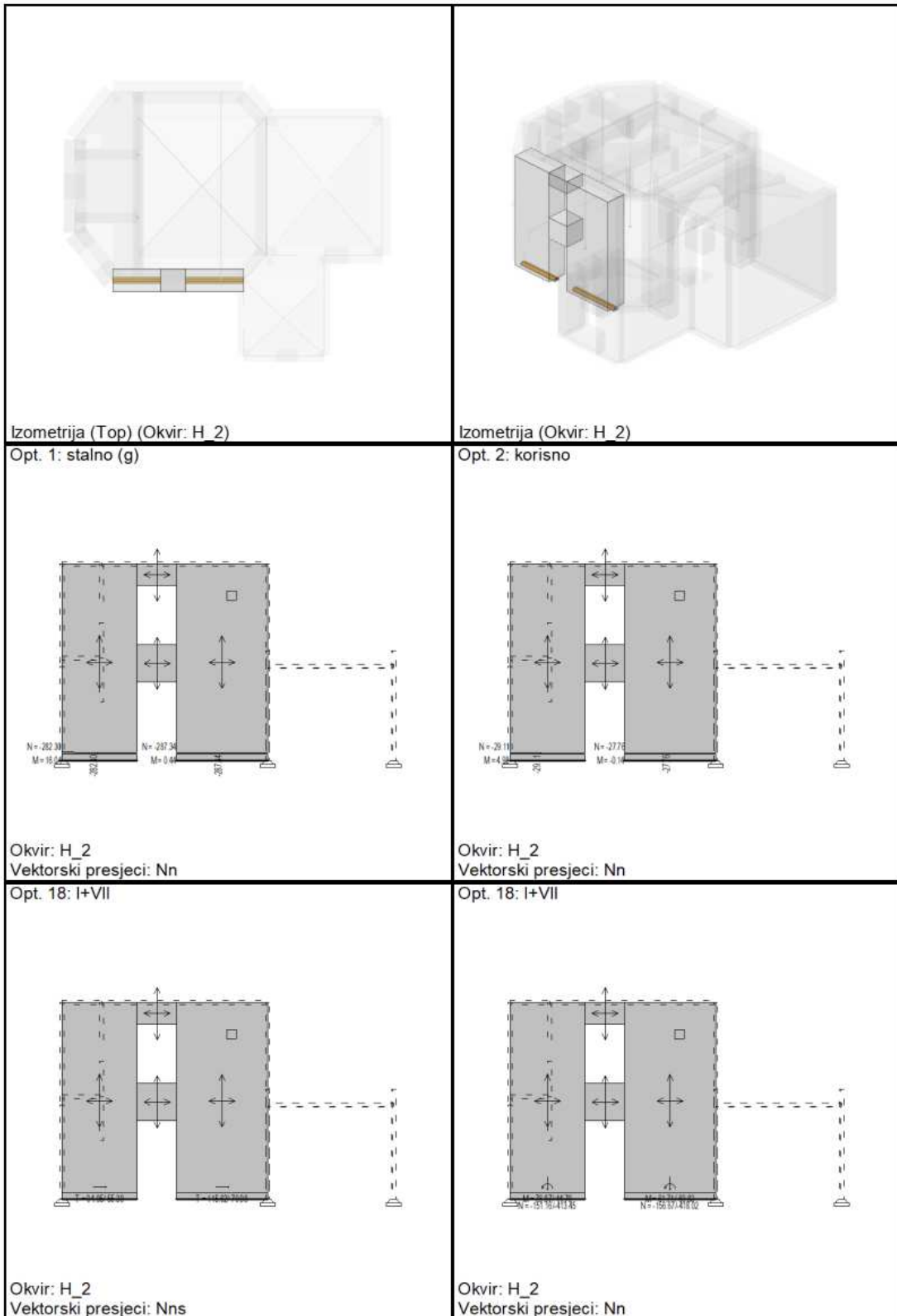
RZ2 čem u odgovara faktor povjerenja: FP_{RZ2} = 1,20

DISPOZICIJA ZIDOVA



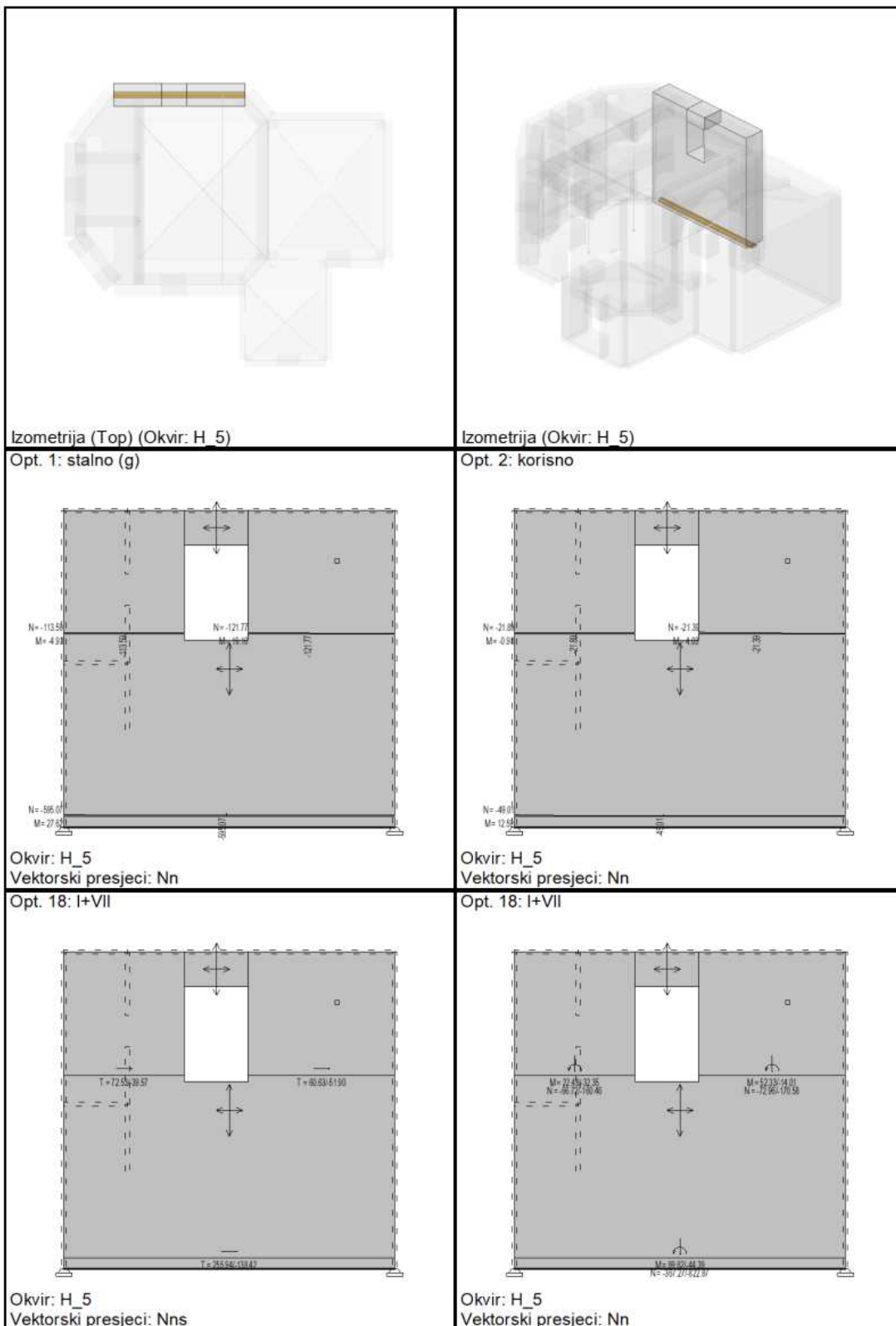
- UDIO POTRESNIH ZIDOVA - X SMJER = 18,30%
- UDIO POTRESNIH ZIDOVA - Y SMJER = 16,85%

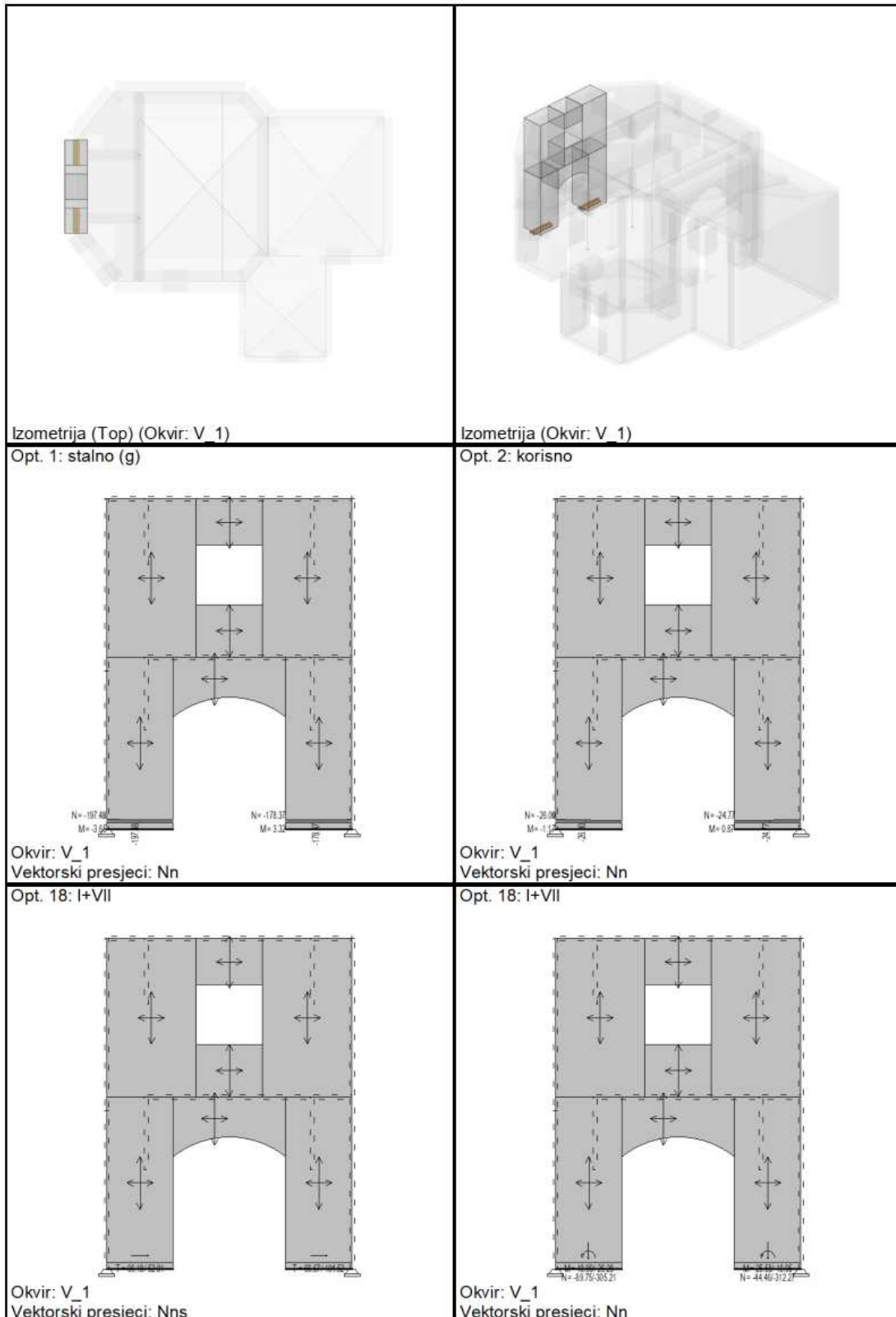


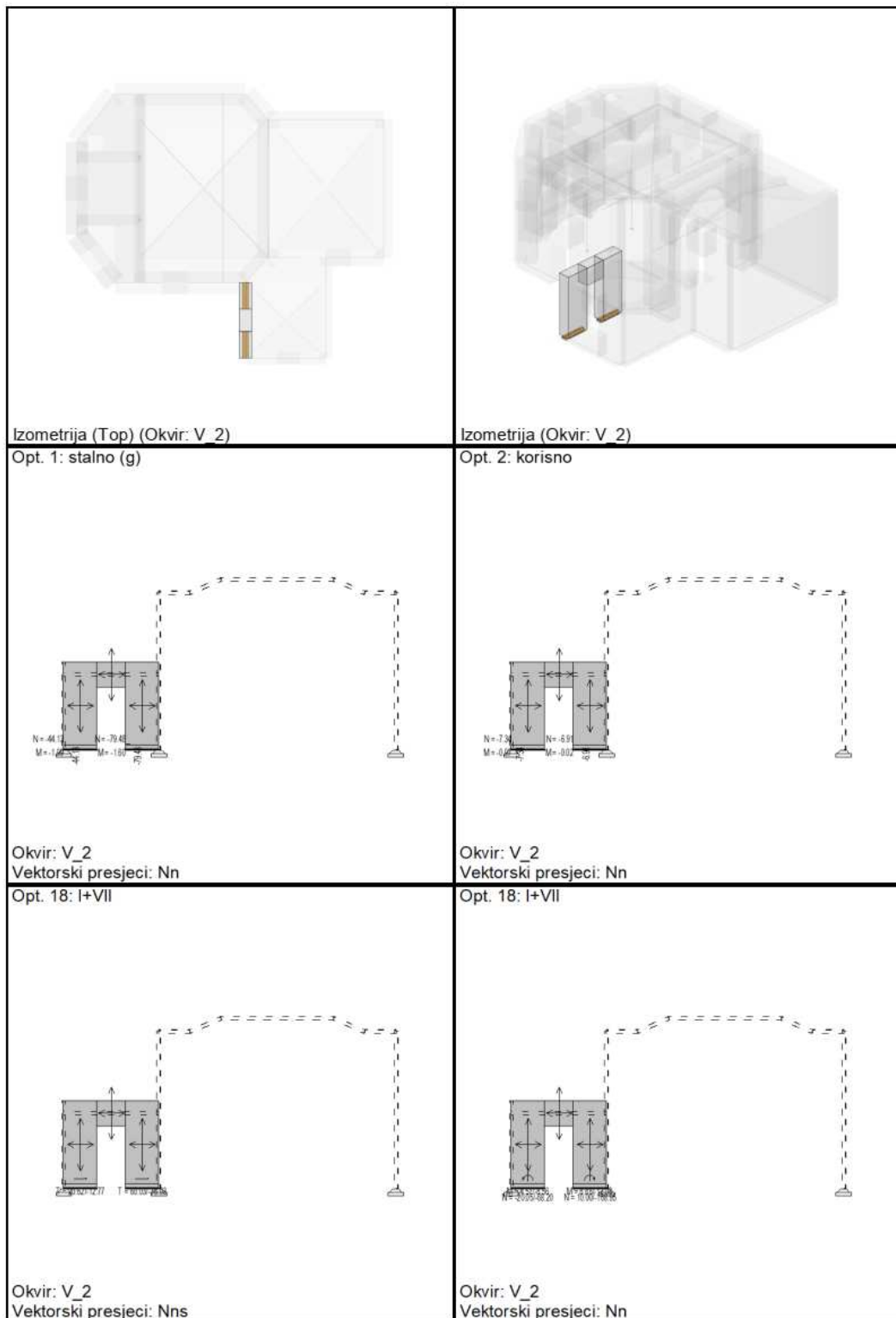


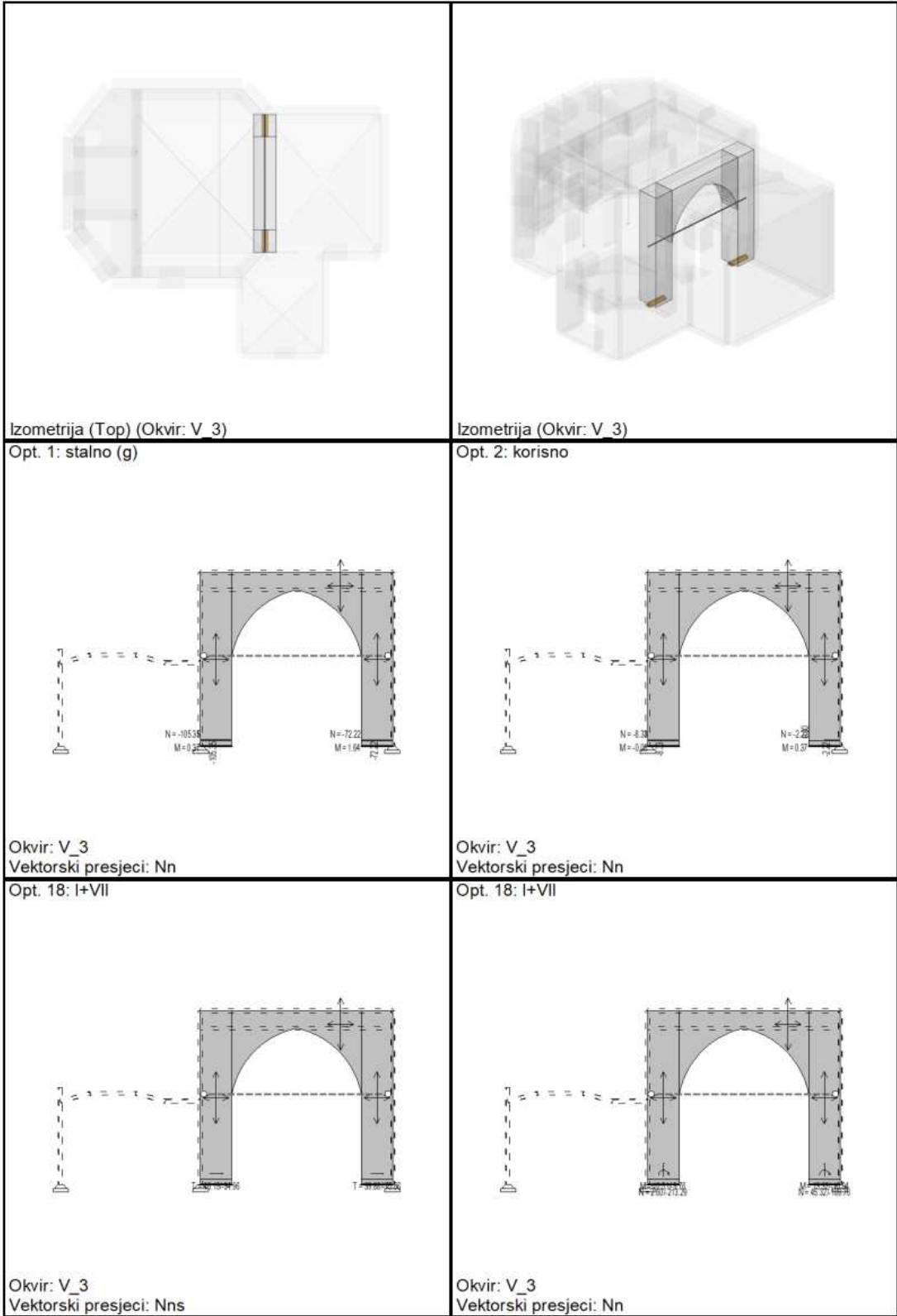
<p>Izometrija (Top) (Okvir: H_3)</p>	<p>Izometrija (Okvir: H_3)</p>
<p>Opt. 1: stalno (g)</p> <p> $N = -166.4$ $M = 6.2$ $N = -179.8$ $M = 34.4$ </p>	<p>Opt. 2: korisno</p> <p> $N = -14.4$ $M = 0.2$ $N = -11.2$ $M = 8.2$ </p>
<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nn</p>	<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nn</p>
<p>Opt. 18: I+VII</p> <p> $N = -17.4$ $M = 217.5$ $N = -1.3$ $M = 227.1$ </p>	<p>Opt. 18: I+VII</p> <p> $N = -17.4$ $M = 217.5$ $N = -1.3$ $M = 227.1$ </p>
<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nns</p>	<p>Okvir: H_3 Vektorski presjeci: Nn</p>

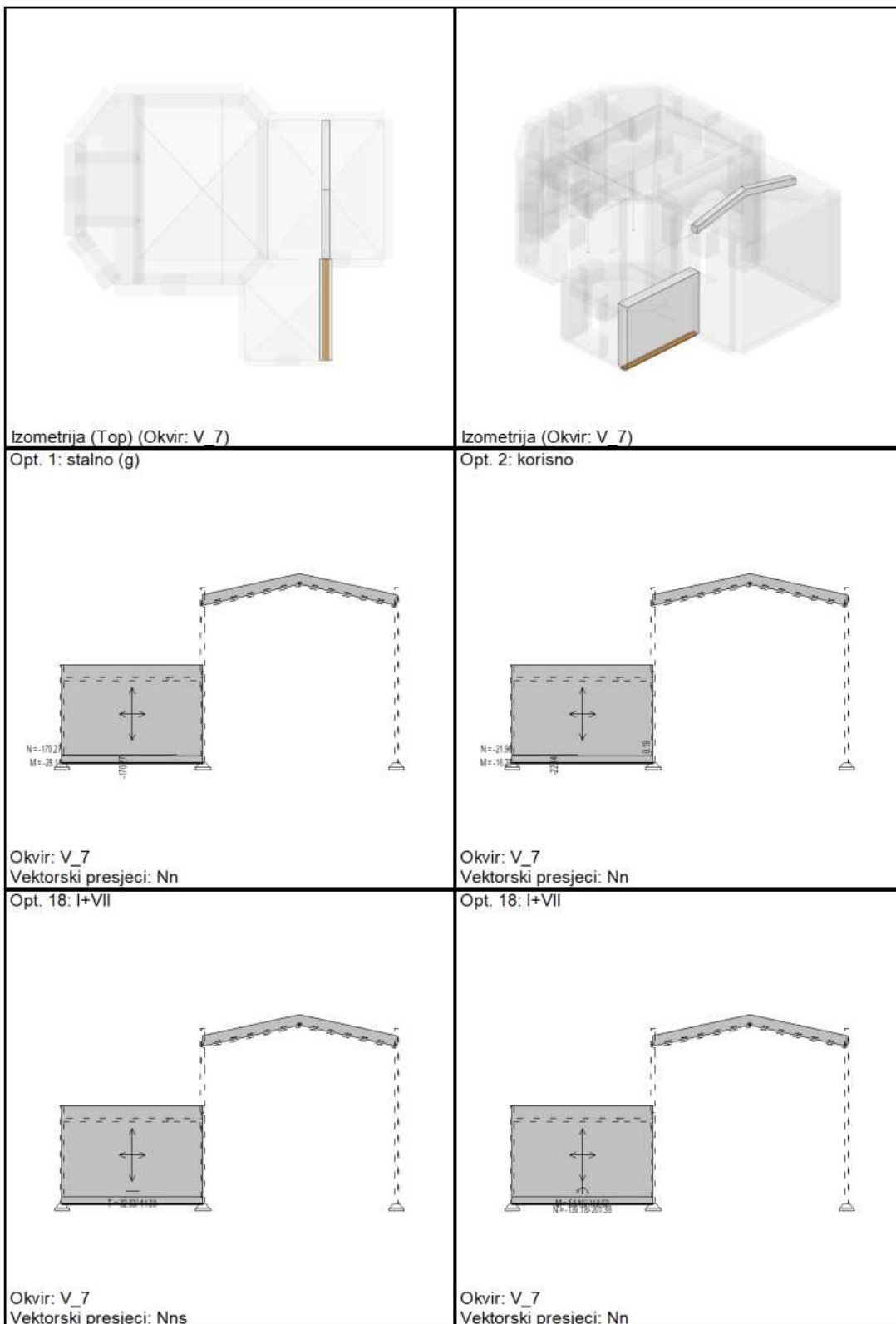
<p>Izometrija (Top) (Okvir: H_4)</p>	<p>Izometrija (Okvir: H_4)</p>
<p>Opt. 1: stalno (g)</p>	<p>Opt. 2: korisno</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>
<p>Opt. 18: I+VII</p>	<p>Opt. 18: I+VII</p>
<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nns</p>	<p>Okvir: H_4 Vektorski presjeci: Nn</p>

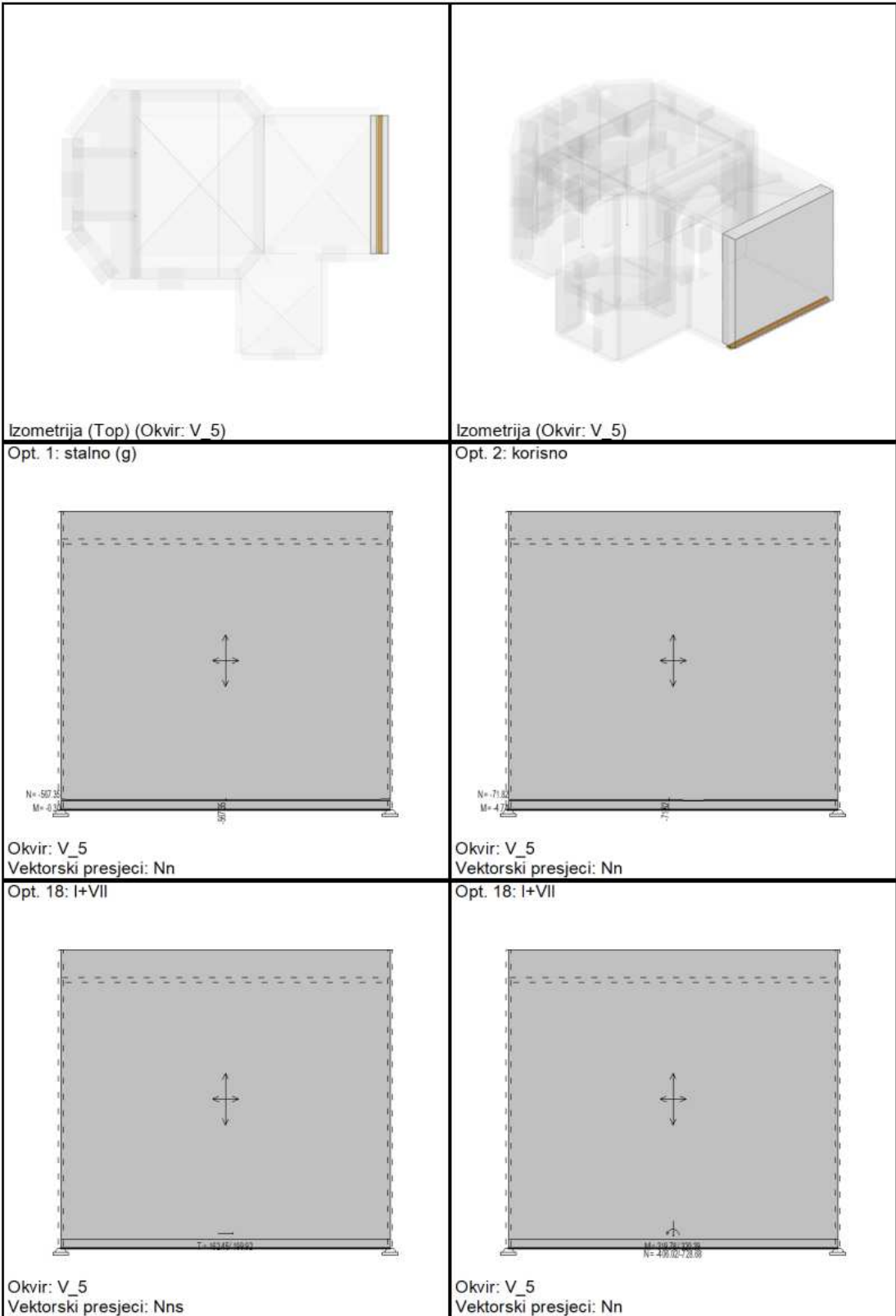


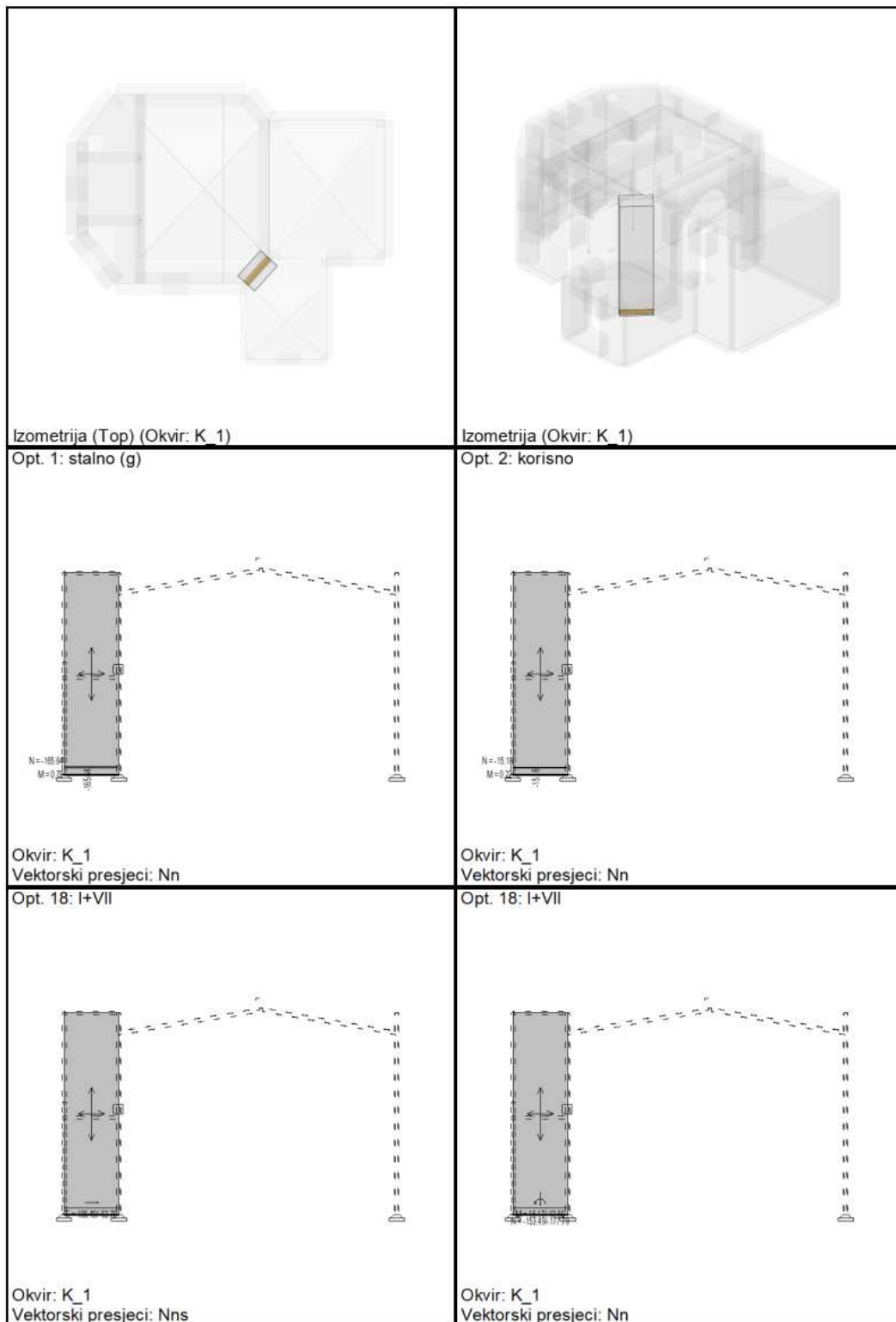


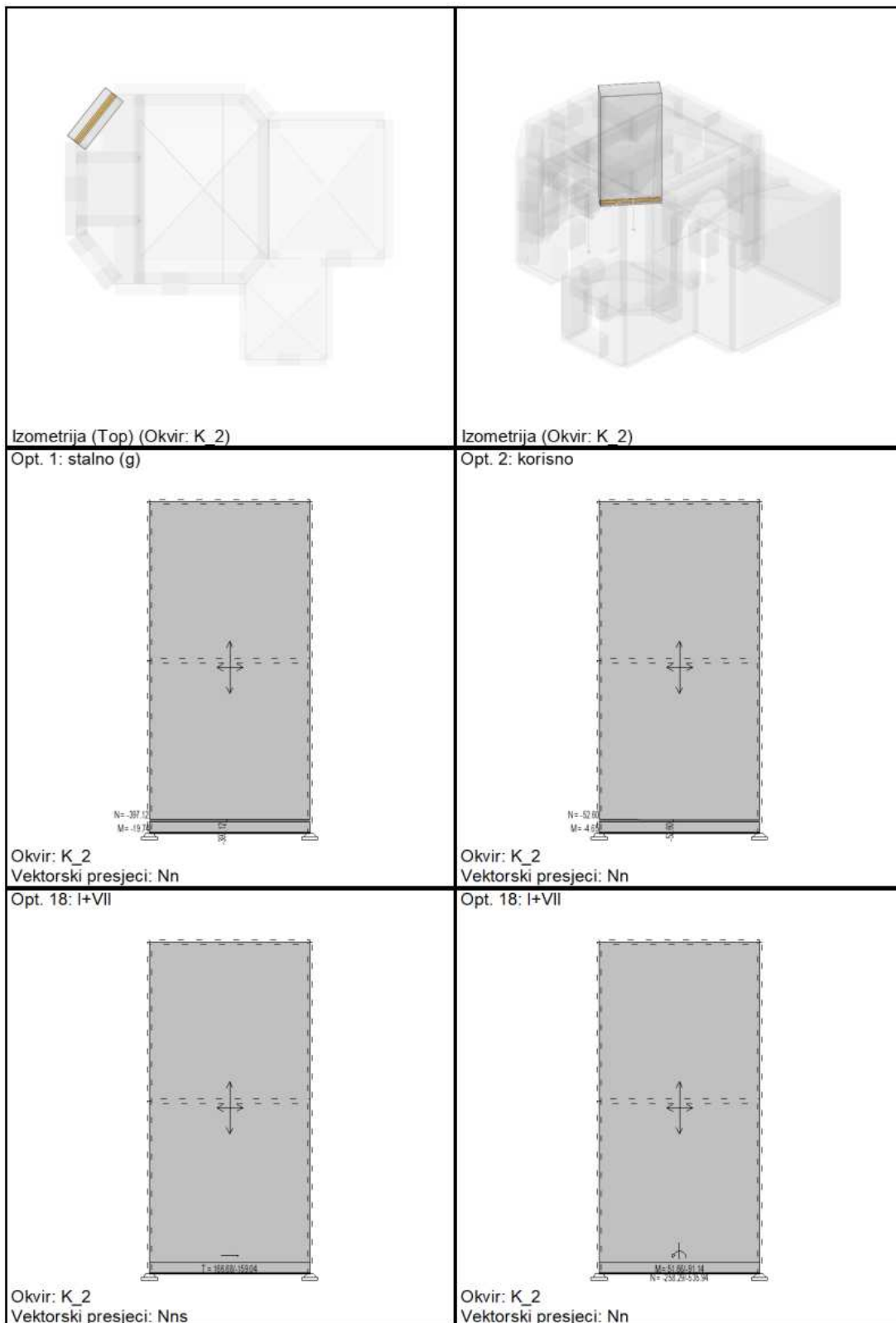


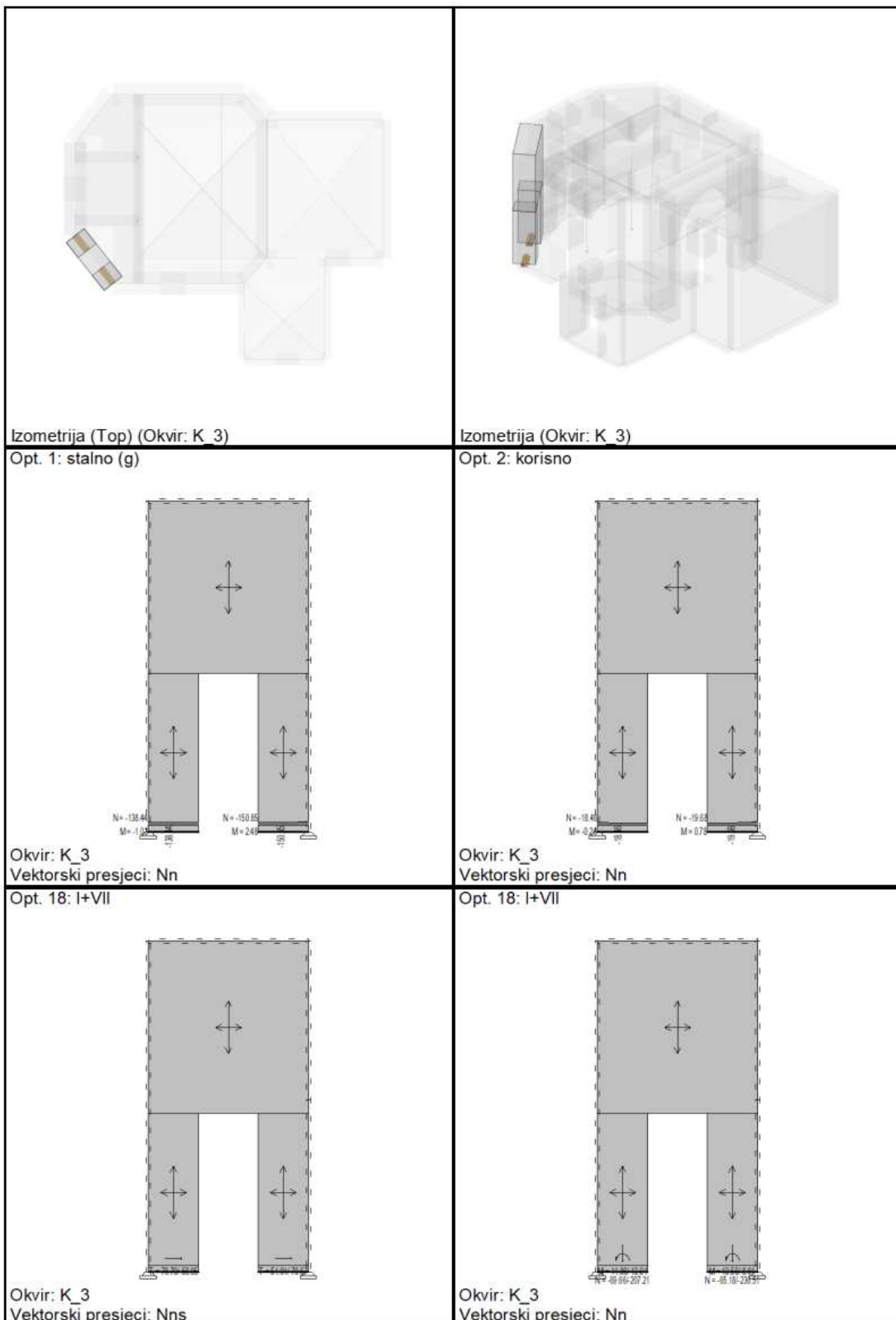


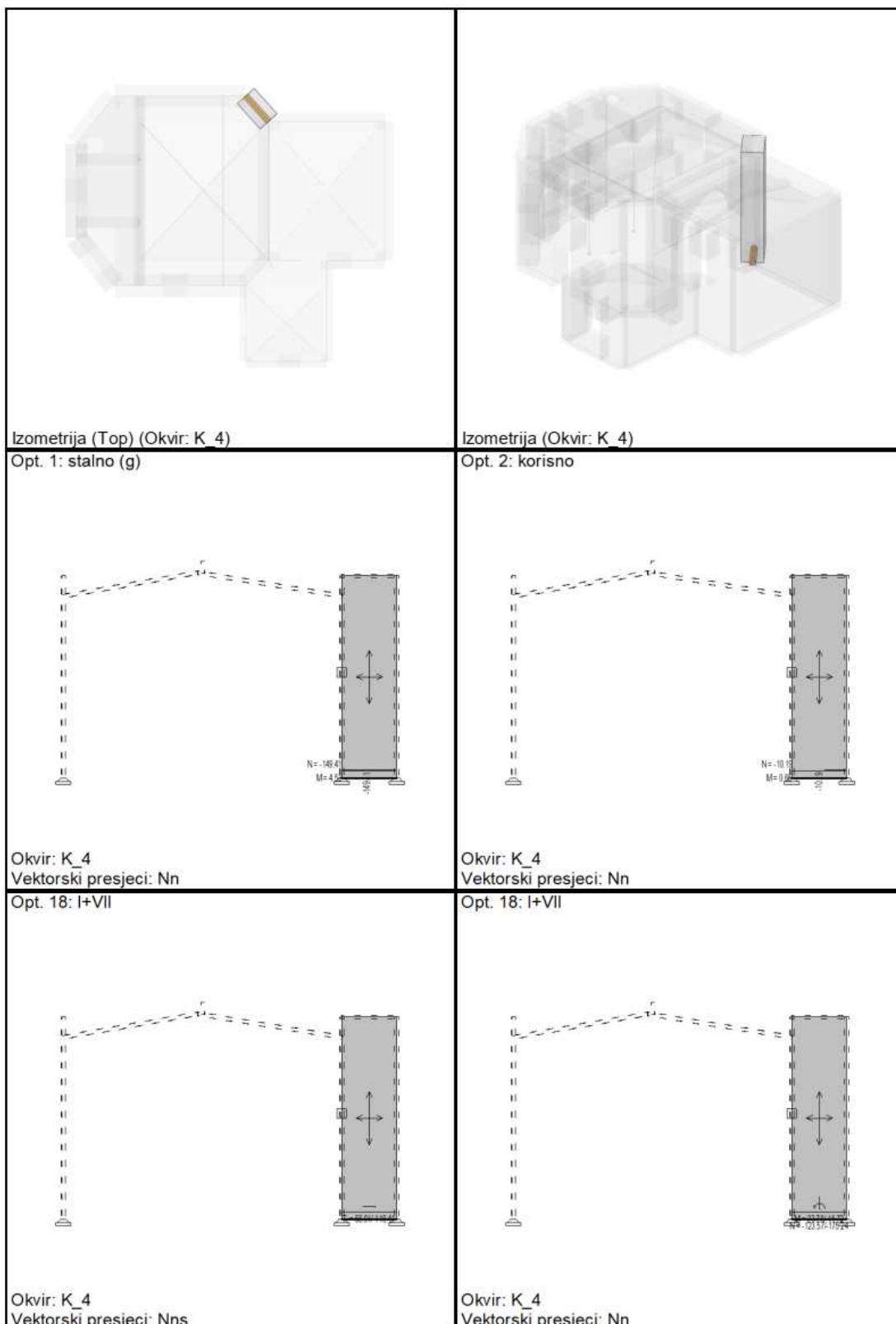


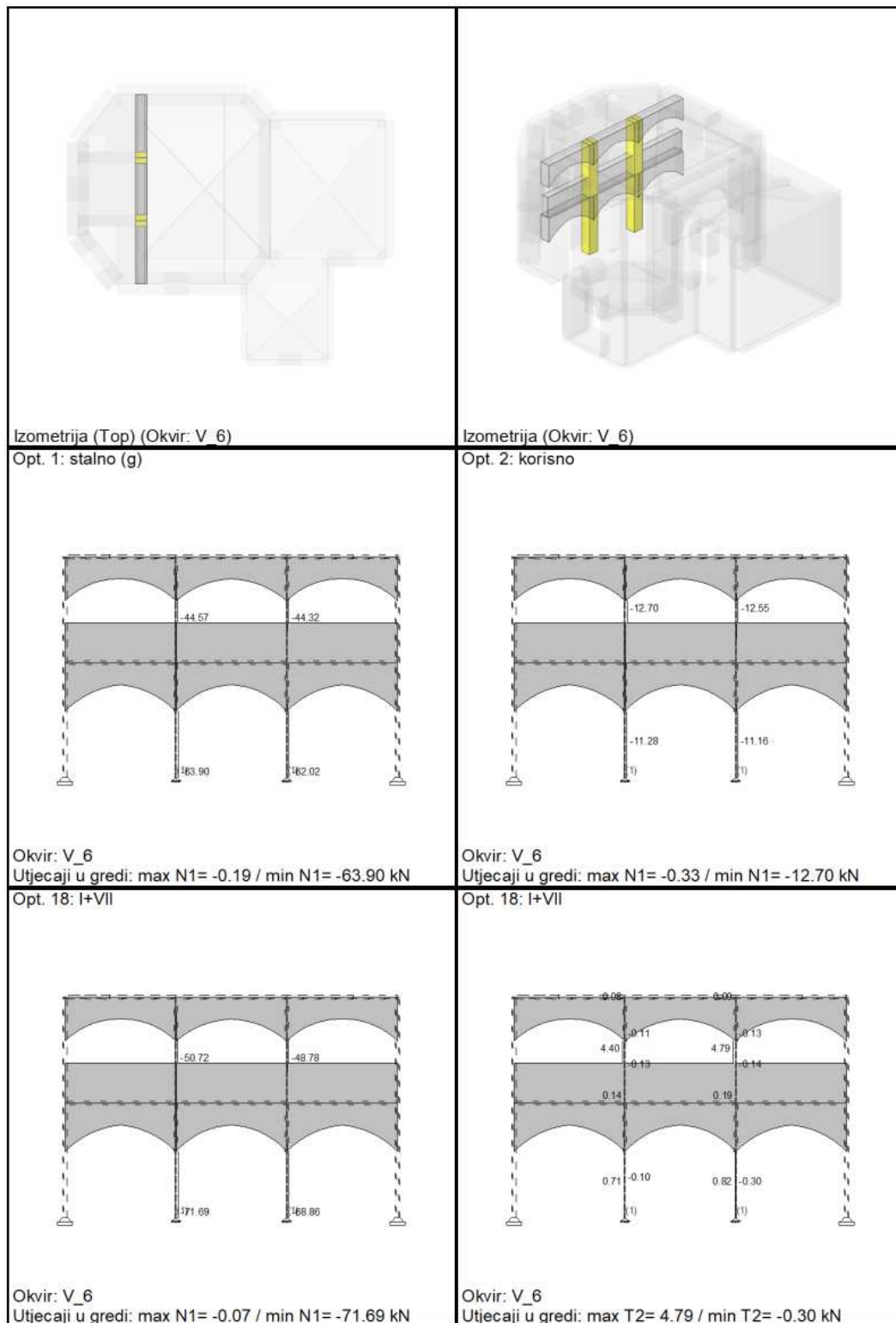




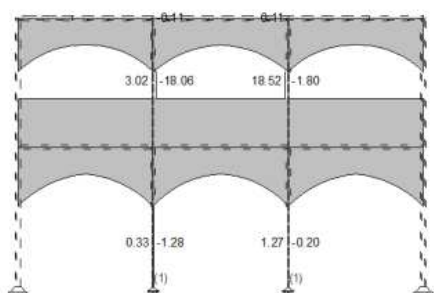








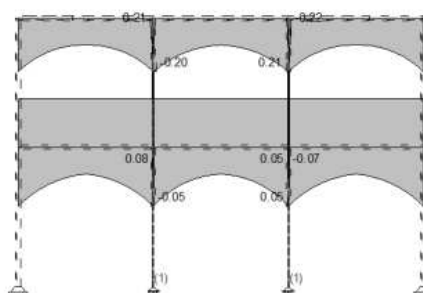
Opt. 18: I+VII



Okvir: V_6

Utjecaji u gredi: max T3= 18.52 / min T3= -18.06 kN

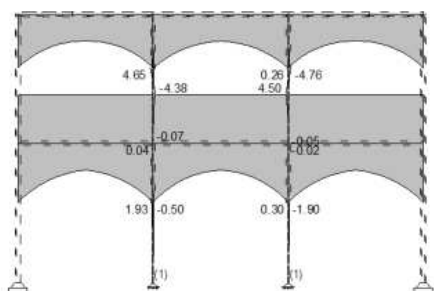
Opt. 18: I+VII



Okvir: V_6

Utjecaji u gredi: max M1= 0.21 / min M1= -0.22 kNm

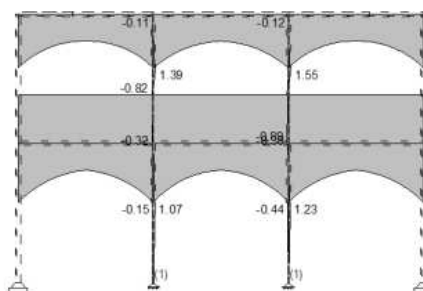
Opt. 18: I+VII



Okvir: V_6

Utjecaji u gredi: max M2= 4.65 / min M2= -4.76 kNm

Opt. 18: I+VII



Okvir: V_6

Utjecaji u gredi: max M3= 1.55 / min M3= -0.89 kNm

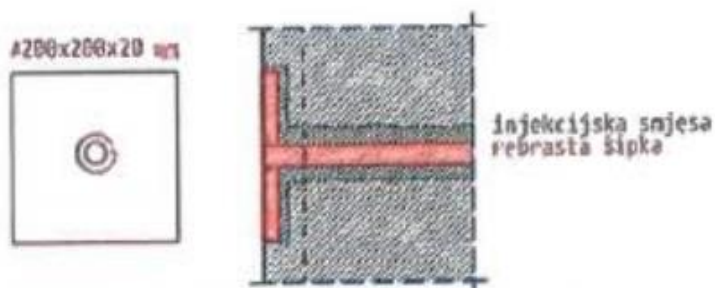
x-uzdužni smjer																												
pomak 0.005																												
2024 207																												
TIP	ZID	d _{nominal}	d	δl(cm)	δ _{rel} (cm)	ZID	Hg	Hp	H _{top}	H _{mid}	H _{bot}	N _{act} /N _{des}	N _{act} /N _{des} g/p	N _{act} /N _{des} g/p	N _{act} /N _{des} g/p													
rubni	sp1	x1	50	50	0.029	< 1.400	x1	42	11	73.20	961.96	zadovoljava	8%	0.016	9%	zadovoljava	0.022	0.006	18	500	152.00	64.40	ZADOVOLJAVA	21%	70.33	ZADOVOLJAVA	26%	
rubni	sp2	x2	50	50	0.033	< 1.400	x2	33	9	58.05	965.65	zadovoljava	6%	0.0	7%	zadovoljava	0.022	0.004	20	400	151.00	82.10	ZADOVOLJAVA	23%	68.42	ZADOVOLJAVA	29%	
rubni	sp3	x3	90	90	0.329	< 2.500	x3	283	30	427.05	1560.77	zadovoljava	27%	0.0	33%	zadovoljava	0.030	0.025	95	7700	123.87	166.09	ZADOVOLJAVA	57%	140.07	ZADOVOLJAVA	68%	
rubni	sp4	x4	90	90	0.083	< 2.500	x4	288	28	430.80	3588.64	zadovoljava	12%	0.0	2900.5	14%	zadovoljava	0.024	0.010	176	6200	315.00	341.10	ZADOVOLJAVA	34%	284.25	ZADOVOLJAVA	41%
unjni	sp5	x5	90	90	0.222	< 2.500	x5	147	15	220.95	1506.53	zadovoljava	15%	0.0	2365.4	12%	zadovoljava	0.025	0.012	59	2000	132.00	148.20	ZADOVOLJAVA	40%	123.50	ZADOVOLJAVA	48%
rubni	sp6	x6	70	70	0.121	< 2.500	x6	180	19	271.50	2767.70	zadovoljava	10%	0.0	2306.4	18%	zadovoljava	0.023	0.008	131	8900	313.00	255.10	ZADOVOLJAVA	51%	212.58	ZADOVOLJAVA	62%
rubni	sp7	x7	70	70	0.102	< 2.500	x7	455	45	581.75	5045.07	zadovoljava	14%	0.0	4207.6	16%	zadovoljava	0.025	0.011	245	22200	571.00	490.70	ZADOVOLJAVA	50%	408.92	ZADOVOLJAVA	60%
rubni	sp8	x8	90	90	0.076	< 2.500	x8	586	50	1879.60	6995.00	zadovoljava	13%	0.0	5629.2	15%	zadovoljava	0.024	0.011	256	10000	614.00	671.80	ZADOVOLJAVA	38%	559.83	ZADOVOLJAVA	46%
			600	600			2024	207	3043	23385	zadovoljava	13%		19488	16%				940	57900	2385	2241.5		42%	1867.9	zadovoljava	50%	

y-poprečni smjer																												
pomak 2106																												
2106 267																												
TIP	ZID	d _{nominal}	d	δl(cm)	δ _{rel} (cm)	ZID	Hg	Hp	H _{top}	H _{mid}	H _{bot}	N _{act} /N _{des}	N _{act} /N _{des} g/p	N _{act} /N _{des} g/p	N _{act} /N _{des} g/p													
rubni	sp1	y1	70	70	0.071	< 2.500	y1	568	72	874.80	5765.31	zadovoljava	15%	0.0	795.0	1100%	zadovoljava	0.025	0.012	201	32100	652.00	570.00	ZADOVOLJAVA	35%	475.00	ZADOVOLJAVA	42%
rubni	sp2	y2	50	50	0.034	< 1.400	y2	171	22	263.85	2772.01	zadovoljava	10%	0.0	2310.0	11%	zadovoljava	0.023	0.008	83	11100	436.00	253.20	ZADOVOLJAVA	33%	211.00	ZADOVOLJAVA	39%
unjni	sp3	y3	90	90	0.068	< 2.500	y3	105	9	155.25	2579.37	zadovoljava	6%	0.0	2149.5	7%	zadovoljava	0.022	0.005	47	1100	226.00	224.40	ZADOVOLJAVA	21%	187.00	ZADOVOLJAVA	25%
rubni	sp4	y4	90	90	0.086	< 2.500	y4	72	3	101.70	2700.02	zadovoljava	4%	0.0	2250.0	5%	zadovoljava	0.021	0.003	76	1400	237.00	227.70	ZADOVOLJAVA	33%	189.75	ZADOVOLJAVA	40%
rubni	sp5	y5	50	50	0.063	< 1.400	y5	45	8	72.75	683.51	zadovoljava	11%	0.0	569.6	13%	zadovoljava	0.024	0.009	21	900	102.00	60.00	ZADOVOLJAVA	35%	50.00	ZADOVOLJAVA	42%
rubni	sp6	y6	50	50	0.120	< 1.400	y6	80	9	121.50	860.72	zadovoljava	14%	0.0	717.3	17%	zadovoljava	0.025	0.012	61	1900	136.00	84.00	ZADOVOLJAVA	73%	70.00	ZADOVOLJAVA	87%
rubni	sp7	y7	90	90	0.468	< 2.500	y7	198	27	307.80	1355.71	zadovoljava	23%	0.0	1129.8	27%	zadovoljava	0.027	0.018	97	2700	119.00	146.70	ZADOVOLJAVA	66%	122.25	ZADOVOLJAVA	79%
rubni	sp8	y8	90	90	0.506	< 2.500	y8	179	25	279.15	1355.71	zadovoljava	21%	0.0	1129.8	25%	zadovoljava	0.027	0.017	105	2600	119.00	142.90	ZADOVOLJAVA	73%	119.08	ZADOVOLJAVA	88%
rubni	sp9	y9	90	90	0.139	< 2.500	y9	396	53	616.80	3246.86	zadovoljava	19%	0.0	2705.7	23%	zadovoljava	0.026	0.016	167	9200	285.00	336.10	ZADOVOLJAVA	50%	280.08	ZADOVOLJAVA	59%
rubni	sp10	y10	90	90	0.430	< 2.500	y10	139	19	216.15	1275.96	zadovoljava	17%	0.0	1063.3	20%	zadovoljava	0.026	0.014	77	1400	112.00	128.60	ZADOVOLJAVA	60%	107.17	ZADOVOLJAVA	72%
rubni	sp11	y11	90	90	0.466	< 2.500	y11	151	20	233.85	1196.21	zadovoljava	20%	0.0	996.8	23%	zadovoljava	0.026	0.016	71	1400	105.00	124.70	ZADOVOLJAVA	57%	103.92	ZADOVOLJAVA	68%
			850	850			2106	267	3244	23791	zadovoljava	14%		19826	16%				1006	65200	2537	2298		44%	1915	zadovoljava	53%	

Nosivost zidova zadovoljava! Dodatno se ojačavaju zategama i FRCM sustavom!

Nosivost zidova nakon injektiranja zadovoljava te će se dodatno u iste ugraditi zatezno sidro (čelična šipka s maticom) kroz zid koje će povezivati zidove – minimalan broj sidara /2 – 3 kom/visini). Zatezno sidro su čelične šipke promjera Ø25 koje se postavljaju kroz izbušene rupe Ø60 kroz injektirani zid.

Na vanjskim ploham zida se izvodi ušlic u koji se postavlja čelična pločica na koju dolazi matica kojom se zateže sidro. Izbušenu rupu se ispuni anker fix mortom kod ugradbe sidara. Sidrenje sidara sa pozicijama zida ako je strana zida oslikana i/ili gdje zadiremo u kulturni značaj – sidri se samo u zid (bez sidrenog bloka) cca 10 cm prije ruba zida – kontrolirano bušenje.



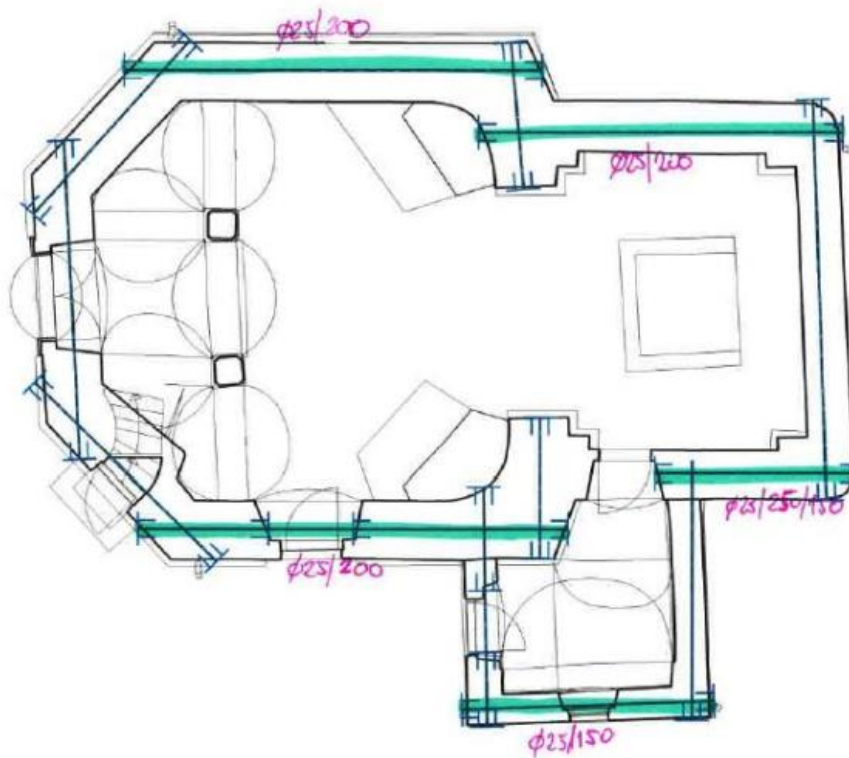
Konusna rupa u pločici se nakon prolaska šipke zapuni zavarom. Moguća je i varijanta s navojem i maticom ako ne smeta žbuci i završnoj obradi.

Ako na nekim mjestima nije moguća izvedba sidrenja kao na skicama iznad, tada je potrebno izvesti kao na sljedećoj skici:

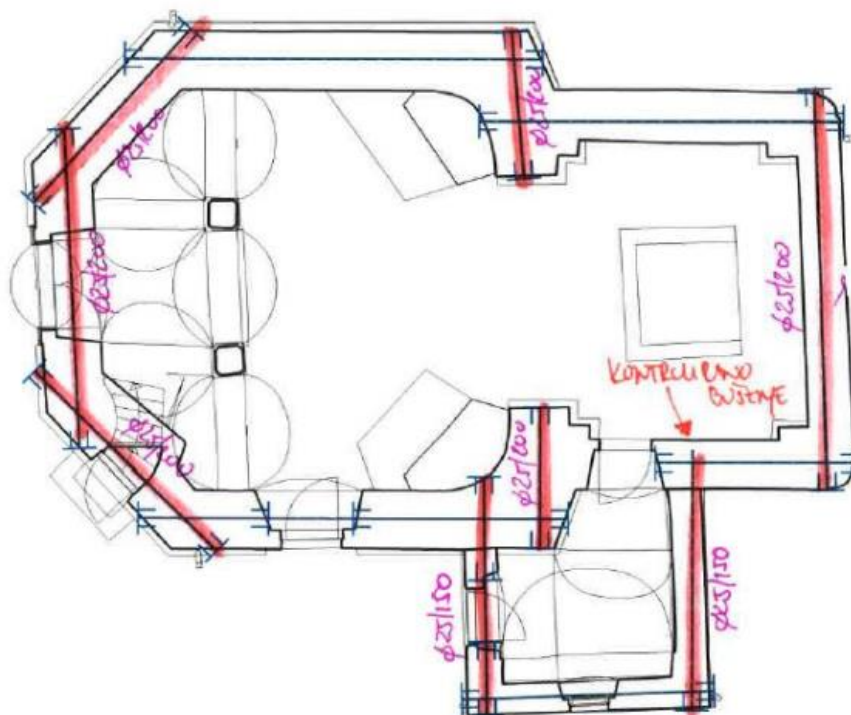
Kraj je potrebno stući da se dobije glava ili zavartiti pločicu.



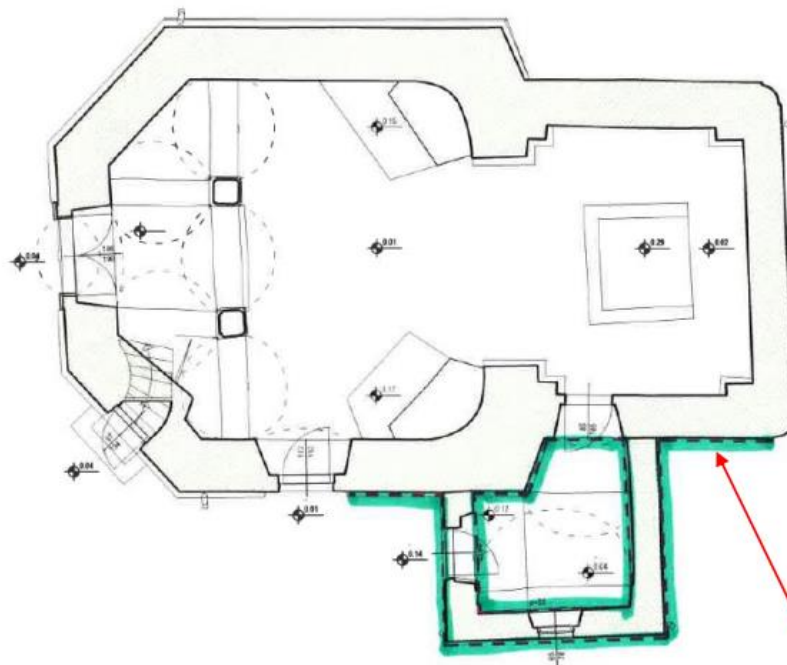
UZDUŽNI SMJER



POPREČNI SMJER



Raspucali zidovi sakristije (zelena boja) dodatno će se ojačati s dodatkom FRM-a s vanjske strane i unutrašnje strane zidova. Korišteni tip FRM-a MAPEGRID G220 + mort kao PLANITOP HDM RESTAURO. Moguće je koristiti sustav drugog proizvođača sličnih karakteristika materijala.



50X50 cm – PREDVIĐENO POLJE NA ZIDU KOJI SE NE OJAČAVA FRM (VIDI PLAN POZICIJA)

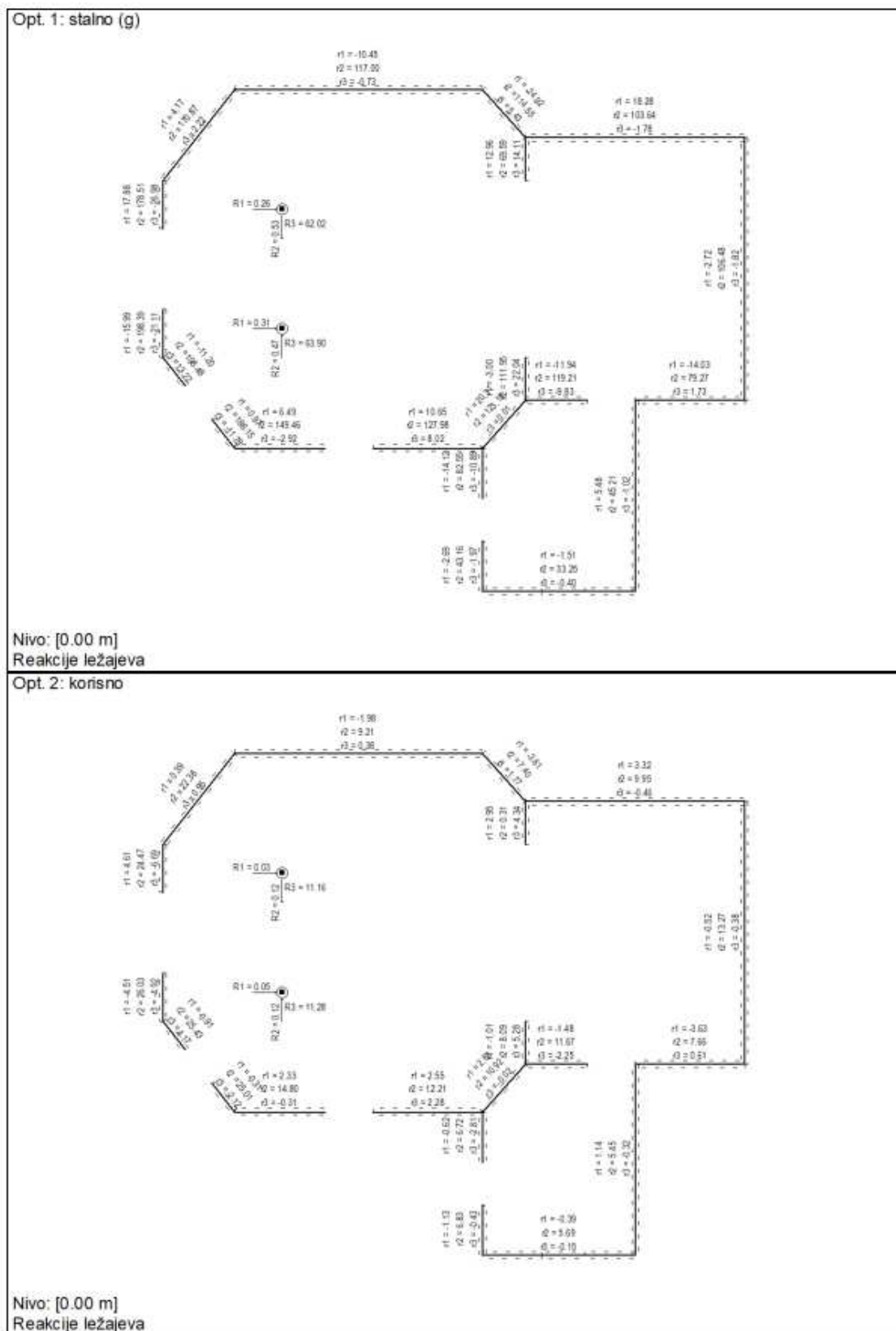
OJAČANJE MAPEGRID G220			
γ_{Rd}	αt	η	α
2	0,8	0,9	1,5
t_{fr} [mm]	σ_u [N/mm ²]	ϵ_{fd}	nf [kom]
0,035	1000	675	2-OBOSTRANO

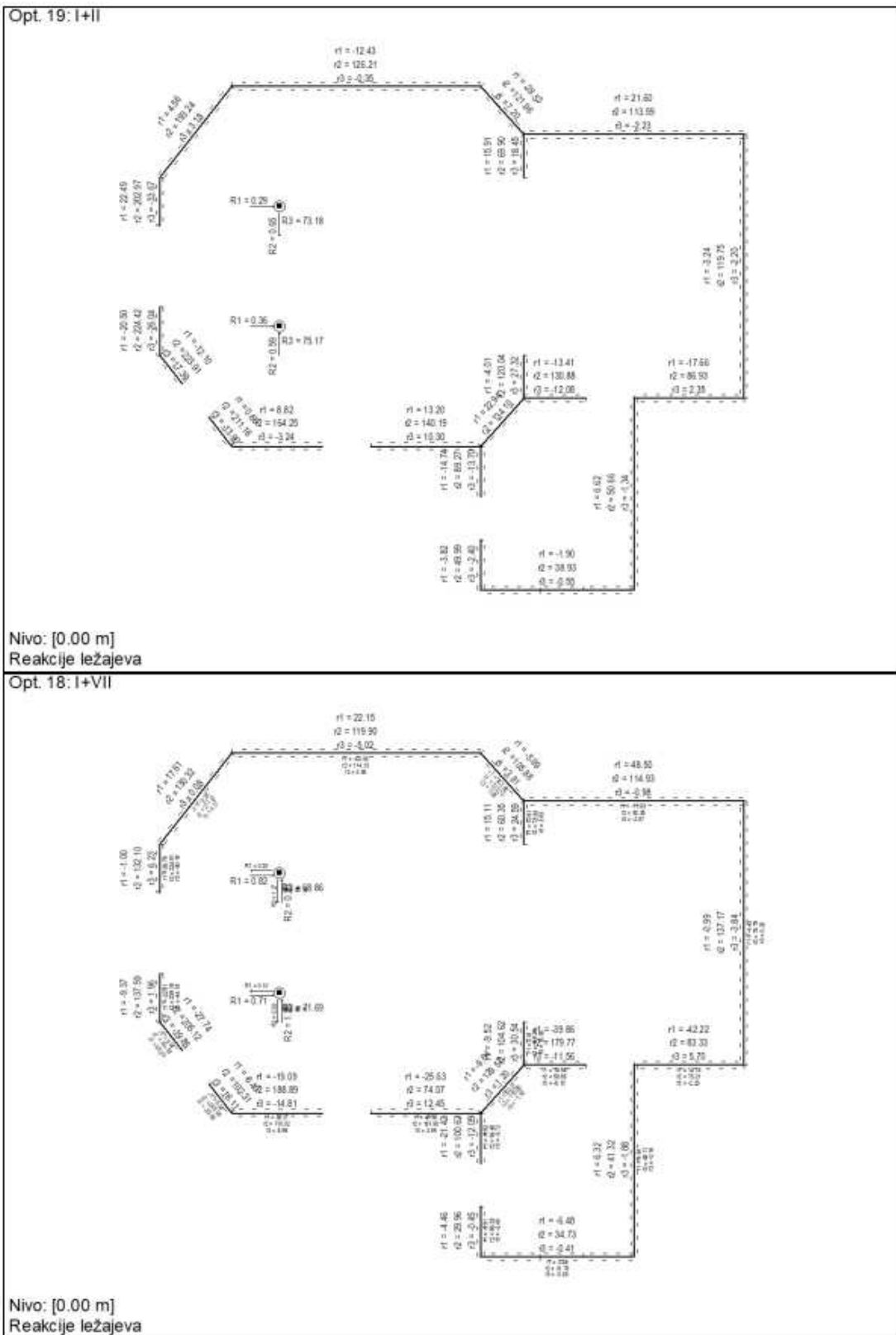
ZAKLJUČAK:

Zidani zidovi ojačani sa čeličnim zategama i FRM sustavom imaju dovoljnu nosivost da zadovolje traženu razinu otpornosti.

6.2. TEMELJNA KONSTRUKCIJA

6.2.1. ULAZNI PODACI – SILE NA TEMELJNO TLO ZA PRORAČUN DUBOKOG TEMELJENJA – AB PILOTA





6.2.2. PRIKAZ PROVEDENIH GEOTEHNIČKIH ISTRAŽIVANJA

Na lokaciji su provedeni sljedeći geotehnički istražni radovi:

- Geotehničko istražno bušenje sa kontinuiranim jezgrovanjem, uz geotehnički nadzor i terensku klasifikaciju tla
- Zbijenost tla je ispitana “in situ” pomoću standardnog penetracijskog testa (SPT)

Geotehničke istražne radove provela je tvrtka Geoexpert-I.G.M. d.o.o., Broj T.D.: I-30.09.22-01-01.

Terenski istražni radovi obavljani su u rujnu 2022. godine a sastojali su se od bušenja:

- Jedne (1) geotehničke istražne bušotine do dubine od 10,0 m – B-1
- Jedne (1) geotehničke istražne bušotine do dubine od 10,0 m – B-2
- Jedne (1) geotehničke istražne bušotine do dubine od 10,0 m – B-3

Naziv	Provedeno istraživanje	Dubina istraživanja (m)
B – 1	Istražno bušenje	10
B – 2	Istražno bušenje	10
B – 3	Istražno bušenje	10

Tablica 1: Provedeni geotehnički istražni radovi

OPIS UVJETA U TEMELJNOM TLU-GEOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE TLA GEOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE TLA

Na osnovi provedenih terenskih i laboratorijskih ispitivanja i obrade rezultata na lokaciji ustanovljen je sljedeći geotehnički model tla prema geotehničkom elaboratu. Karakteristične vrijednosti odabrane su iz rezultata ispitivanja, izravno ili iz korelacija, teorije ili empirije, te iz ostalih odgovarajućih podataka:

Geotehnička sredina	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	M_s (MPa)
01	20	25	20	15
02	20	25	20	50

Tablica 2: Odabrane karakteristične vrijednosti geotehničkih parametara

Za vrijeme bušenja nije registrirana pojava podzemne vode.

KONCEPCIJA TEMELJENJA OBJEKTA

Ovim projektom dano je projektno rješenje izvedbe dubokog temeljenja (armirano betonski piloti) za građevinu. Način temeljenja objekta je primarno uvjetovan lokacijom građevine, oštećenjima na građevini, projektom potresnim djelovanjima te rezultatima istražnih radova danih u geotehničkom elaboratu. Temeljna konstrukcija osigurava prenošenje opterećenja u dublje slojeve tla.

TEMELJNA KONSTRUKCIJA

Piloti su međusobno povezani armiranobetonskom gredom debljine 50 cm. Temeljna konstrukcija se izvodi na armiranobetonskim pilotima (promjer Φ 40 cm) duljina $L = 4$ m. Piloti sa armaturnim koševima su bušeni (bušenje sa svrdlom), te su betonirani kontraktorskim postupkom. Piloti se izvode prema tlocrtnom rasporedu danom u prilogima ovog projekta. Armaturni koševi mogu biti iz 2 dijela zbog geometrijskih ograničenja na lokaciji.

REDOSLJED IZVOĐENJA

Temeljenje objekta izvodi se u sljedećim fazama:

AB PILOTI

- Priprema radnog platoa. Ovisno o tehnologiji izvođenja pilota mogu se izvoditi sa razine postojećeg terena (oko 1,5 m jalovog bušenja) ili sa radnog platoa 20 cm višeg od gornje kote pilota.
- Iskolčenje pilota.
- Izvedba armirano betonskih bušenih pilota (400 mm).
- Po završetku izvedbe pilota, izvodi se iskop do završne kote prije postavljanje podložnog betona, te se uklanja gornjih 20 cm “lošeg” betona pilota.

GEOTEHNIČKI PRORAČUNI I ANALIZE OSNOVNI PRINCIPI PROJEKTIRANJA PREMA EUROKODOVIMA BITNI ZAHTJEVI NA GRAĐEVINU

Eurokodovi traže da svaka građevina tijekom njene izgradnje kao i tijekom njenog korištenja zadovolji bitne zahtjeve. Ti su zahtjevi nosivost, uporabivost, otpornost na požar, robusnost, trajnost i pouzdanost.

PROJEKTIRANJE PREMA GRANIČNIM STANJIMA, PROJEKTNE SITUACIJE

Pod graničnim stanjima podrazumijevaju se granični slučajevi između prihvatljivog i neprihvatljivog ponašanja konstrukcije. Projektom treba dokazati da će konstrukcija zadovoljiti sve bitne zahtjeve u slučaju dosezanja bilo kojeg od mogućih graničnih stanja. Po karakteru šteta koje mogu nastati prelaskom u neprihvatljivo ponašanje konstrukcije, razlikuju se dvije grupe graničnih stanja: granična stanja nosivosti i granična stanja uporabivosti. Provjera dosezanja graničnih stanja konstrukcije ili njenog dijela počinje izborom odgovarajućih projektnih situacija. Projektna situacija je jedan trenutak ili period u životu konstrukcije, uključivo i faze izgradnje, definiran njenim oblikom i smještajem u prostoru, pripadnim opterećenjima i djelovanjima te pripadnim svojstvima materijala i svojstvima ugrađenih produkata.

MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

Provjera zadovoljenja bitnih zahtjeva konstrukcije ili njenih dijelova provodi se modelima. Cilj modeliranja je provjera učinka opterećenja ili drugih vrsta djelovanja te određivanja otpornosti konstrukcije ili njenih dijelova na učinke opterećenja. Proračunski modeli će rijetko biti potpuno vjerna slika stvarnog ponašanja konstrukcije. Oni su uvijek samo više ili manje grube aproksimacije ili pojednostavljenje stvarnosti.

OSNOVNE VARIJABLE U MODELIRANJU I NJIHOVE KARAKTERISTIČNE VRIJEDNOSTI

Osnovne varijable u analizi zadovoljenja bitnih zahtjeva na konstrukciju su djelovanja, F , u što spadaju opterećenja, zadani pomaci, temperatura i slično, zatim parametri materijala, X , i geometrijski podaci, a . Osnovne veličine tih varijabli nazivaju se karakterističnim (F_k, X_k, A_k).

PROVJERA ZADOVOLJENJA BITNIH ZAHTJEVA NA GRAĐEVINU PRIMJENOM METODE PARCIJALNIH KOEFICIJENATA

Provjera zadovoljenja bitnih zahtjeva na konstrukciju metodom parcijalnih faktora je format postupka kojim se provjerava da proračunski učinak djelovanja E_d ne ugrožava proračunsku otpornost konstrukcije ili njenih dijelova R_d . Za granična stanja nosivosti taj zahtjev se može matematički izraziti kao: $E_d < R_d$ dok se za granična stanja uporabivosti može izraziti kao: $E_d < C_d$

POSEBNOSTI EUROKODA 7

Sustav eurokodova pod karakterističnom vrijednošću nekog materijalnog parametra općenito smatra onu vrijednost tog parametra za koju je vjerojatnost pojave nepovoljnije vrijednosti manja od 5 %. Takva definicija karakteristične vrijednosti za parametre tla i stijena nije praktična. U skladu s dosadašnjim iskustvom geotehničkog projektiranja, Eurokod 7 traži da se karakteristična vrijednost geotehničkog parametra (parametra tla ili stijene) mora odrediti „...na temelju rezultata i izvedenih veličina laboratorijskih i terenskih pokusa, uzimajući u obzir dobro utemeljeno iskustvo“, te se mora, „...izabrati kao oprezna procjena veličine koja utječe na pojavu graničnog stanja“.

GRANIČNA STANJA

Kao i u svim ostalim eurokodovima, Eurokod 7 podrazumijeva dvije vrste graničnih stanja: granična stanja nosivosti (GSN) i granična stanja uporabivosti (GSU). Dok su za granična stanja nosivosti u pravilu parcijalni koeficijenti veći od jedan, za granična stanja uporabivosti ona su u pravilu jednaka jedinici.

VRSTE GRANIČNIH STANJA NOSIVOSTI

Eurokod 7 (EN 1997-1) uvodi pet graničnih stanja nosivosti:

- EQU: gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla razmatranog kao kruto tijelo, u kojem čvrstoća konstruktivnog materijala ili tla ne doprinosi značajno otpornosti;
- STR: slom ili velika deformacija betonske, metalne, drvene ili zidane konstrukcije ili njenog elementa, uključivo temelje, pilote, sidra i potporne zidove, u kojima čvrstoća konstruktivnog materijala bitno pridonosi otpornosti;
- GEO: slom ili velika deformacija tla pri kojoj čvrstoća tla ili stijene bitno pridonosi otpornosti;
- UPL: gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla uslijed uzgona vode ili drugih vertikalnih sila;
- HYD: hidrauličko izdizanje (hidraulički slom), interna erozija tla uzrokovana hidrauličkim gradijentima.

Za granično stanje STR i GEO postoje tri proračunska pristupa, dok je za ostala granična stanja zadržan jedinstveni pristup. Tri se pristupa uglavnom razlikuju po fazi proračuna u kojoj će se primijeniti parcijalni faktori: da li na ulazne podatke (djelovanja i svojstva materijala) ili na rezultate proračuna (učinke djelovanja i otpornosti).

Za granična stanja STR i GEO koeficijenti su grupirani u grupu A za djelovanja, grupu M za materijale uključivo tlo, i grupu R za otpornosti. Za ostala granična stanja nosivosti parcijalni koeficijenti za materijale i otpornosti su zajednički. Za STR i GEO grupe su podijeljene na podgrupe, ovisno oproračunskim pristupima provjere otpornosti.

GEOTEHNIČKA KATEGORIZACIJA

Geotehnička kategorizacija provedena je prema: HRN EN 1997-1:2012, Eurokod 7: Geotehničko projektiranje — 1. dio: Opća pravila. Proračuni i kontrole građenja te složenost svakog geotehničkog projekta, zajedno s odgovarajućim rizicima, moraju se utvrditi za određivanje najmanjih zahtjeva na opseg i sadržaj geotehničkih istraživanja. Posebno se moraju razlikovati:

- lagane i jednostavne konstrukcije te manje zemljane građevine za koje je moguće osigurati ispunjenje najmanjih zahtjeva s pomoću iskustva i kvalitativnih geotehničkih istraživanja uz zanemariv rizik.
- ostale geotehničke konstrukcije.

Za uspostavljanje geotehničkih proračunskih zahtjeva, uvode se tri geotehničke kategorije, 1, 2 i 3. Preliminarnu razredbu konstrukcije prema geotehničkoj kategoriji obično treba provesti prije geotehničkih istraživanja. U svakoj fazi projektiranja i procesa građenja treba kontrolirati kategoriju i prema potrebi je promijeniti.

Geotehnička kategorija 1 uključuje samo male i relativno jednostavne konstrukcije za koje je moguće osigurati ispunjenje osnovnih zahtjeva iz iskustva i kvalitativnih geotehničkih istraživanja sa zanemarivim rizikom.

Geotehnička kategorija 2 uključuje uobičajene tipove konstrukcija i temelja bez velikog rizika ili neuobičajenih ili izuzetno teških uvjeta u temeljnom tlu ili uvjeta opterećenja.

Geotehnička kategorija 3 treba uključivati konstrukcije ili dijelove konstrukcija koji su izvan granica geotehničkih kategorija 1 i 2.

Predmetna konstrukcija svrstana je u *Geotehnički kategoriju 2*.

GEOTEHNIČKI MODEL TLA

Izabrani prostorni model rasporeda zona ili slojeva u tlu zajedno s izabranim parametrima tla koji će se kasnije koristiti u računima naziva se geotehničkim modelom tla. Geotehnički model tla, dakle, obuhvaća:

- prostorni raspored slojeva ili zona tla sličnog geološkog porijekla i sličnih mehaničkih svojstava (ili mehaničkih svojstava koja pokazuju neku prostornu pravilnost kao što je primjerice linearni porast čvrstoće s dubinom);
- parametre tla u svim zonama tla ili slojevima zajedno sa zakonitostima na koje se ti parametri odnose te uvjetima i pretpostavkama pod kojima oni predstavljaju prihvatljivu aproksimaciju prirodnog ponašanja tla u rasponu od značenja za predviđeni građevinski zahvat;
- rubne uvjete koji mogu utjecati na izabrani geotehnički model koji se mogu javiti tijekom izgradnje kao i tijekom eksploatacije građevine.

Uz podatke iz laboratoriskih ispitivanja korištene su sljedeće korelacije broja udaraca N iz SPT ispitivanja

- Stroud & Butler (1975)
- Quiros & Reese (1977)
- Stroud (1989)

Karakteristične vrijednosti odabrane su iz rezultata ispitivanja, izravno ili iz korelacija, teorije ili empirije, te iz ostalih odgovarajućih podataka dane su u *Tablici 2: Odabrane karakteristične vrijednosti geotehničkih parametara*.

Za vrijeme bušenja nije registrirana je pojava podzemne vode u bušotinama.

PRORAČUNSKE SITUACIJE – GRANIČNA STANJA

Određene su sljedeće najkritičnije proračunske situacije s pripadnim graničnim stanjima za koje se provjerava zadovoljenje bitnih zahtjeva na građevinu:

- Prekomjerni pomak konstrukcije (GSU);
- Slom dosezanjem nosivosti temelja na pilotima (GSN) – granično stanje GEO.

PREKOMJERNI POMAK KONSTRUKCIJE (GSU)

Prevelik pomak ili diferencijalni pomak temelja ili među susjednim temeljima. Proračunske vrijednosti djelovanja.

Parcijalni koeficijenti za djelovanje (γ_F):

$$\gamma_G = 1,0 \quad \gamma_Q = 1,0 \text{ (nepovoljno)}$$

$$\gamma_G = 1,0 \quad \gamma_Q = 1,0 \text{ (povoljno)}$$

Opterećenje građevine modelirano je sa dva linijska opterećenja u iznosu od $F_v = 112,5 \text{ kN/m}^2$ na temeljima visine $1,50 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 37,50 \text{ kN/m}^2$. Što daje ukupno opterećenje na tlo u iznosu od $150,00 \text{ kN/m}^2$. Potresno opterećenje modelirano je u obliku horizontalnog opterećenja na temelj u iznosu od 25% vertikalnog opterećenja.

Proračunske vrijednosti geotehničkih parametara

Parcijalni koeficijenti za parametre tla (γ_M):

$$\gamma_\phi = 1,0 \quad \gamma_c = 1,0$$

$$\phi_d = \phi_k \quad c_d = c_k$$

Proračunske vrijednosti identične su karakterističnima i prikazane su poglavlju – Geotehnički model tla.

PRORAČUN SLIJEGANJA PROVEDEN POMOĆU METODE KONAČNIH ELEMENATA PROGRAMOM PLAXIS POSTAVKE PRORAČUNA

Proračun slijeganja proveden je pomoću programa Plaxis 2D ver. 2017 (metoda konačnih elemenata).



Tlo je modelirano pomoću nelinearnog hardening modela tla.

Proračunski model je razvijen na osnovi geometrije zahvata te uslojenosti i karakteristika tla, a sastavljen je od mreže konačnih elemenata. Rezultati proračuna prikazani su u nastavku.



Udaljenosti granica proračunskog modela od mjesta najvećih promjena naprezanja odabrane su prema uobičajenim pravilima numeričkog modeliranja. U čvorovima vertikalnih granica su spriječeni horizontalni pomaci, dok su u čvorovima donje granice spriječeni vertikalni i horizontalni pomaci.

Hardening Soil model (HS)

Hardening Soil model je napredni model za simulaciju ponašanja tla. Što se tiče Mohr-Coulomb modela, granično stanja naprezanja opisano je pomoću kuta trenja ϕ , kohezije c , i kuta dilatacije ψ . Međutim, stišljivost tla može se opisati mnogo preciznije pomoću tri različita modula stišljivosti: modul stišljivosti iz troosnog pokusa prilikom opterećenja E_{50} , modul stišljivosti iz troosnog pokusa prilikom rasterećenja E_{ur} , i edometarskog modula stišljivosti E_{oed} . Kod prosječnih vrijednosti za različite vrste tla, predložena je pretpostavka; $E_{ur} \approx 3E_{50}$ i $E_{oed} \approx E_{50}$, no vrlo mekana i vrlo kruta tla imaju tendenciju da daju druge omjere E_{oed} / E_{50} , koje je najbolje zadati od strane korisnika. Za razliku od Mohr-Coulomb - modela, Hardening Soil model tla uzima u obzir ovisnost modula stišljivosti o veličini naprezanja. To znači da se svi moduli povećavaju s povećanjem naprezanja. Dakle, sva tri ulazna modula stišljivosti se odnose na referentno naprezanje, obično se ono uzima 100 kPa (1 bar). Osim parametara modula gore navedenih, početni uvjeti u tlu, kao što su prekonsolidacija, igraju važnu ulogu u većini deformacija tla. To se može uzeti u obzir prilikom generiranja početnog stanja naprezanja.

6.2.3. REZULTATI PRORAČUNA

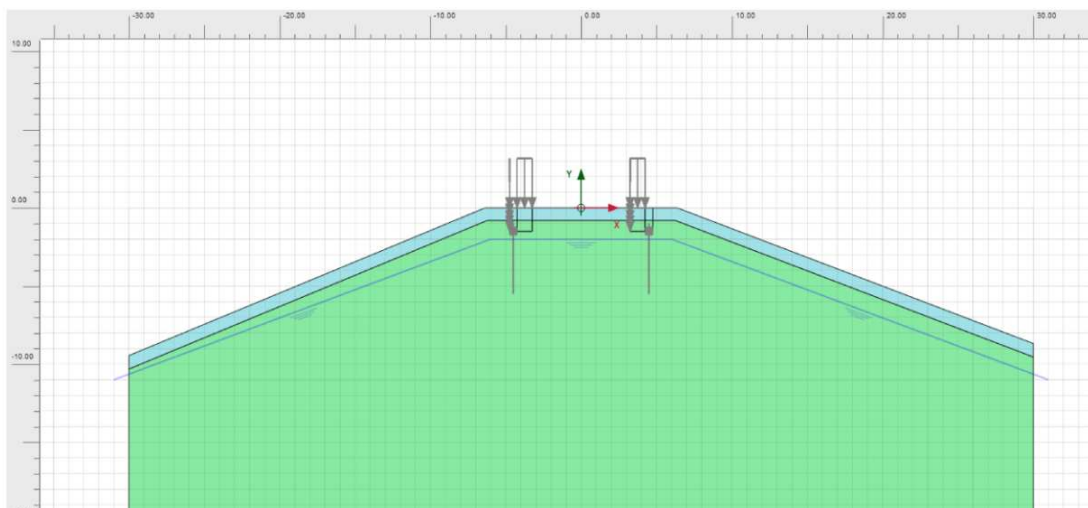
Definirani su slojevi i model tla koji su prikazani u nastavku. Opisane karakteristike materijala i elemenata.

Identification		1	2
Material model		Hardening soil	Hardening soil
Drainage type		Undrained (A)	Undrained (A)
Colour		 RGB 161, 226, 232	 RGB 134, 234, 162
γ_{unsat}	kN/m ³	18	18
γ_{sat}	kN/m ³	20	20
E_{50}^{ref}	kN/m ²	1,50E+04	5,00E+04
E_{oed}^{ref}	kN/m ²	1,50E+04	5,00E+04
E_{ur}^{ref}	kN/m ²	4,50E+04	1,50E+05
power (m)		0,5	0,5
c_{ref}	kN/m ²	25	25
ϕ (phi)	°	20	20
OCR		2	2

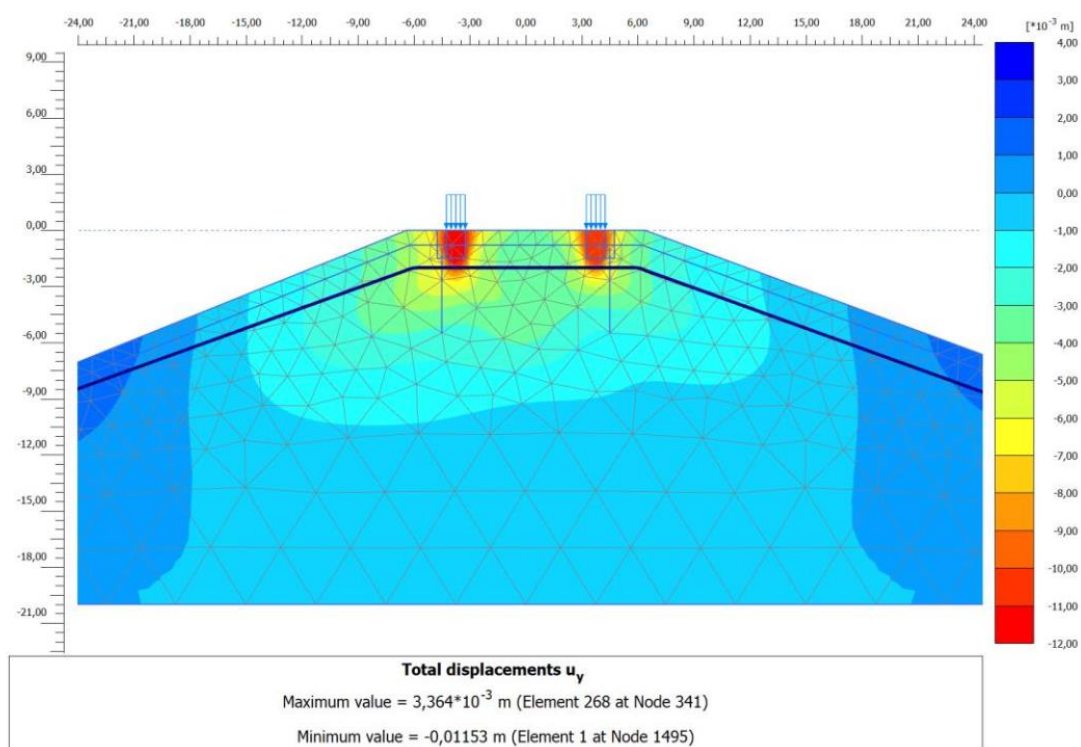
Identification		Pilot D=0,4m
E	kN/m ²	3,20E+07
γ	kN/m ³	25
Pile type		Predefined
Predefined pile type		Massive circular pile
Diameter	m	0,4
A	m ²	0,1257
I_3	m ⁴	1,26E-03
I_2	m ⁴	1,26E-03

Identification		Beton
Material model		Linear elastic
Drainage type		Non-porous
γ_{unsat}	kN/m ³	25
γ_{sat}	kN/m ³	25
E	kN/m ²	3,20E+07
ν (nu)		0,2

Tablica 3: Karakteristike materijala i elemenata [7]

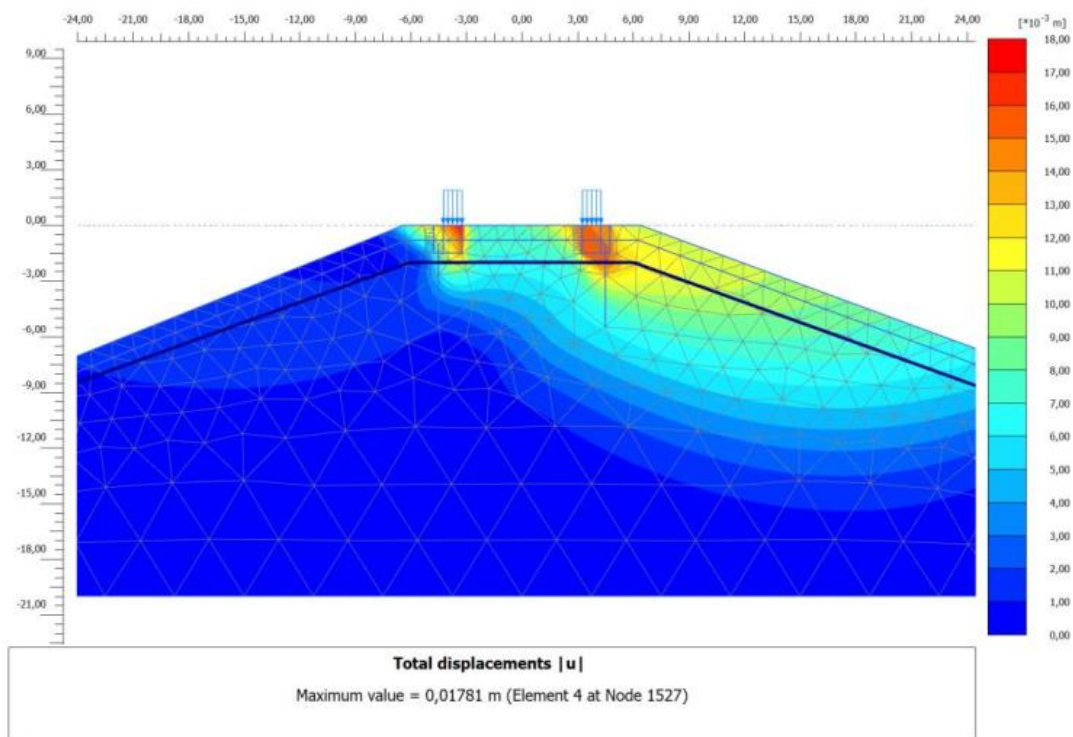


Slika 40: Prikaz proračunskog modela [7]

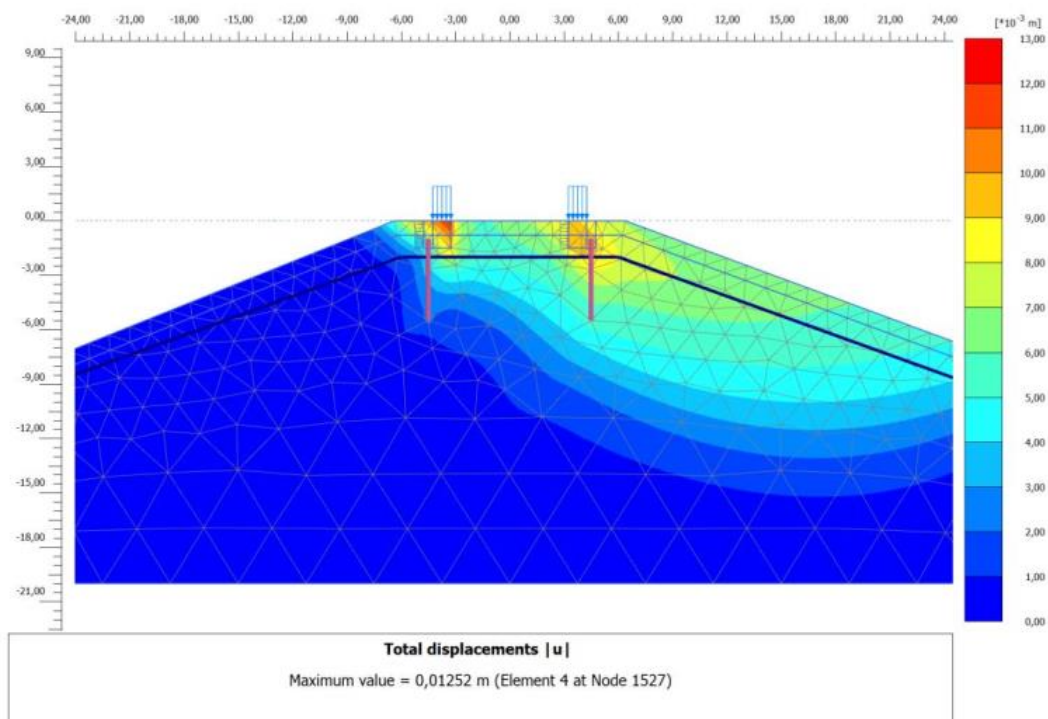


Slika 41: Prikaz vertikalnih pomaka postojećeg stanja [7]

Koeficijent krutosti tla ispod temelja $k = 150 \text{ kN/m}^2$ (opterećenje) / $0,0115 \text{ m}$ (pomak temelja) = $13\,000 \text{ kN/m}^3$.



Slika 42: Prikaz ukupnog pomaka bez izvedenih pilota od djelovanja potresnog opterećenja [7]



Slika 43: Prikaz ukupnog pomaka sa izvedenim pilotima od djelovanja potresnog opterećenja [7]

Prema proračunu dobivena vrijednost pomaka uslijed utjecaja potresnog opterećenja je oko 1,4 puta manja upotrebom pilota.

SLOM DOSEZANJEM NOSIVOSTI TEMELJA NA PILOTIMA (GSN)

Slom tla ispod temelja na pilotima izazvan prevelikom pritiskom kojim temelj na pilotima opterećuje tlo (granično stanje GEO); kontakti pritisak ili kontaktno naprezanje između temelja i tla koje izaziva slom u tlu je nosivost tla.

Za predmetno granično stanje odabran je:
PROJEKTNI PRISTUP 3 (KOMBINACIJA A1+M2+R3).

Proračunske vrijednosti djelovanja

Parcijalni koeficijenti za djelovanje (γ_F) ili učinke djelovanja (γ_E) (Skupina A1):

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,5 \text{ (povoljno)}$$

$$\gamma_G = 1,0 \quad \gamma_Q = 0 \text{ (povoljno)}$$

Proračunske vrijednosti geotehničkih parametara

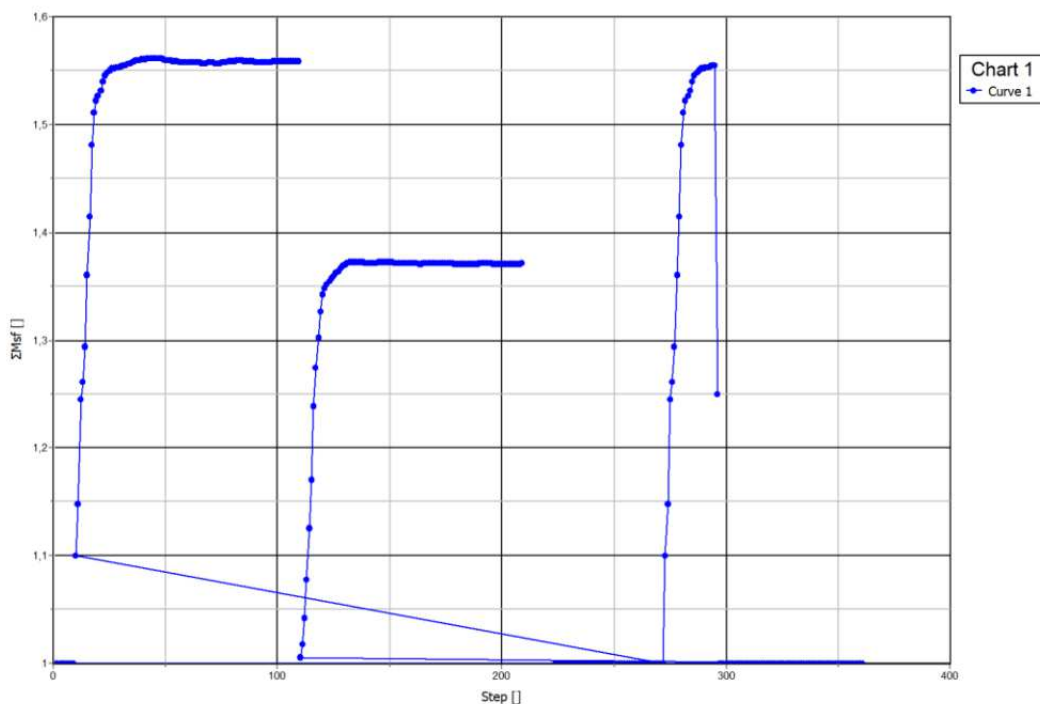
Parcijalni koeficijenti za parametre tla (γ_M) (Skupina M2):

$$\gamma_\phi = 1,25 \quad \gamma_c = 1,25$$

Proračunske vrijednosti otpornosti za temeljnu konstrukciju

Parcijalni koeficijenti za otpornost (γ_R) (Skupina R3):

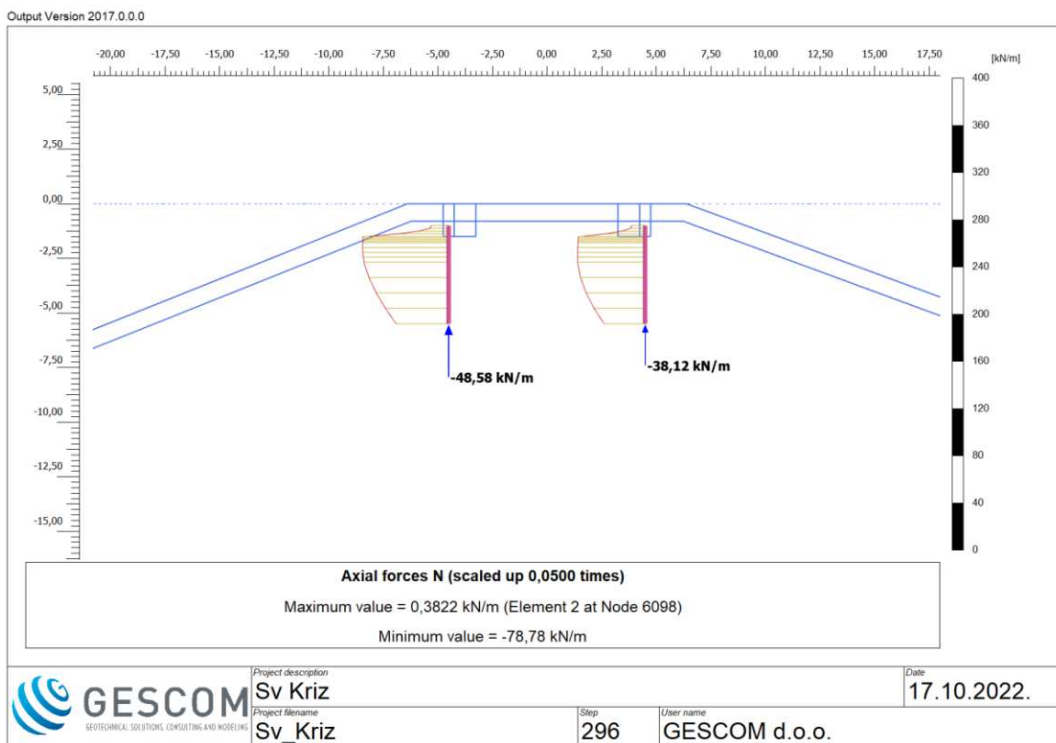
$$\gamma_{R,e} = 1,0$$



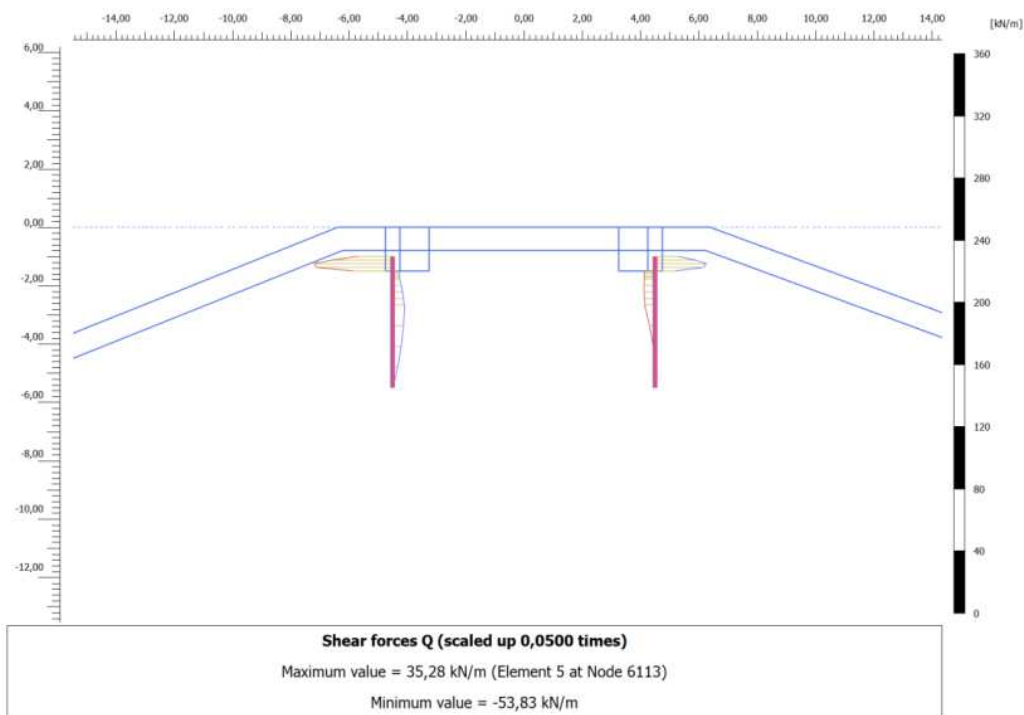
Slika 44: Prikaz faktora sigurnosti modela s pilotima i bez pilota [7]

Faktor sigurnosti modela bez pilota:
 $\gamma_M = 1,37 > 1,25$ – **ZADOVOLJAVA**

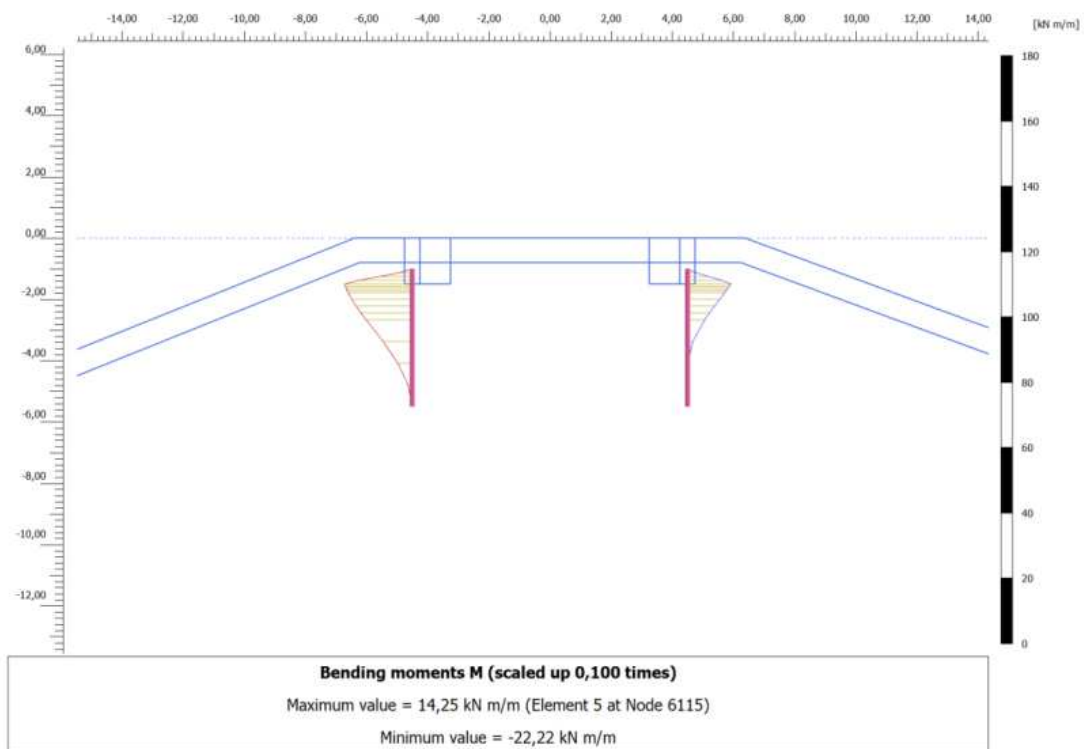
Faktor sigurnosti modela s pilotima:
 $\gamma_M = 1,55 > 1,25$ – **ZADOVOLJAVA**



Slika 45: Prikaz maksimalne uzdužne sile u pilotima [7]



Slika 46: Prikaz maksimalne poprečne sile u pilotima [7]

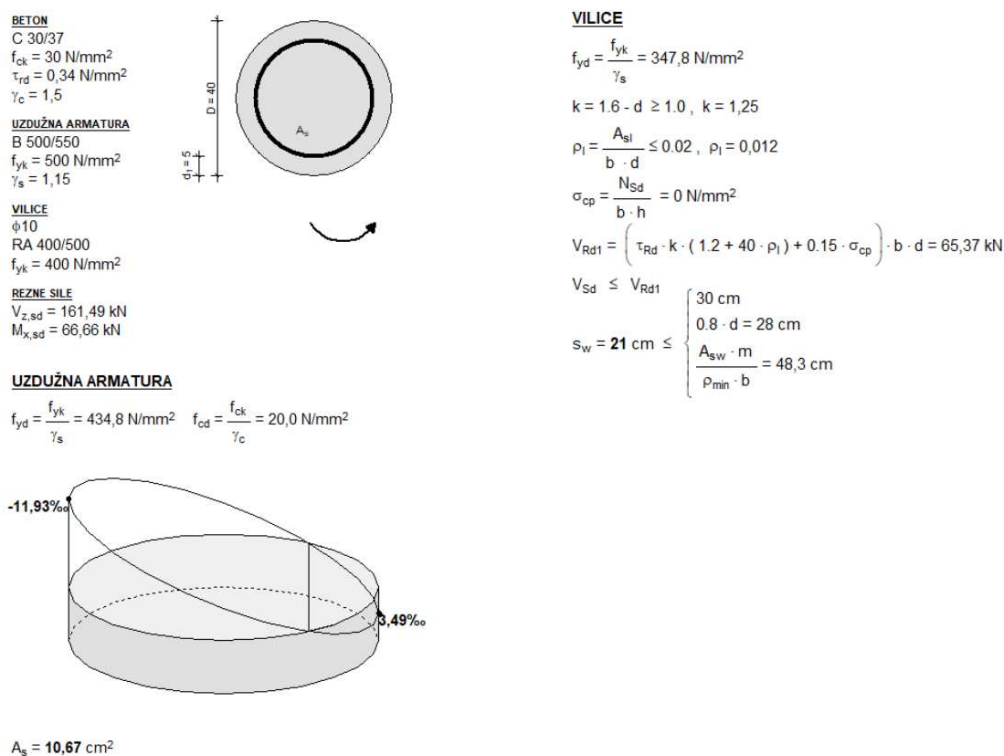


Slika 47: Prikaz maksimalnog momenta u pilotima [7]

SUMARNI PRIKAZ REZULTATA – REKACIJA PILOTA

NAZIV	GSN – x razmak pilota (3 m)
Q [kN/m]	161,49
M [kNm/m]	66,66
N [kN/m]	-236,34

Tablica 4: Zbirni prikaz dobivenih rezultata reakcija – pilota [7]



Prema HRN EN 1992-1-1 Najmanji promjer uzdužne šipke ne treba biti manji od 16 mm za bušene pilote te bi njihov broj trebao biti najmanje 6.

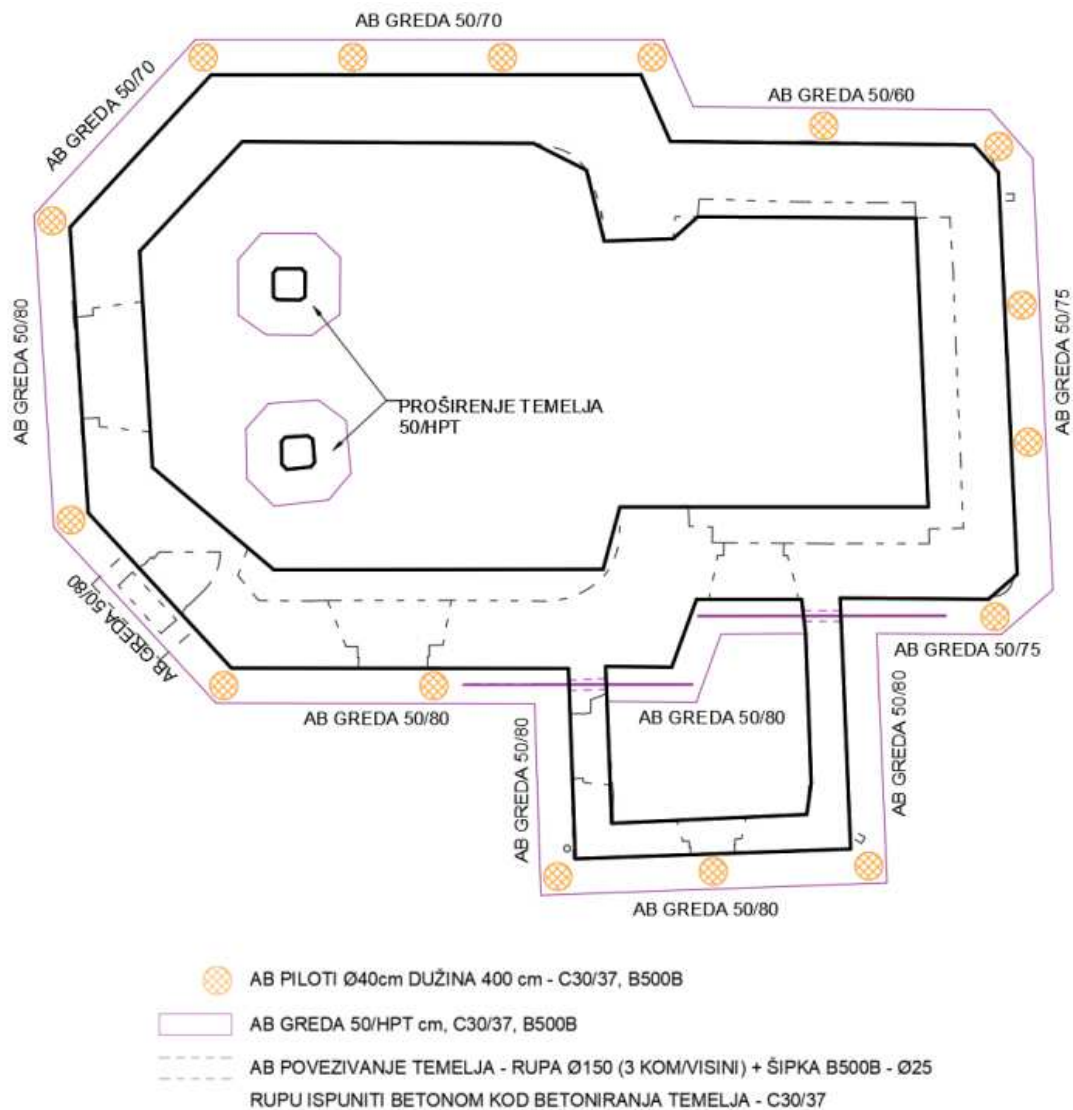
$$A_{s,min} = 0,5\% b h = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 3,0\% b h = 37,68 \text{ cm}^2$$

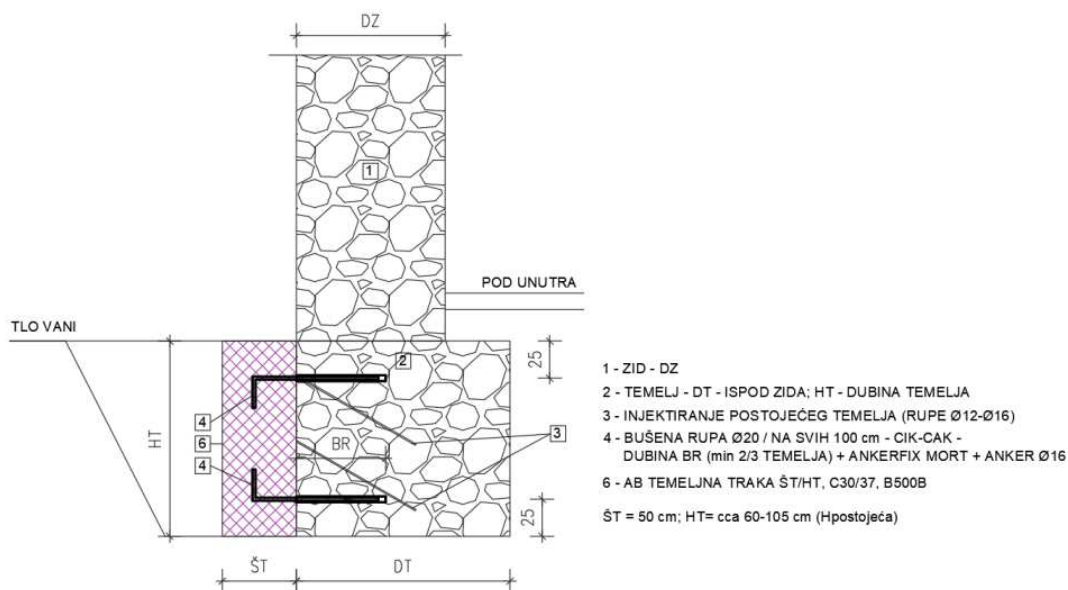
Odabrana armatura pilota:

Klasa betona: C30/37

- Uzdužna armature – 6 $\phi 16$ ($A_s = 12,06 \text{ cm}^2/\text{m}$)
- Poprečna armature – $\phi 10/20 \text{ cm}$ (spiralno)
- Prsten za povezivanje – $\phi 16$ – 3 kom/pilotu



Slika 48: Tlocrtni prikaz temeljne konstrukcije [7]

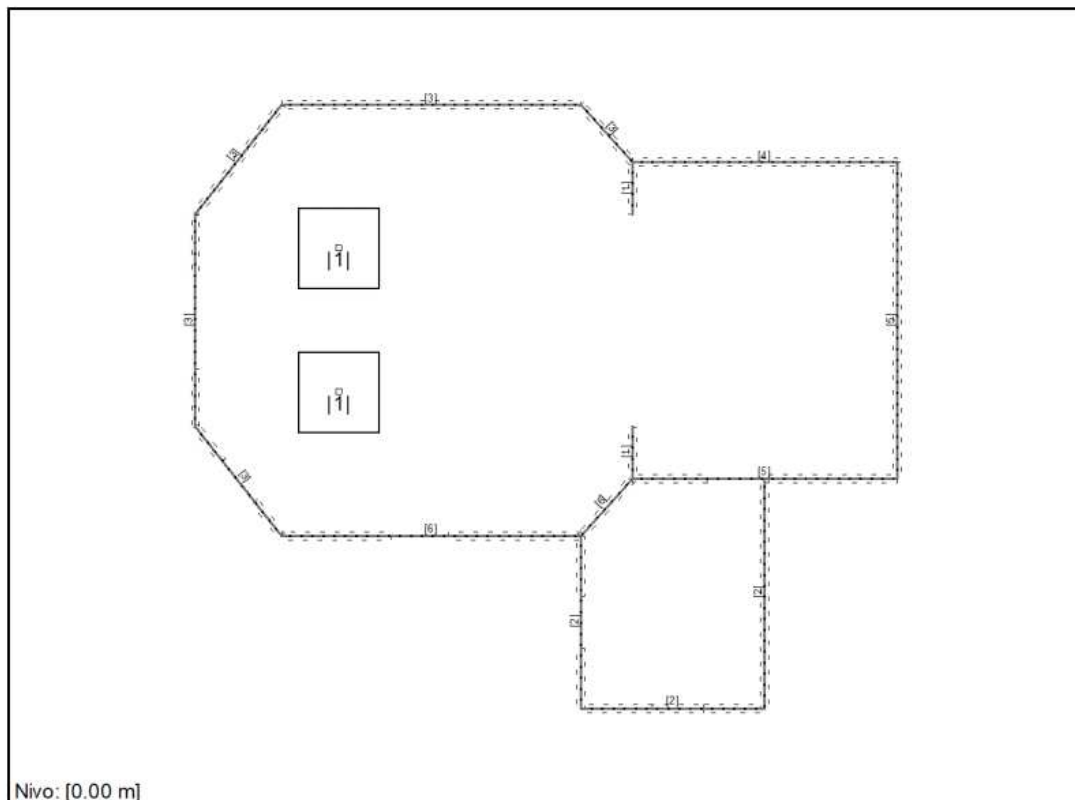


Slika 49: Proširenje postojećih temelja – presjek [7]

Armiranobetonska temeljna greda iznad ab pilota, projektira se u širini 50 cm i visini postojećih temelja (cca 60-105 cm), klasa betona C30/37, armatura B500B (DZ - 5Ø16, GZ - 5Ø16, VILICE - Ø10/15 cm, KONSTRUKTIVNA ARMATURA - Ø10/20 (po visini). Potrebno je međusobno povezati postojeće temelje i novu temeljnu gredu – ankeri Ø16 svakih 100 cm, cik-cak, dubina sidrenja min 40 cm, sidrenu rupu očistiti i ispuniti anker-fix mortom kod ugradbe ankera.

Armiranobetonsko proširenje temelja stupova, projektira se u širini 50 cm i visini postojeće temelja, klasa betona C30/37, armatura B500B (DZ - 5Ø12, GZ - 5Ø12, VILICE - Ø10/15 cm, KONSTRUKTIVNA ARMATURA - Ø10/20 (po visini). Potrebno je međusobno povezati postojeće temelje i novo proširenje – ankeri ±3Ø16 po strani, dubina sidrenja min 40 cm, sidrenu rupu očistiti i ispuniti anker-fix mortom kod ugradbe ankera.

PRORAČUN NAPONA I SLIJEGANJA NAKON PROŠIRENJA TEMELJA (BEZ AB PILOTA)

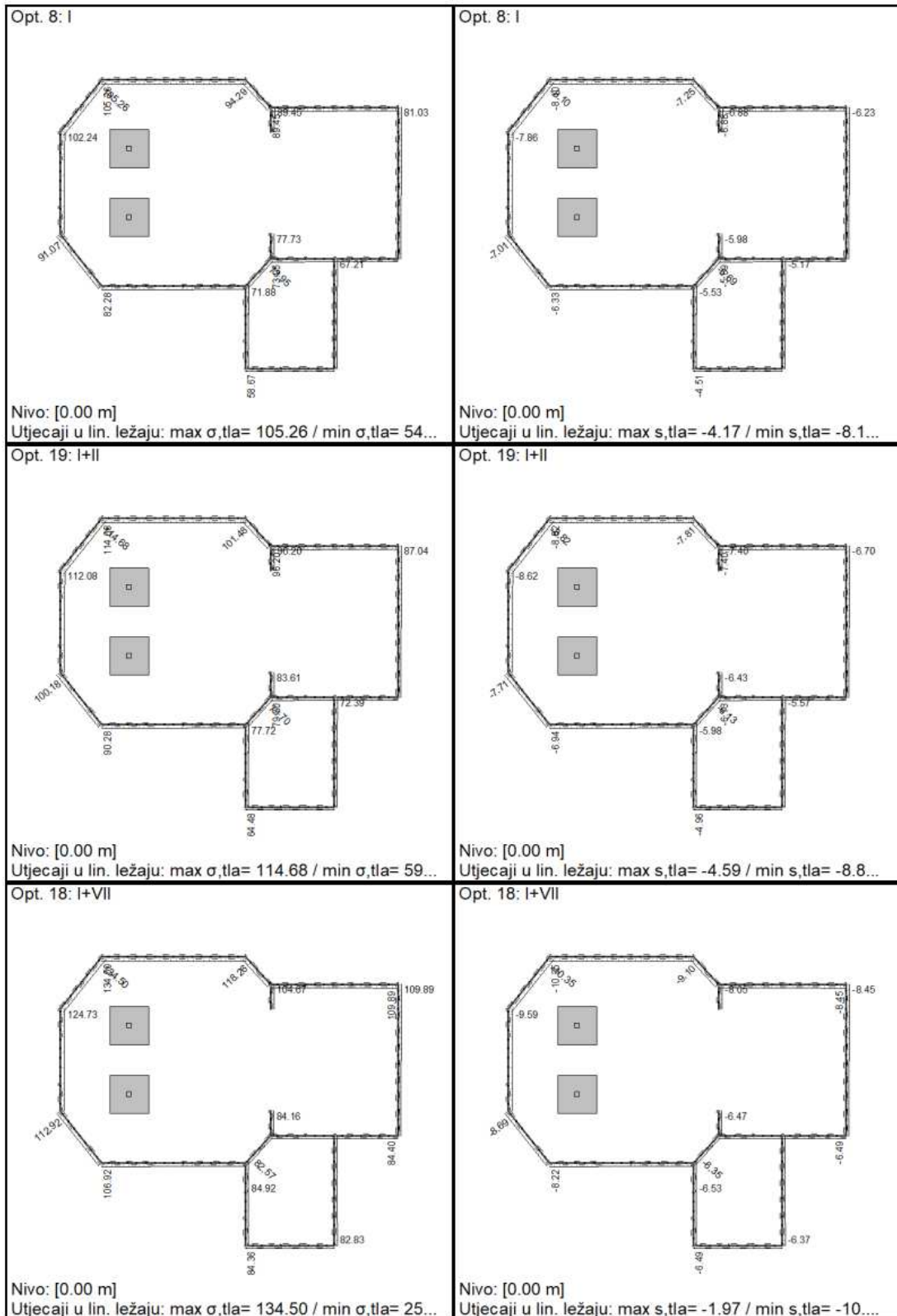


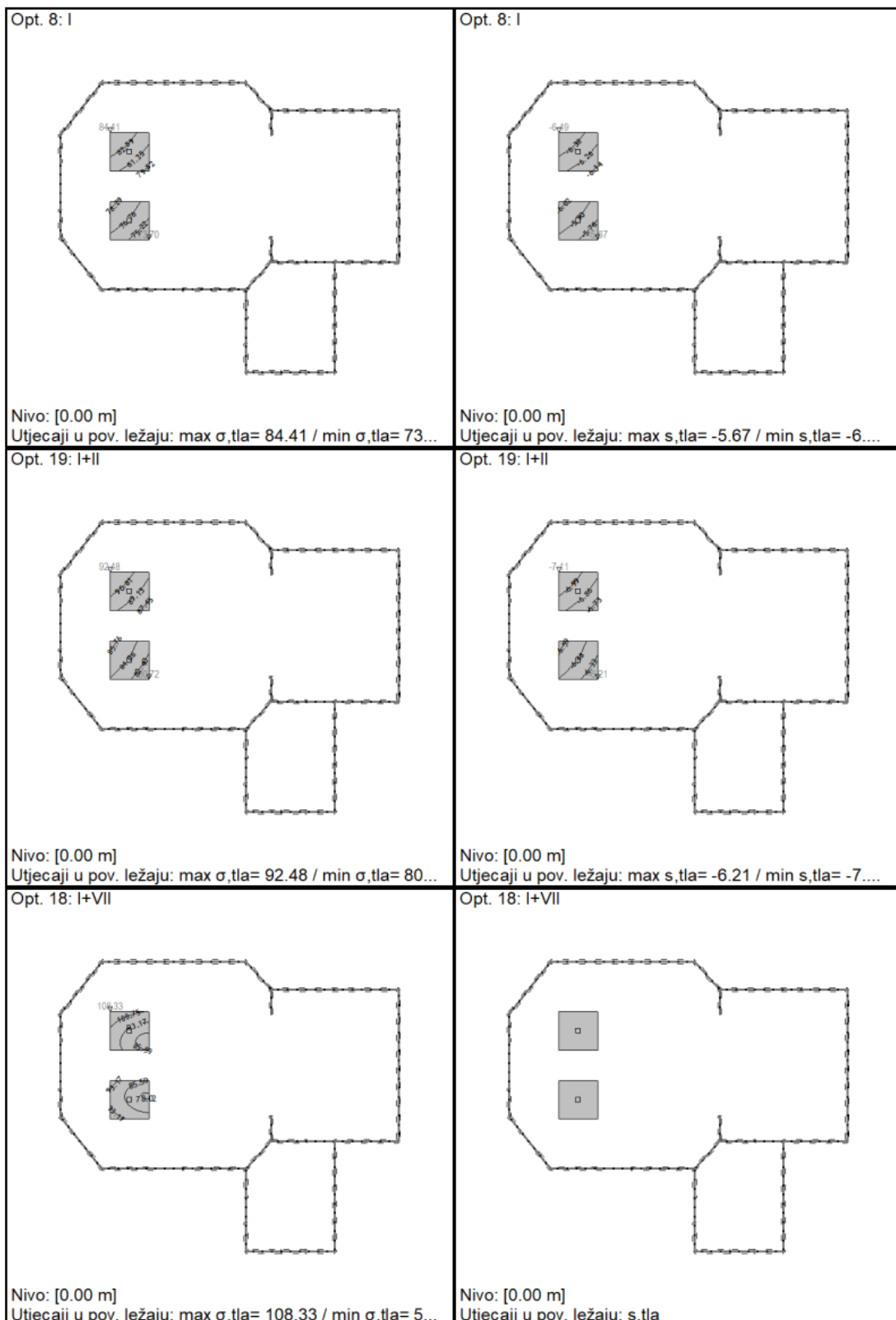
Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.300e+4	1.300e+4	1.300e+4		0.900
2	1.300e+4	1.300e+4	1.300e+4		1.000
3	1.300e+4	1.300e+4	1.300e+4		1.450
4	1.300e+4	1.300e+4	1.300e+4		1.500
5	1.300e+4	1.300e+4	1.300e+4		1.800
6	1.300e+4	1.300e+4	1.300e+4		1.900

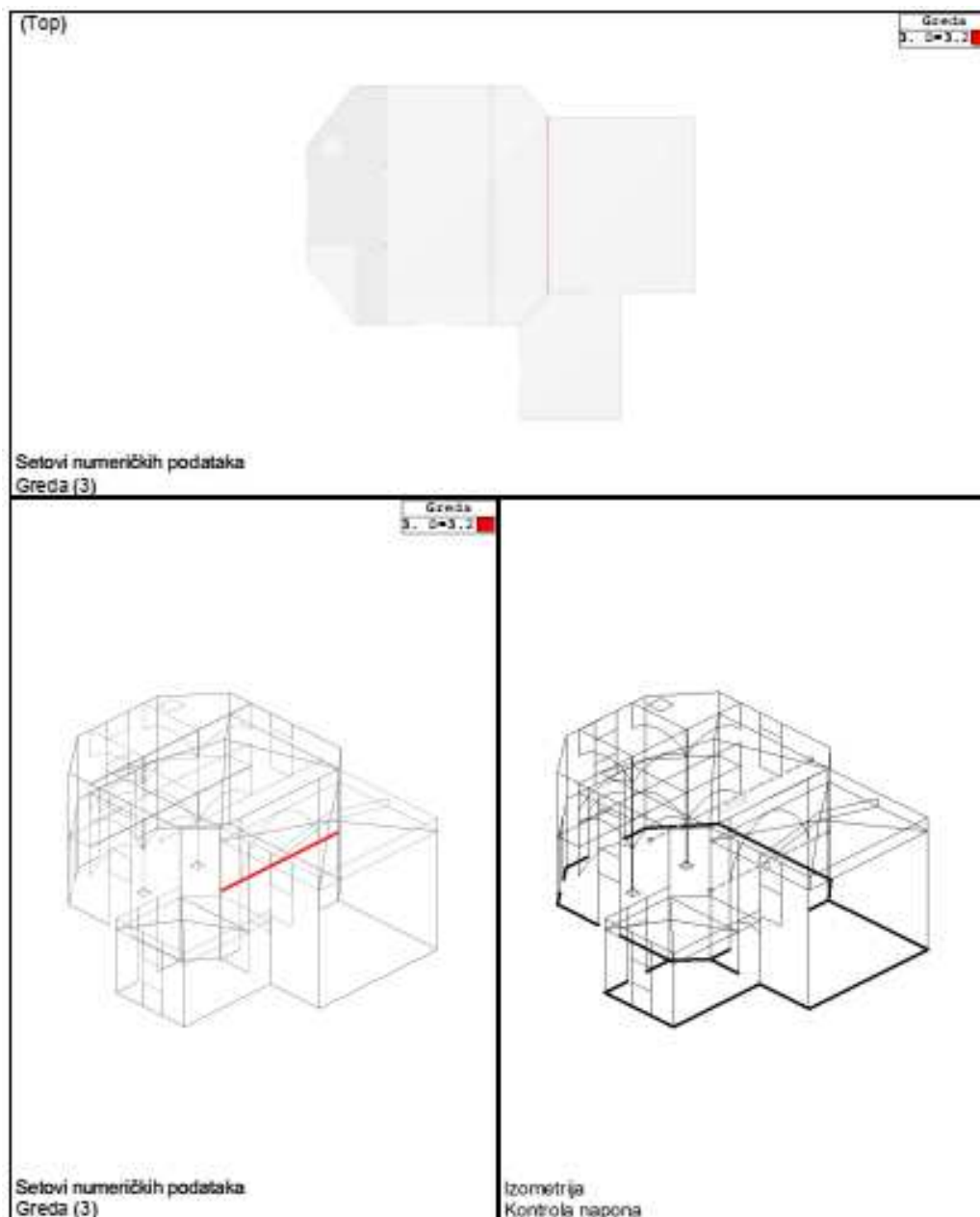
Setovi površinskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.300e+4	1.300e+4	1.300e+4





6.3. ZATEGE U PETAMA LUKOVA



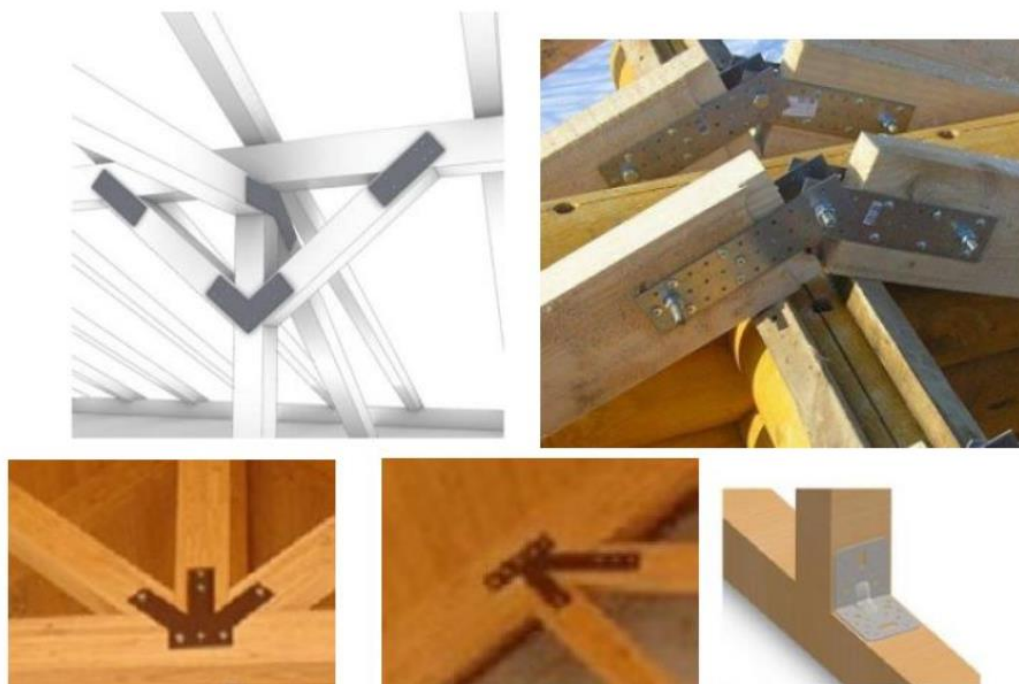
Povezivanje peta lukova kupola zategama kako bi se osigurala nepomičnost oslonaca. Predviđeno je ispod lukova, u razini peta lukova odmah iznad kapitela, postaviti vidljive zatege. Zatege su dimenzija $\text{Ø}32$ mm, kvalitete čelika S355, odnosno k.v.8.8. Zatege luka se na vanjskim licima zida sidri metalnim pločevinama debljine $t=20$ mm dimenzija cca. 200×200 mm. Pločevinu je potrebno antikorzivno zaštititi i nakon montaže dodatno je zaštititi epoxy premazom preko kojeg se nanese kvarcni posip da se žbuka lakše prihvati. Također pločevinu je poželjno uštemati u zid da se dobije veći zaštitni sloj žbuke na pločevini i samim tim potrebna zaštita.

6.4. KROVNA KONSTRUKCIJA

Potrebno je pregledati kompletnu krovnu konstrukciju. Dotrajalu i oštećenu građu zamjeniti u dimenzijama iste prema pravilima struke. Potrebno je ugraditi vjetrovne spregove s donje strane rogova između krovnih okvira; vjetrovni spregovi – greda 5/15 cm – C24, spoj s rogovima – turbo vijak Ø8/120 / po svakom rogu.

Sve neadekvatne spojeve ojačati čeličnim limovima po slijedećim principima:

- čelični limovi debljine 3 mm – pocinčano;
- spojna sredstva – vijci M12 k.v.8.8 – pocinčano (vijak + podloška + matica);
- spojna sredstva – turbo vijci M4 ili M6 – pocinčano.



Slika 50: Primjer ojačanja neadekvatnih spojeva drvene konstrukcije [7]

7. PRIJEDLOZI SANACIJSKIH RJEŠENJA

Na osnovi vizualnog pregleda objekta daju se sanacijska rješenja vanjskih i unutarnjih oštećenja. Prije početka radova potrebno je izraditi zaštitu poda, te zaštitu oltara. Sav pomični inventar potrebno je ukloniti iz kapele na ranije dogovorenu lokaciju.

Zaključak se može dati da je naglasak adekvatno obraditi slijedeće nedostatke koji proizlaze iz svega navedenog:

- Nedostatak zidova u poprečnom smjeru y-smjer.
- Kvaliteta ziđa općenito, višeslojno kameno ziđe.
- Zidovi – vidljiva oštećenja – pukotine.
- Svodovi/kupole – vidljiva oštećenja – pukotine.
- Lukovi – vidljiva oštećenja – pukotine; pukotine na spoju luka sa zidom vidljiva pukotina od cca 5 cm (etaža krovšte).
- Krovšte – nedostatak nosive konstrukcije, pomak ležajeva.
- Sakristija – konstrukcija se odvaja od crkve što ukazuje da je naknadno urađena. Nedostatak nosive konstrukcije i nestručne gradnje rezultiralo je raspucavanjem konstrukcije lukova/svodova/zidova.
- Zvonik iznad pjevališta je izveden kao drveni koji se oslanja na nosive zidove. Pročelja zvonika su limena na daščanoj oplati. Unutar vanjskog ulaznog pročelja zvonika izveden je konzolni zid pridržan za kosnike tornja. Zid je izveden u kombinaciji kamena i opeke, nestručno izveden što je rezultiralo razgradnju i pomak zida u odnosu na težište što je rezultiralo oštećenje limenih opšava zvonika na mjestu krova.
- Tlo i temeljenje – građevine je izgrađena na temeljima gotičke crkve. Pretpostavka je da su temelji izvedeni od kamena, dimenzije u širini zidova. Sveprisutni problem kapilarne vlage, striktno gledajući, to možda ne izgleda kao problem koji je direktno vezan za konstrukciju, niti se ovaj elaborat s njim bavi, važno je imati na umu da je će se taj problem morati rješavati, i to interdisciplinarno u suradnji s projektantom konstrukcije, a ne izolirano, ignorirajući konstrukciju. Dugoročno gledano, vlaga ima značajan utjecaj na konstrukciju i na njenu trajnost.

Predmetna građevina spada u zgrade razreda važnosti III prema nizu HRN EN 1998 čija je otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, a za takve

zgrade je potrebna obnova na Razinu 3 te se postizanje mehaničke otpornosti i stabilnosti dokazuje na potres povratnog perioda od 225 godina ($a_g = 0,150 g$ za predmetnu lokaciju). Predmetna građevina je zaštićeno kulturno te kao takva predstavlja vrijedno kulturno dobro, te radovima kojima bi se postigla Razina 3 – pojačanje konstrukcije izvedbom ab elemenata nije moguće a da se ne ugrozi status građevine koja je upisana u registar kulturnih dobara. Osim navedenog, ojačavanje na traženu razinu bi iziskivalo značajna financijska sredstva. Rekonstrukcija konstrukcije u stanje poboljšane razine nosivosti sprovesti će se na nešto višu RAZINU 2.

Razina 2: Rekonstrukcija sa ciljem dovođenja konstrukcije u stanje poboljšane razine nosivosti. Pojačanje potresom oštećene građevinske konstrukcije zgrade uz primjenu metoda kojima se postiže mehanička otpornost i stabilnost zgrade u odnosu na potresno djelovanje za poredbenu vjerojatnost premašaja od 10% u 10 godina (povratni period 95 god.) za granično stanje znatnog oštećenja. Izrađuje se građevinski projekt – projekt pojačanja građevinske konstrukcije zgrade pri čemu se proračun potresnog djelovanja provodi za poredbenu vjerojatnost 95 god pp. U ocjeni potresne otpornosti zgrade koja je sastavni dio građevinskog projekta iskazuje se omjer proračunske potresne otpornosti konstrukcije i potresne otpornosti prema nizu HRN EN 1998 i pripadnim nacionalnim dodacima. Obnova na RAZINU 2 potresom oštećene građevinske konstrukcije zgrade uključuje provedbu zahvata 1. razine. U nastavku su opisani zahvati kojima će se zadovoljiti nešto viša razina od predviđene Razine 2.

7.1. Sanacija oštećenja – popis očekivanih zahvata na konstrukciji

Glavni cilj mjera sanacije i seizmičkih ojačanja je povezivanje konstrukcije u kompaktnu cjelinu, kako se u eventualnom sljedećem istom ili jačem potresu ne bi dogodila jača oštećenja koja bi ugrozila mehaničku otpornost zgrade, kao i sigurnost korisnika.

Mjere koje se predlažu su sljedeće:

Prva mjera ojačanja – poboljšanje ziđa injektiranjem – konsolidacija ziđa

Injektiranje ziđa na gotovo svim dostupnim zidovima, s vanjske strane – kontrolirno injektiranje, te s unutrašnje strane zidova sakristije – kontrolirano injektiranje prema

unutrašnjosti crkve! Obavezno je kontrolirano injektiranje zbog zaštite unutarnjih oslika/kulturnog značaja. Ovom mjerom je obuhvaćena i sanacija pukotina u zidu i nadvojima. Cilj je sanacije pukotina osigurati prvobitnu čvrstoću i cjelovitost zidanog zida. Najčešći je postupak sanacije injektiranje pukotina, a materijal za injektiranje ovisi o tipu zida i širini pukotina.

Injektiranje se može izvesti na jedan od sljedećih načina:

- injektiranje pod tlakom (najčešće),
- gravitacijsko injektiranje (jako oštećeni zidovi),
- vakuumsko injektiranje (manje intervencije, manje pukotine, injekcijska smjesa mora biti izrazito tekuća).

Način sanacije ovisi o širini pukotine:

1) pukotine ($d < 0,5 \text{ mm}$)

- injektiranje pukotina epoksi mortom (ljepilom) ili preporučenim sustavom poznatih izvođača injekcijske smjese

2) pukotine ($0,5 \text{ mm} < d \leq 5 \text{ mm}$)

- injektiranje se obavlja smjesom morta u odgovarajućim omjerima vapna, cementa i pijeska

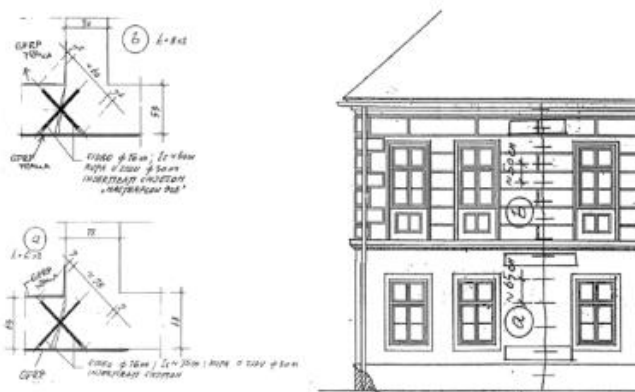
- kod starih građevina poželjno je koristiti anorgansku smjesu sličnu vapnenom mortu zbog kompatibilnosti, a organski mortovi koriste se na mjestima gdje je potrebna izrazito kruta i otporna veza

- postupak injektiranja:

- 1) uklanja se žbuka sa svake strane pukotine u širini cca 50 cm i čisti se zid od prašine
- 2) uzduž pukotine izbuše se rupe na razmacima 30 – 50 cm u koje se postavljaju cijevi za injektiranje $d=12 - 19 \text{ mm}$ koje se učvrste mortom
- 3) pukotine se zatvaraju mortom po cijeloj duljini s obje strane zida
- 4) cjevčice se začepi, a zatim se otvaranjem cjevčica u parovima pukotine isperu vodom i ispušu zrakom
- 5) injektiranje pukotina odozdo prema gore s malim tlakom (0,03 MPa)

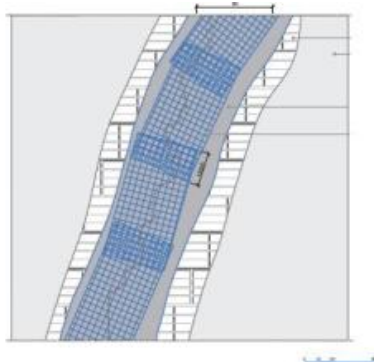
3) pukotine ($5 \text{ mm} < d \leq 10 \text{ mm}$)

- kod ovih širina pukotina se, uz gore navedeno injektiranje, pojačava ubacivanjem čeličnih šipki
- čelične šipke postavljaju se pod kutom od 45° u odnosu na pravac pukotine



Slika 51: Prikaz postavljanja čeličnih šipki [7]

- nakon ugradnji čeličnih šipki i injektiranja pukotina može se ugraditi FRP mreža u kombinaciji s mortom u širini od 30 cm preko pukotine



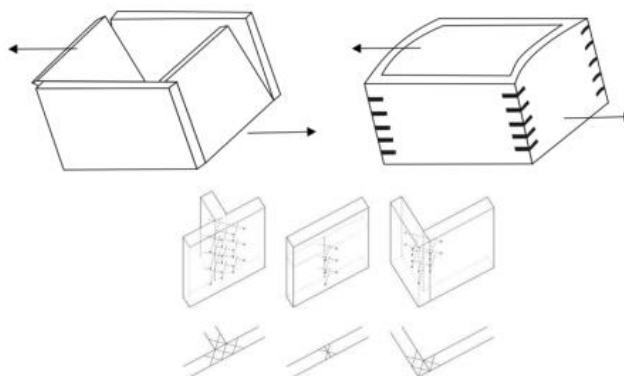
Slika 52: Prekrivanje sanirane pukotine FRCM mrežicom [7]

Postupak injektiranja je sljedeći:

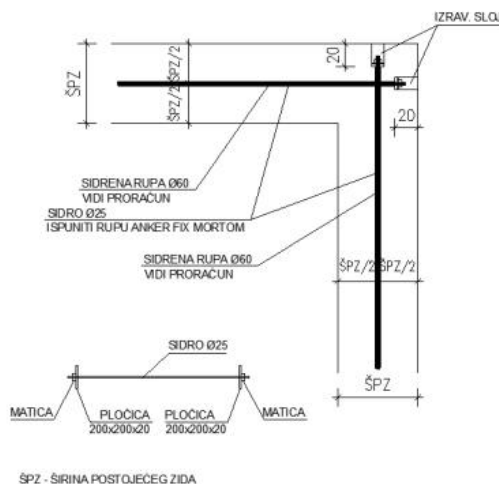
- zamjena i zatvaranje fuga ziđa
- površinsko zatvaranje ziđa radi sprječavanja curenja smjese za injektiranje
- rasterno bušenje rupa i umetanje pakera (plastični tipski)
- ispiranje pukotina/ziđa vodom
- injektiranje ziđa smjesom za injektiranje pomoću pužne pumpe.

Druga mjera ojačanja – povezivanje spojeva ortogonalnih zidova – ojačanje zidova sidrima.

Svi okomiti zidovi i nadvoji će se povezivati ugradnjom čeličnih sidra. Sidra se postavljaju horizontalno u prethodno izbušene rupe (cca Ø45-60). Prije ugradbe sidra potrebno je sidreni dio rupe ispuhati od prašine i nečistoća, te ispuniti anker fix mortom kod ugradbe. Duljine sidra ovise o duljinama zidova, a broj sidra po visini za svaki zid biti će određen u projektu obnove. Sidrenje se izvodi upuštanjem sidrenog bloka za cca 20 cm od lica zida i/ili sidrenje samo u zid ako je strana zida oslikana i/ili gdje zadiremo u kulturni značaj (biti će određeno u projektu obnove u dogovoru s restauratorima) – kontrolirano bušenje. Na podložni izravnavajući sloj sitnozrnog betona postavlja se čelična pločica 200x200 debljine 20 mm preko kojeg se vrši sidrenje pritezanjem matice. Time se postiže kompaktnost i zajednički rad međusobno okomitih zidova, kako ne bi došlo do odvajanja spojeva i lokalnog osciliranja i pucanja pojedinih nepovezanih zidova.



Slika 53: Primjer povezivanja zidova [7]



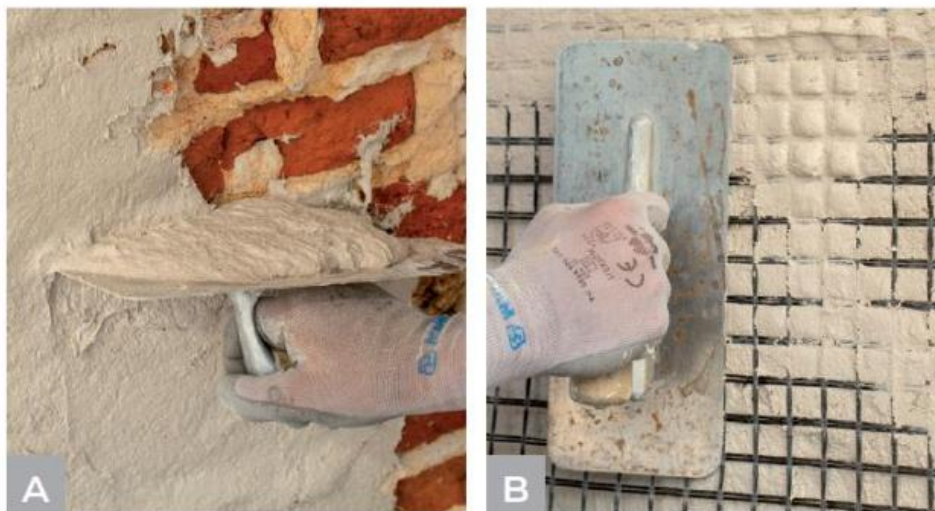
Slika 54: Detalj povezivanja zidova [7]

Treća mjera ojačanja – ojačanje zidova FRCM sustavom

Nakon što je uklonjena žbuka, izvedeno injektiranje ziđa i pukotina te popravak fuga i izvedeno ojačanje zidova sidrima, potrebno je izvesti pojačanje ziđa FRCM sustavom – ugradnja mrežica od karbonskih vlakna koje se postavljaju u odgovarajući mort. Oblaganje FRCM sustavom predviđeno je s vanjske i unutrašnje strane sakristije (s vanjske strane se pruža na vanjske zidove crkve).

Postupak izvedbe FRCM sustava je slijedeći (izrađuje se nakon mjere ojačanja zidova injektiranjem):

- ukloniti žbuku sa zida na kojoj se postavlja mrežica
- ispunjavanje mjesta gdje su bili postavljeni pakeri
- površina zida se izravnavava slojem morta (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan) u debljini od 5-6 cm
- mrežica od staklenih vlakana (npr. MAPEGRID G 220 ili jednakovrijedan) se postavlja u mort, koji je još svjež. Preklop mrežica mora biti minimalno 20 cm
- nakon toga se nanosi drugi sloj morta (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan) debljine 5-6 mm preko mrežice dok je prvi sloj još svjež



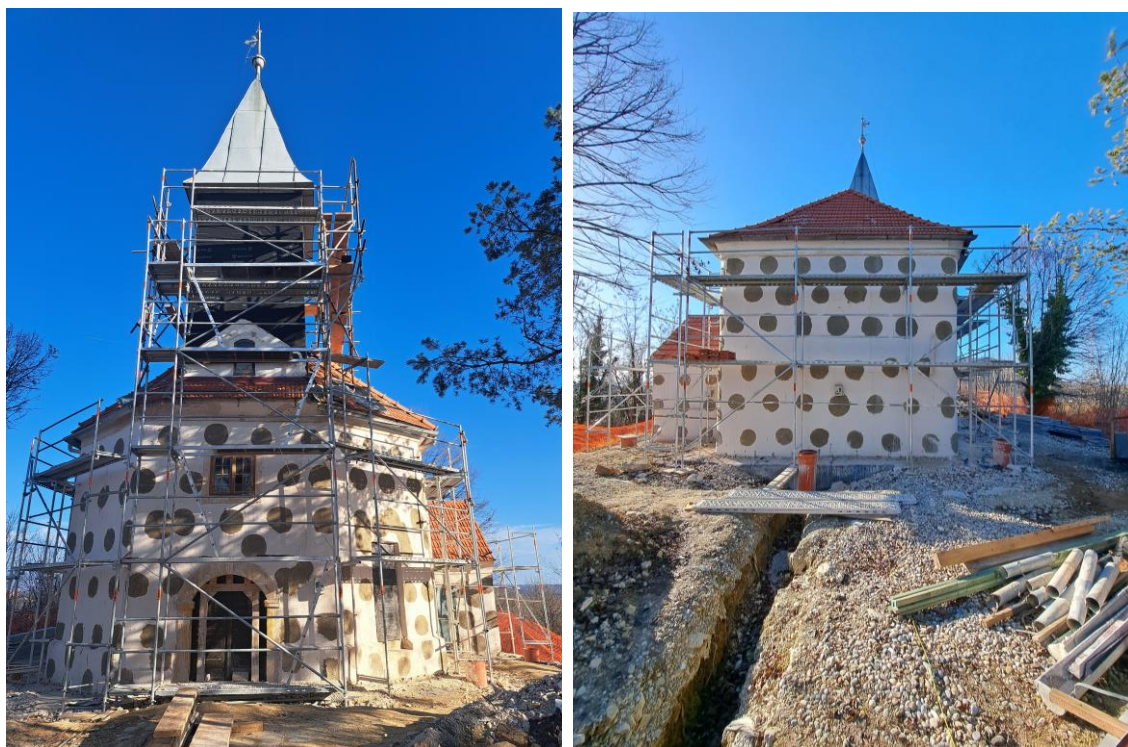
Slika 55: Prekrivanje FRCM mrežom [7]

- sidrena užad (npr. MAPEWRAP FIOCCO ili jednakovrijedna) se postavlja 1kom/m² zida – razmak sidara se smije biti veći od 100 cm. Užad mora biti sidrena u zid u duljini $l_b = t - 5$ cm, gdje je t debljina zida bez žbuke. Kod spoja s okomitim zidom, potrebno je izvesti užad FIOCCO po visini ne manjoj od 100 cm. Duljina sidrenja u okomiti zid mora biti $l_z = 3t$, gdje je t debljina zida bez slojeva žbuke. (slika 47 - A i D).



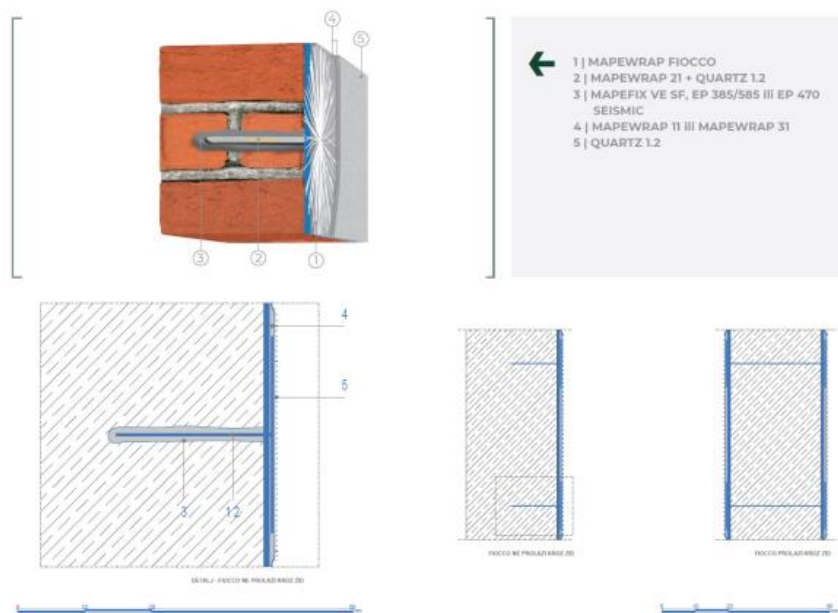
Slika 56: Prekrivanje FRCM mrežom – zid kapele

(Izvor: vlastita fotografija autora)



Slika 57: Ojačavanje MAPEWRAP FIOCCO zidova kapele (gore) i mjerni uređaj za praćenje pomaka zidova nakon mjere sanacije (dolje)

(Izvor: vlastita fotografija autora)

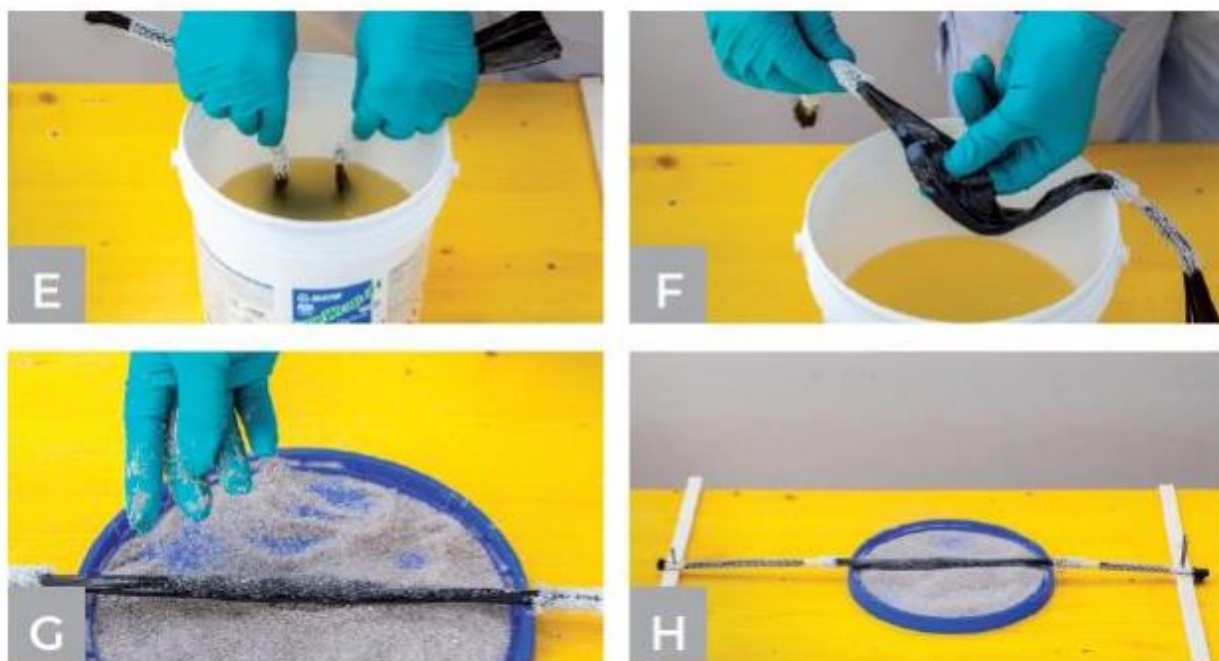


Slika 58: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]



Slika 59: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]

- dio užeta koji treba umetnuti u zid je potrebno impregnirati tekućom epoksidnom smolom (npr. MAPEWRAP 21 ili jednakovrijedan) (slika 59 – B, slika 60 - E i F). Dio užeta koji je prekriven smolom se posipa suhim pijeskom (npr. QUARTZ 1,2 jednakovrijedan) te se pričekava oko 24 sata kako bi se smola stvrdnula. Nakon toga je uže spremno za postavljanje (slika 59 - C i 60 - G i H).



Slika 60: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]

- uže se postavlja nakon što je mort za sustav koji se spaja očvrstnuo. U rupu se postavlja epoksidno kemijsko sredstvo za sidrenje (npr. MAPEFIX EP 470 SEISMIC ili jedankovrijedan) (slika 61 - I). Kruti dio se postavlja u rupu, a krajevi užeta se raspletu po površini zida. Krajevi užeta učvrste se kitom (npr. MAPEWRAP 12 ili jednakovrijedan) te se posipaju kvarcnim pijeskom. (slike 61 - I, J, K i L).



Slika 61: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]

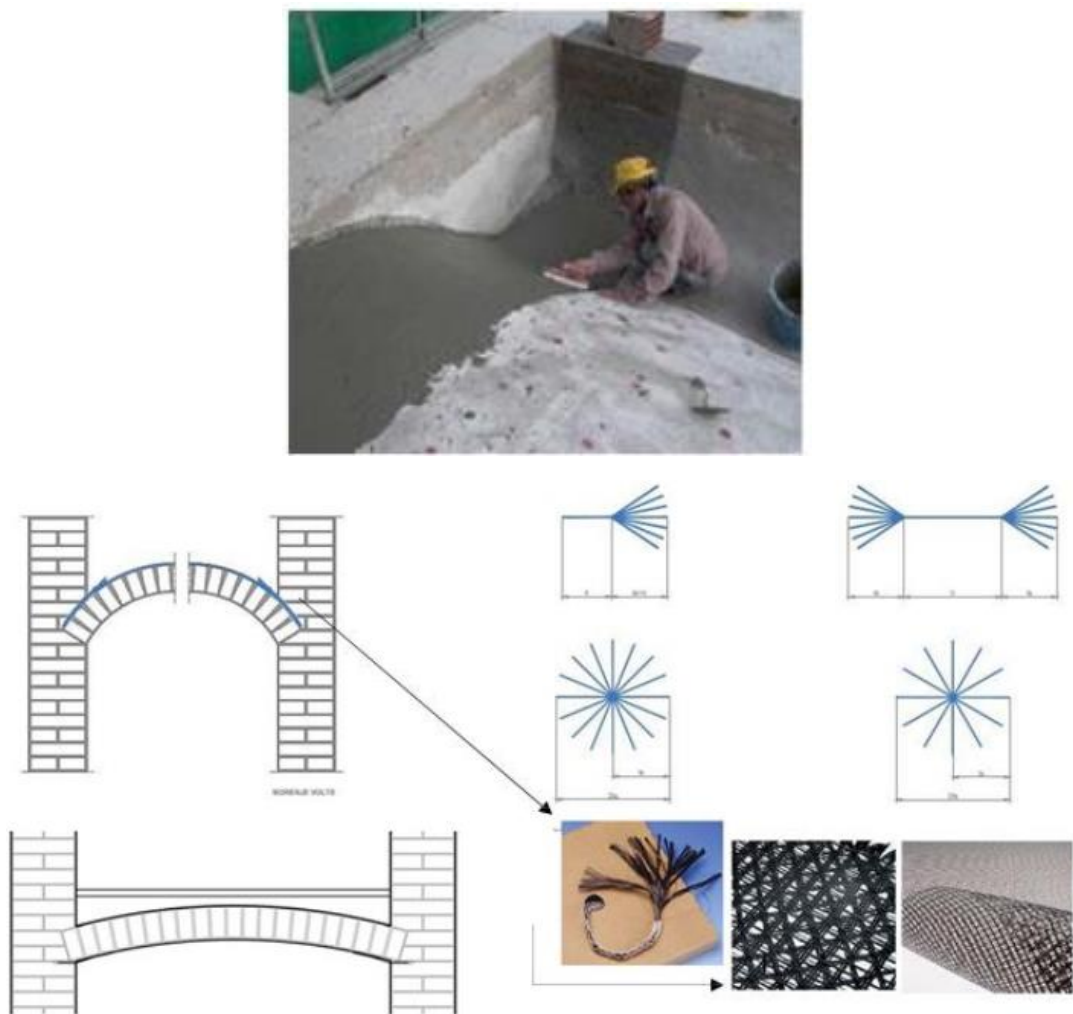
- izvesti zadnji sloj morta (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan).

Četvrta mjera ojačanja – ojačanje kupola FRCM sustavom i dodatno ojačanje u peti svodova Nakon što je izvedeno injektiranje i zaklinjavanje pukotina, te popravak fuga, potrebno je izvesti pojačanje kupola FRCM sustavom – ugradnja mrežica od karbonskih vlakna koje se postavljaju u odgovarajući mort. Oblaganje FRCM sustavom predviđeno je s gornje strane kupola s sidrenjem mrežice u obodne zidove.

FRCM sustavom (kompaktna armirajuća žbuka): sustav se sastoji od mrežice od staklenih vlakana (npr. MAPEGRID G 220 ili jednakovrijedan), te od dvokomponentnog cementnog morta visoke duktilnosti (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan).

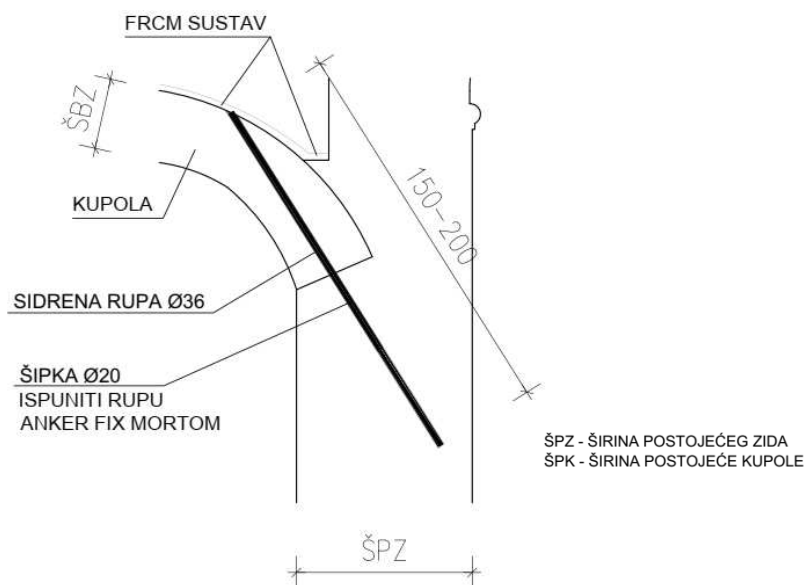
Površina kupole se izravnava slojem morta (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan) u debljini od 5-6 cm. Mrežica od staklenih vlakana (npr. MAPEGRID G 220 ili jednakovrijedan) se postavlja u mort, koji je još svjež. Preklop mrežica mora biti minimalno 20 cm. Nakon toga se nanosi drugi sloj morta (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan) debljine 5-6 mm preko mrežice dok je prvi sloj još svjež.

Mrežicu je potrebno sidriti u obodne zidove svakih cca 50 cm pomoću sidara (npr. MAPEWRAP FIOCCO ili jednakovrijedan). Užad je potrebno izrezat na duljinu koja je jednaka zbroju debljine presjeka kupole i dvostruke duljine krajnjih dijelova koji će se rasplesti na površini obe strane zida. Uže se postavlja nakon što je mort za sustav koji se spaja očvrstnuo. U rupu se postavlja epoksidno kemijsko sredstvo za sidrenje (npr. MAPEFIX EP 470 SEISMIC ili jednakovrijedan). Kruti dio se postavlja u rupu, a krajevi užeta se raspletu po površini zida/kupole. Krajevi užeta učvrste se kitom (npr. MAPEWRAP 12 ili jednakovrijedan) te se posipaju kvarcnim pijeskom.



Slika 62: Primjer i prikaz FRCM sustava – prekrivanje kupole [7]

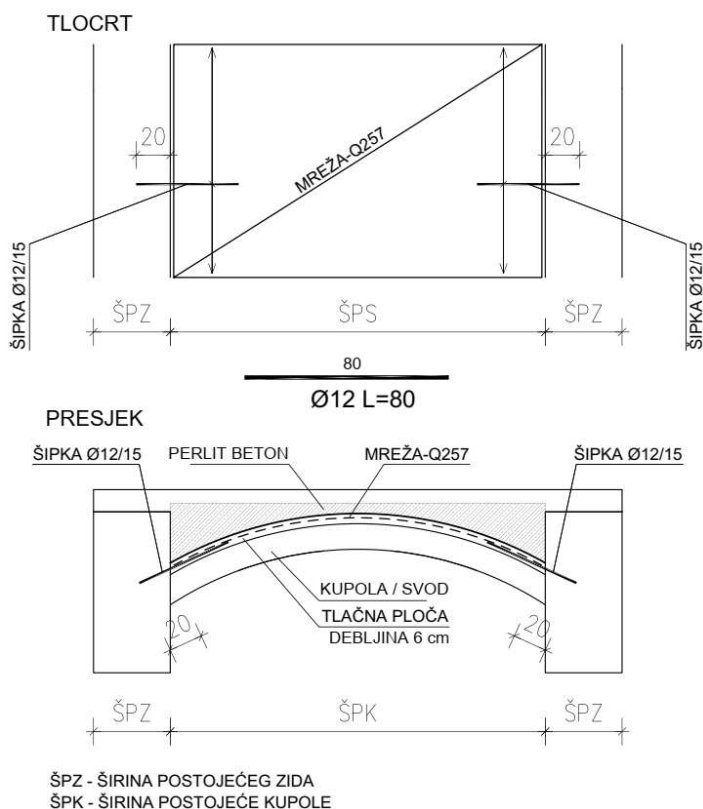
Kupole su u svom izvornom stanju ojačane dodatnim ukrutama koje su povezane s vanjskim zidovima. Peta svoda ojačava se gradnjom čelične šipke u prethodno izbušene rupe pod kosim kutem u postojeći zid. Prije ugradbe šipke potrebno je sidreni dio rupe ispuhati od prašine i nečistoća, te ispuniti anker fix mortom kod ugradbe.



Slika 63: Primjer i prikaz ojačanje pete svoda [7]

Peta mjera ojačanja – ojačanje stropne konstrukcije prizemlja iznad ulaza

Prvo će se ukloniti nasip šute sa svoda i očistiti, te izvesti ab tlačna ploča direktno po površini svoda. Ab tlačna ploča biti će povezana armaturom u postojeće zidove. Razlika visine do visine poda ispuniti će se perlit betonom.



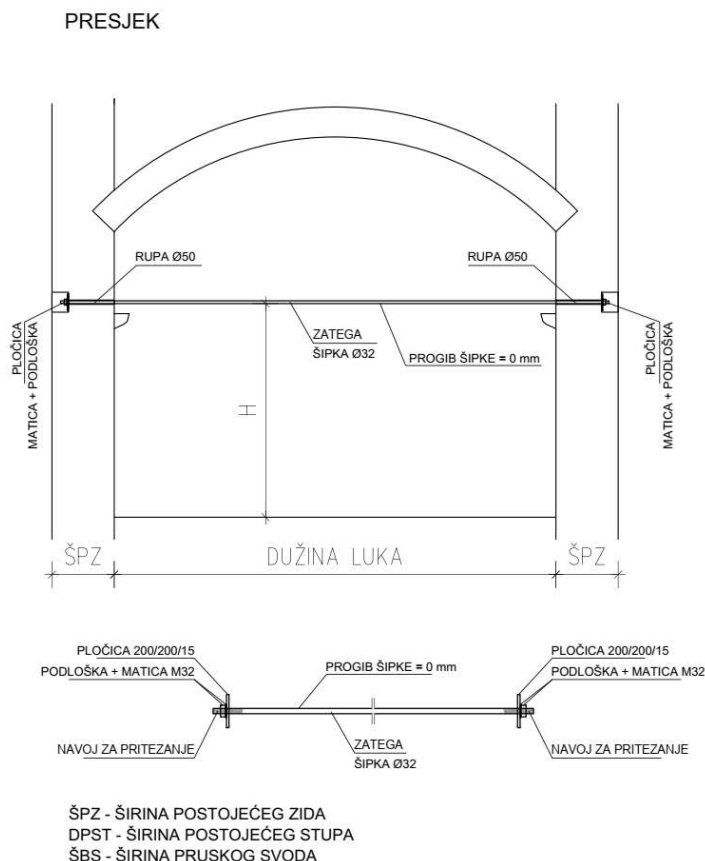
Slika 64: Primjer i prikaz sanacije svoda između zidova [7]

Šesta mjera ojačanja – ojačanje zidanih stupova FRCM sustavom

Ojačanje nosivih zidanih stupova izvodi se FRCM sustavom (kompaktna armirajuća žbuka). Sustav se sastoji od mrežice od staklenih vlakana (npr. MAPEGRID G 220 ili jednakovrijedan) ili FRP traka, te od dvokomponentnog cementnog morta visoke duktilnosti (npr. PLANITOP HDM RESTAURO ili jednakovrijedan). Prije postavljanja FRCM sustava potrebno je injektirati stupove, ukloniti postojeću žbuku te pripremiti podlogu. Postupak je opisan u ranije opisanim mjerama ojačanja FRCM sustavom. Obavezno je izvođenje sustava u debljini postojeće obloge (novo stanje ojačanog stupa mora dimenzijski ostati u dimenziji postojećih stupova).

Sedma mjera ojačanja – ojačanje lukova i svodova izvedbom zatega

Čelične šipke (okrugli profil) se postavljaju na peti luka u prethodno izbušene rupe. Zatege se na vanjskim dijelovima sidre metalnim pločevinama 200/200/15 mm na način da se sidrenje izvodi upuštanjem sidrenog bloka za cca 20 cm od lica zida. Na podložni izravnavajući sloj sitnozrnog betona postavlja se čelična pločica preko kojeg se vrši sidrenje pritezanjem matice. Prije ugradbe zatege potrebno je sidreni dio rupe ispuhati od prašine i nečistoća, te ispuniti anker fix mortom kod ugradbe zatege.



Slika 65: Primjer i prikaz detalja postave zatega [7]

Osmi mjeri ojačanja – ojačanje tornja

Konstrukcija tornja je drvena te je potrebna provjera svih spojeva i zamjena dotrajale građe i konstruktivna dopuna konstrukcije. Dašćana oplata sa konstrukcije tornja se zamjenjuje novom. Konzolni zid koji je pridržan kosnicima tornja se zamjenjuje novim zidom na pripremljenom ležištu na nosivom zidu.

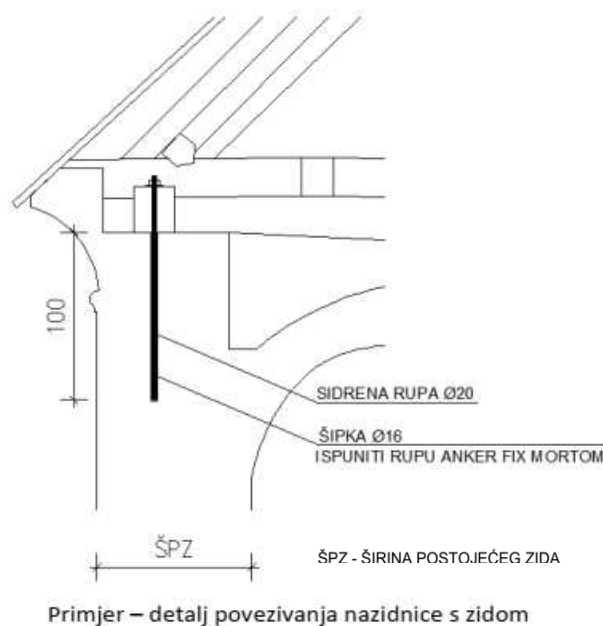


Slika 66: Ojačanje tornja

(Izvor: vlastita fotografija autora)

Deveta mjeri ojačanja – sanacija krovišta

Krovište je izvedeno drveno. Potrebna je konstruktivna dopuna konstrukcije (kosnici, kliješta, ...). Također je potrebna provjera svih spojeva krovne konstrukcije, a po potrebi ugradnja dodatnih klanfi i vijaka. Nazidnica se dodatna povezuje s postojećim zidom čeličnim šipkama na svakih 150 cm. Čelična navojna šipka se postavlja u prethodno izbušene rupe u postojeći zid, a prije ugradbe potrebno je sidreni dio rupe ispuhati od prašine i nečistoća, te ispuniti anker fix mortom kod ugradbe šipke. Nakon stvrdnjavanja potrebno je zategnuti maticu vijka.



Slika 67: Primjer i prikaz detalja povezivanja nazidnice sa zidom [7]

Na vrhu zidova potrebno je uraditi horizontalni serklaž u dimenzijama cca 30x30 cm na način da se serklaž izvede uz rub vijenca te se zide po potrebi razgradi u manjoj mjeri da se postigne dimenzija serklaža. Potrebno je izvesti povezivanje serklaža sa zidom pomoću sidrenih ankera koji se ugrađuju u prethodno izbušenu rupu koja se nakon čišćenja ispuni ankerfix mortom kod ugradbe ankera.

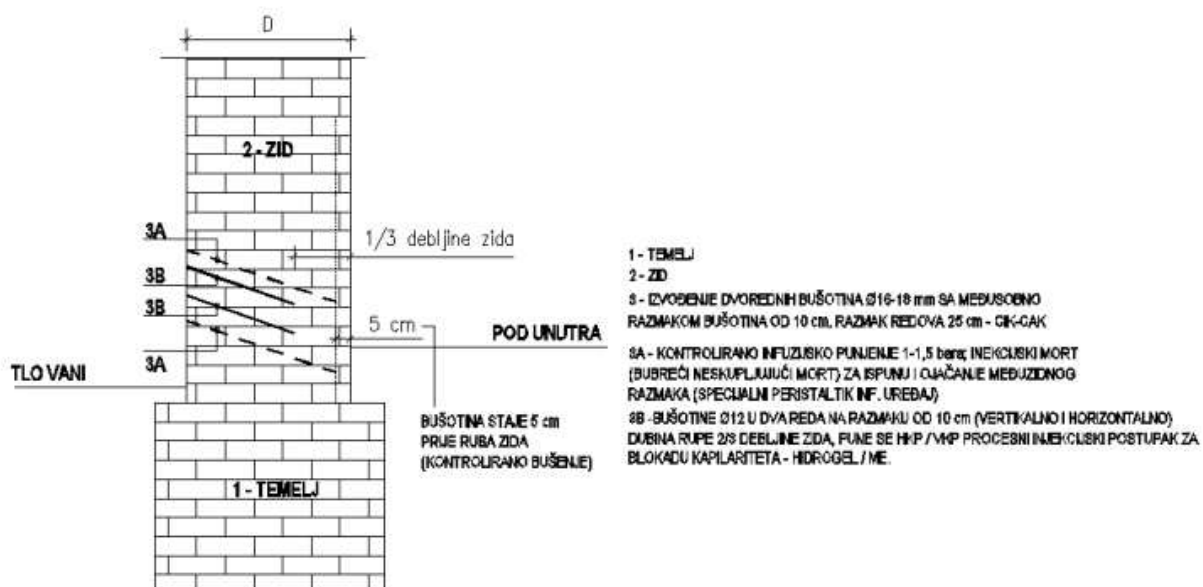
Deseta mjera ojačanja – stabilizacija slijeganja građevine - poboljšanje temeljnog tla + ojačanje temelja

Predviđena sanacija temeljenja je izvedba jet grouting metode poboljšanja temeljnog tla. U projektu obnove biti će obrađeni način i tip temeljenja. Ojačanje postojećih temelja s vanjske strane izvedbom novih temeljnih traka – sve nakon ojačanja temeljnog tla. Nove temeljne trake je potrebno povezati s postojećim temeljima ugradnjom sidrenih ankera u ubušenu rupu koja se nakon čišćenja ispuni ankerfix mortom kod ugradbe ankera.

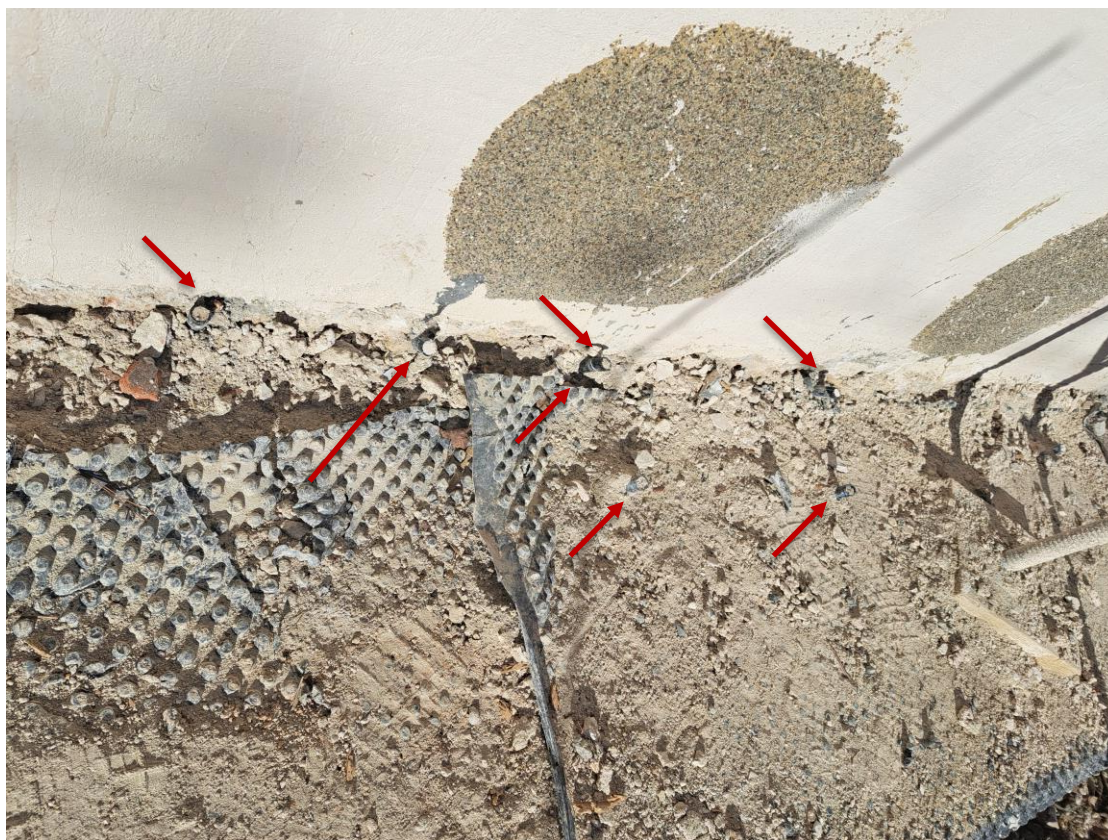
Jedanaesta mjera ojačanja - mjera konstruktivnog poboljšanja temelja

Ovom mjerom postiže se zaštita objekta od tlačne vlage. Izvode se dvoredne bušotine 16-18 na razmaku od 10 cm – razmak redova 25 cm (cik-cak), dubina rupa (širina zida manje 5cm). Rupe se izvode pod koso. U donji red bušotina se pod tlakom od 1-1,5 bar kontrolirano puni injekcijski mort (bubreči-neskupljajući mort) za ispunu i ojačanje međuzidnog razmaka (kontrolirano difuzijsko punjenje specijalnim peristaltik infuzijskim uređajem). Unutar dvorednih bušotina izvode se nove bušotine

12 u dva reda na razmaku od 10 cm (vertikalno i horizontalno). Dubina rupa je 2/3 debljine zida koja se puni HKP/VKP procesni injekcijski postupak za blokadu kapilariteta – HIDROGEL/ME sustav. Injektiranje se vrši s vanjske strane.



Slika 68: Shematski principijelni prikaz navedenog ojačanja (nije stvaran) [7]



Slika 69: Ojačanje temelja kapele

(Izvor: vlastita fotografija autora)

8. ZAKLJUČAK

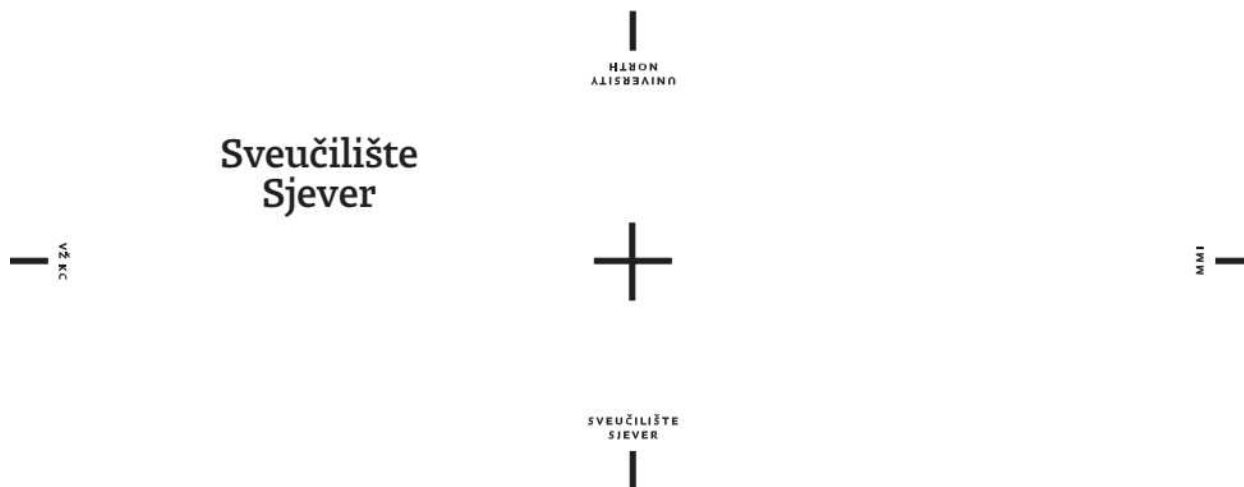
Predmetna građevina spada u zgrade razreda važnosti III prema HRN EN 1998 čija je otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem. Za takve zgrade je potrebna obnova na Razinu 3 te se postizanje mehaničke otpornosti i stabilnosti dokazuje na potres povratnog perioda od 225 godina ($a_g = 0,150$ g za predmetnu lokaciju). Predmetna građevina je zaštićeno kulturno te radovima kojima bi se postigla Razina 3 – pojačanje konstrukcije izvedbom armiranobetonskih elemenata nije moguće, a da se ne ugrozi status građevine koja je upisana u registar kulturnih dobara – odnosno zahvat bi uključivao potpuno oblaganje konstrukcije armiranim betonom. Osim navedenog, ojačavanje na traženu razinu bi iziskivalo značajna financijska sredstva, stoga je stanje poboljšane razine nosivosti provedeno na nešto višu Razinu 2.

Obnovom konstrukcije građevine postiže se očuvanje volumena, prostornog rasporeda kao i konstruktivnih elemenata. U najvećoj mogućoj mjeri zadržati će se postojeće stanje interijera kapele i to povijesnih žbuka, oslika i arhitektonske plastike. Gotovo sva injektiranja su zbog oslikanih unutarnjih površina izvedena s vanjske strane zidova i lokalno na mjestu pukotina, uz minimalno potrebno obijanje zatečene povijesne žbuke. Izuzev su razdjelni zidovi između svetišta i sakristije gdje se ojačanje izvodi s unutarnje strane zidova sakristije. Povezivanje svih zidova čeličnim sidrima s pločicom kao i izvedba zatega je jedna od intervencija u interijeru koje imaju za cilj stabilizaciju konstrukcije, a pozicije su definirane na način da ne ugrožavaju zatečeni pokretni inventar, te omogućuju slobodno kretanje kroz prostor. Oblaganje FRCM sustavom predviđeno je s vanjske strane zidova crkve te s unutarnje strane zidova sakristije, zidanih stupova ispod pjevališta, stupova samog pjevališta te svodova.

U zoni sokla, s vanjske strane obodnih zidova, izvodi se zaštita objekta od vlage injektiranjem. U krovu zvonika crkve dopunjava se nedostajuća građa i izvodi zamjena oštećenih elemenata. Na mjestu unutarnjeg ojačanja temelja, pažljivo će se ukloniti zatečeno popločenje od betonskih opločnika te će se kod popravka ponovo iskoristiti, a oštećene zamijeniti istovjetnima. Isti postupak provest će se i pred glavnim ulazom u crkvu. Ulazna kota na glavnim vratima je u skladu s Pravilnikom o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti.

U Varaždinu, rujan 2024.

9. IZJAVA O AUTORSTVU



IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički 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, Vlatka Švigir (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Dijagnostika oštećenja te konstruktivna obnova kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(*upisati ime i prezime*)

Švigir Vlatka
(*vlastoručni potpis*)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

10. LITERATURA

- [1] Reberski, I., Krapinsko-zagorska županija: sakralna arhitektura s inventarom, feudalna arhitektura, spomen-obilježja, Institut za povijest umjetnosti, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
- [2] Čizmar, L.: Kondenzacija vlage u stambenim prostorima, Završni rad, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2018.
- [3] Hižman, L.: Trajnost i eksploatacija armiranobetonskih konstrukcija, Završni rad, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2017
- [4] Bartulović D., Bašić S., Matečić N., Vuzem T.: Elaborat ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije Crkva Sv. Križa, na k.č.br. 649, k.o. Sveti Križ, rujan 2022.
- [5] Vujica K., Puhmajer P., Mavar N.: Konzervatorsko-restauratorski elaborat kapela sv. Križa, na k.č.br. 649, k.o. Tuhelj, listopad 2022.
- [6] Vujica K., Ložnjak M.: Arhitektonski snimak postojećeg stanja, Crkva sv. Križa, na k.č.br. 649, k.o. Sveti Križ, rujan 2022.
- [7] Vujica K., Bartulović D., Bašić S., Matečić N., Vuzem T.: Građevinski projekt – projekt obnove konstrukcije zgrade_Ispravak 01, Crkva sv. Križa, na k.č.br. 649, k.o. Sveti Križ, listopad 2022.

INTERNET IZVORI:

- [1] Crkva sv. Križ (Sveti Križ) – Wikipedia;
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Crkva_sv._Kri%C5%BEa_\(Sveti_Kri%C5%BE\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Crkva_sv._Kri%C5%BEa_(Sveti_Kri%C5%BE)),
dostupno 31.03.2024.
- [2] Općina Tuhelj – službena stranica općine; <https://tuhelj.hr/>, dostupno 31.03.2024.
- [3] Informacijski sustav prostornog uređenja, <https://ispu.mgipu.hr/#!/>
- [4] Geoportal kulturnih dobara RH;
<https://geoportal.kulturnadobra.hr/geoportal.html#!/>, dostupno 12.09.2024.
- [5] Registar kulturnih dobara; <https://registar.kulturnadobra.hr/#!/>,
dostupno 12.09.2024.

11. POPIS SLIKA

Slika 1: Kapela Svetog Križa u Svetom Križu u Tuhlju.....	11
Slika 2: Bifora i limena šiljasta kapa	12
Slika 3: Grb Općine Tuhelj	13
Slika 4: Općina Tuhelj, MJ 1 : 50 000	14
Slika 5: Primjer svetog trokuta u zapadnom Zagorju	16
Slika 6: Smještaj kapele Svetog Križa u naselju Sveti Križ u općini Tuhelj.....	17
Slika 7: Izvod iz katastarskoga plana, MJ 1:2500	18
Slika 8: Smještaj građevine na katastarskoj čestici	19
Slika 9: Geoportal kulturnih dobara RH	20
Slika 10: Web registar kulturnih dobara RH	21
Slika 11: Pogled prema svetištu.....	22
Slika 12: Tlocrt kapele Sv. Križa [1]	22
Slika 13: Krovnište – zvonik (lijevo) i brod (desno)	24
Slika 14: Ulaz na stepenice koje vode na pjevalište – kor (lijevo) i pročelje s privremenom mjerom ojačanja zvonika (desno)	25
Slika 15: Pjevalište.....	25
Slika 16: Sakristija i bočni ulaz	23
Slika 17: Ulazno pročelje i segment nadvoja.....	24
Slika 18: Pogledi iz zraka [4].....	26
Slika 19: Tlocrt – razina 1 [4].....	29
Slika 20: Tlocrt – razina 2 [4].....	30
Slika 21: Tlocrt – razina 3 [4].....	31
Slika 22: Tlocrt – razina 4 [4].....	32
Slika 23: Tlocrt – razina 5 [4].....	33
Slika 24: Presjek 1-1 [4]	34
Slika 25: Presjek 2-2 [4]	35
Slika 26: Presjek 3-3 [4]	35
Slika 27: Pročelja [4]	36
Slika 28: Istočno pročelje.....	37
Slika 29: Sjeverno (lijevo) i zapadno (desno) pročelje	38
Slika 30: Pukotine nad prozorima.....	39
Slika 31: Krovni vijenac na zapadnom pročelju	40

Slika 32: Ulazna vrata.....	40
Slika 33: Oštećenja zida ulaznog prostora	48
Slika 34: Oštećenja zida na sjevernom pročelju	49
Slika 35: Pukotine ispod prozora na sjevernom pročelju.....	49
Slika 36: Pukotine na sjevernom pročelju i stropu	50
Slika 37: Pukotine na središnjem luku.....	50
Slika 38: Pukotine ispod prozora na južnom pročelju	38
Slika 39: Pukotine na svodu ulaznog prostora.....	38
Slika 40: Prikaz proračunskog modela [7].....	180
Slika 41: Prikaz vertikalnih pomaka postojećeg stanja [7].....	180
Slika 42: Prikaz ukupnog pomaka bez izvedenih pilota od djelovanja potresnog opterećenja [7]	181
Slika 43: Prikaz ukupnog pomaka sa izvedenim pilotima od djelovanja potresnog opterećenja [7]	181
Slika 44: Prikaz faktora sigurnosti modela s pilotima i bez pilota [7].....	182
Slika 45: Prikaz maksimalne uzdužne sile u pilotima [7].....	183
Slika 46: Prikaz maksimalne poprečne sile u pilotima [7]	183
Slika 47: Prikaz maksimalnog momenta u pilotima [7]	184
Slika 48: Tlocrtni prikaz temeljne konstrukcije [7]	186
Slika 49: Proširenje postojećih temelja – presjek [7]	187
Slika 50: Primjer ojačanja neadekvatnih spojeva drvene konstrukcije [7].....	192
Slika 51: Prikaz postavljanja čeličnih šipki [7]	196
Slika 52: Prekrivanje sanirane pukotine FRCM mrežicom [7].....	196
Slika 53: Primjer povezivanja zidova [7]	197
Slika 54: Detalj povezivanja zidova [7].....	197
Slika 55: Prekrivanje FRCM mrežom [7].....	198
Slika 56: Prekrivanje FRCM mrežom – zid kapele (g.....	199
Slika 57: Ojačavanje MAPEWRAP FIOCCO zidova kapele (gore) i mjerni uređaj za praćenje pomaka zidova nakon mjere sanacije (dolje)	200
Slika 58: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]	201
Slika 59: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]	201
Slika 60: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]	202
Slika 61: Primjer MAPEWRAP FIOCCO [7]	202
Slika 62: Primjer i prikaz FRCM sustava – prekrivanje kupole [7]	204

Slika 63: Primjer i prikaz ojačanje pete svoda [7]	205
Slika 64: Primjer i prikaz sanacije svoda između zidova [7].....	205
Slika 65: Primjer i prikaz detalja postave zatega [7]	206
Slika 66: Ojačanje tornja.....	207
Slika 67: Primjer i prikaz detalja povezivanja nazidnice sa zidom [7].....	208
Slika 68: Shematski principijelni prikaz navedenog ojačanja (nije stvaran) [7]	209
Slika 69: Ojačanje temelja kapele.....	209

12. POPIS TABLICA

Tablica 1: Provedeni geotehnički istražni radovi	173
Tablica 2: Odabrane karakteristične vrijednosti geotehničkih parametara.....	173
Tablica 3: Karakteristike materijala i elemenata	179
Tablica 4: Zbirni prikaz dobivenih rezultata reakcija – pilota.....	185

13. PRILOZI

PRILOG 1	Pregledna situacija na katastarskoj podlozi	MJ 1: 500
PRILOG 2	Izvod iz katastarskog plana	
PRILOG 3	Izvadak iz zemljišne knjige i prijepis posjedovnog lista	
PRILOG 4	Izvadak iz registra kulturnih dobara	

POSTOJEĆE STANJE

PRILOG 5	Tlocrt – razina 1	MJ 1 : 100
PRILOG 6	Tlocrt – razina 2	MJ 1 : 100
PRILOG 7	Tlocrt – razina 3	MJ 1 : 100
PRILOG 8	Tlocrt – razina 4	MJ 1 : 100
PRILOG 9	Tlocrt – razina 5	MJ 1 : 100
PRILOG 10	Presjek 1-1	MJ 1 : 100
PRILOG 11	Presjek 2-2	MJ 1 : 100
PRILOG 12	Presjek 3-3	MJ 1 : 100
PRILOG 13	Sjeverno pročelje	MJ 1 : 100
PRILOG 14	Južno pročelje	MJ 1 : 100
PRILOG 15	Zapadno pročelje	MJ 1 : 100
PRILOG 16	Istočno pročelje	MJ 1 : 100

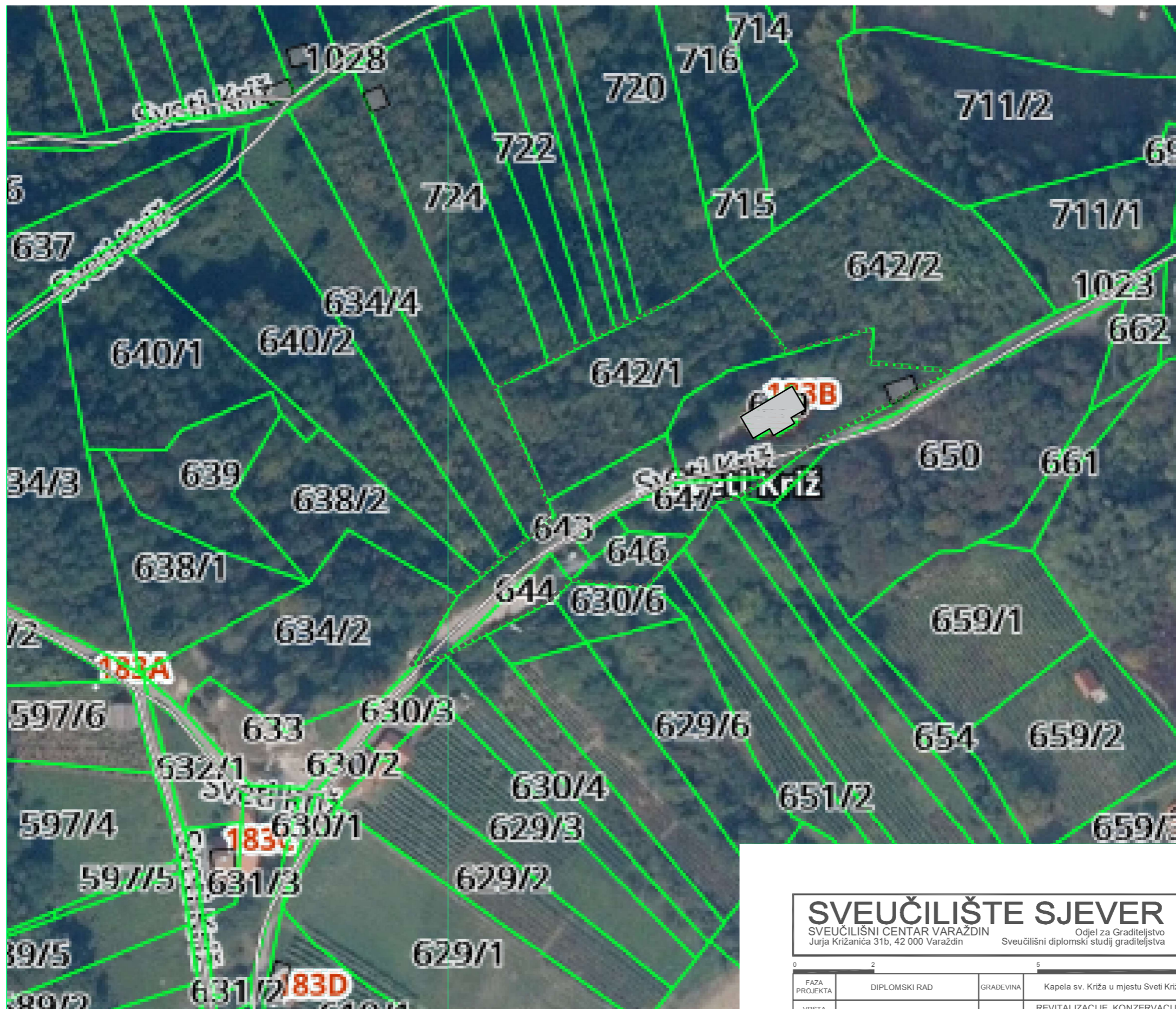
NOVO STANJE

PRILOG 17	Tlocrt temelja	MJ 1 : 100
PRILOG 18	Tlocrt – razina 1	MJ 1 : 100
PRILOG 19	Tlocrt – razina 2	MJ 1 : 100
PRILOG 20	Tlocrt – razina 3	MJ 1 : 100
PRILOG 21	Tlocrt – razina 4	MJ 1 : 100
PRILOG 22	Presjek 1-1	MJ 1 : 100
PRILOG 23	Presjek 2-2	MJ 1 : 100
PRILOG 24	Istočno i sjeverno pročelje zatege	MJ 1 : 100
PRILOG 25	Južno i zapadno pročelje zatege	MJ 1 : 100
PRILOG 26	Južno i zapadno pročelje	MJ 1 : 100
PRILOG 27	Sjeverno i istočno pročelje	MJ 1 : 100
PRILOG 28	Datacija zidova - tlocrt	MJ 1 : 100
PRILOG 29	Evidencija žbuka i oslika	MJ 1 : 100

PRIJEDLOG PREZENTACIJE

PRILOG 30	Sjeverno pročelje	
PRILOG 31	Južno pročelje	
PRILOG 32	Istočno pročelje	
PRILOG 33	Zapadno pročelje	

PREGLEDNA SITUACIJA
NA KATASTARSKOJ PODLOZI
MJ 1:500



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGU	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	PREGLEDNA SITUACIJA NA KATASTARSKOJ PODLOZI		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERLO	1 : 500	PRILOG	1





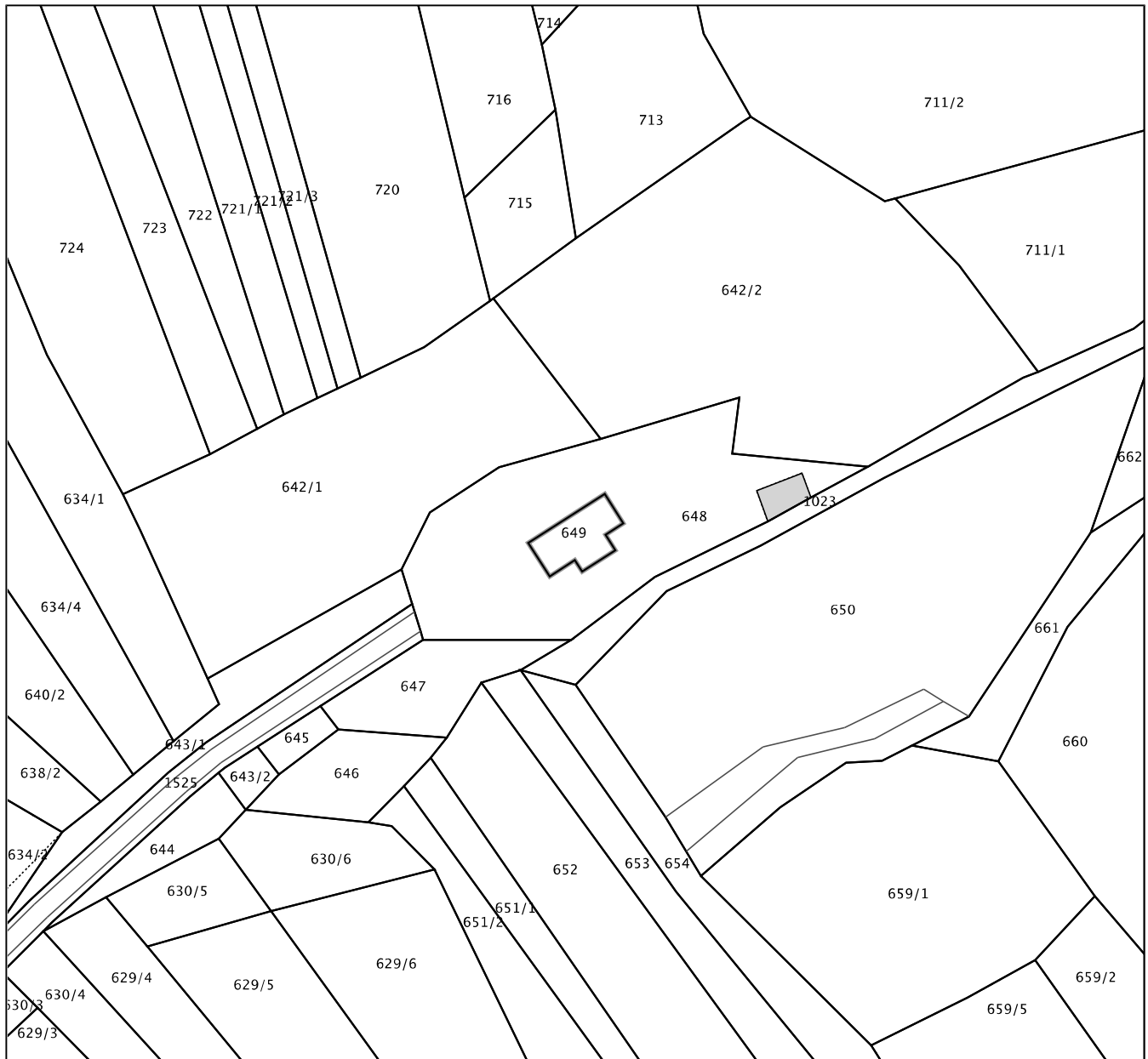
REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
PODRUČNI URED ZA KATASTAR KRAPINA
ISPOSTAVA ZA KATASTAR NEKRETNINA KLANJEC

NESLUŽBENA KOPIJA
K.o. SVETI KRIŽ
k.č.br.: 649

Stanje na dan: 22.08.2024.

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Mjerilo 1:1000
Izvorno mjerilo 1:2880





REPUBLIKA HRVATSKA

Općinski sud u Zlataru
ZEMLJIŠNOKNJIŽNI ODJEL KLANJEC
Stanje na dan: 22.08.2024. 18:26

Verificirani ZK uložak

Katastarska općina: 313653, SVETI KRIŽ

Broj ZK uložka: 124

Broj zadnjeg dnevnika: Z-8979/2024

Aktivne plombe:

IZVADAK IZ ZEMLJIŠNE KNJIGE

A

Posjedovnica
PRVI ODJELJAK

Rbr.	Broj zemljišta (kat. čestice)	Oznaka zemljišta	Površina			Primjedba
			jutro	čhv	m2	
1.	642/1	ORANICA OBER PAVLINIĆA U PADEŽNICI		502	1806	
2.	643/1	SJENOKOŠA U PADEŽNICI			375	
3.	643/2	PRI KAPELI PAŠNJAK			48 48	
4.	649	CRKVA SV. KRIŽA U PADEŽNICI		32	115	
		UKUPNO:		534	2344	

DRUGI ODJELJAK

Rbr.	Sadržaj upisa	Primjedba
1.1	Zaprimljeno 03.09.2010. broj Z-853/10. Temeljem konačnog i pravomoćnog rješenja Ministarstva kulture, Uprava za zaštitu kulturne baštine, Klasa: UP/I-612-08/05-06/1153, Urbroj: 532-04-01-1/4-05-2 od 18. srpnja 2005. godine, zabilježuje se da je Kapela Svetog Križa u Svetom Križu (Tuhelj) na čkbr 649 u A, ima svojstvo kulturnog dobra sukladno članku 12. st. 2. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Prostorna međa kulturnog dobra određena je i na čkbr 643, 649 (zk.ul. br. 124 ove k.o.), čkbr 644, 645, 646, 647, 648 (zk.ul. br. 682 ove k.o.), čkbr 650 (zk.ul. br. 671 ove k.o.), čkbr 711 (zk.ul. br. 254 ove k.o.) i čkbr 1023 (zk.ul. POPIS I ove k.o.).	

B

Vlastovnica

Rbr.	Sadržaj upisa	Primjedba
1.	Vlasnički dio: 1/1 KAPELA SV. KRIŽA	

C

Teretovnica

Rbr.	Sadržaj upisa	Iznos	Primjedba
	Tereta nema!		

Potvrđuje se da ovaj izvadak odgovara stanju zemljišne knjige na datum 22.08.2024.



REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
PODRUČNI URED ZA KATASTAR KRAPINA
ISPOSTAVA ZA KATASTAR NEKRETNINA
KLANJEC

NESLUŽBENA KOPIJA

Stanje na dan: 22.08.2024. 18:27

PRIJEPIS POSJEDOVNOG LISTA

Katastarska općina: SVETI KRIŽ (Mbr. 313653)

Posjedovni list: 522

Udio	Prezime i ime odnosno tvrtka ili naziv, prebivalište odnosno sjedište upisane osobe	OIB
1/1	NADBISKUPIJA ZAGREBAČKA RKT, ŽUPA UZNESENJA BDM-TUHELJ, TUHELJ 4, TUHELJ	

Podaci o katastarskim česticama

Zgr	Dio	Broj katastarske čestice	Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade	Površina/m ²	Broj D.L.	Posebni pravni režimi	Primjedba
		642/1		1806	4		
			ORANICA	1806			
		643/1	PRI KAPELI	375	4		
			PAŠNJAK	375			
		643/2	PRI KAPELI	48	4		
			PAŠNJAK	48			
		649		115	4	KD	
			CRKVA	115			
Ukupna površina katastarskih čestica				2344			

NAPOMENA: Ovaj prijepis posjedovnog lista nije dokaz o vlasništvu na katastarskim česticama upisanim u posjedovnom listu.

Značenje oznaka pravnih režima: KD-KULTURNO DOBRO.

Opći podatci

Naziv dobra:	Crkva sv. Križa
<i>Naziv dobra (eng):</i>	
Lista i registarski broj:	Nepokretna pojedinačna, Z-2236
Pravni status:	Zaštićeno kulturno dobro
Vrsta:	Nepokretna pojedinačna
Klasifikacija:	sakralne građevine
Datacija:	17 st. n.e. - 19 st. n.e.
Autor:	
UNESCO:	

Smještaj kulturnog dobra

Županija:	Krapinsko-zagorska županija
Grad/općina:	TUHELJ
Adresa:	Sveti Križ

Nadležni konzervatorski odjel

Naziv KO:	Konzervatorski odjel u Krapini za područje Krapinsko-zagorske županije
Adresa KO:	Magistratska 12
Telefon:	049 371 342
e-mail:	Viki.JakasaBoric@min-kulture.hr

**Opis**

Jednobrodna, kasnobarokna crkvice sv. Križa smještena je na osami, na vrhu brijega iznad naselja Sveti Križ, općina Tuhelj. Na mjestu današnje crkve s početka 19. st. spominje se već u 17. st. zidana kapela istog titulara. Tlocrtnu osnovu čine kvadratna lađa s poligonalno oblikovanim ulaznim dijelom, uže svetište pravokutnog zaključka i sakristija južno od njega. U jednostavnom vanjskom izgledu dominira trostrano oblikovano pročelje, s malim zvonikom nad njime. U crkvi je ostvaren je sažet, centraliziran, kasnobarokni prostor. Detalji profilacije su oblikovani klasicistički, što odgovara kasnom datumu izgradnje. Osobitu vrijednost ima položaj crkve u krajoliku.

Opis (eng)

Podatci na datum: 12.09.2024.

Podatci nisu službeni i mogu se koristiti isključivo u informativne svrhe.



Mjerilo 1:5000

Ispisani slojevi: Gradovi i općine; Županije; Zastićena kulturna dobra (Z-lista); USGS Susjedne države; Digitalna ortofoto karta 2021. - 2022.;



7-2236

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO KULTURE

UPRAVA ZA ZAŠTITU KULTURNE BAŠTINE

Klasa: UP-I^o-612-08/05-06/1153

Urbroj.: 532-04-01-1/4-05-2

Zagreb, 18. srpnja 2005.

Ministarstvo kulture na temelju članka 12. stavak 1. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara ("Narodne novine", broj 69/99, 151/03 i 157/03)) i članka 9. stavka 1. Pravilnika o Registru kulturnih dobara Republike Hrvatske ("Narodne novine", broj 37/01) donosi

R J E Š E N J E

1. Utvrđuje se da **Kapela Svetog Križa u Svetom Križu (Tuhelj) na k.č. br. 649 (zk.ul. 124), k.o. Sveti Križ**, ima svojstvo kulturnog dobra.
2. Prostorna međa kulturnog dobra iz točke 1. izreke ovog rješenja određena je k.č. 642, 643, 649 (zk.ul. 124), 644, 645, 646, 647, 648 (zk.ul. 682), 650 (zk.ul. 671), 711 (zk.ul. 254) i 1023 (zk.ul. Popis I), k.o. Sveti Križ. Katastarski izvadak s ucrtanom prostornom međom sastavni je dio ovog rješenja.
3. Utvrđuje se sljedeći sustav mjera zaštite kulturnog dobra iz točke 1. ovog rješenja:
 - Zaštitni i drugi radovi na kulturnom dobru iz točke 1. i unutar prostornih međa iz točke 2. izreke ovog rješenja mogu se poduzeti samo uz prethodno odobrenje nadležnog tijela,
 - Vlasnik kao i drugi imatelj kulturnog dobra dužan je provoditi sve mjere zaštite koje se odnose na održavanje predmetnog kulturnog dobra, a koje odredi nadležno tijelo,
 - Predmetno kulturno dobro ili njegovi dijelovi mogu biti predmet kupoprodaje samo pod uvjetima iz članka 36.-40. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.
4. Predmetno kulturno dobro s prostornom međom iz točke 2. izreke ovog rješenja upisat će se u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske – Listu zaštićenih kulturnih dobara.
5. Ovo će se rješenje dostaviti nadležnom katastru i sudu radi zabilježbe u zemljišnim knjigama.
6. Žalba ne odgađa izvršenje ovog rješenja.

O b r a z l o ž e n j e

Jednobrodna, kasnobarokna kapela smještena je na osami, na vrhu brijega iznad naselja Sveti Križ. Tlocrtnu osnovu kapele čine kvadratna lađa s poligonalno oblikovanim ulaznim dijelom, uže svetište pravokutnog zaključka i sakristija južno od njega. Neuobičajeno oblikovanim glavnim pročeljem dominira glatka ploha poligonalnog zida, kao i vertikalna zvonika tipa krovnog jahača. Na desnoj strani pročelja su manja ulazna vrata s nekoliko prilaznih stuba. Svetište je nešto uže te ima zaobljene uglove. Svetište i lađa svodeni su po jednom češkom kapom, a odvojeni su trijumfalnim lukom polukružnog zaključka. Uglovi lađe prema svetištu su zaobljeni te imaju izgled svodenog slavoluka. U ulaznom dijelu lađe je smješteno pjevalište, a s južne strane bočni ulaz sa segmentnim nadvojem vrata. Na mjestu današnje kapele spominje se u 17. stoljeću zidana kapela istog titulara. U 18. stoljeću joj je sa sjeverne strane bila dograđena kapela sv. Jelene. Današnja kapela je sagrađena početkom 19. stoljeća. U kapeli je ostvareno sažeto jedinstvo centraliziranog kasnobaroknog prostora i klasicističkog oblikovanja. Zbog položaja na osami na vrhu brijega, ima naglašenu ambijentalnu vrijednost.

Na mjestu današnje kapele spominje se u 17. stoljeću zidana kapela istog titulara. U 18. stoljeću joj je sa sjeverne strane bila dograđena kapela Sv. Jelene.

O rušenju prijašnje i gradnji današnje kapele nema povijesnih podataka, no ona je svakako sagrađena početkom 19. stoljeća. Posvećena je 1831. godine.

Na osnovu predočene dokumentacije i iznesenih činjenica Stručno povjerenstvo za utvrđivanje svojstva kulturnog dobra, imenovano na osnovu članka 5. Pravilnika o Registru kulturnih dobara Republike

Hrvatske, rješenjem Klasa: 612-08/02-01/234, Urbroj: 532-10-1/1-02-20 od 2. travnja 2002., na na sjednici održanoj 18. srpnja 2005.. utvrdilo je da **Kapela Svetog Križa u Tuhelju-Sveti Križ na k.č. br. 649, k.o. Sveti Križ**, ima svojstvo kulturnog dobra u smislu članka 7. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara te se sukladno članku 12. stavak 4., istog Zakona, određuje upis u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske – Listu zaštićenih kulturnih dobara (točka 4. izreke ovog rješenja).

Sukladno odredbi članka 12. stavak 2. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, točkom 5. izreke ovog rješenja, određuje se obveza dostavljanja rješenja nadležnom katastru i sudu radi zabilježbe u zemljišnim knjigama.

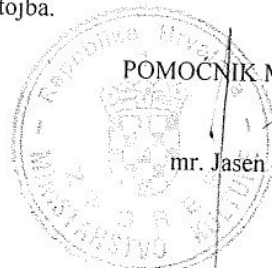
Sukladno članku 12. stavak 4. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, točkom 3. izreke ovog rješenja, utvrđen je sustav mjera zaštite.

Sukladno članku 12. stavak 5. Zakona o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara žalba protiv ovog rješenja ne zadržava njegovo izvršenje.

Iz navedenih razloga riješeno je kao u izreci.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovog rješenja može se izjaviti žalba ministru kulture u roku od 15 dana od dana primitka ovoga rješenja. Žalba se predaje ovom tijelu neposredno ili šalje poštom preporučeno, a može se izjaviti i u zapisnik. Na žalbu se sukladno članku 7. stavku 1. točka 19. Zakona o upravnim pristojbama ("Narodne novine" broj 8/96, 77/96, 131/97 i 68/98), ne plaća upravna pristojba.



POMOĆNIK MINISTRA

mr. Jasen Mesić

Dostaviti:

1. Župni ured Uznesenja Blažene Djevice Marije, Tuhelj 5, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
2. Zagrebačka nadbiskupija, Kaptol 31, 10000 Zagreb (s povratnicom)
3. Cozzolino Pavlinić Matilda, Dunjevac 13a, 10000 Zagreb (s povratnicom)
4. Cvetko Franjo, Sveti Križ 105, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
5. Cvetko Ivan, Sveti Križ 105, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
6. Cvetko Marija, Komarski put 18, 10000 Zagreb (s povratnicom)
7. Cvetko Veronika, Sveti Križ 105, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
8. Cvetko Vilim, Sveti Križ 105, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
9. Cvetko Vilim, Sveti Križ 88, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
10. Cvetko Vjekoslav, Sveti Križ 105, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
11. Kreditna banka Zagreb, Filijala Zabok, 49210 Zabok (s povratnicom)
12. Pavlinić Bara, Sveti Križ, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
13. Pavlinić Danica, Prudnice bb, 10291 Prigorje Brdovečko (s povratnicom)
14. Pavlinić Dragutin, Sveti Križ 26, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
15. Pavlinić Dragutin, Sveti Križ 95, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
16. Pavlinić Ivan, Sveti Križ, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
17. Pavlinić Katja, Dunjevac 13a, 10000 Zagreb (s povratnicom)
18. Pavlinić Kristina, Dunjevac 13a, 10000 Zagreb (s povratnicom)
19. Pavlinić Luka, Sveti Križ, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
20. Pavlinić Martin, Sveti Križ, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
21. Pavlinić Neža, Sveti Križ, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
22. Pavlinić Tugomir, Dunjevac 13 a, 10000 Zagreb (s povratnicom)
23. Pavlinić Žiga, Sveti Križ, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
24. Stanković Ankica, Police 1, 49290 Klanjec (s povratnicom)
25. Stanković Danica, Police 1, 49290 Klanjec (s povratnicom)
26. Stanković Franjo, Police 64, 49290 Klanjec (s povratnicom)
27. Stanković Marica, Police 1, 49290 Klanjec (s povratnicom)
28. Stanković Marijan, Police 1, 49290 Klanjec (s povratnicom)
29. Stanković Marijan, Prečko 4, 10000 Zagreb (s povratnicom)
30. Stanković Marijan, Slovenskog 4/III, 10000 Zagreb (s povratnicom)
31. Stanković Slavica, Police 1, 49290 Klanjec (s povratnicom)
32. Tepeš Ankica, Čukovići 23, 10000 Zagreb (s povratnicom)
33. Ured državne uprave u Krapinsko-zagorskoj županiji, Služba za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, graditeljstvo i, imovinsko-pravne poslove, Trg S. Tudmana br. 2, 49214 Veliko Trgovišće (s povratnicom)

34. Općina Tuhelj, Općinsko poglavarstvo, Tuhelj 37, 49215 Tuhelj (s povratnicom)
35. Općina Tuhelj, Općinsko poglavarstvo, Tuhelj 37, 49215 Tuhelj (na oglasnu ploču)
- **Bišćan Marija**
36. Državna geodetska uprava, Područni ured za katastar Krapina, Ispostava Klanjec, Trg mira 1, 49290 Klanjec
37. Općinski sud u Klanjcu, Zemljišno-knjižni odjel, Trg mira 1, 49290 Klanjec
38. Ministarstvo kulture, Uprava za zaštitu kulturne baštine
 - Konzervatorski odjel u Zagrebu, Mesnička 49, 10000 Zagreb
 - Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske, ovdje
 - Pismohrana, ovdje

KATAST. OPĆINA

SVEZI 1017

BROJ LISTA KATAST. PLANA

4

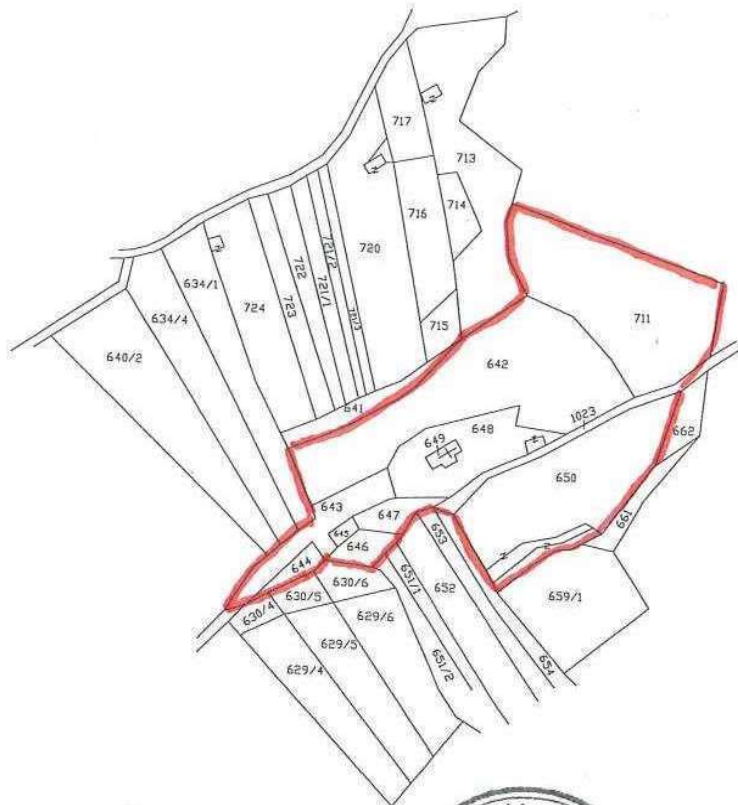
REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
PODRUČNI URED ZA KATASTAR KRAPINA
PRIJAVNI LIST ZA POSTAVU KLANJEC

KOPIJA KATASTARSKOG PLANA
MJERILO 1: **2880**

Klasa: **935-06/04-01-01**

Urbroj: **541-03-05/05-04/51**

Pristojba naplaćena po t.br. **član 6**
faškul
Zakona o upravnim pristojbama
u iznosu od _____ kn.

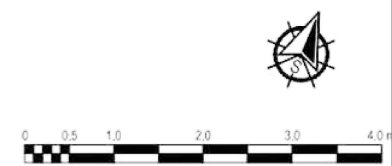
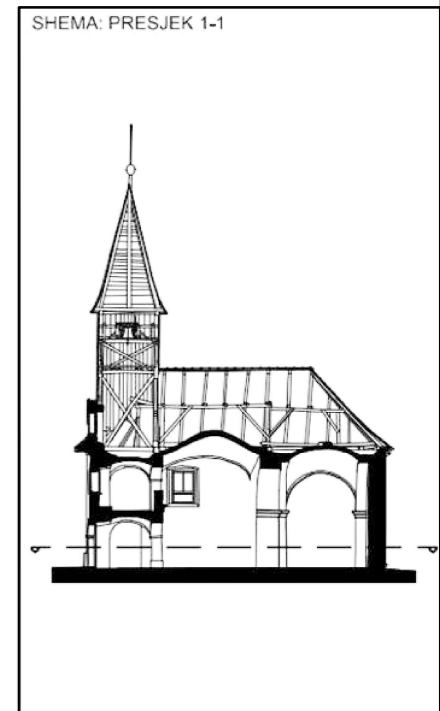
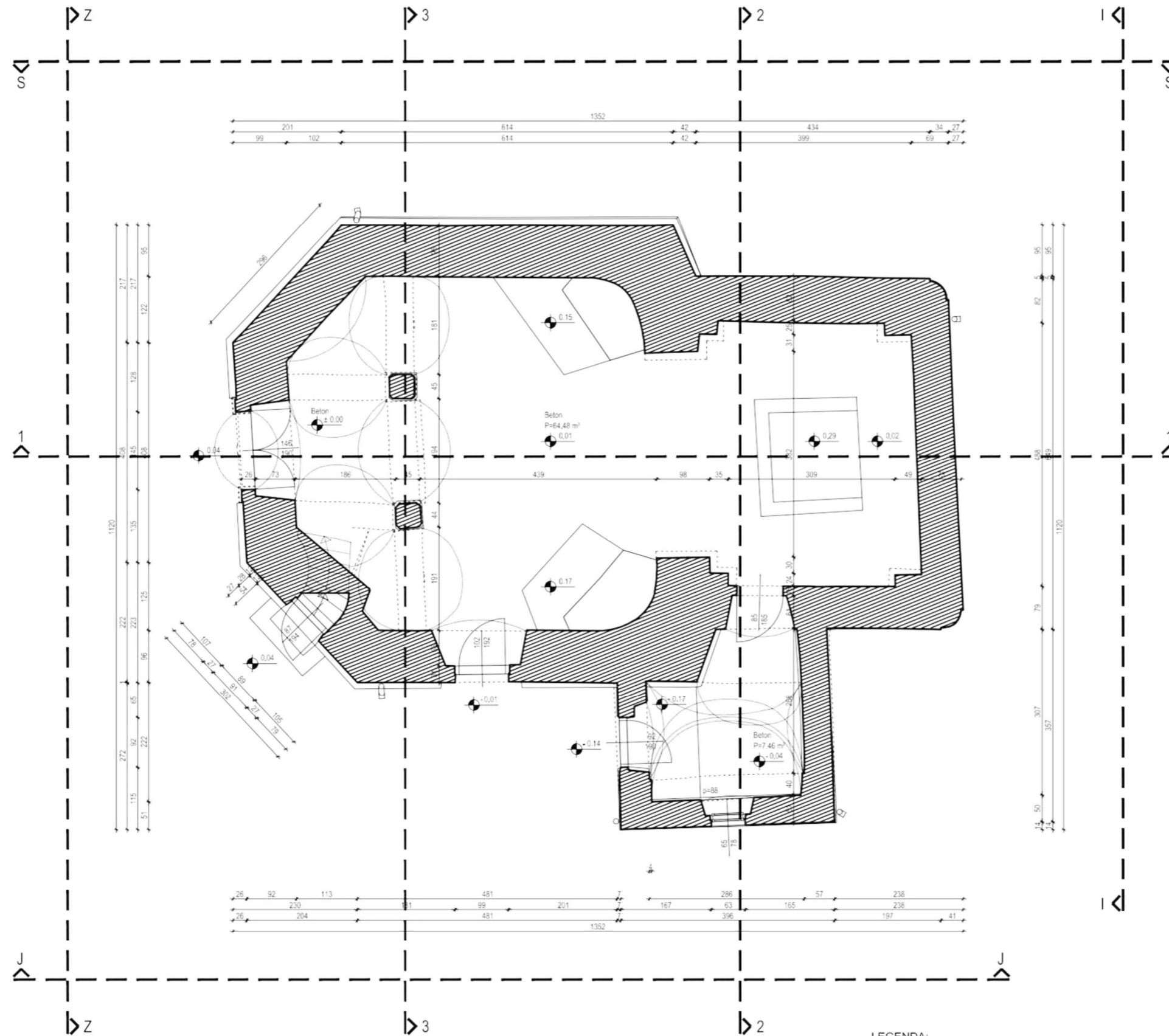


u **Klanjec 13.08.2004**

Precrtao:



TLOCRT RAZINA 1 POSTOJEĆE STANJE MJ 1:100



LEGENDA:



R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

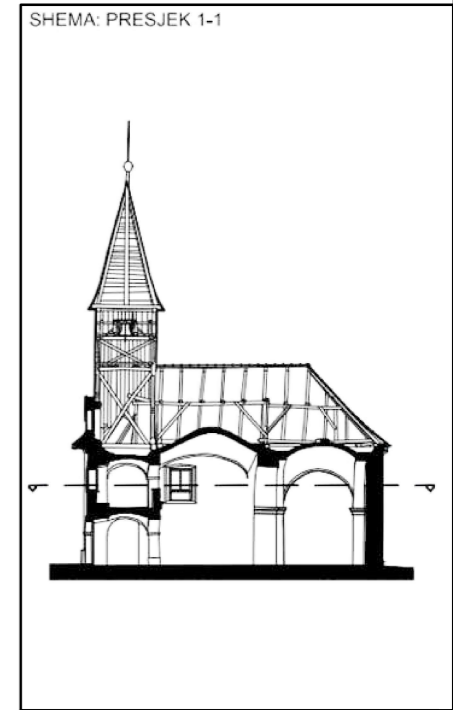
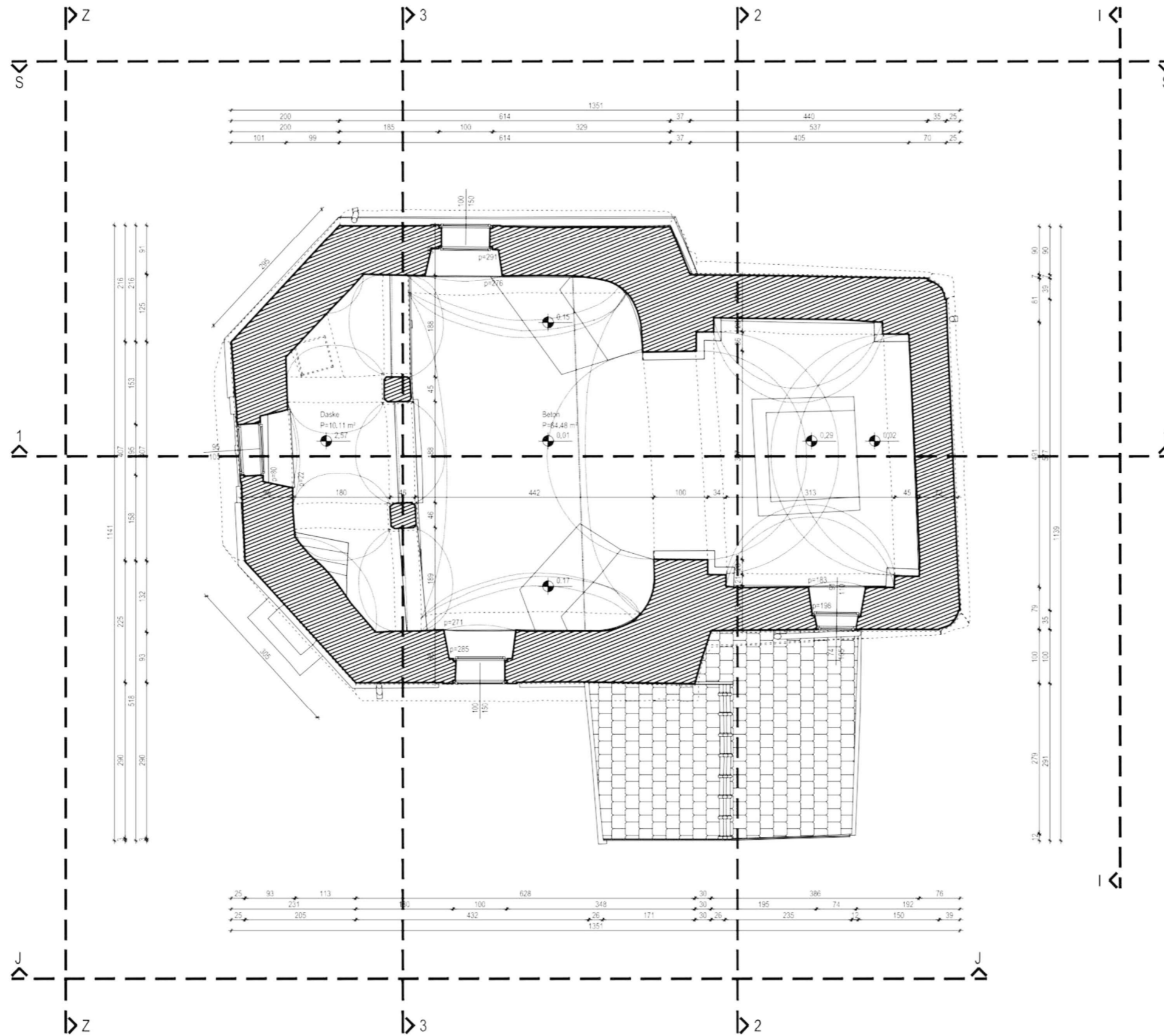
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 1 POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMСКА GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	5



FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRAĐEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRAĐEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRAĐEVINA

TLOCRT RAZINA 2 POSTOJEĆE STANJE MJ 1:100



LEGENDA:
 NEDOSTUPAN DIO

R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

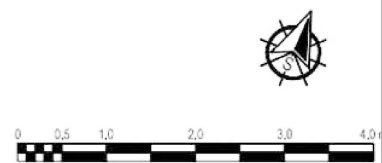
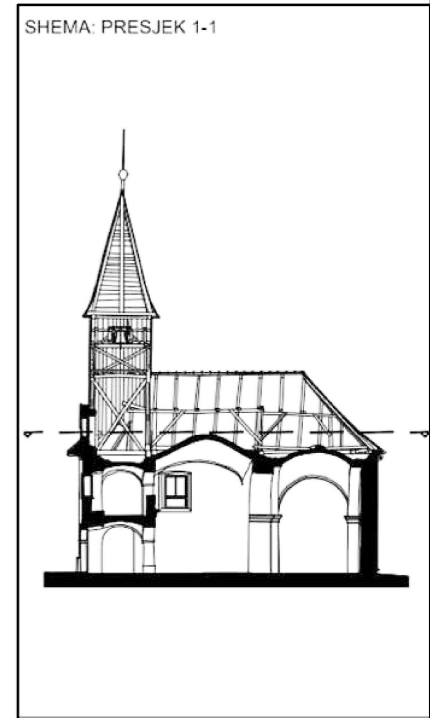
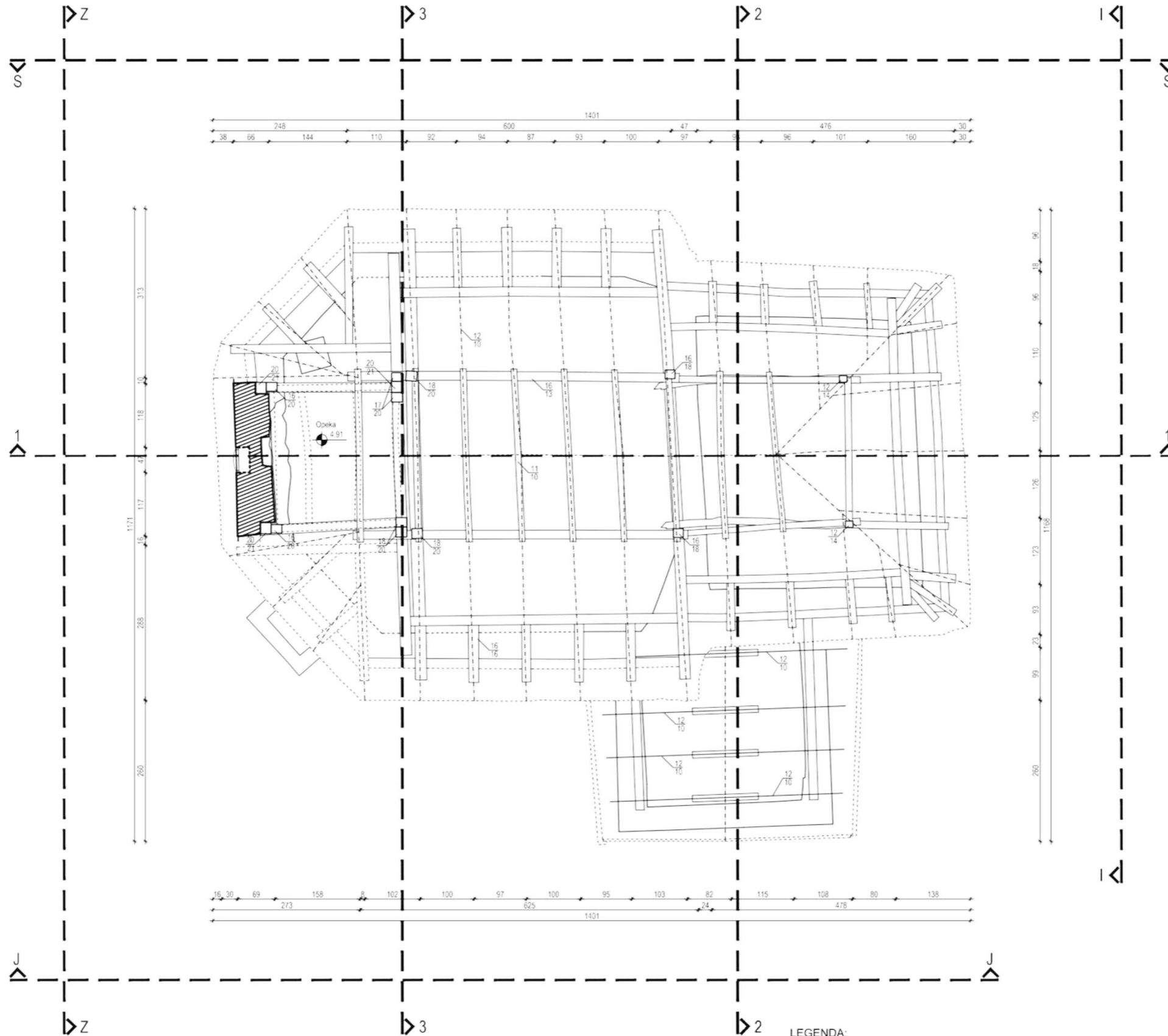
SVEUČILIŠTE SJEVER
 SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
 Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin
 Odjel za Graditeljstvo
 Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 2 POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	6



FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

TLOCRT RAZINA 3
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100



LEGENDA:
 NEDOSTUPAN DIO

R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

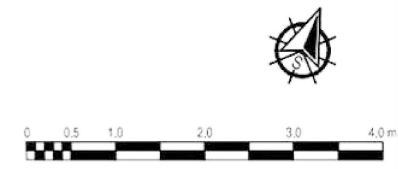
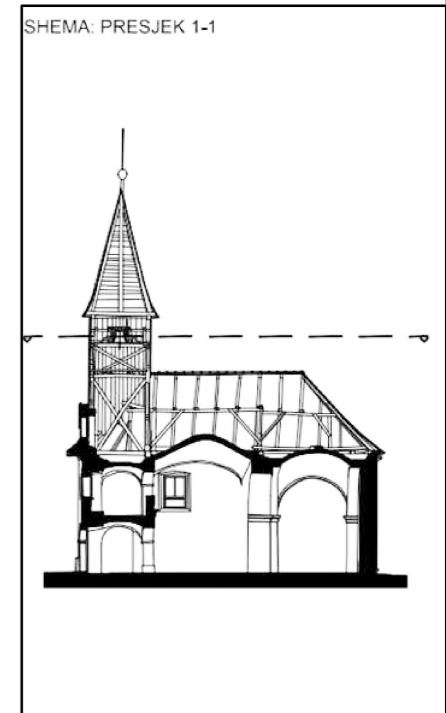
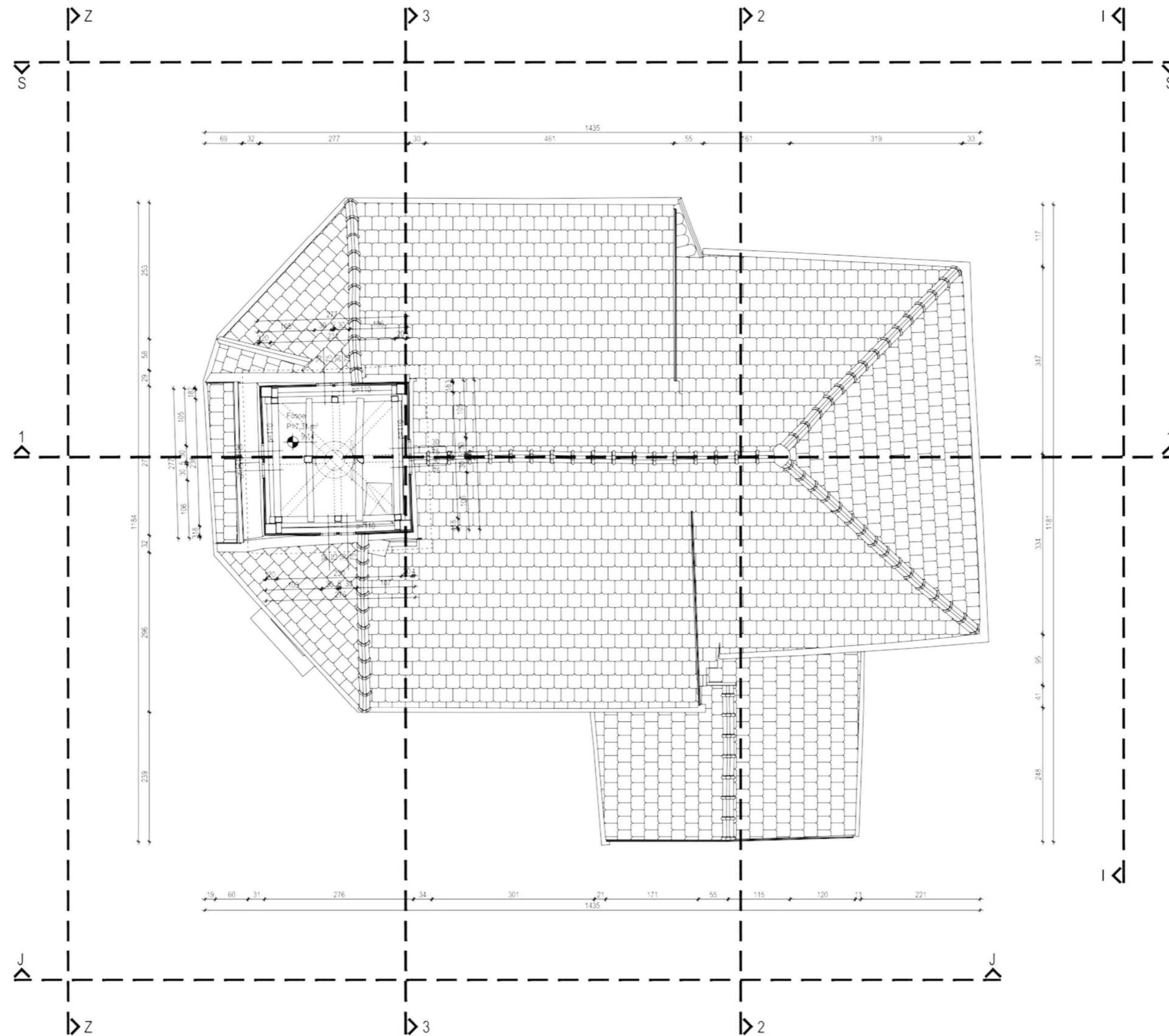
SVEUČILIŠTE SJEVER
 SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
 Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin
 Odjel za Graditeljstvo
 Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 3 POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	7

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



TLOCRT RAZINA 4
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100

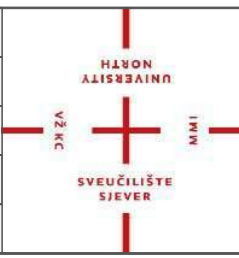


R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

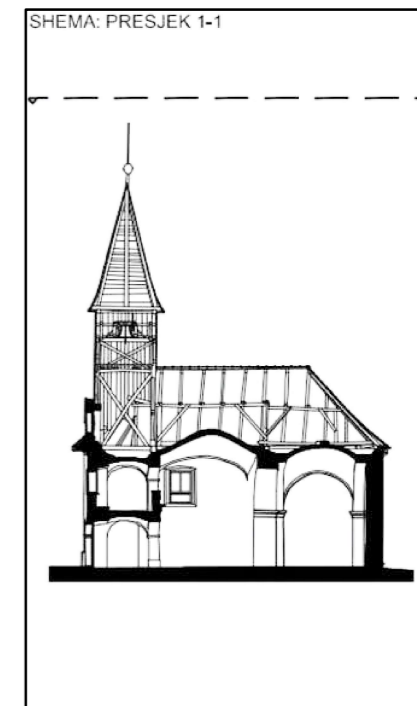
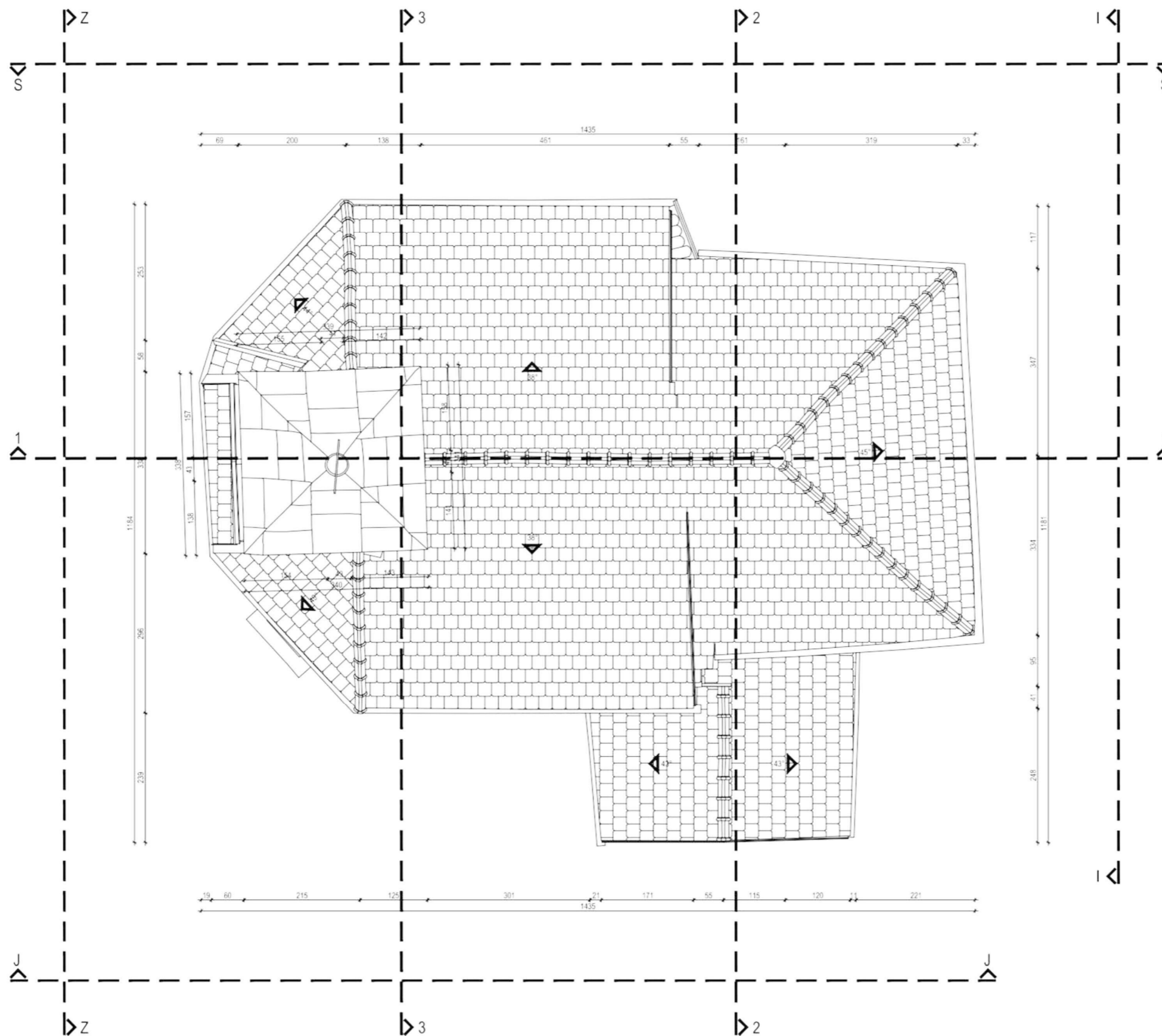
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 4 POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	8

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



TLOCRT RAZINA 5
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100



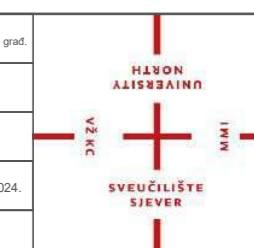
R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

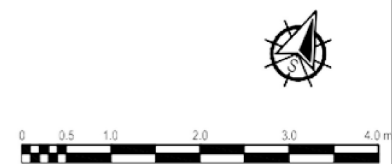
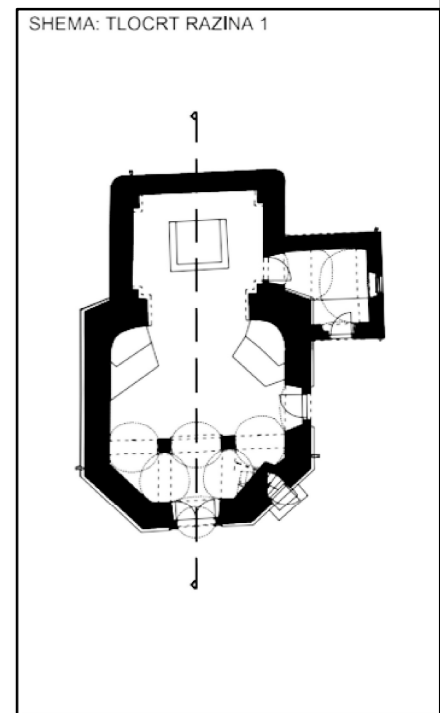
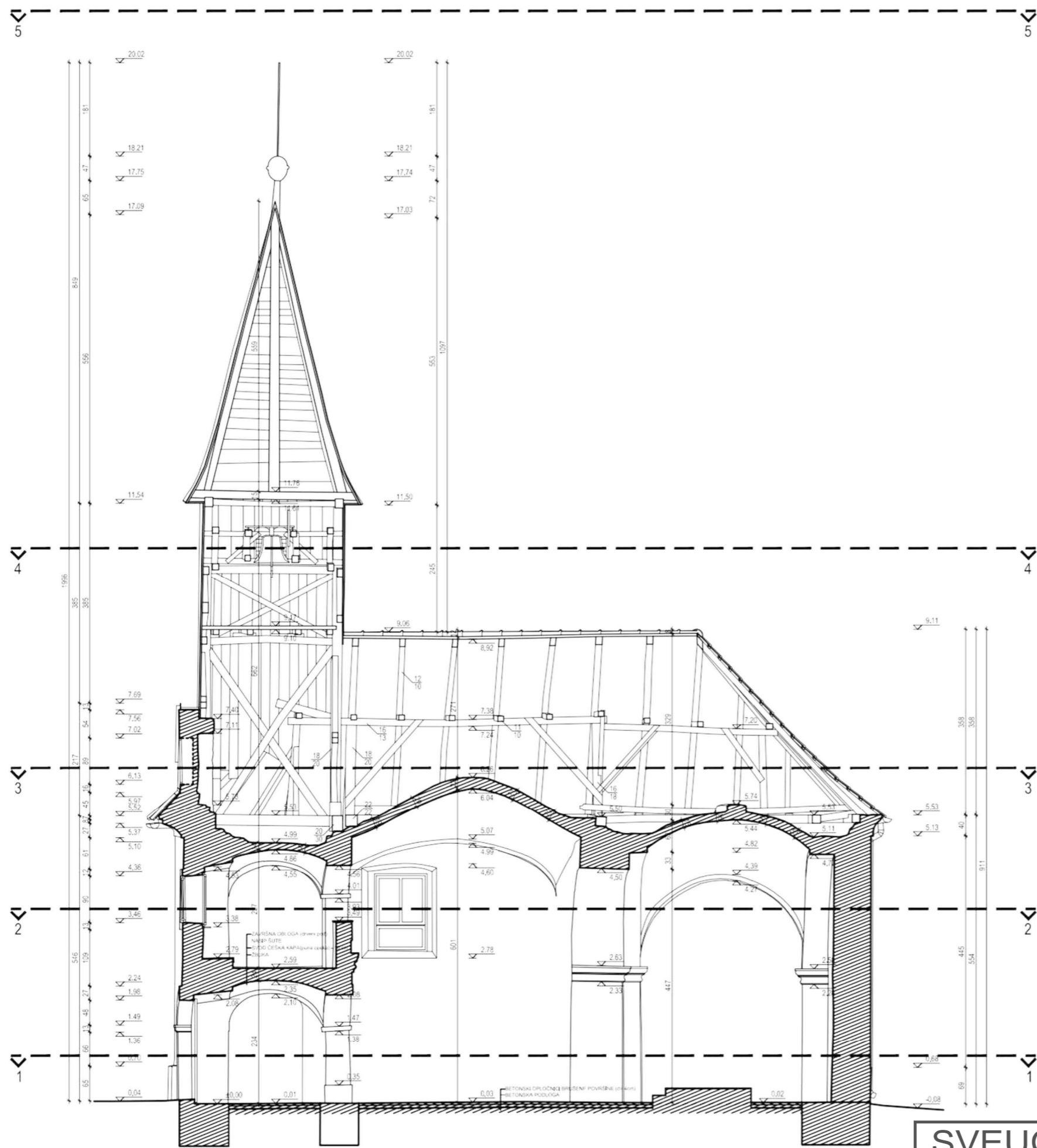
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 5 POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	9

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



PRESJEK 1-1
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100



LEGENDA:
 NEDOSTUPAN DIO

R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

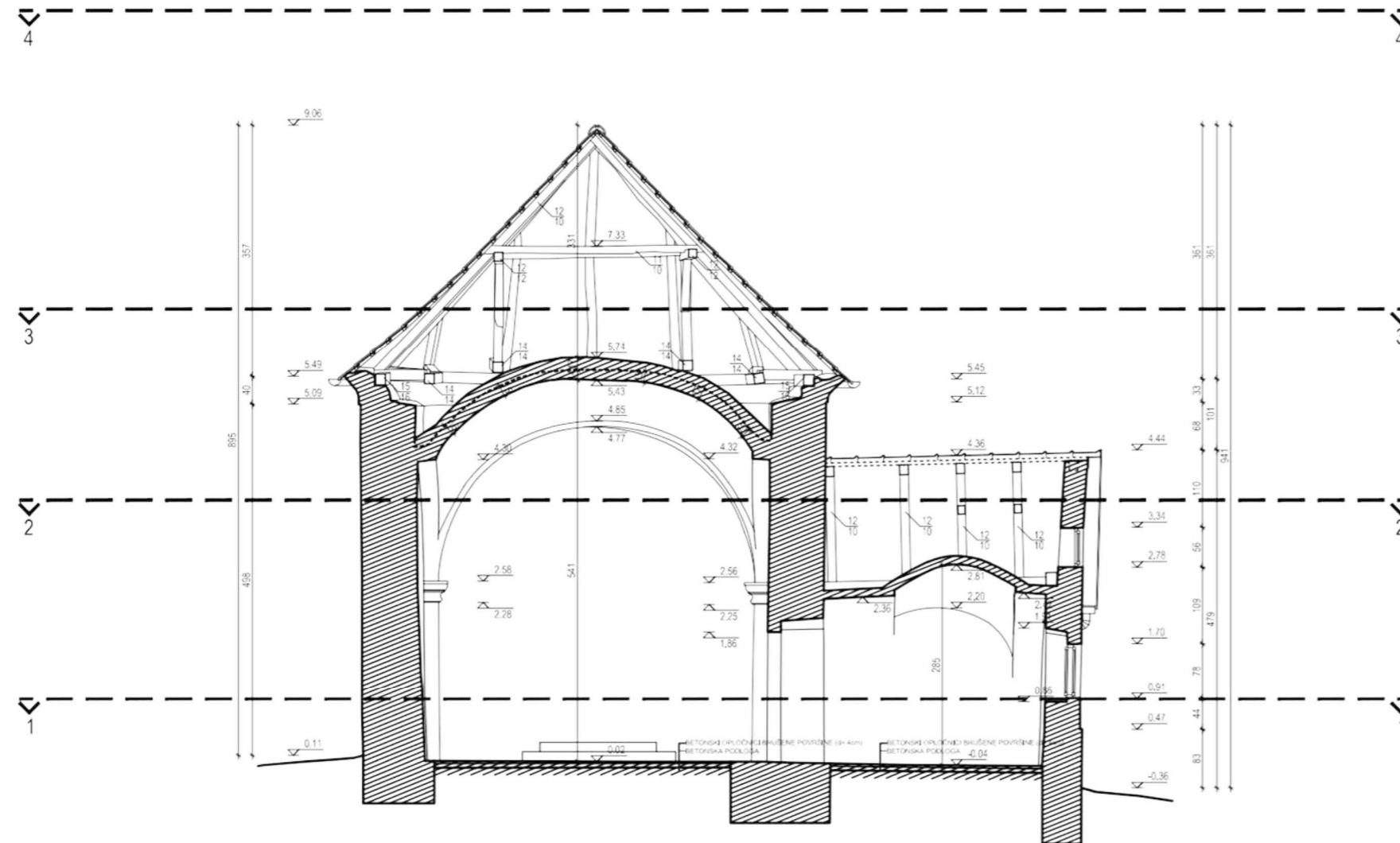
SVEUČILIŠTE SJEVER
 SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
 Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin
 Odjel za Graditeljstvo
 Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.	
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921	
SADRŽAJ	PRESJEK 1-1 POSTOJEĆE STANJE	
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA 2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG 10

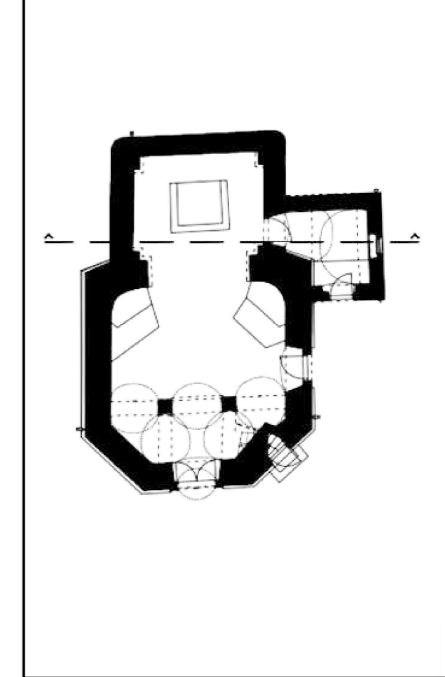
FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



PRESJEK 2-2 POSTOJEĆE STANJE MJ 1:100



HEMA: TLOCRT RAZINA 1



LEGENDA:



R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

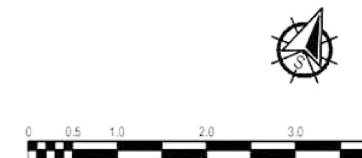
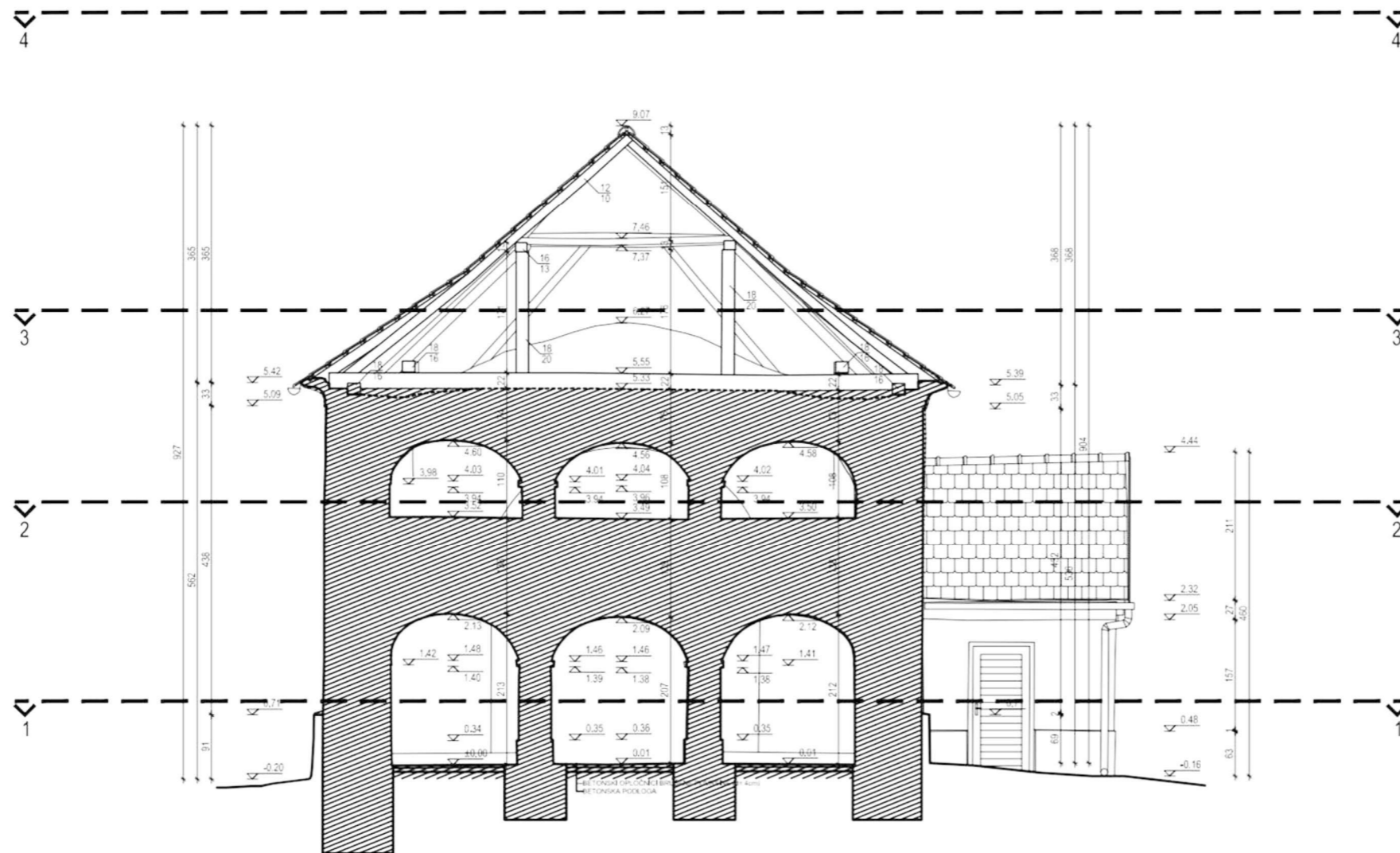
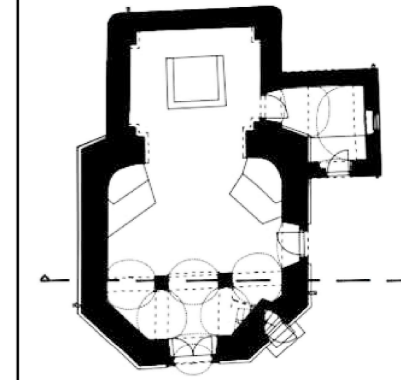
MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.	
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921	
SADRŽAJ	PRESJEK 2-2 POSTOJEĆE STANJE	
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMСКА GODINA 2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG 11



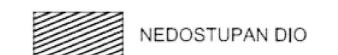
FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

PRESJEK 3-3
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100

HEMA: TLOCRT RAZINA 1



LEGENDA:



R.K. ±0,00 = A.K. +307.08 m n.m.

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

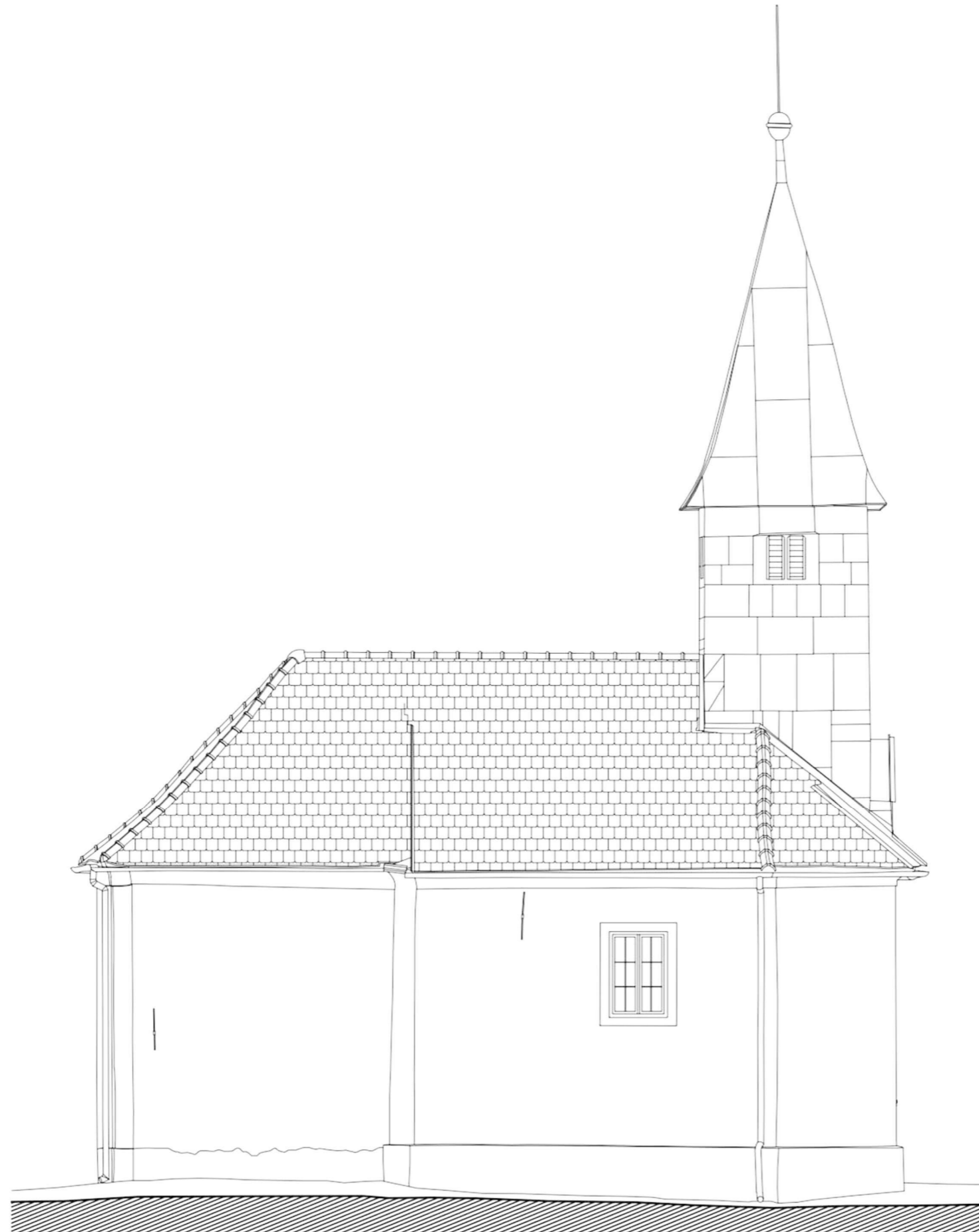
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	PRESJEK 3-3 POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMСКА GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	12

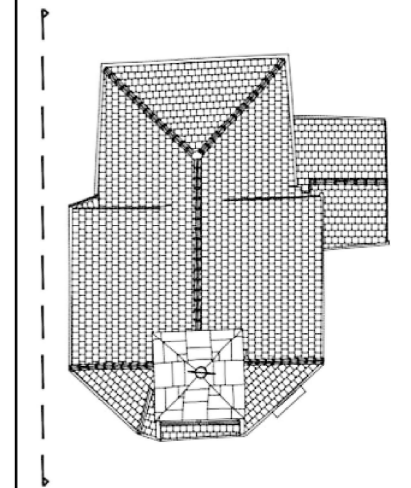
FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



SJEVERNO PROČELJE
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100



HEMA: TLOCRT RAZINA 5



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

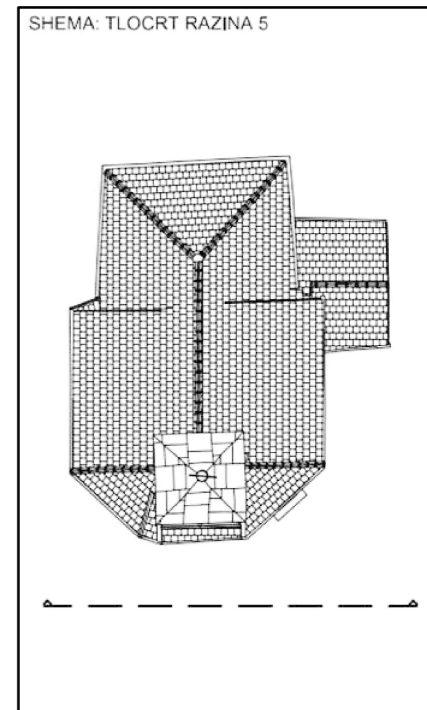
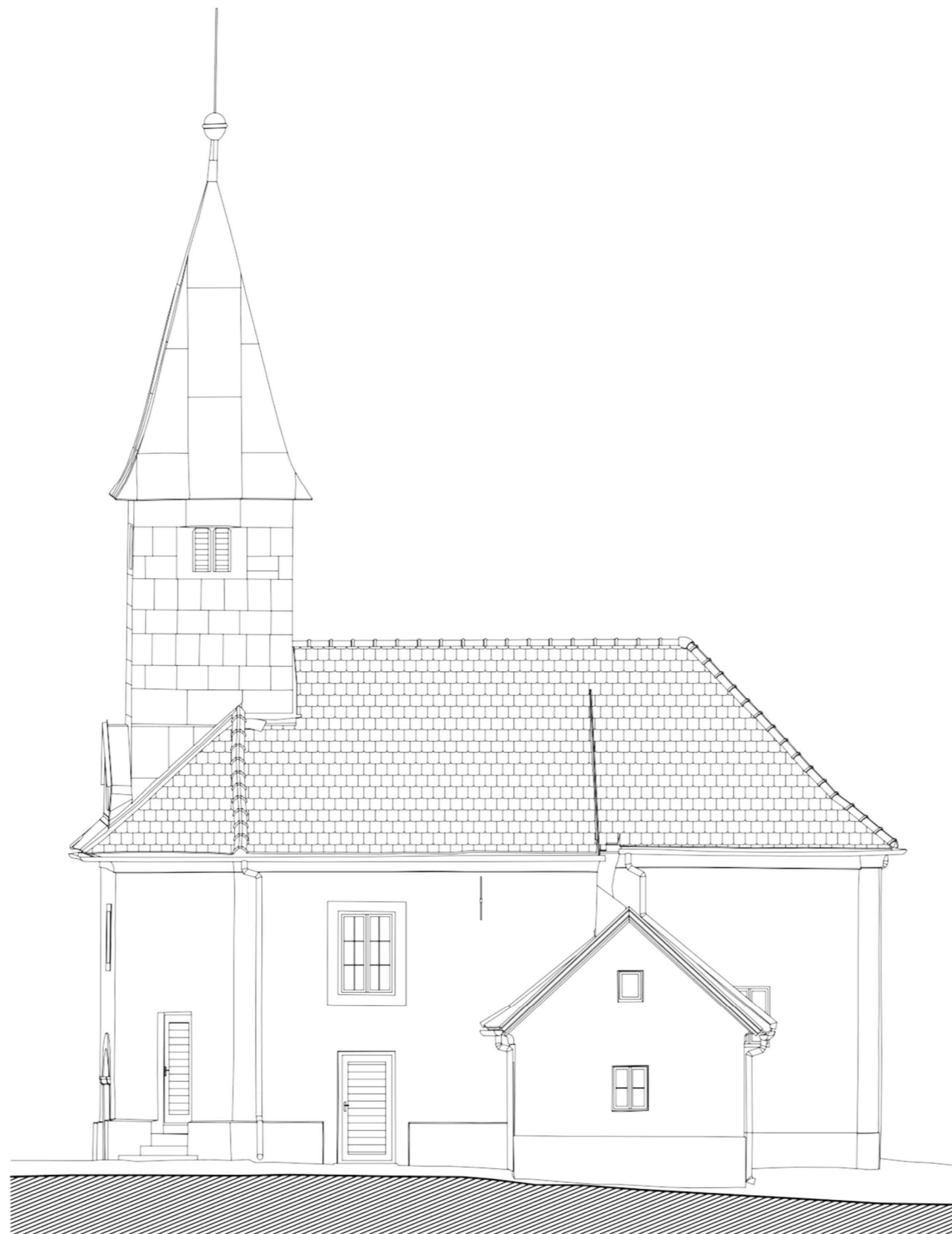
MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	SJEVERNO PROČELJE POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	13

0 2 5 10 m

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



JUŽNO PROČELJE
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.

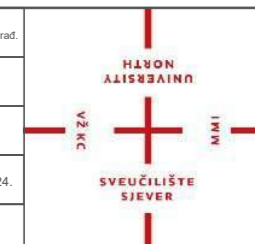
STUDENT Vlatka Švigir, 0336017921

SADRŽAJ JUŽNO PROČELJE
POSTOJEĆE STANJE

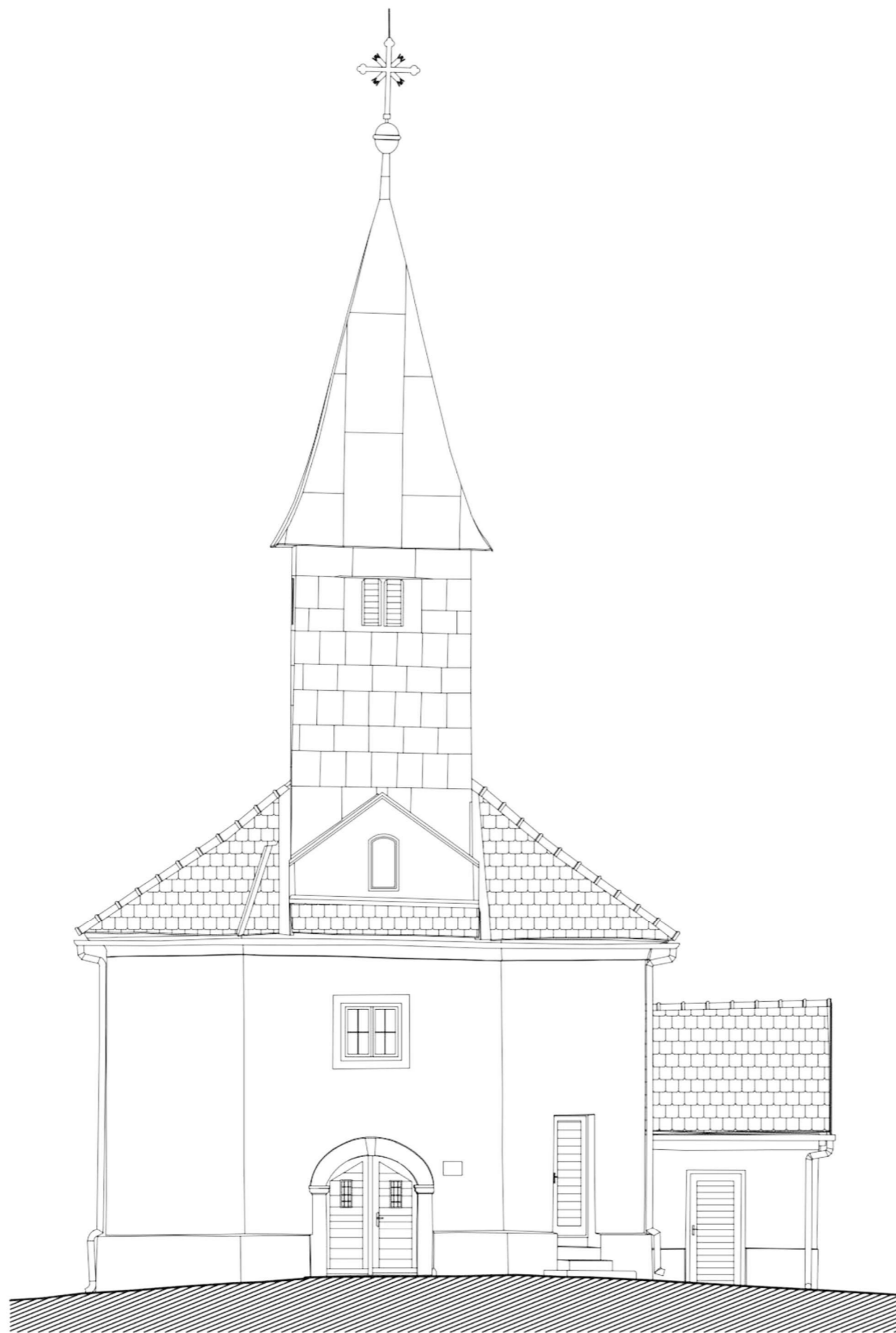
DATUM kolovoz 2024. AKADEMSKA GODINA 2023./2024.

MJERILO 1 : 100 PRILOG 14

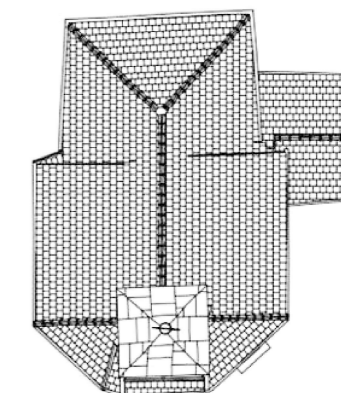
FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



ZAPADNO PROČELJE
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100



HEMA: TLOCRT RAZINA 5



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.

STUDENT Vlatka Švigir, 0336017921

SADRŽAJ ZAPADNO PROČELJE
POSTOJEĆE STANJE

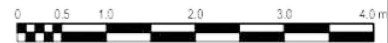
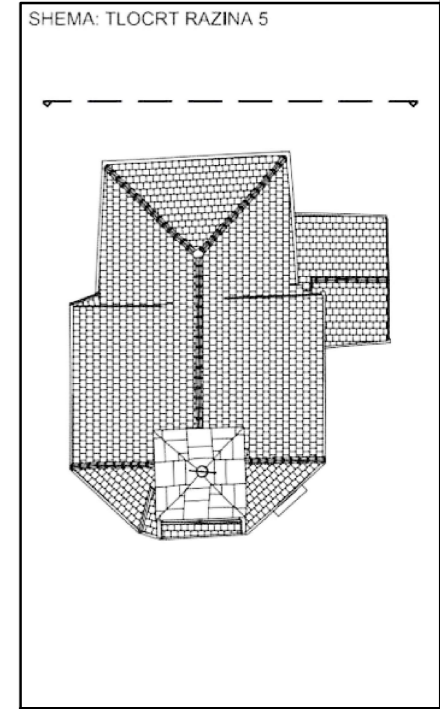
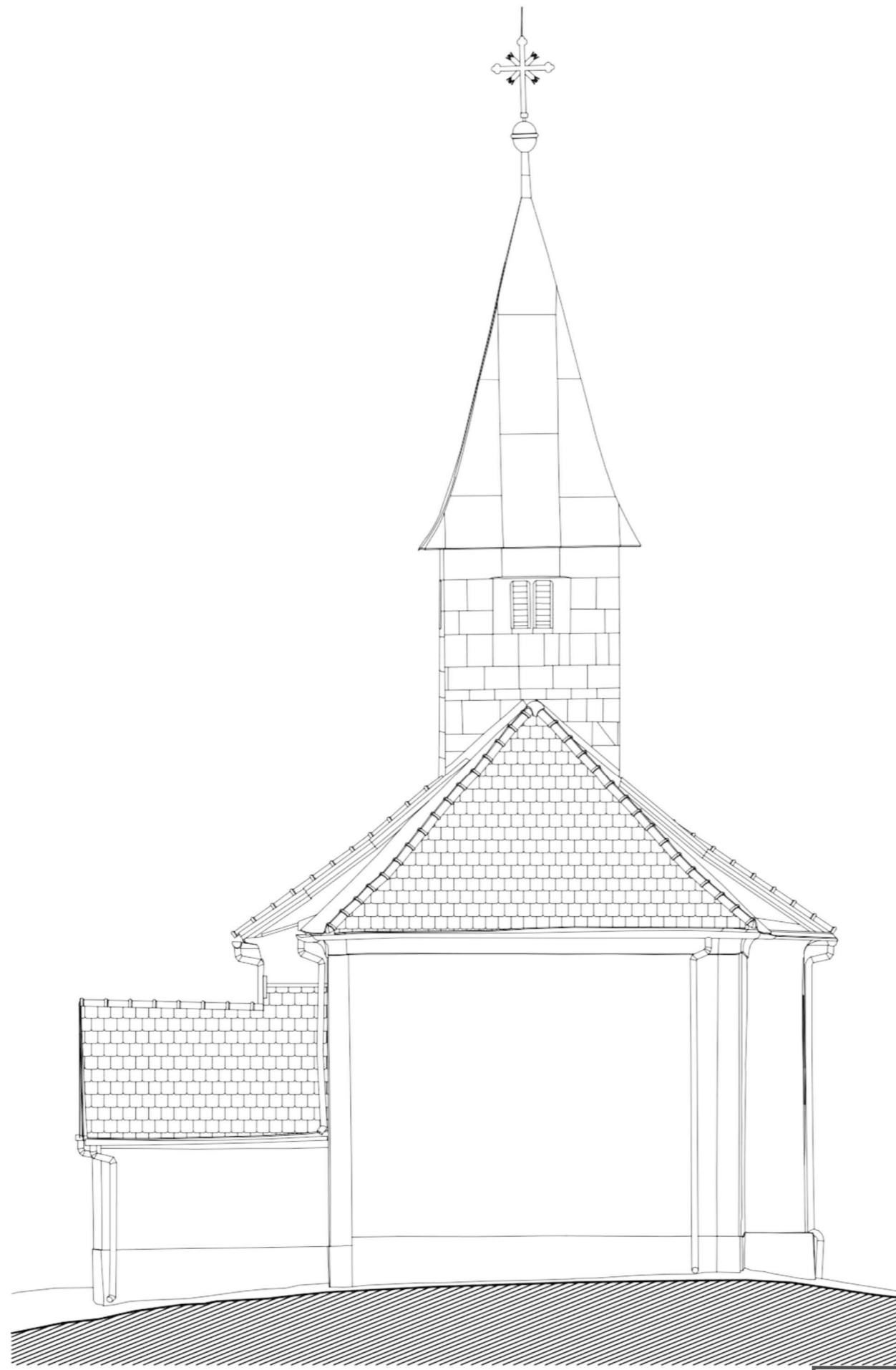
DATUM kolovoz 2024. AKADEMSKA GODINA 2023./2024.

MJERILO 1 : 100 PRILOG 15



FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

ISTOČNO PROČELJE
POSTOJEĆE STANJE
MJ 1:100



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

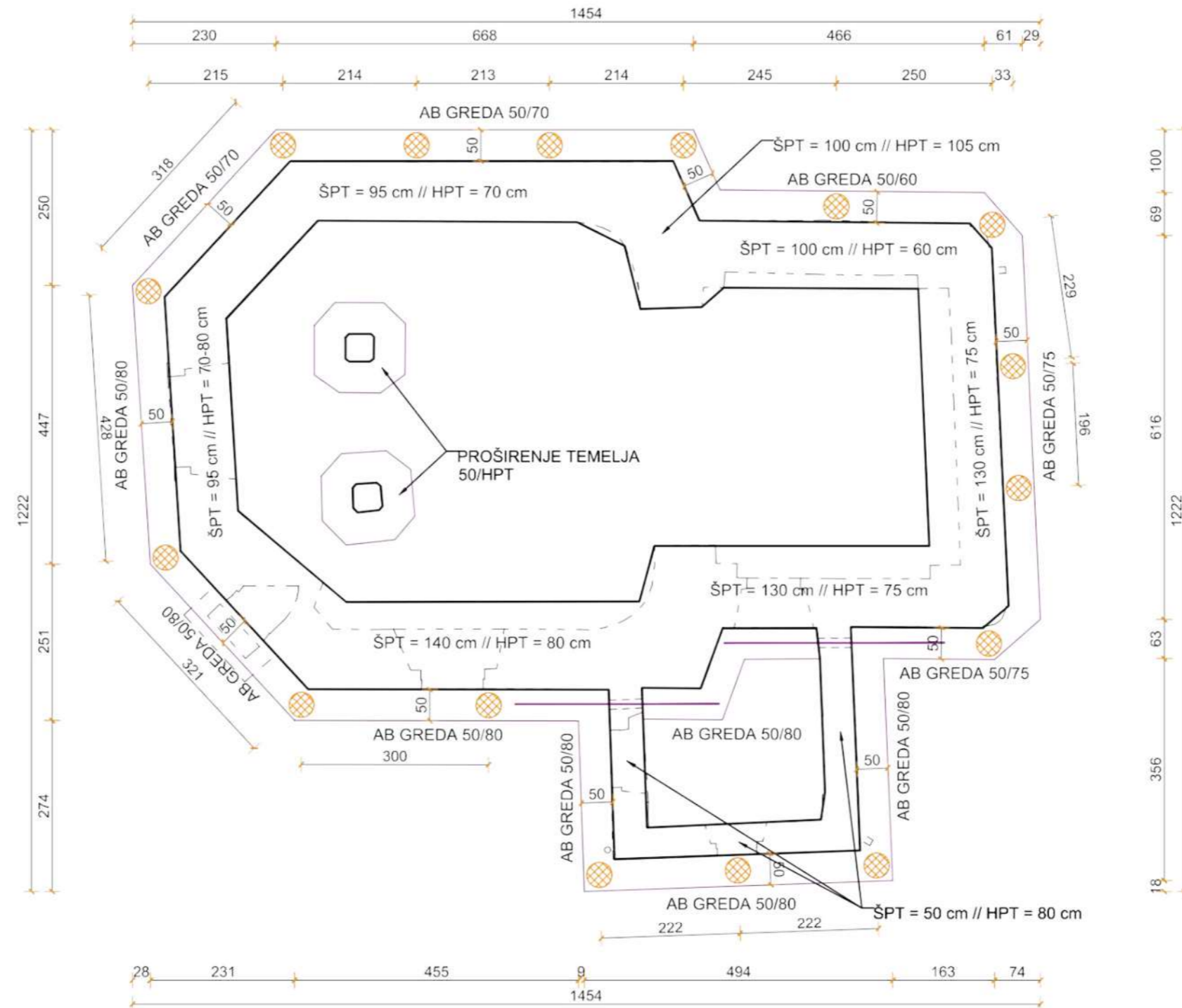
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	ISTOČNO PROČELJE POSTOJEĆE STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	16

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



TLOCRT TEMELJA NOVO STANJE MJ 1:100



- AB PILOTI Ø40cm DUŽINA 400 cm - C30/37, B500B
- AB GREDA 50/HPT cm, C30/37, B500B
- AB POVEZIVANJE TEMELJA - RUPA Ø150 (3 KOM/VISINI) + ŠIPKA B500B - Ø25
RUPU ISPUNITI BETONOM KOD BETONIRANJA TEMELJA - C30/37

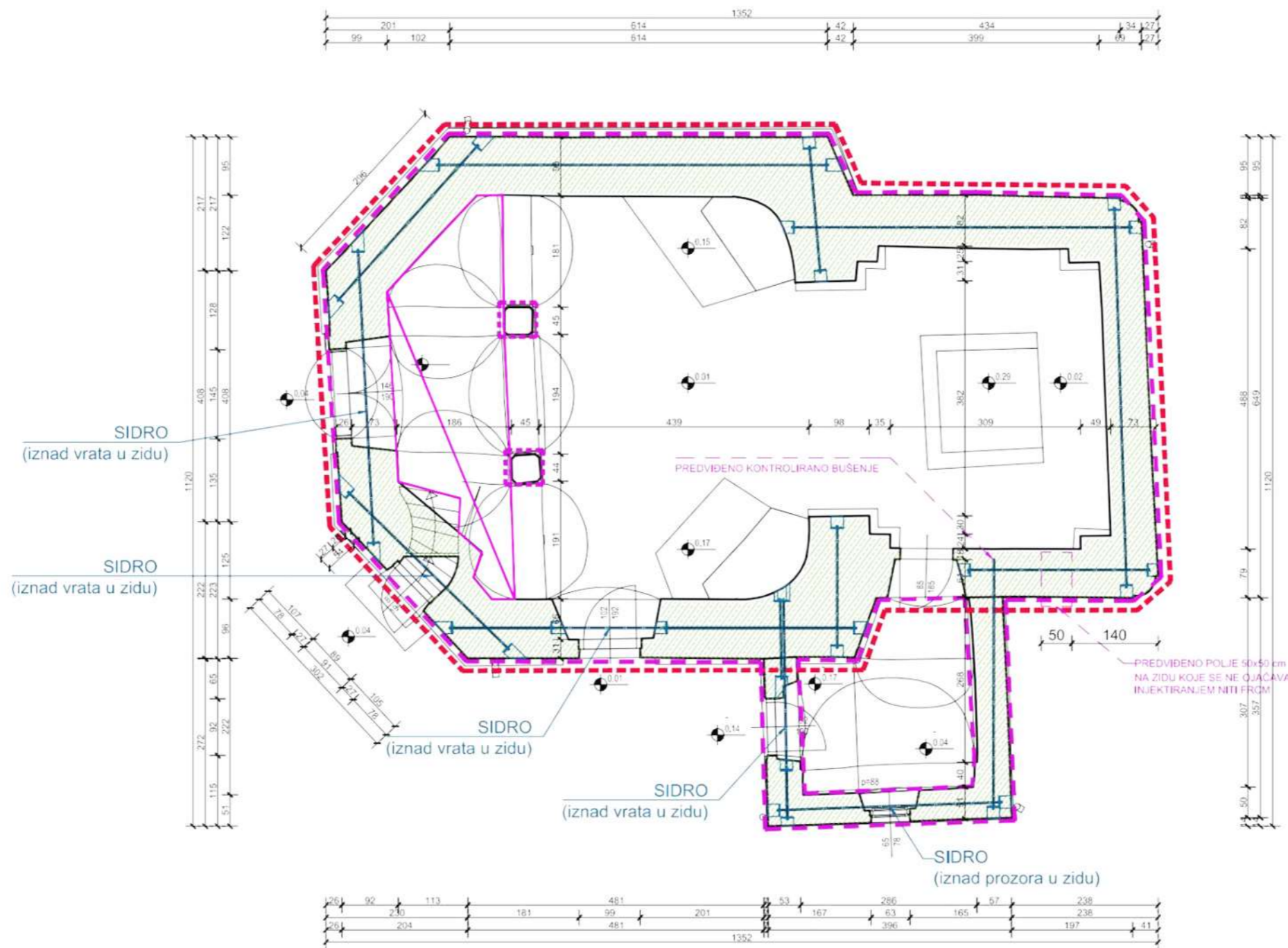
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ	DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA	MJERILO	1 : 100	PRILOG	17

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921
SADRŽAJ	TLOCRT TEMELJA NOVO STANJE

TLOCRT RAZINA 1 NOVO STANJE MJ 1:100

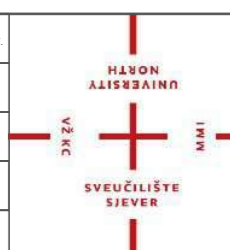


- FRM SUSTAV - OJAČANJE ZIDOVA
- SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA (BEZ SIDRENOG BLOKA NA UNUT. ZIDU) - KONTROLIRANO BUŠENJE
- SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA
- INJEKTIRANJE ZIDOVA - SANACIJA PUKOTINA - KONTROLIRANO INJEKTIRANJE S VANJSKE STRANE
- AB TLAČNA PLOČA d=6,0 cm, C25/30, B500B
- FRM SUSTAV - OJAČANJE STUPOVA - U IZVORNOJ DIMENZIJU STUPOVA
- KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

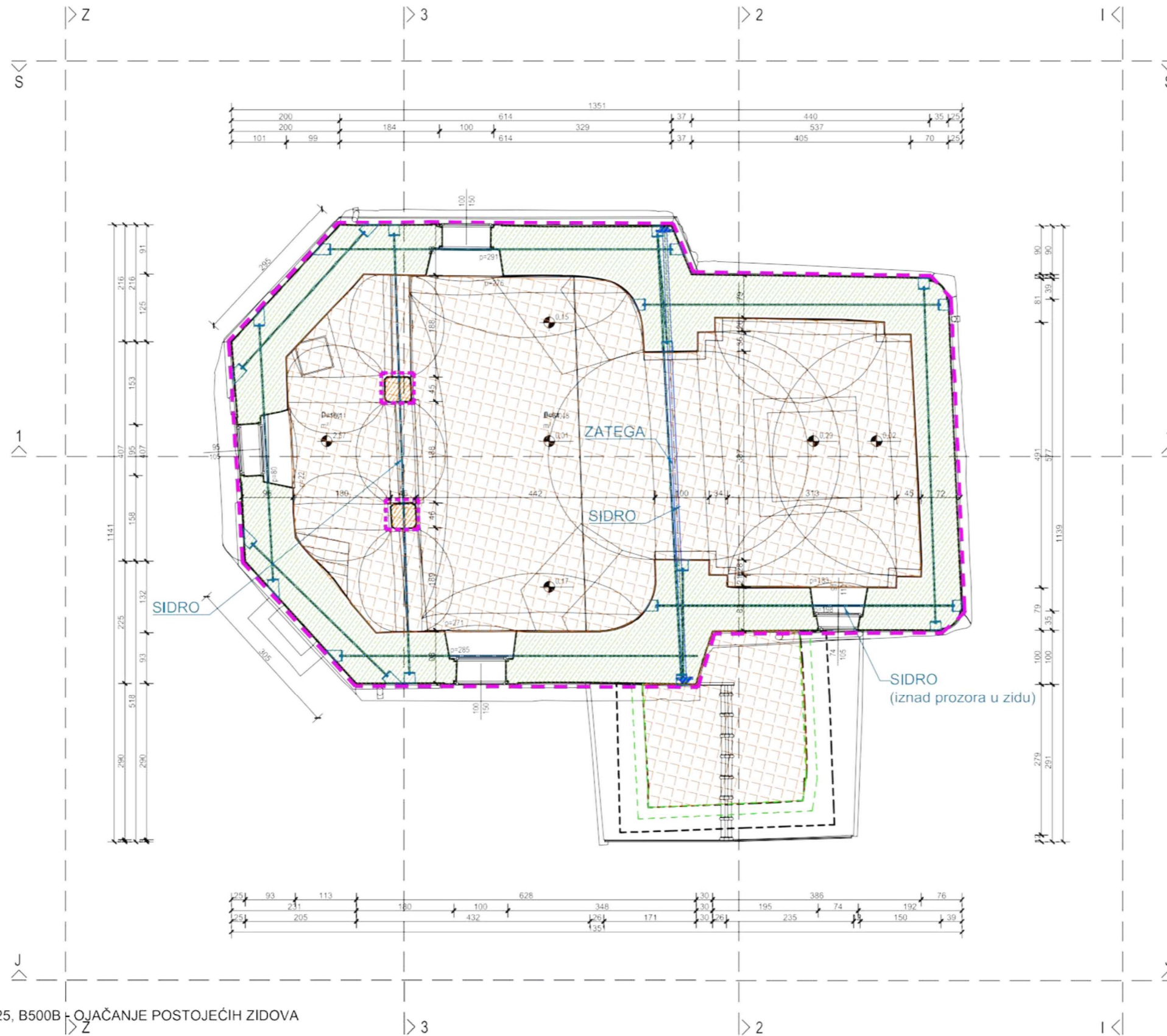
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva







MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 1 NOVO STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	18



FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

TLOCRT RAZINA 2
NOVO STANJE
MJ 1:100



-  SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA
-  INJEKTIRANJE ZIDOVA - SANACIJA PUKOTINA - KONTROLIRANO INJEKTIRANJE S VANJSKE STRANE
-  SANACIJA / OJAČANJE KUPOLA - ČIŠĆENJE + ZAKLINJAVANJE (ČELIČNIM PLOČICAMA) + ZABUNJAVANJE SLJUBNICA (FUGA) BUBREČIM MATERIJALOM + FRM SUSTAV S GORNJE STRANE
-  ZATEGE Ø32, S355 - OJAČANJE LUKOVA
-  FRM SUSTAV - OJAČANJE STUPOVA - U IZVORNOJ DIMENZIJI STUPOVA
-  AB HORIZONTALNI I KOSI SERKLAŽ (PO VRHU ZIDOVA) cca 30/30 cm, C25/30, B500B

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

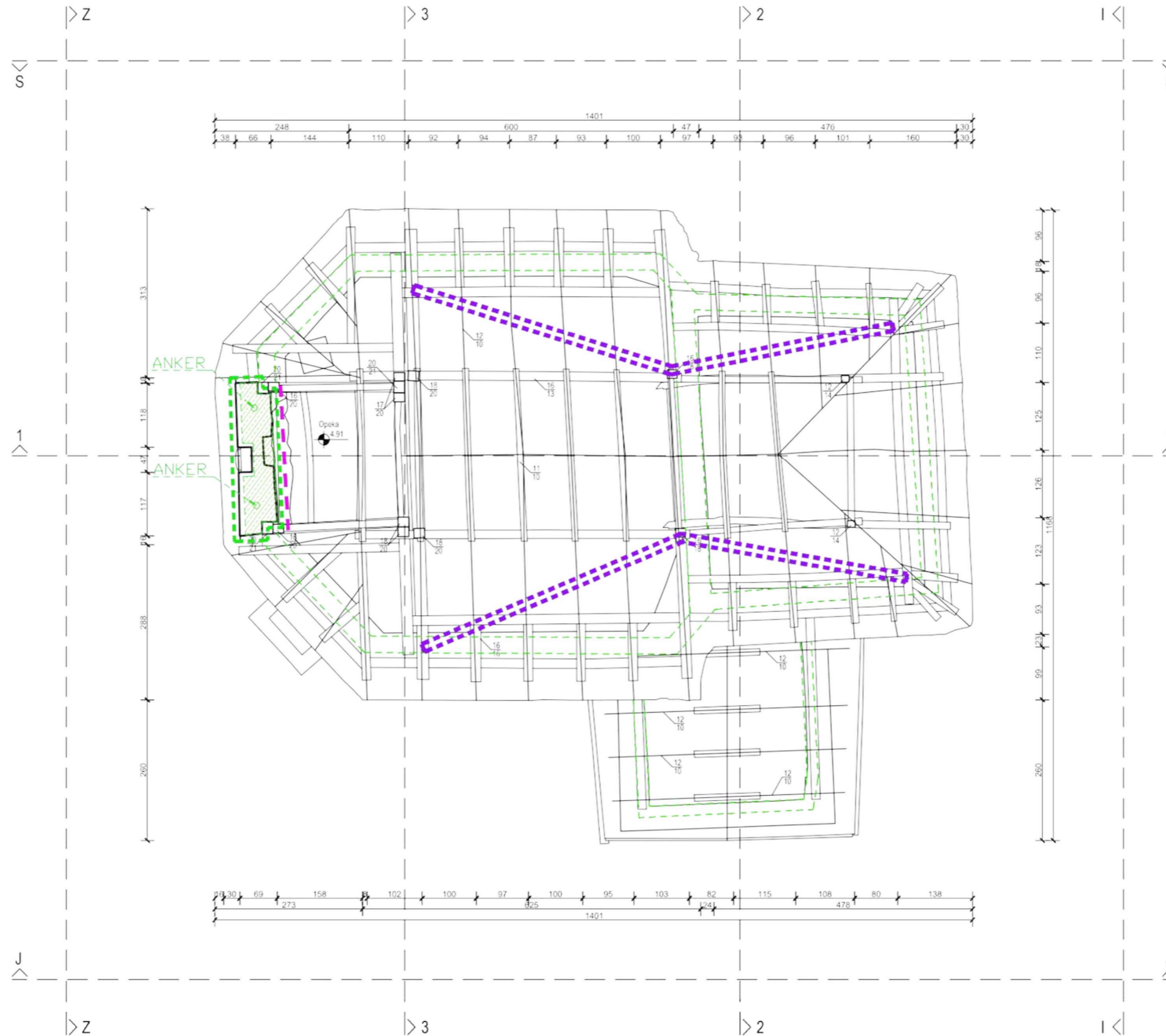
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 2 NOVO STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	19

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



TLOCRT RAZINA 3
NOVO STANJE
MJ 1:100



- - - - - OJAČANJE POSTOJEĆEG ZIDA - ISPUNJAVANJE STRUKTURE ZIDA + KONTROLIRANO INJEKTIRANJE + ANKERIRANJE - Ø16 + ANKERFIX MORT (KONTROLIRANO INJEKTIRANJE) (POVEZIVANJE ZIDA ANKERIMA)
- - - - - FRCM SUSTAV - OJAČANJE KONZOLNOG ZIDA S UNUTRAŠNJE STRANE ZIDA
- - - - - AB HORIZONTALNI SERKLAŽ cca 30/30 cm, C25/30, B500B
- - - - - HORIZONTALNA STABILIZACIJA KROVIŠTA - NOSAČI 5/15 cm, C24

PROVJERA SPOJEVA KROVNE KONSTRUKCIJE // DODATNA UGRADNJA KLANFI I VIJAKA
PROVJERA KROVNE KONSTRUKCIJE // DODATNA KONSTRUKCIJA (C24) U FORMI POSTOJEĆE

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

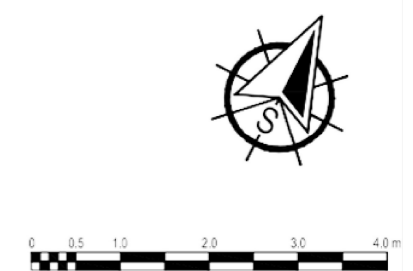
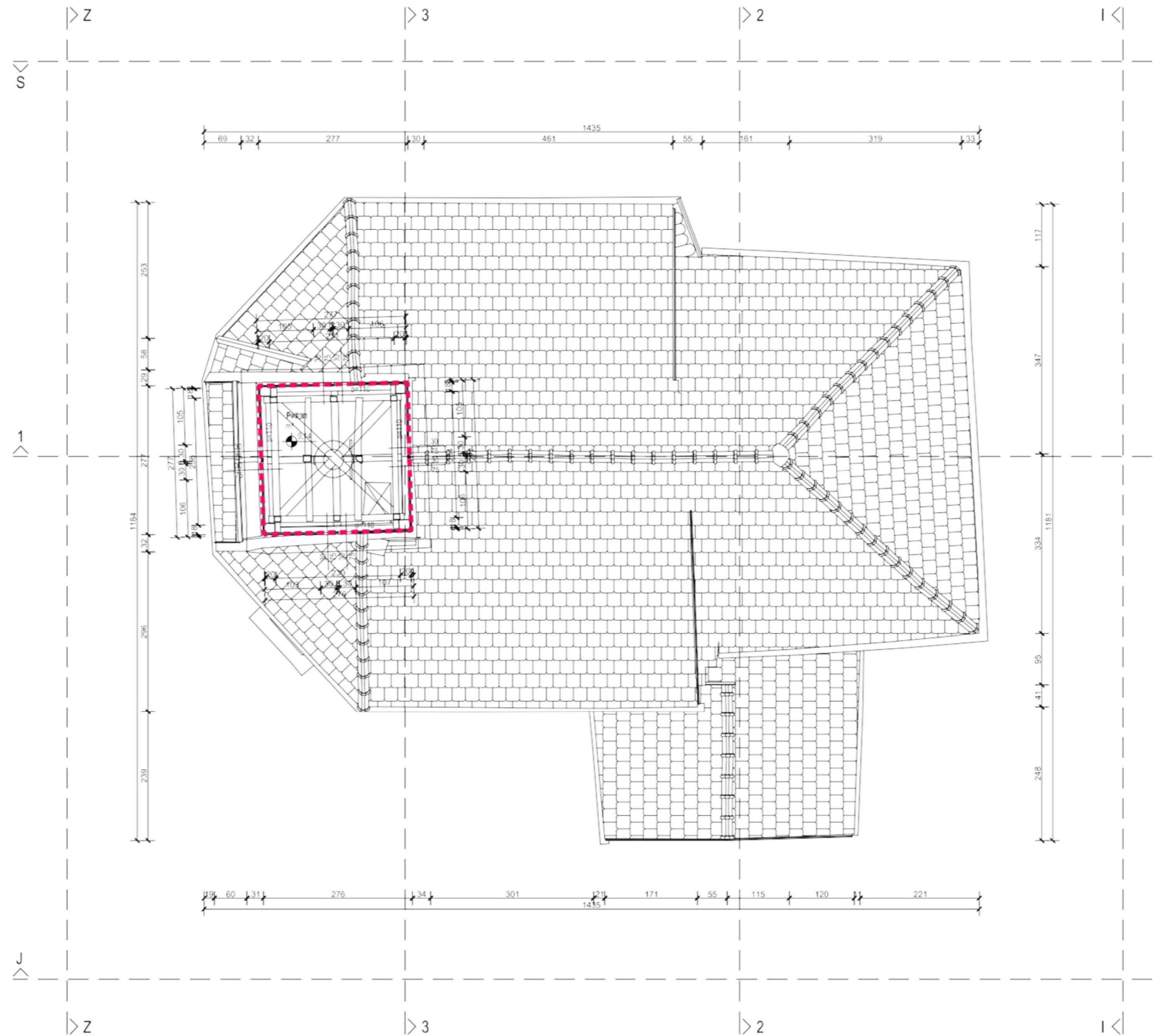
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva


FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 3 NOVO STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	20



TLOCRT RAZINA 4
NOVO STANJE
MJ 1:100



 DAŠČANA OPLATA d=24 mm, C24 - S VANJSKE STRANE NOSIVE KONSTRUKCIJE

PROVJERA SPOJEVA KROVNE KONSTRUKCIJE // DODATNA UGRADNJA KLANFI I VIJAKA
PROVJERA KROVNE KONSTRUKCIJE // DODATNA KONSTRUKCIJA (C24) U FORMI POSTOJEĆE

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin












Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

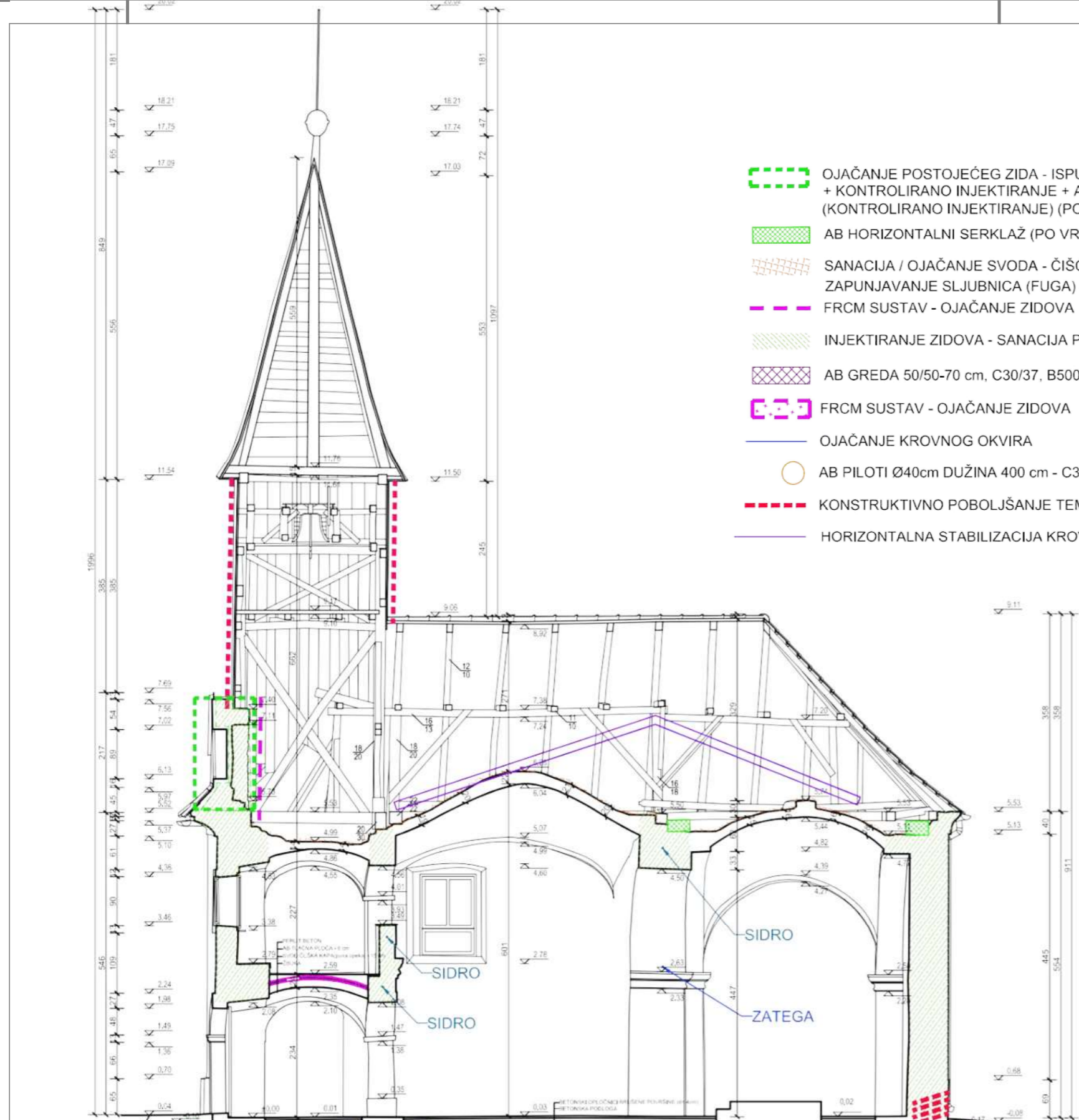
MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	TLOCRT RAZINA 4 NOVO STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	21

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



PRESJEK 1-1 NOVO STANJE MJ 1:100

-  OJAČANJE POSTOJEĆEG ZIDA - ISPUNJAVANJE STRUKTURE ZIDA + KONTROLIRANO INJEKTIRANJE + ANKERIRANJE - Ø16 + ANKERFIX MORT (KONTROLIRANO INJEKTIRANJE) (POVEZIVANJE ZIDA ANKERIMA)
-  AB HORIZONTALNI SERKLAŽ (PO VRHU ZIDOVA) cca 30/30 cm, C25/30, B500B
-  SANACIJA / OJAČANJE SVODA - ČIŠĆENJE + ZAKLINJAVANJE (ČELIČNIM PLOČICAMA) + ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA (FUGA) BUBREČIM MATERIJALOM + FRM SUSTAV S GORNJE STRANE
-  FRM SUSTAV - OJAČANJE ZIDOVA
-  INJEKTIRANJE ZIDOVA - SANACIJA PUKOTINA
-  AB GREDA 50/50-70 cm, C30/37, B500B
-  FRM SUSTAV - OJAČANJE ZIDOVA
-  OJAČANJE KROVNOG OKVIRA
-  AB PILOTI Ø40cm DUŽINA 400 cm - C30/37, B500B
-  KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA
-  HORIZONTALNA STABILIZACIJA KROVIŠTA - NOSAČI 5/15 cm, C24



Postojeća, planirana i prezentacijska linija terena

Postojeća, planirana i prezentacijska linija terena

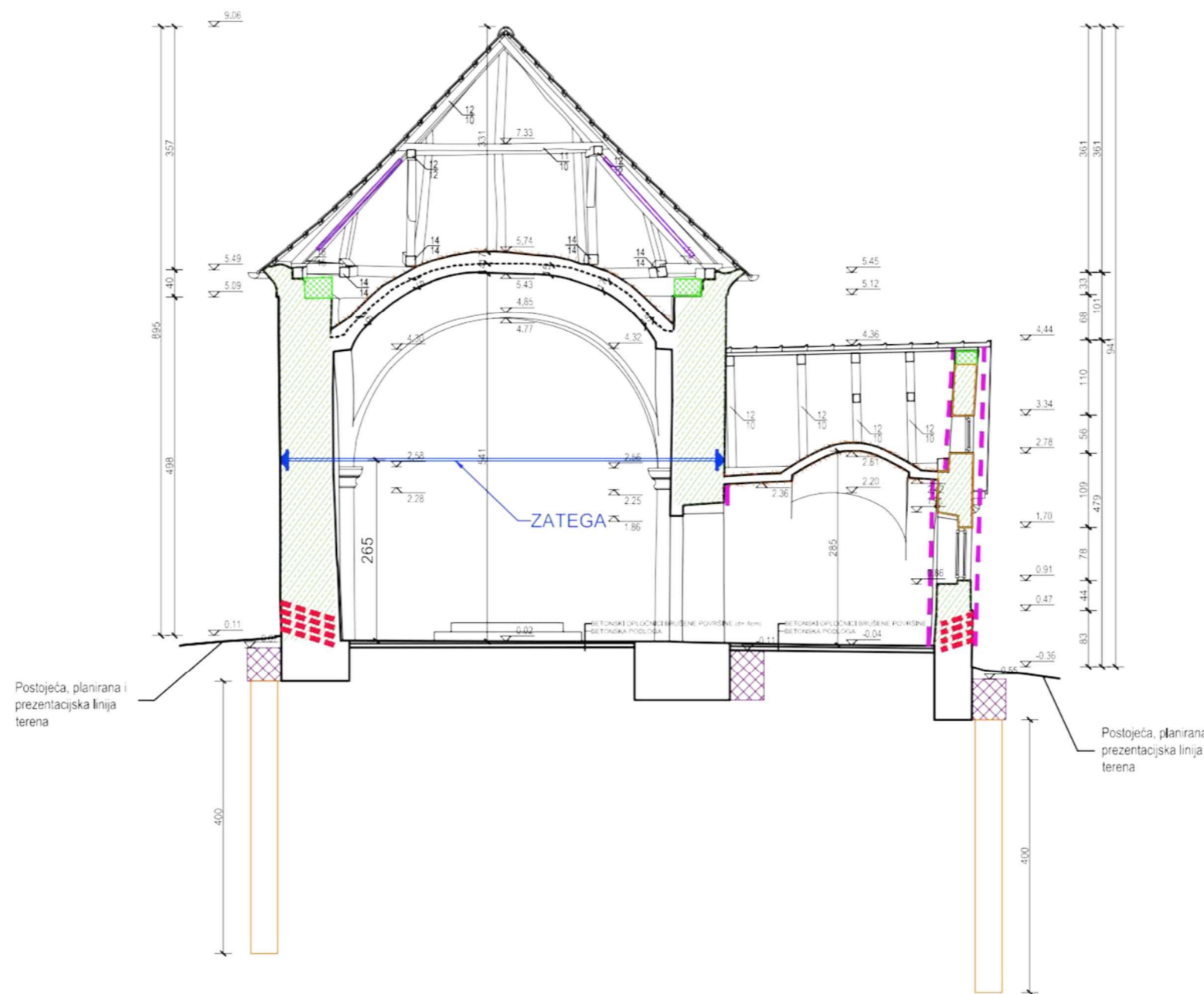
SVEUČILIŠTE SJEVER
 SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
 Odjel za Graditeljstvo
 Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.	
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921	
SADRŽAJ	PRESJEK 1-1 NOVO STANJE	
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA 2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG 22

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



PRESJEK 2-2
NOVO STANJE
MJ 1:100



- AB HORIZONTALNI SERKLAŽ (PO VRHU ZIDOVA) cca 30/30 cm, C25/30, B500B
- SANACIJA / OJAČANJE SVODA - ČIŠĆENJE + ZAKLINJAVANJE (ČELIČNIM PLOČICAMA) + ZAPUNJAVANJE SLJUBNICA (FUGA) BUBREČIM MATERIJALOM + FRM SUSTAV S GORNJE STRANE
- FRM SUSTAV - OJAČANJE ZIDOVA
- INJEKTIRANJE ZIDOVA - SANACIJA PUKOTINA
- AB GREDA 50/50-70 cm, C30/37, B500B
- OJAČANJE KROVNOG OKVIRA
- AB PILOTI Ø40cm DUŽINA 400 cm - C30/37, B500B
- KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA
- HORIZONTALNA STABILIZACIJA KROVIŠTA - NOSAČI 5/15 cm, C24

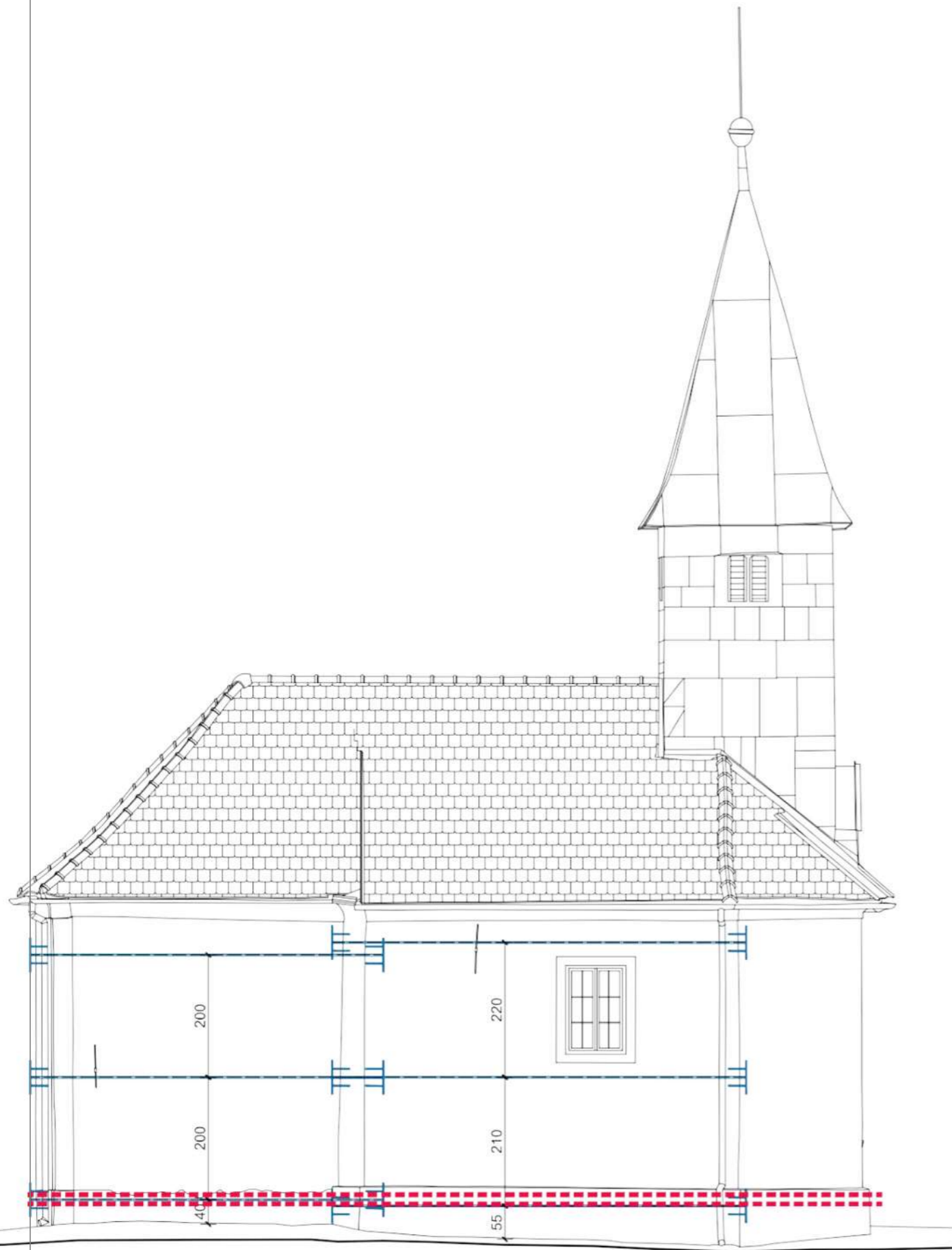
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	PRESJEK 2-2 NOVO STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	23

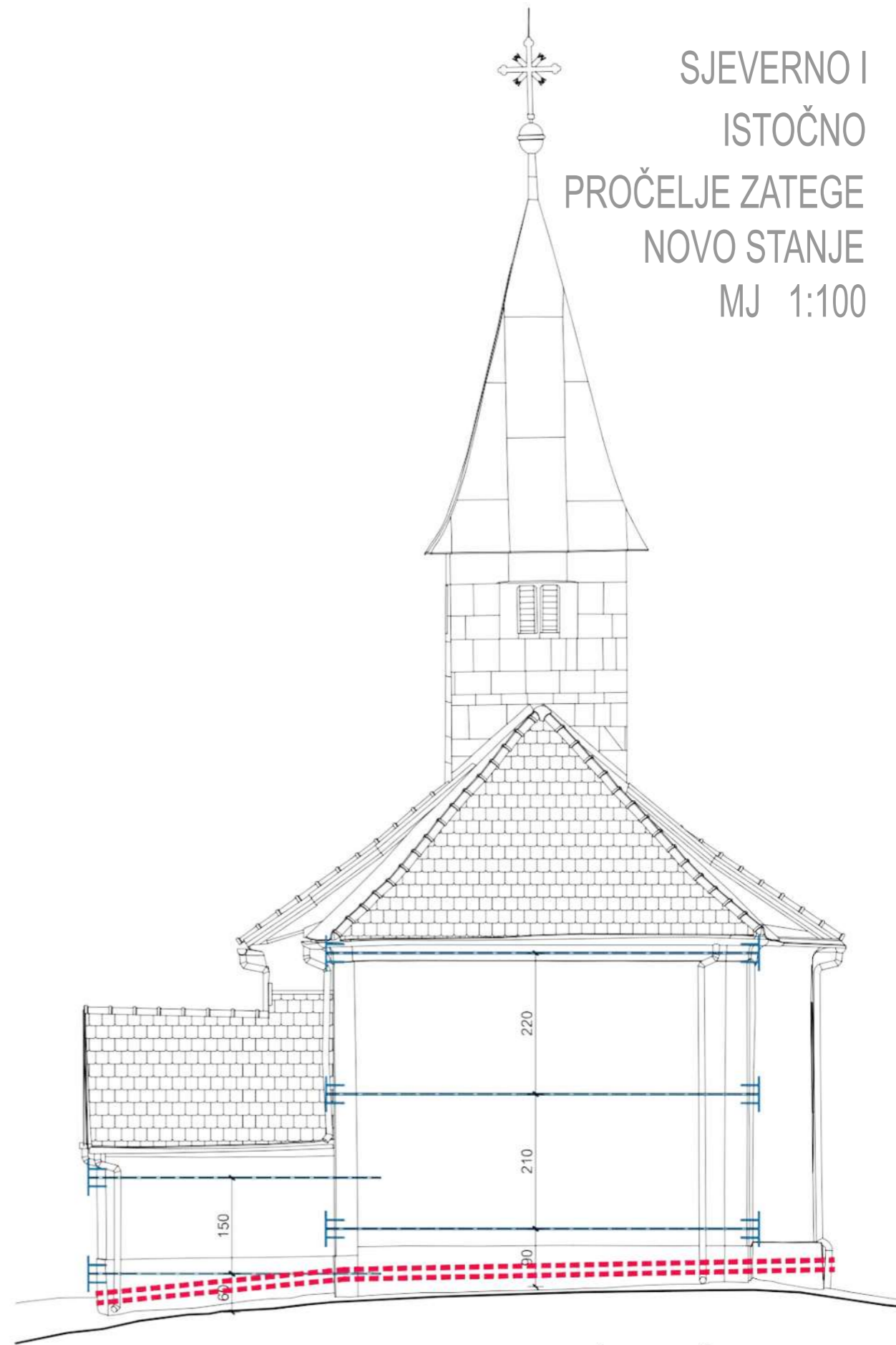


SJEVERNO I
ISTOČNO
PROČELJE ZATEGE
NOVO STANJE
MJ 1:100



SJEVERNO PROČELJE

- SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA (BEZ SIDRENOG BLOKA NA UNUT. ZIDU) - KONTROLIRANO BUŠENJE
- SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA
- KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA



ISTOČNO PROČELJE

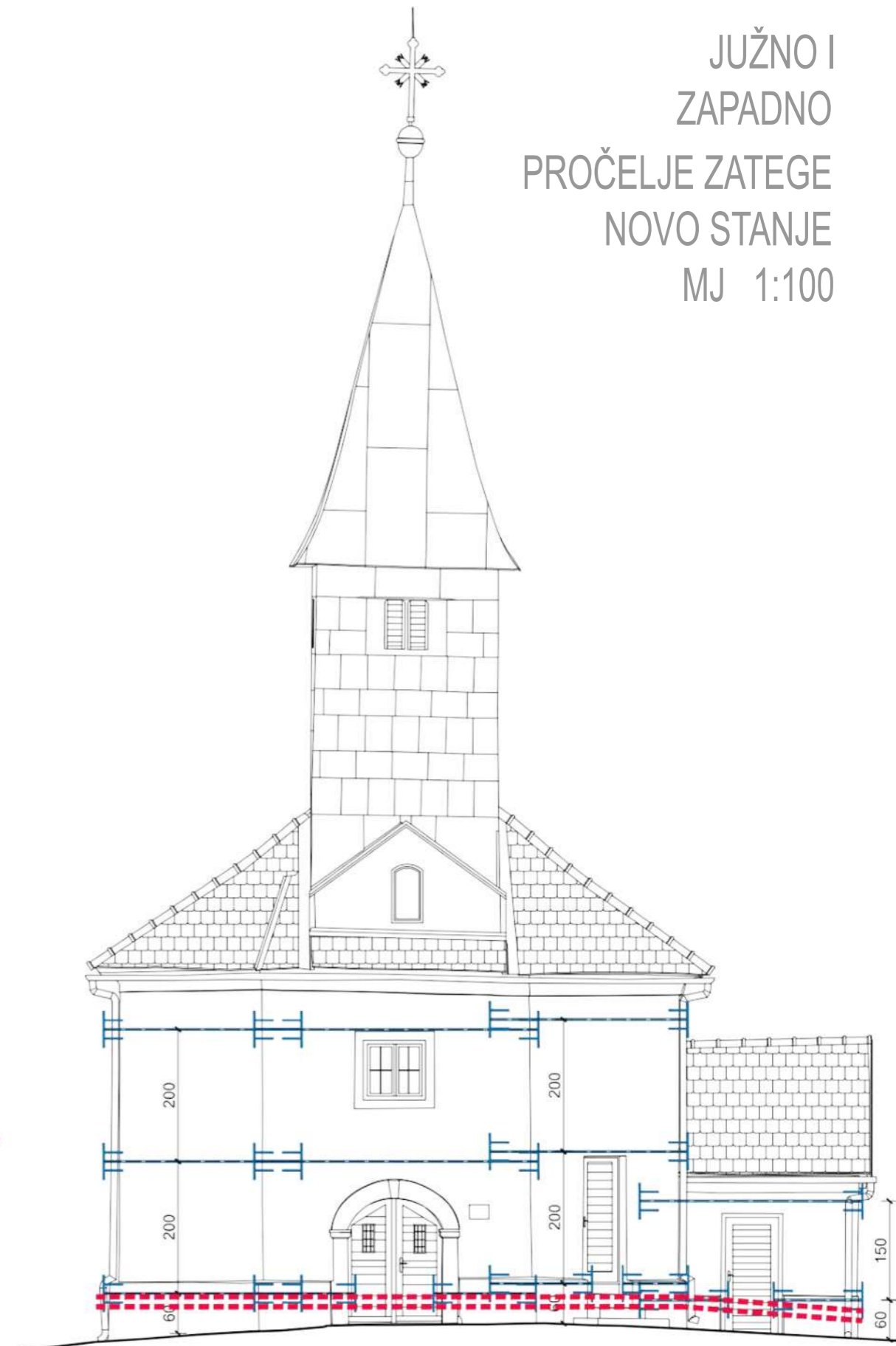
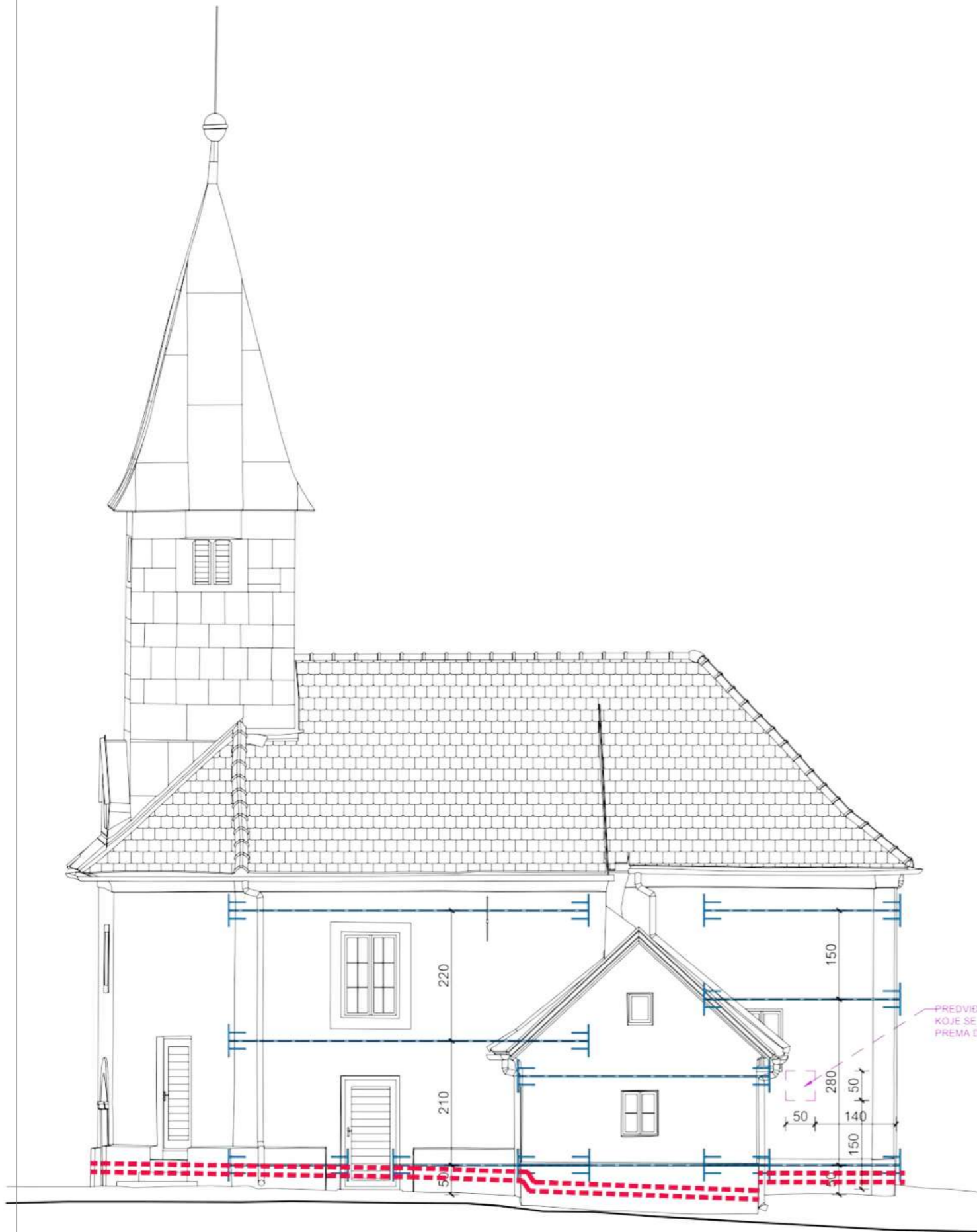
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ	DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.	
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA	MJERILO	1 : 100	PRILOG	24	

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921
SADRŽAJ	ISTOČNO I SJEVERNO PROČELJE ZATEGE NOVO STANJE

JUŽNO I
ZAPADNO
PROČELJE ZATEGE
NOVO STANJE
MJ 1:100



JUŽNO PROČELJE

- SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA (BEZ SIDRENOG BLOKA NA UNUT. ZIDU) - KONTROLIRANO BUŠENJE
- SIDRA Ø25, B500B - OJAČANJE POSTOJEĆIH ZIDOVA
- KONSTRUKTIVNO POBOLJŠANJE TEMELJA

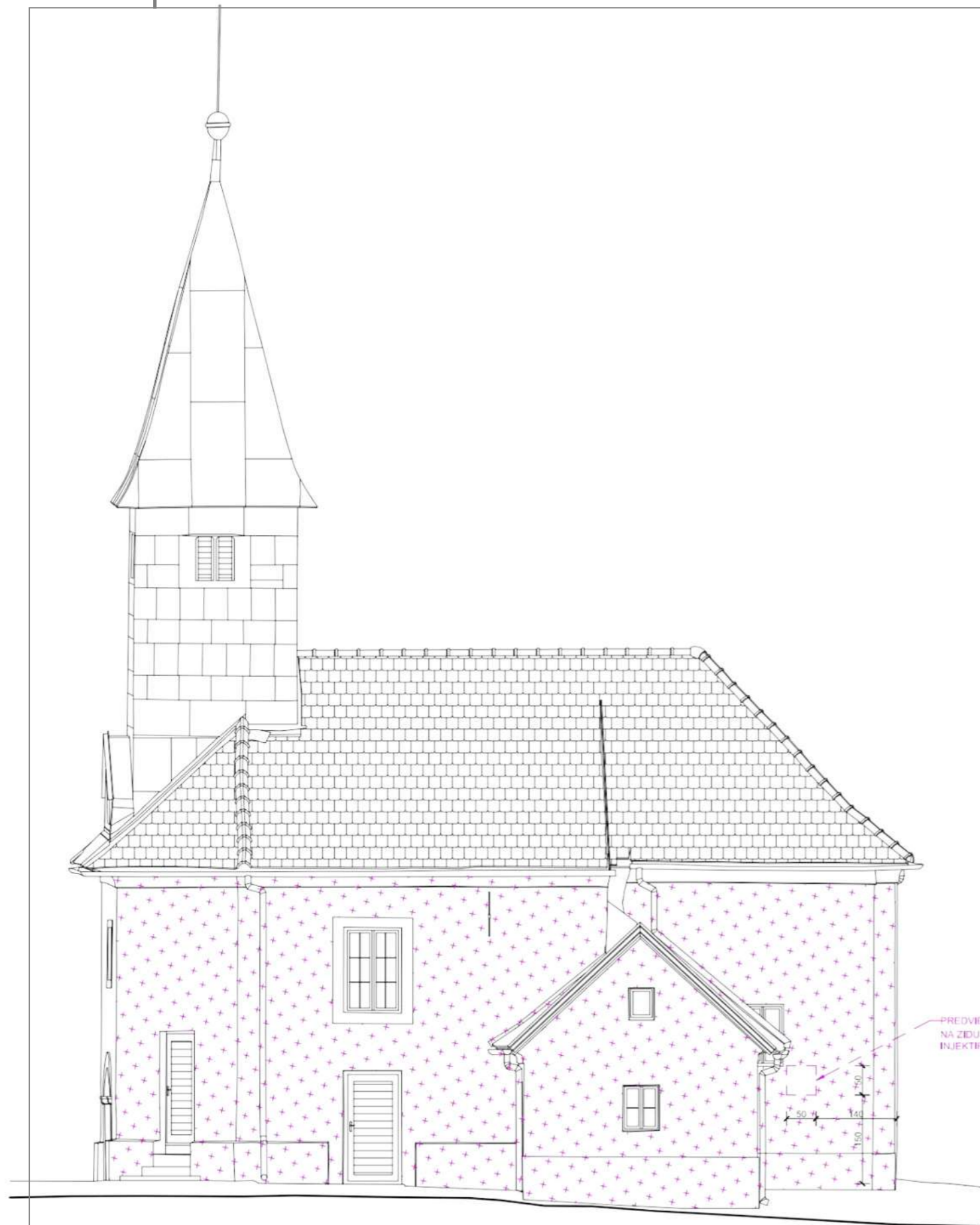
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

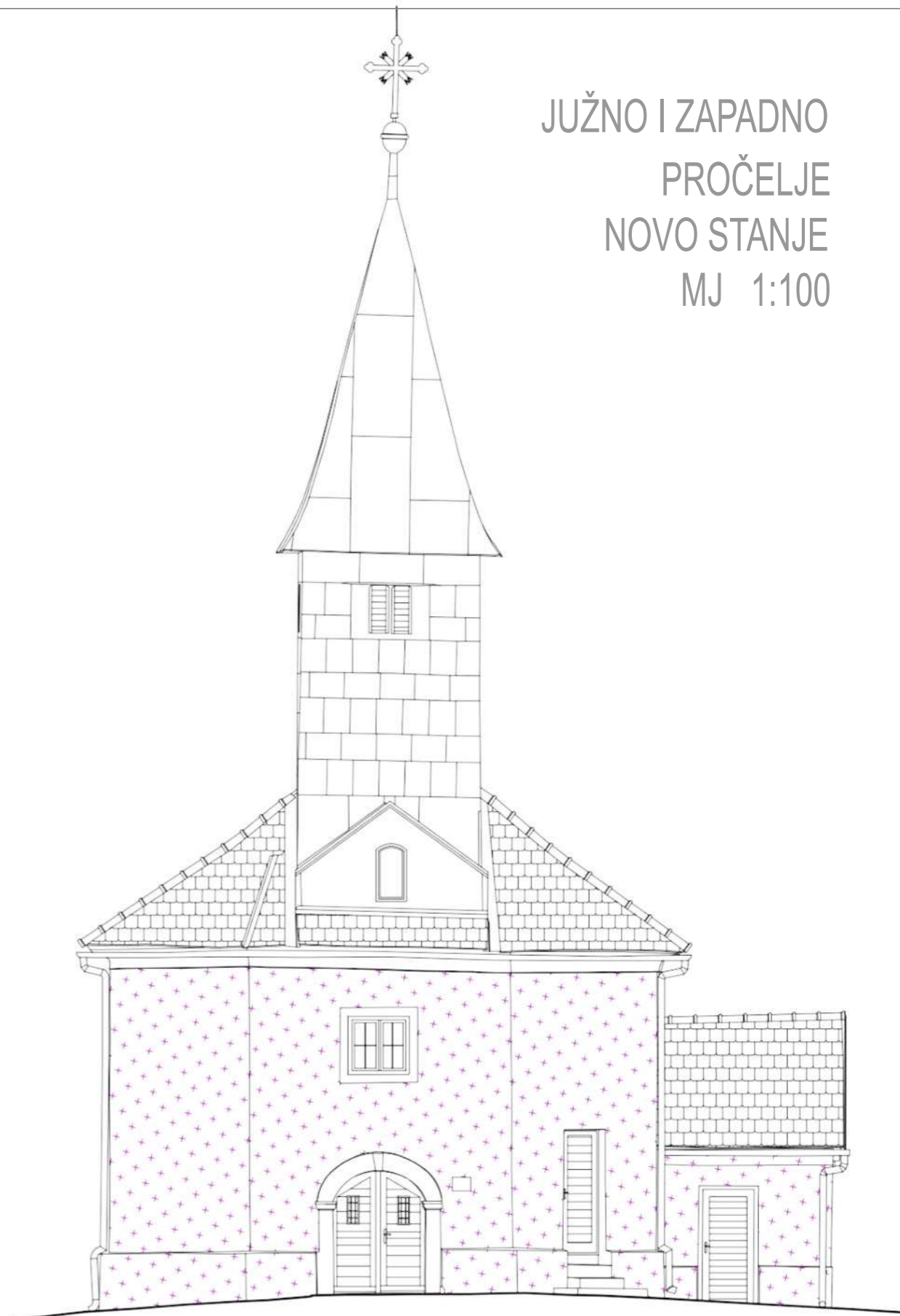
MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	JUŽNO I ZAPADNO PROČELJE ZATEGE NOVO STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	25



JUŽNO I ZAPADNO
PROČELJE
NOVO STANJE
MJ 1:100



JUŽNO PROČELJE



ZAPADNO PROČELJE

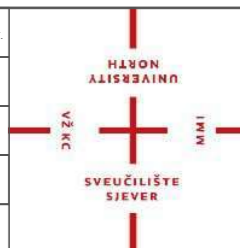
 FRCM SUSTAV - OJAČANJE ZIDOVA

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

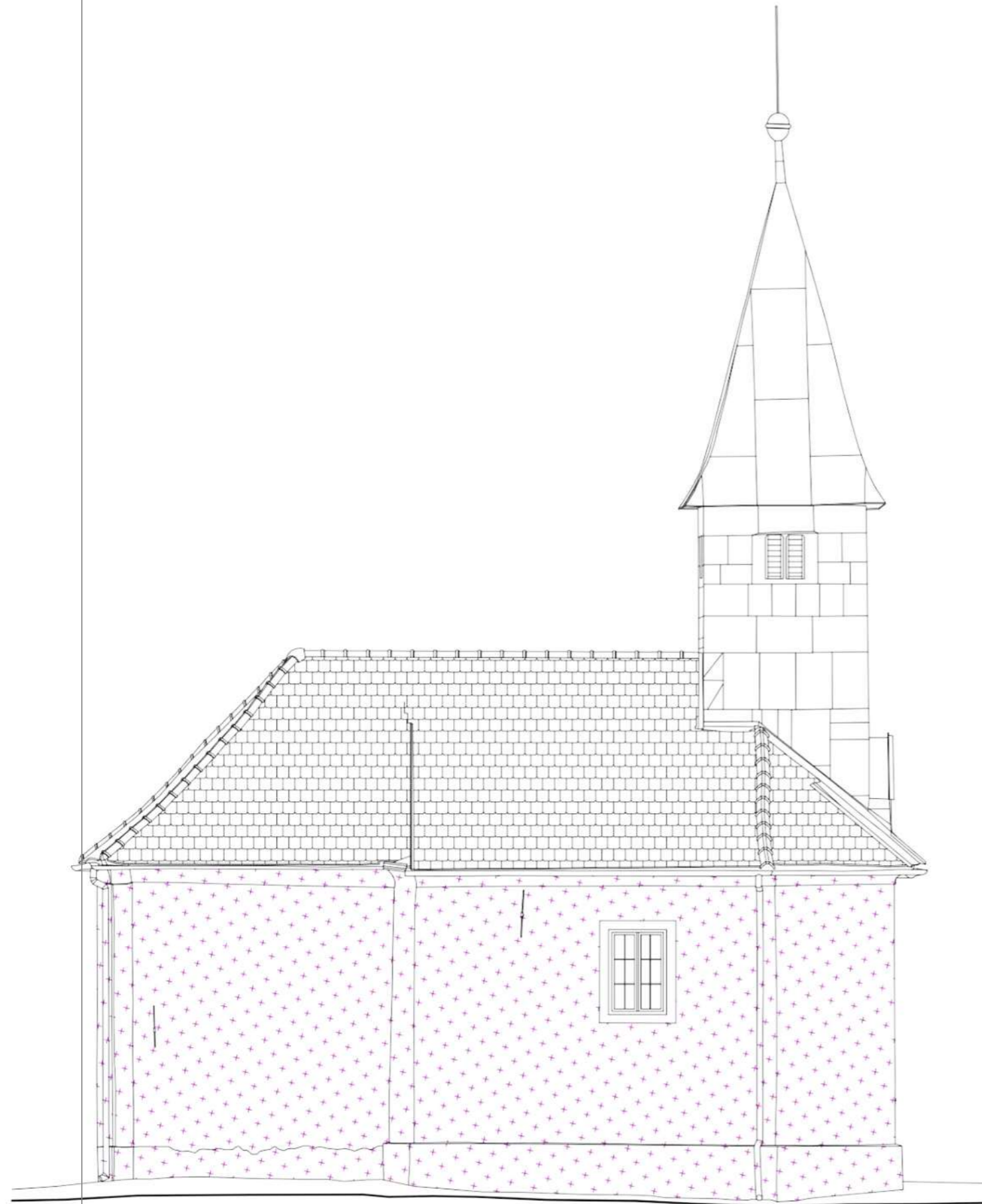
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	JUŽNO I ZAPADNO PROČELJE NOVO STANJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	1 : 100	PRILOG	26

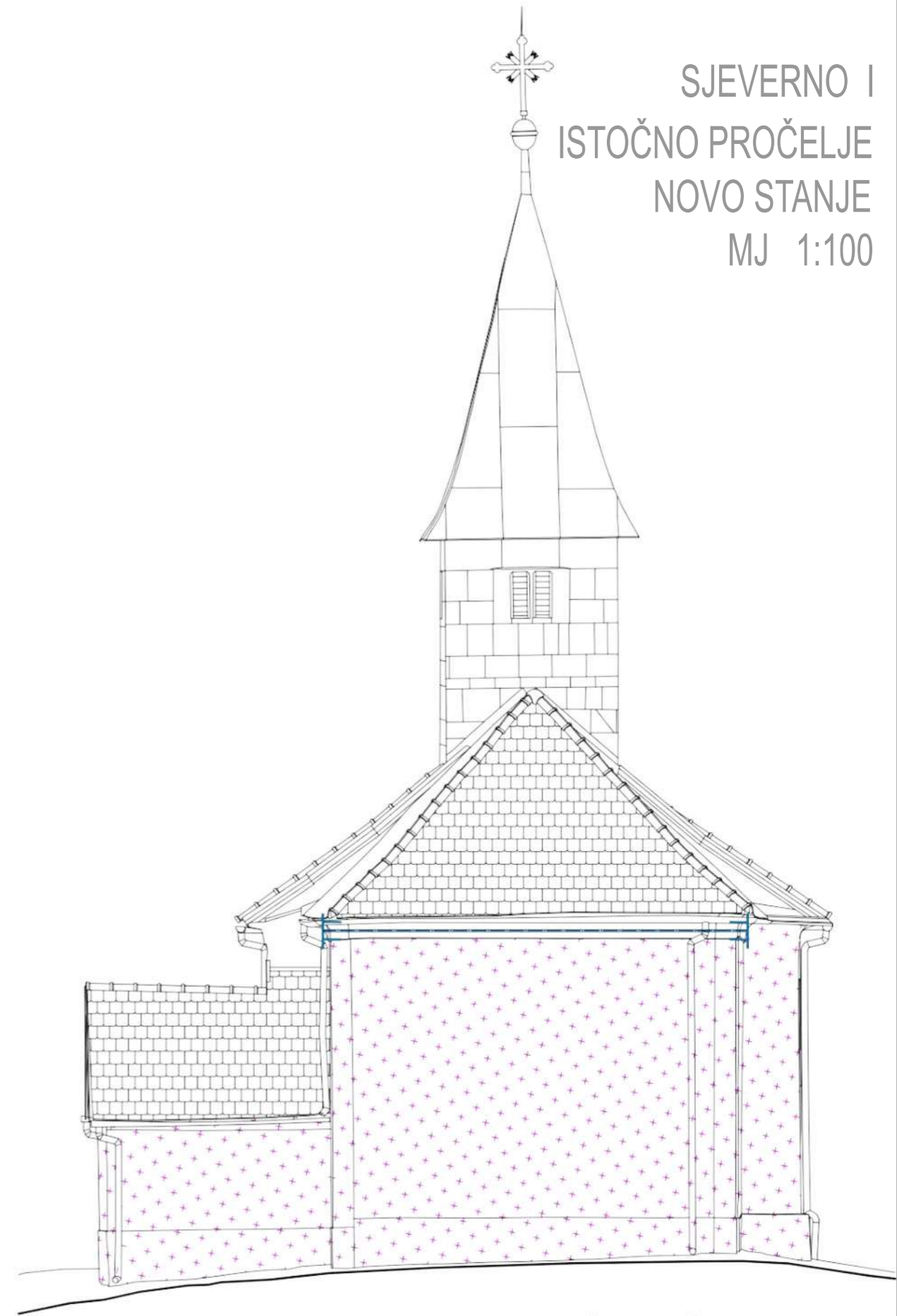
FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA



SJEVERNO I
ISTOČNO PROČELJE
NOVO STANJE
MJ 1:100



SJEVERNO PROČELJE



ISTOČNO PROČELJE

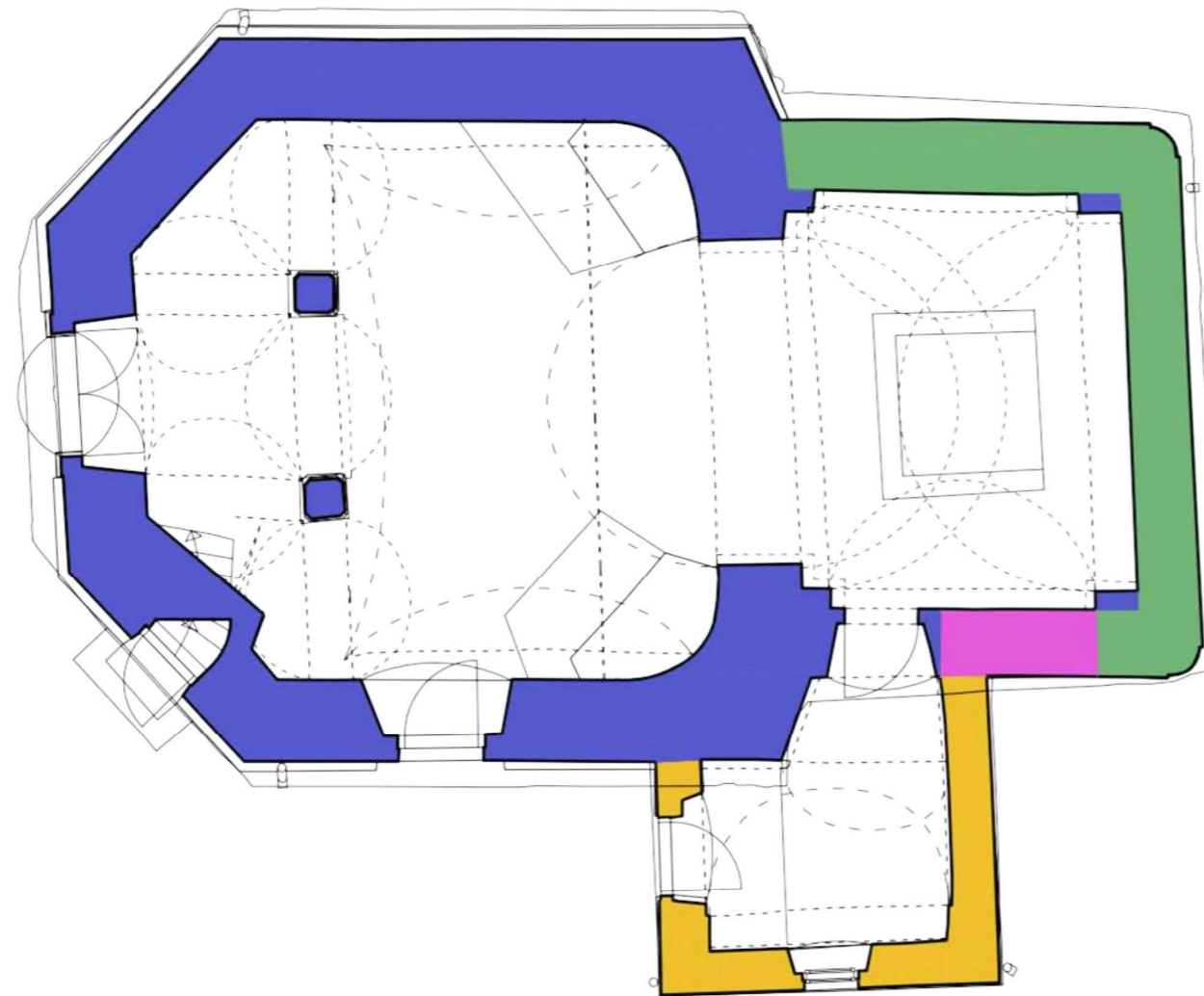
 FRCM SUSTAV - OJAČANJE ZIDOVA

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ	DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.	
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA	MJERILO	1 : 100	PRILOG	27	

TLOCRT
 DATACIJA ZIDOVA SHEMA



Legenda:

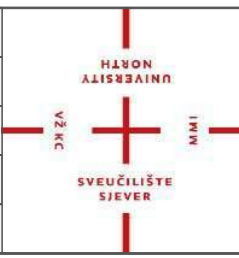
- do 17. stoljeća
- 17. / 18. stoljeće
- prva polovina 19. stoljeća
- 19. stoljeće



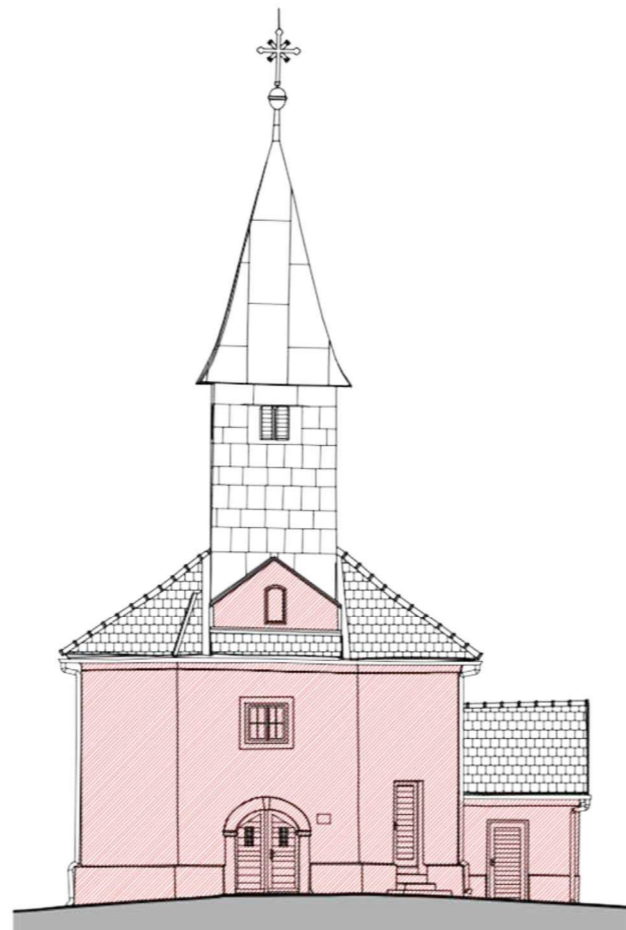
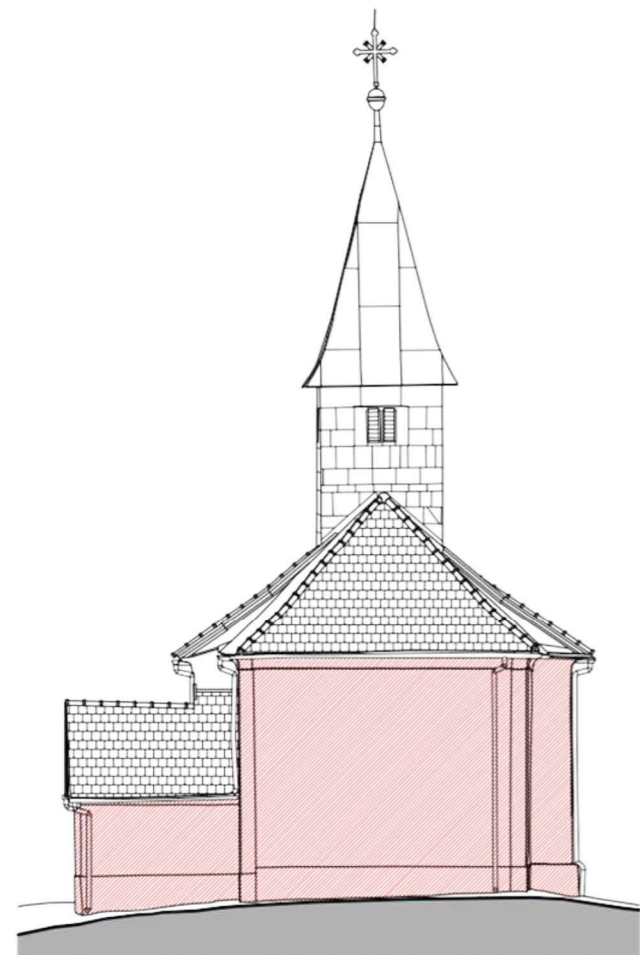
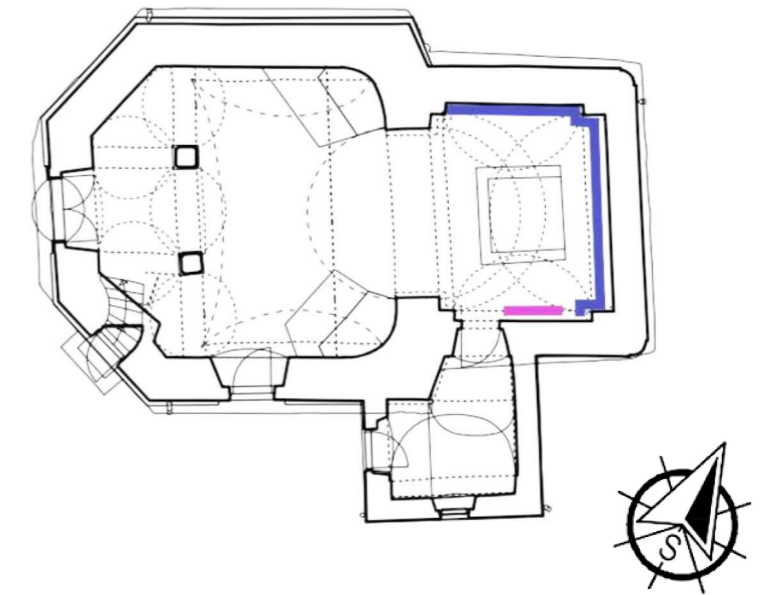
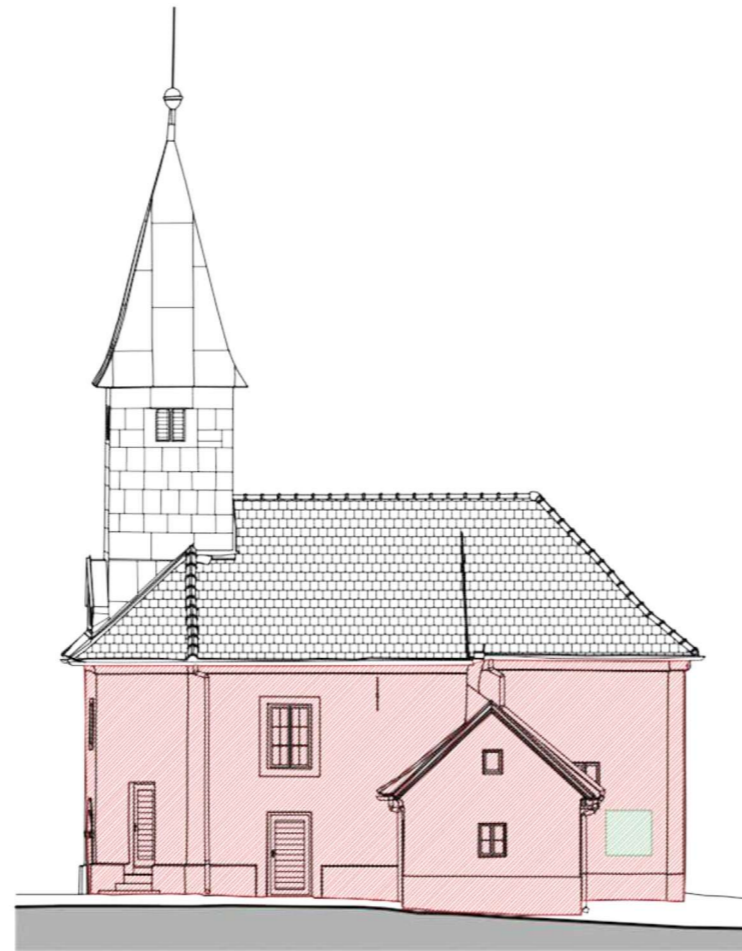
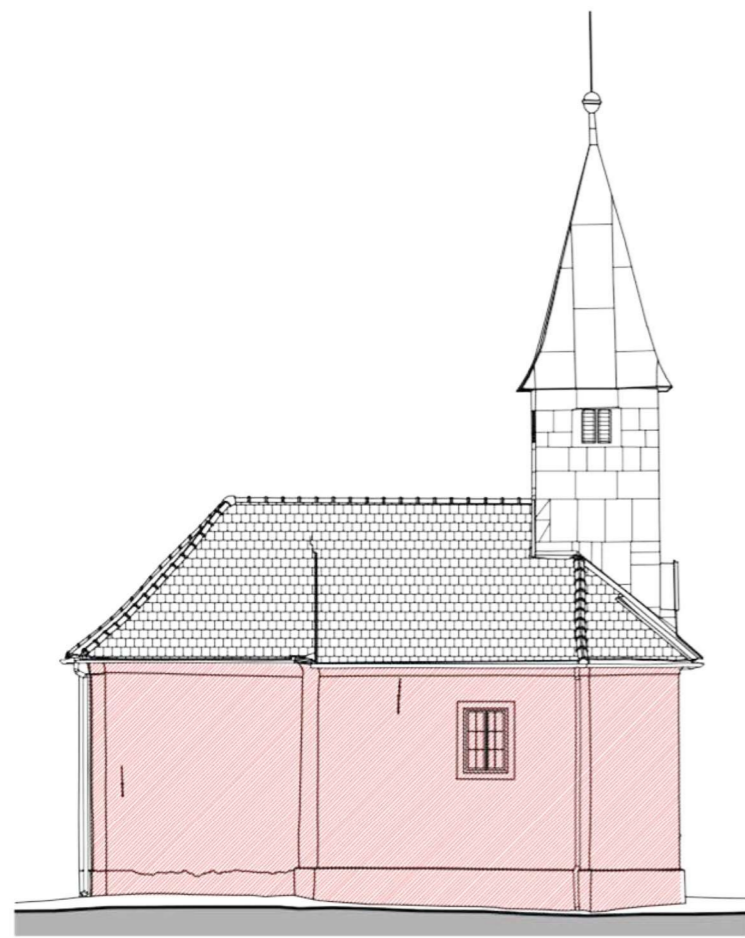
SVEUČILIŠTE SJEVER
 SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
 Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin
 Odjel za Graditeljstvo
 Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	DATACIJA ZIDOVA		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	PRILOG	28	



TLOCRT I PROČELJA EVIDENCIJA ŽBUKE I OSLIKA SHEMA



Legenda:

- cementna žbuka iz druge pol. 20. st.
- fragment povijesne/izvorne žbuke grubozrnate obrade sa svijetložutim obojenjem
- tragovi jednostavnih oslika 18. / 19. st. (bordure, bojana polja, itd..)
- fragment starije (srednjovjekovne?) žbuke s oslikom - grafiti (?)

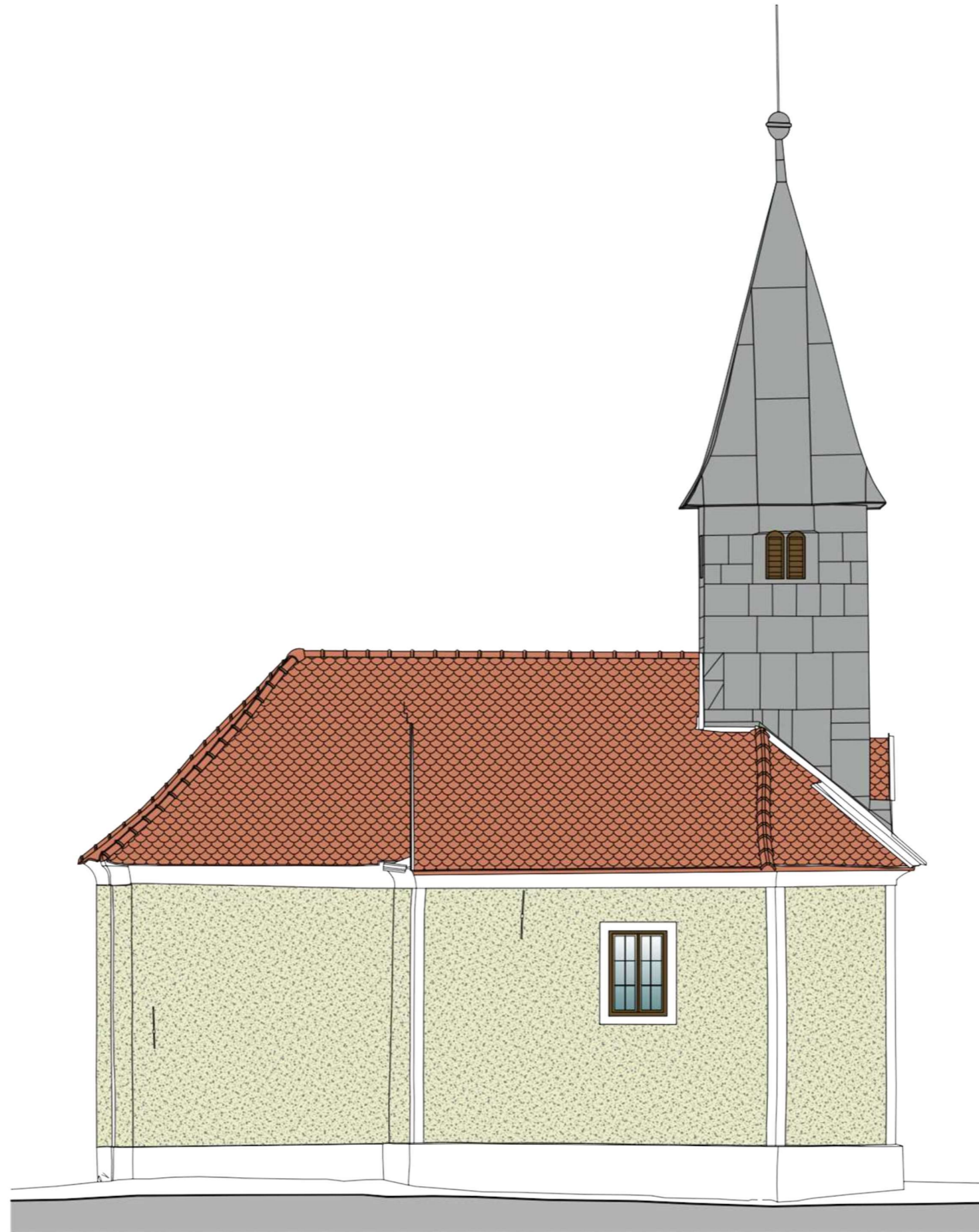
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	EVIDENCIJA OSLIKA I ŽBUKE TLOCRT I PROČELJA		
FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO		PRILOG	29



SJEVERNO PROČELJE
PRIJEDLOG PREZENTACIJE



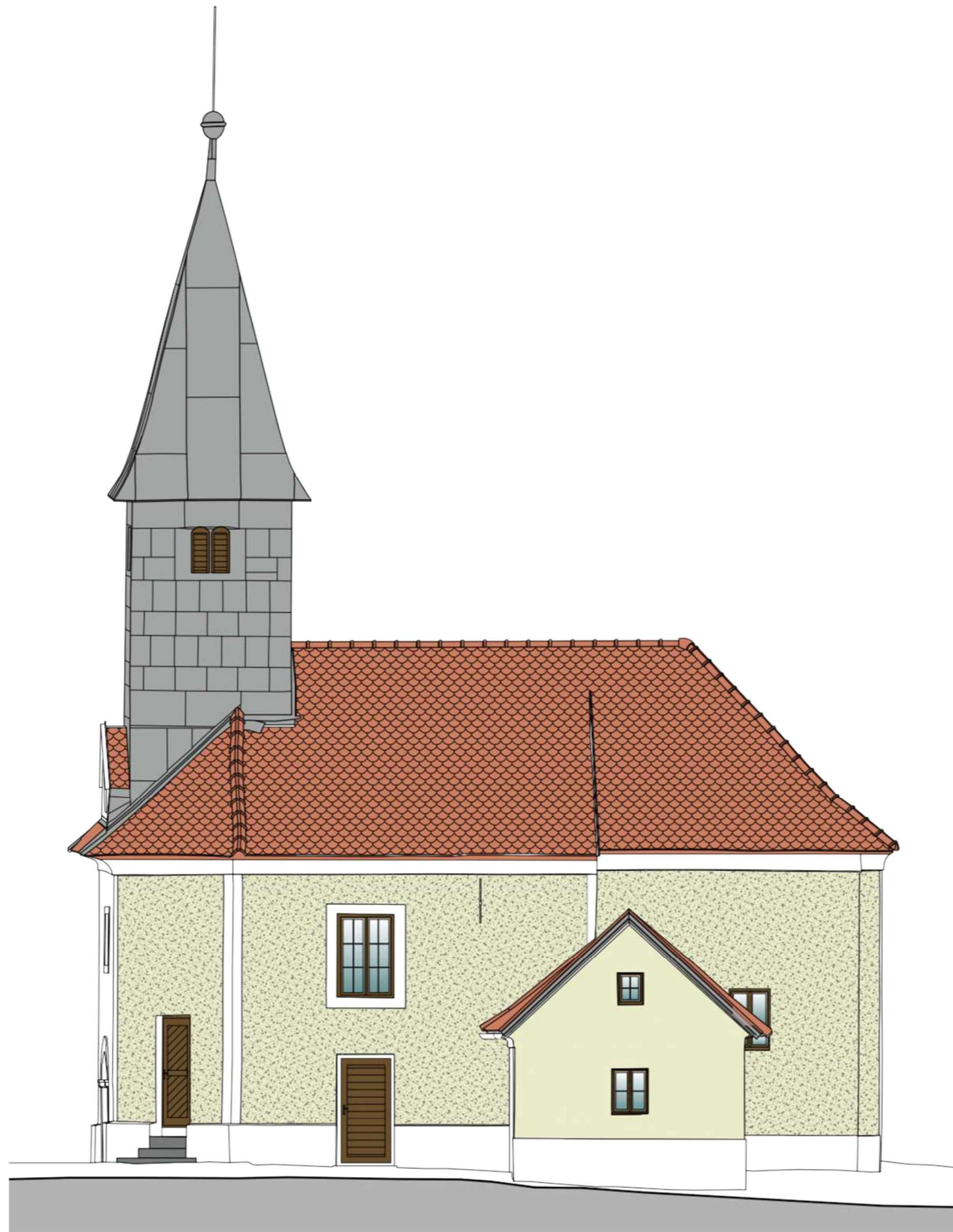
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN Odjel za Graditeljstvo
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	SJEVERNO PROČELJE PRIJEDLOG PREZENTACIJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO		PRILOG	30



JUŽNO PROČELJE
PRIJEDLOG PREZENTACIJE

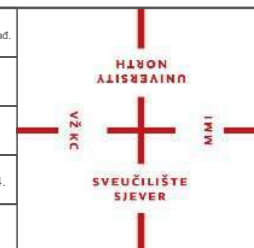


SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin

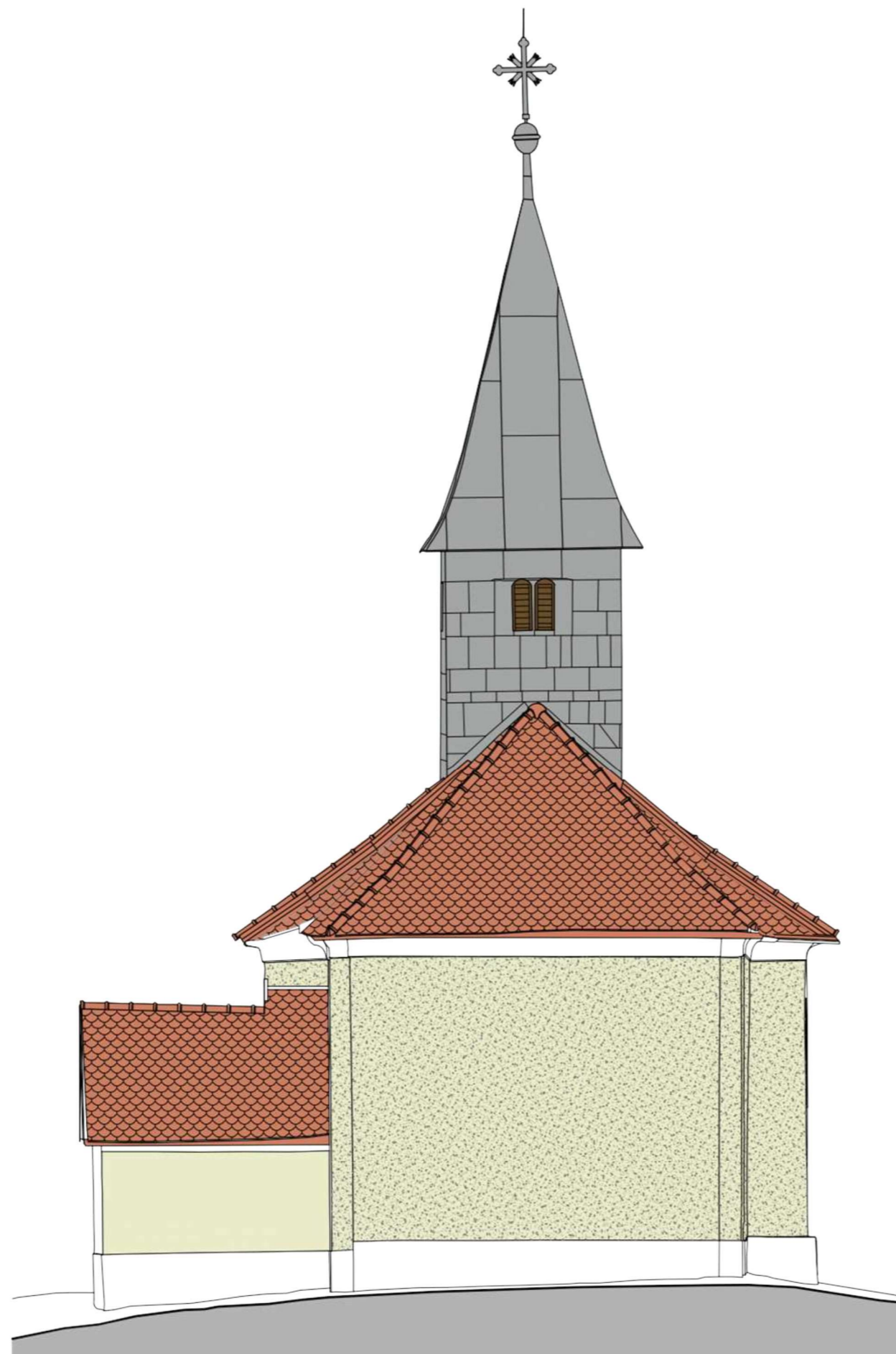
Odjel za Graditeljstvo
Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	JUŽNO PROČELJE PRIJEDLOG PREZENTACIJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO		PRILOG	31



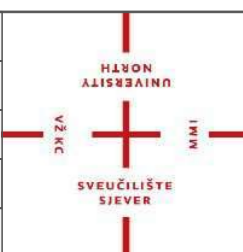
ISTOČNO PROČELJE
PRIJEDLOG PREZENTACIJE



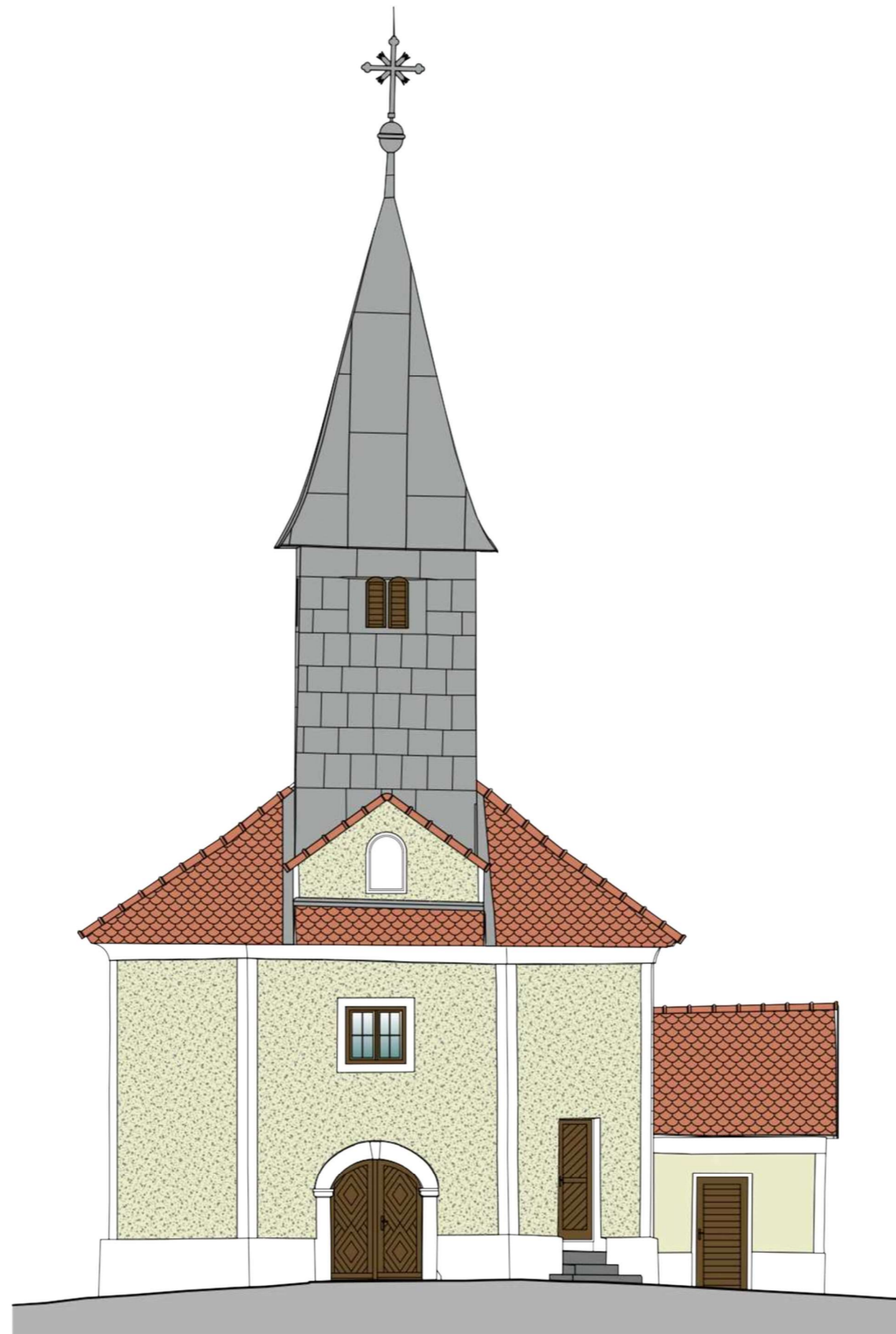
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN Odjel za Graditeljstvo
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	ISTOČNO PROČELJE PRIJEDLOG PREZENTACIJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO		PRILOG	32



ZAPADNO PROČELJE
PRIJEDLOG PREZENTACIJE



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN Odjel za Graditeljstvo
Jurja Križanića 31b, 42 000 Varaždin Sveučilišni diplomski studij graditeljstva

FAZA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD	GRADEVINA	Kapela sv. Križa u mjestu Sveti Križ
VRSTA PROJEKTA	GRADEVINSKI PROJEKT	KOLEGIJ	REVITALIZACIJE, KONZERVACIJE I RESTAURACIJE GRADEVINA

MENTOR	doc. dr. sc. Matija Orešković, dipl. ing. grad.		
STUDENT	Vlatka Švigir, 0336017921		
SADRŽAJ	ZAPADNO PROČELJE PRIJEDLOG PREZENTACIJE		
DATUM	kolovoz 2024.	AKADEMSKA GODINA	2023./2024.
MJERILO	PRILOG	33	

