

Revitalizacija autohtone kamene kuće u kontinentalnom dijelu Hrvatske s naglaskom na detalje izvedbe

Žuti, Iris

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:423454>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-01**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN



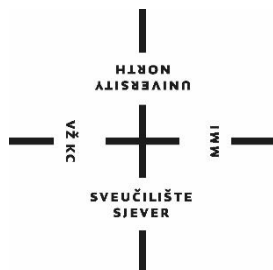
DIPLOMSKI RAD br. 87/GRD/2023

**REVITALIZACIJA AUTOHTONE KAMENE KUĆE U
KONTINENTALNOM DIJELU HRVATSKE S
NAGLASKOM NA DETALJE IZVEDBE**

Iris Žuti

Varaždin, rujan 2023.

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Studij Graditeljstva



DIPLOMSKI RAD br. 87/GRD/2023

**REVITALIZACIJA AUTOHTONE KAMENE KUĆE
U KONTINENTALNOM DIJELU HRVATSKE S
NAGLASKOM NA DETALJE IZVEDBE**

Student

Iris Žuti, 9996001514

Mentor

doc.dr.sc. Matija Orešković

Varaždin, rujan 2023. godine

ZAHVALA I POSVETA

Najprije želim, od sveg srca, zahvaliti svom mentoru, profesoru dr.sc. Matiji Oreškoviću na prihvaćanju teme ovog diplomskog rada te na savjetima i pomoći, strpljivosti i razumijevanju koje je iskazao tijekom mentoriranja, ali i tijekom školovanja.

Svim profesorima Sveučilišta Sjever, odjela za Graditeljstvo veliko hvala na provedenoj nastavi tokom koje su prenosili svoja znanja i iskustva.

Želim zahvaliti kolegama koji su bili uz mene za vrijeme studija, a posebno bih istaknula kolegicu Dunju i kolegu Ratka koji su me najviše bodrili.

Ogromno hvala mojem dragom prijatelju Dubravku. Znam koliko sam puta bila dosadna i naporna, ali se nikada nije oglušio kad sam tražila pomoć već je strpljivo tražio rješenja za moje probleme, a pritom vlastite brige i obveze stavljao sa strane. Silno sam mu zahvalna.

Najveća hvala mom ocu koji je zaslužan za obnovu kamene kuće.. Zajedno smo pune tri godine, svakodnevno (uz posao), po svim vremenskim uvjetima, odrađivali građevinske radove. Jednom prilikom mi je rekao „da ne mogu završiti studij Graditeljstva i biti šef, ako ne znam kako je biti pomoćni radnik“ i znam da je upravu. Zahvalna sam što sam na vlastitim rukama iskusila krvave žuljeve od miješanja morta i kopanja. Time sam naučila poštovati rad i trud drugih. Za mene ovaj diplomski rad ima neprocjenjivu vrijednost, jer svakoj stranici koja je nastala, prethodio je težak fizički rad i znoj na terenu.

Neizmjerno hvala mojoj majci koja je uvijek uz mene, koja se silno trudi i stavlja naše potrebe ispred vlastitih. Hvala i svim članovima obitelji koji su pomagali da izgradim svoj budući dom.

Ovaj rad posvećujem svom sinu Ernold – Petru.

Voli te mama!

SAŽETAK

Kamena kuća se kroz ovaj diplomski rad obrađuje na način da je najprije tehničkom dijagnozom ocijenjeno zatečeno stanje. Prikazana su oštećenja konstruktivnih elemenata, a zatim je kroz analizu potrebnih zahvata predstavljeno nekoliko načina izvođenja sanacije oštećenih konstruktivnih dijelova. U konačnici je prikazana cjelokupna provedba revitalizacije s brojnim detaljima izvedbe. Slikovno su prikazani postupci sanacije temelja, zidova, stropne i podne konstrukcije, krovišta, terase te uvođenje električnih, vodovodnih i kanalizacijskih instalacija. Svi radovi rađeni su samostalnom izvedbom, tradicionalnim metodama i tehnikama. Ovakav način obnove unosi dodatne vrijednosti glede osjećaja napora kojeg su imali graditelji prilikom izgradnje takvih kamenih kuća.

Ključne riječi: kamen, kamena kuća, adaptacija, revitalizacija, restauracija, sanacija, obnova kamenih objekata

SUMMARY

The stone house is processed through this diploma thesis in such a way that the found state is first evaluated by technical diagnosis. The damage to the structural elements is shown, and then, through the analysis of the necessary procedures, several ways of performing the repair of the damaged structural parts are presented. In the end, the entire implementation of the revitalization is shown with numerous details of the performance. The procedures for renovating foundations, walls, ceiling and floor structures, roofs, terraces, and the introduction of electrical, water and sewerage installations are illustrated. All work was done independently, using traditional methods and techniques. This type of renovation adds additional value to the sense of effort the builders put into building such stone houses.

Key words: stone, stone house, adaptation, revitalization, restoration, renovation, restoration of stone buildings

POPIS KORIŠTENIH KRATICA

OZNAKA	MJERNA JEDINICA	ZNAČENJE
B	m	Širina
L	m	Dužina
F_b	N	Potresna sila
m	kg	Masa
a_g	m/s^2	Proračunsko ubrzanje tla
γ_1	-	Razred važnosti zgrada
q	kN/m^2	Uporabno opterećenje
g	kN/m^2	Stalno opterećenje
φ	-	Faktor kombinacije
ψ_2	-	Faktor kombinacije
l_0	m	Svijetli raspon
l	m	Proračunski raspon
M_{max}	kNm	Maksimalni moment
σ_{dop}	kN/m^2	Dopušteno naprezanje
σ_{stv}	kN/m^2	Stvarno naprezanje
W_{pot}	cm^3	Potrebni moment inercije
W_{stv}	cm^3	Stvarni moment inercije
τ_{dop}	kN/m^2	Dopušteno posmično naprezanje
τ_{stv}	kN/m^2	Stvarno posmično naprezanje
E	MPa	Modul elastičnosti
μ_i	-	Koeficijent oblika opterećenja snijegom
C_e	-	Koeficijent izloženosti
C_t	-	Toplinski koeficijent
s_k	kN/m^2	Karakteristična vrijednost opterećenja snijega na tlo
s	kN/m^2	Opterećenje snijegom
$c_e(z_e)$	-	Koeficijent izloženosti vanjskog tlaka
$c_e(z_i)$	-	Koeficijent izloženosti unutarnjeg tlaka
c_{pe}	-	Koeficijent vanjskog tlaka
c_{pi}	-	Koeficijent unutarnjeg tlaka
ρ	kg/m^3	Gustoća
w_e	Pa	Tlak vjetra na vanjske površine

OZNAKA	MJERNA JEDINICA	ZNAČENJE
w_i	Pa	Tlak vjetra na unutarnje površine
φ	$^\circ$	Kut unutarnjeg trenja
c	kPa	Kohezija
γ	kN/m^3	Specifična (jedinična) težina
R_d	kN/m^2	Računska nosivost
N_{Ed}	kN/m^2	Računska sila
N_c, N_q, N_γ	-	Faktori nosivosti
b_c, b_q, b_γ	-	Faktori nagiba osnovice temelja
s_c, s_q, s_γ	-	Faktori oblika temelja
i_c, i_q, i_γ	-	Faktori nagiba opterećenja

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo		
PRISTUPNIK	Iris Žuti	MATIČNI BROJ	9996001514
DATUM	28.08.2023.	KOLEGIJ	Revitalizacije, konzervacije i restauracije građevina
NASLOV RADA	Revitalizacija autohtone kamene kuće u kontinentalnom dijelu Hrvatske s naglaskom na detalje izvedbe		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Revitalization of an autochthonous stone house in the continental part of Croatia with emphasis on construction details		
MENTOR	Matija OREŠKOVIĆ	ZVANJE	Docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof.dr.sc. Božo SOLDO 2. doc.dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ 3. doc.dr.sc. Aleksej ANISKIN 4. doc.dr.sc. Danko MARKOVINOVIĆ 5. _____		

Zadatak diplomskog rada

BROJ	87/GRD/2023
OPIS	Diplomskim radom potrebno je prikazati način potpune revitalizacije autohtone kamene kuće kontinentalnog dijela Hrvatske s prikazom detalja izvedbe. Rad se sastoji od: Uvod Predmetna građevina Seizmičke karakteristike terena i geološki sastav tla Tehnički opis i ocjena postojećeg stanja građevinske konstrukcije Analiza potrebnih zahvata revitalizacije Statički proračun i dokazi za temeljne zahtjeve za građevinu Usporedba korištene metode proračuna/istraživanja s nekoliko ostalih metoda Izvođenje i obnova građevine u fazama Zaključak Rad treba sadržavati vlastite priloge, detalje, nacрте koji trebaju biti tekstualno potkrijepljeni. Potrebno se pridržavati svih smjernica naučenim u kolegiju „Metodologija znanstvenog istraživanja“

ZADATAK URUČEN

26.09.2023.

POTPIS MENTORA



SADRŽAJ

ZAHVALA I POSVETA	I
SAŽETAK.....	II
SUMMARY	III
POPIS KORIŠTENIH KRATICA	IV
1. UVOD	4
2. PREDMETNA GRAĐEVINA	5
2.1. Izvadak iz zemljišnih knjiga.....	5
2.2. Prikaz posjedovnog lista.....	6
2.3. Izvadak iz katastra	7
2.4. Geoportal	8
2.5. Smještaj u prostoru i vremenu.....	9
2.5.1. Smještaj naselja u prostoru.....	9
2.5.2. Smještaj objekta u prostoru	9
2.5.1. Smještaj objekta u vremenu	10
3. TEHNIČKI OPIS I OCJENA POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE	12
3.1. Pročelja.....	12
3.2. Temelji	17
3.3. Zidovi	19
3.4. Strop	26
3.5. Pod.....	29
3.6. Nadvoji	30
3.7. Prozori i vrata	30
3.8. Krov.....	32
3.9. Instalacije	33
3.10. Terasa	33
4. ANALIZA POTREBNIH ZAHVATA REVITALIZACIJE	36
4.1. Temelji	36
4.2. Zidovi	39
4.2.1. Tlocrt zidova	45
4.2.2. Presjek 1-1	46
4.2.3. Presjek 2-2	47
4.3. Strop	48
4.3.1. Tlocrt grednika	50
4.4. Sanacija vlage.....	51
4.5. Nadvoji	53
4.6. Vrata i prozori	53

5.	IZVOĐENJE I OBNOVA GRAĐEVINE U FAZAMA	54
5.1.	Temelji	54
5.2.	Zidovi	60
5.2.1.	<i>Horizontalni serklaži</i>	68
5.2.2.	<i>Pregradni zid od opeke</i>	81
5.3.	Strop	83
5.4.	Pod.....	88
5.5.	Nadvoji	90
5.6.	Krov.....	100
5.6.1.	<i>Rušenje krova</i>	101
5.6.2.	<i>Crijep</i>	104
5.6.3.	<i>Sljeme i strehe</i>	106
5.6.4.	<i>Tlocrt krovišta</i>	107
5.6.5.	<i>Tlocrt krovnih ploha</i>	108
5.6.6.	<i>Izrada krova</i>	109
5.7.	Uvođenje instalacija	114
5.8.	Terasa	117
5.9.	3D prikaz interijera i eksterijera	124
6.	SEIZMIČKE KARAKTERISTIKE TERENA I GEOLOŠKI SASTAV TLA	133
6.1.	Seizmičke karakteristike terena.....	133
6.2.	Geološki sastav tla.....	134
7.	STATIČKI PRORAČUN I DOKAZI ZA TEMELJNE ZAHTJEVE ZA GRAĐEVINU 138	
7.1.	Projektirani vijek upotrebe	138
7.2.	Uvjeti i zahtjevi	139
7.3.	Standardni proračun	140
7.3.1.	<i>Proračun na djelovanje potresa</i>	140
7.3.2.	<i>Proračun grednika</i>	147
7.3.3.	<i>Proračun rogova</i>	150
7.3.4.	<i>Proračun temelja</i>	163
7.4.	Proračun u programu Tower	166
7.4.1.	<i>Ulazni podaci</i>	166
7.4.2.	<i>Proračun grednika</i>	172
7.4.3.	<i>Proračun rogova</i>	177
7.4.4.	<i>Proračun temelja</i>	182
8.	USPOREDBA KORIŠTENIH METODA PRORAČUNA	183
8.1.	Usporedba proračuna grednika.....	183
8.2.	Usporedba proračuna rogova.....	186
8.3.	Usporedba proračuna temelja.....	188

9.	TROŠKOVI OBNOVE KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA.....	190
9.1.	Zemljani radovi	190
9.2.	Betonski i armiranobetonski radovi	191
9.3.	Zidarski radovi	192
9.4.	Izolaterski radovi.....	193
9.5.	Tesarski radovi	194
9.6.	Krovopokrivački radovi	195
9.7.	Rekapitulacija.....	196
9.8.	Potrošnja materijala za konstruktivne radove	197
10.	ZAKLJUČAK.....	198
11.	LITERATURA	I
12.	POPIS TABLICA	III
13.	POPIS SLIKA.....	IV
14.	POPIS GRAFIČKIH PRILOGA.....	XIII

1. UVOD

U diplomskom radu je obrađena revitalizacija kamene kuće tradicionalnim metodama. Revitalizacija, općenito, znači ponovno vraćanje u život, oživljavanje. Kamena kuća o kojoj je riječ, godinama je bila zapuštena i stavljena u zaborav, pa se pojam „revitalizacije“ savršeno pripisuje njenom obnavljanju za buduće svrhe.

Najčešća problematika starijih kamenih objekata je vlaga, nestručno izvođenje konstrukcijskih detalja te devastacija nastala uslijed dugogodišnjeg neodržavanja objekta. Često su stari kameni objekti zapušteni, obrasli raslinjem koje dodatno zadržava vlagu, a nerijetko raslinje narušava i samu statiku. Uz navedeno, problem je prokišnjavanje te prodiranje oborinskih voda, budući da ne postoji adekvatna hidroizolacija ni odvodnja od objekta. Uslijed velike vlage propada drvena građa, a kapilarna vlaga zimi uzrokuje smrzavanje, salitru i degradaciju kamena. Funkcionalna toplinska izolacija na starim kamenim objektima ne postoji, a najveći gubitak topline zimi je kroz strop odnosno krov i pod, stoga je prilikom obnove potrebno posebnu pažnju posvetiti toplinskim detaljima poda, stropa i krovne konstrukcije.

Na početku ovog rada je slikovnim prikazom i kratkim opisom ocijenjeno postojeće stanje objekta. Dalje se u radu može vidjeti detaljno opisivanje stanja konstruktivnih i nekonstruktivnih elemenata te glavna problematika vezana za iste. Analizirani su svi potrebni zahvati revitalizacije. Kroz analizu je nabrojeno više mogućnosti izvođenja detalja. Na temelju toga, odabrane su najpogodnije opcije te su prezentirani tlocrti, presjeci i detalji obnove. Brojnim autorskim fotografijama prikazani su radovi na sanaciji: temelja, zidova, stropa, nadvoja, krovišta i terase. Uprizoren je i način uvođenja električnih, vodovodnih i kanalizacijskih instalacija.

Osim slikovnih i tekstualnih opisa, bit će prokazani i proračuni u programu Tower te standardni „ručni“ proračun. Definirat će se seizmičke karakteristike terena i geološki sastav tla. Korištene metode proračuna međusobno će se usporediti kroz grafičke prikaze. Usporedit će se samo pojedine vrijednosti kod proračuna grednika, rogova i temelja.

2. PREDMETNA GRAĐEVINA

2.1. Izvadak iz zemljišnih knjiga



REPUBLIKA HRVATSKA

Općinski sud u Varaždinu
ZEMLJIŠNOKNJIŽNI ODJEL NOVI MAROF
Stanje na dan: 18.05.2022. 23:10

Verificirani ZK uložak

Katastarska općina: 318523, GRANA

Broj ZK uložka: 5236

Broj zadnjeg dnevnika: Z-20220/2021
Aktivne plombe:

IZVADAK IZ ZEMLJIŠNE KNJIGE

POSEBNI IZVADAK: SUVLASNIČKI UDIO REDNI BROJ: 7 (OSTALO KAO NEPOTREBNO IZOSTAVLJENO)

A Posjedovnica PRVI ODJELJAK

Rbr.	Broj zemljišta (kat. čestice)	Oznaka zemljišta	Površina			Primjedba
			jutro	čhv	m2	
1.	895	MOŽĐENEC DVORIŠTE POMOĆNA ZGRADA KUĆA, Moždenec, Moždenec 204			2154 2072 15 67	
		UKUPNO:			2154	

DRUGI ODJELJAK

Rbr.	Sadržaj upisa	Primjedba
	Zaprimljeno 23.12.2021.g. pod brojem Z-20220/2021	
3.1	ZABILJEŽBA, Na temelju čl. 149 Zakona o gradnji (N.N. 153/13, 20/17 i 39/19) i Obavijesti za z.k. od 26.11.2021. godine upisuje se zabilježba da je za potrebe evidentiranja građevina izgrađenih na čkbr. 895 k.o. Grana u katastarskom operatu i to za pomoćnu zgradu od 15 m2 i kuću od 67 m2 priložena Uporabna dozvola za građevine izgrađene do 15. veljače 1968. godine izdana od Upravnog odjela za prostorno uređenje, graditeljstvo i zaštitu okoliša, Varaždinske županije, Ispostava Novi Marof, KLASA: UP/I-361-05/20-30/000119, URBROJ: 2186/1-08-2/2-20-0006 od 19.10.2020. godine.	

B Vlastovnica

Rbr.	Sadržaj upisa	Primjedba
	7. Vlasnički dio: 1/1	
	ŽUTI IRIS, OIB: 86224575292, MOŽĐENEC 120, MOŽĐENEC 42220 NOVI MAROF	

C Teretovnica

Rbr.	Sadržaj upisa	Iznos	Primjedba
	Tereta nema!		

2.2. Prikaz posjedovnog lista



REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
PODRUČNI URED ZA KATASTAR VARAŽDIN
ODJEL ZA KATASTAR NEKRETNINA NOVI
MAROF

Stanje na dan: 16.08.2023. 15:58

PRIJEPIS POSJEDOVNOG LISTA

Katastarska općina: GRANA (Mbr. 318523)

Posjedovni list: 3338

Udio	Prezime i ime odnosno tvrtka ili naziv, prebivalište odnosno sjedište upisane osobe	OIB
1/1	ŽUTI IRIS, MOŽĐENEC 120, MOŽĐENEC 42220 NOVI MAROF, HRVATSKA (VLASNIK)	86224575292

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
	D	892/1	KRČ ORANICA	1964 1964	5		
	D	894	POD HIŽOM DVORIŠTE KUĆA ORANICA	262 67 13 182	5		
		895	MOŽĐENEC POMOĆNA ZGRADA KUĆA, Moždeneć, Moždeneć 204 DVORIŠTE	2154 15 67 2072	5		
Ukupna površina katastarskih čestica				4380			

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

2.3. Izvadak iz katastra



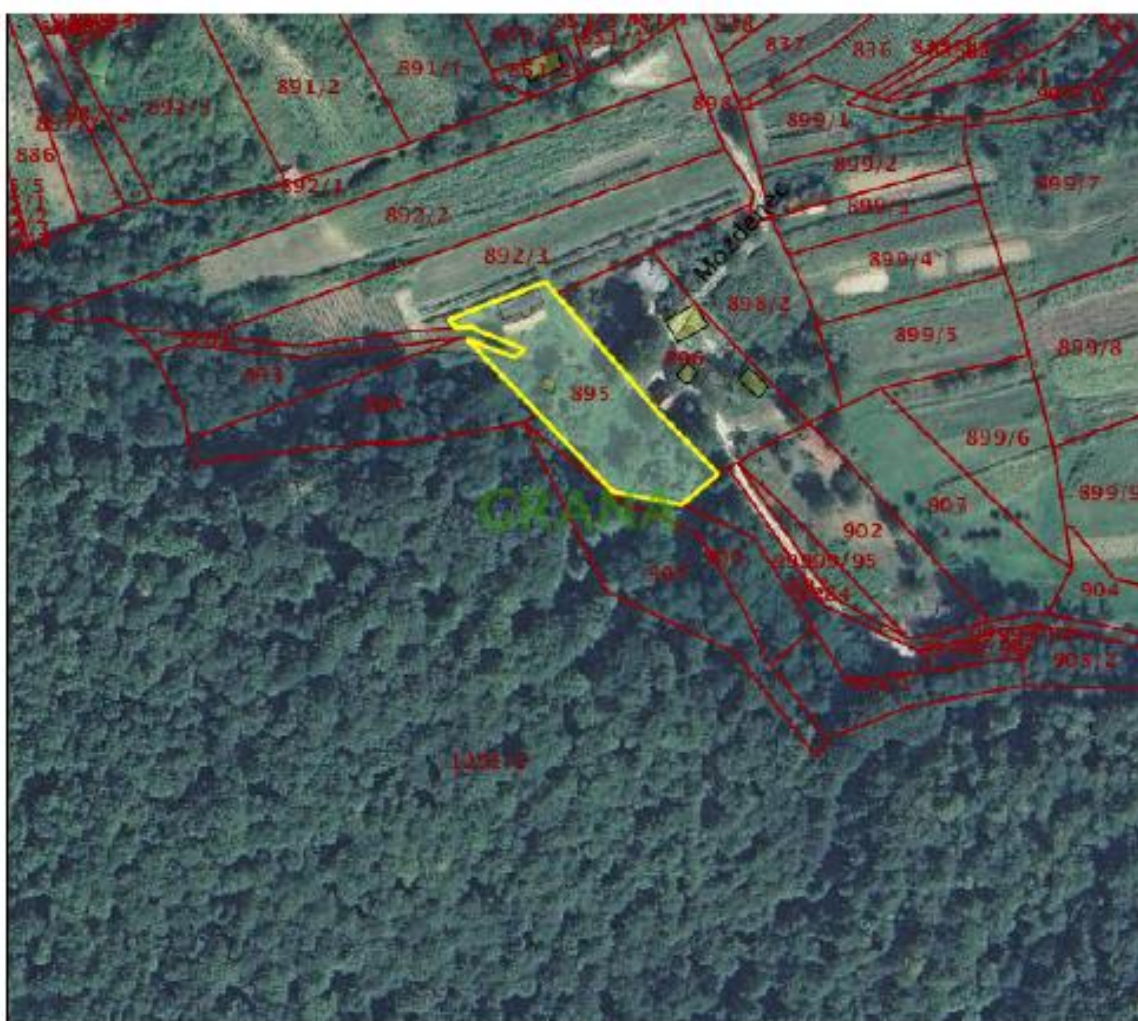
REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
ODJEL ZA KATASTAR NEKRETNINA NOVI MAROF

K.o. GRANA, 318523
k.c. br.: 895

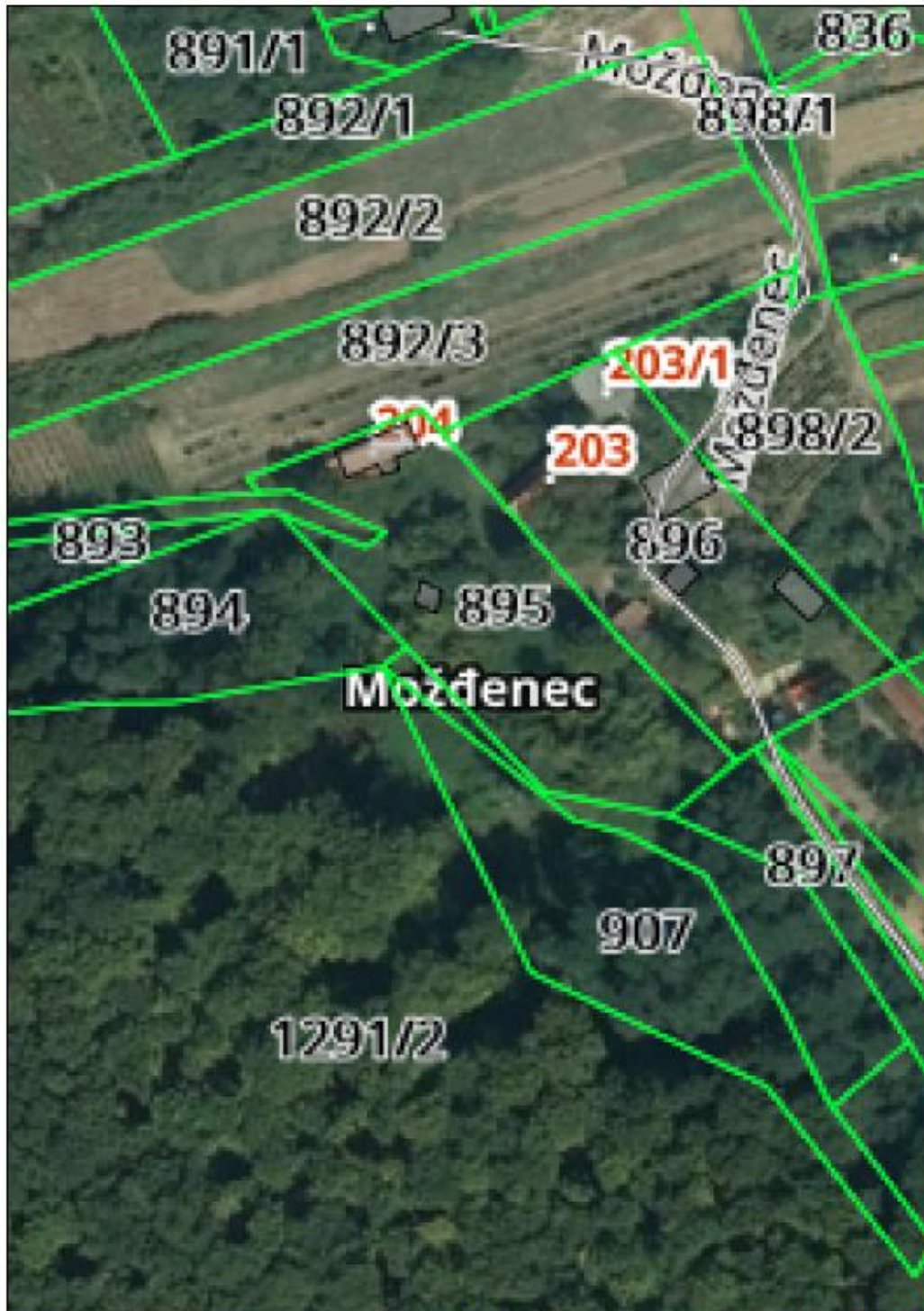
IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 2000

Izvorno mjerilo plana 1:1



2.4. Geoportal




0 20m

geoportal.dgu.hr

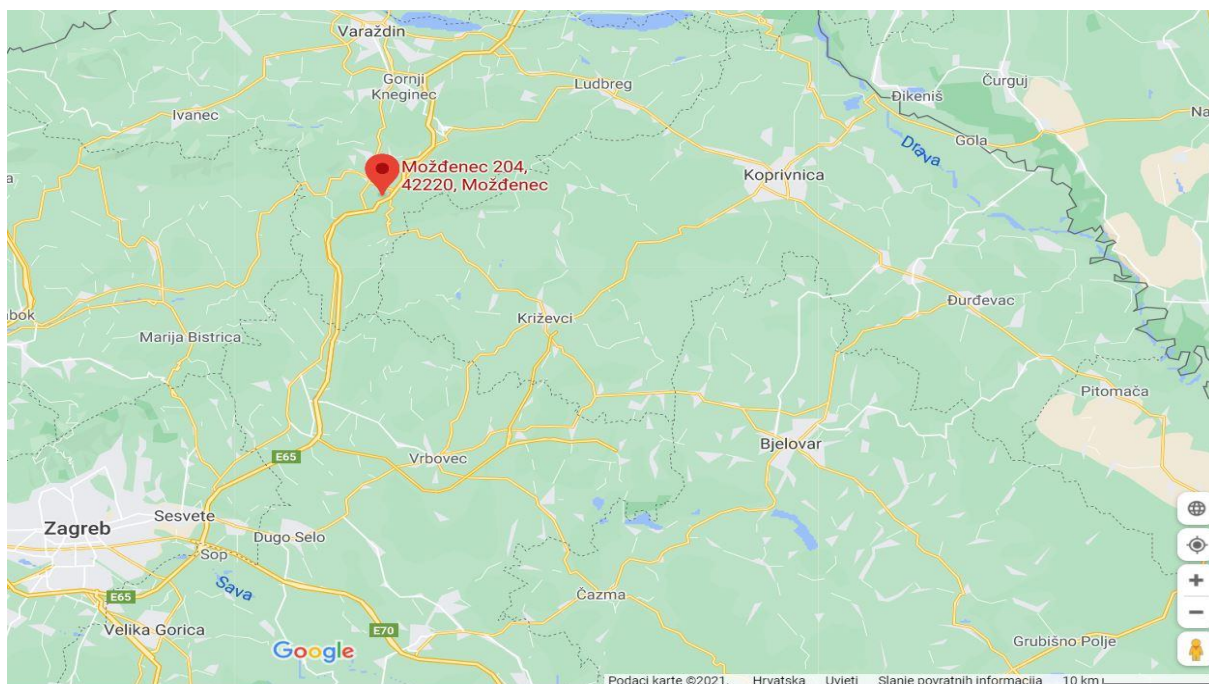
Ispisano 19.05.2022.

NAPOMENA: NIJE JAVNA ISPRAVA

2.5. Smještaj u prostoru i vremenu

2.5.1. Smještaj naselja u prostoru

„Objekt se nalazi u naselju „Moždenec“, u neposrednoj blizini grada Novog Marofa. Prema regionalnoj podjeli Hrvatske, pripada regiji Središnje Hrvatske. Područje Moždenca nalazi se u dodirnom području Ivanšćice, Kalnika i Varaždinsko-topličkog gorja. Administrativno pripada Varaždinskoj županiji, odnosno Gradu Novom Marofu.“ [1]



Slika 2.1: Prikaz lokacije na karti [1]

2.5.2. Smještaj objekta u prostoru

„Objekt pripada Područnom uredu za katastar Varaždin, Katastarskoj općini Grana, a nalazi se na katastarskoj čestici broj 895 [2]. Površina katastarske čestice je 2381 m². Objekt je vanjskih dimenzija 13,1 m x 4,7 m te je tlocrtni oblik pravokutni, a na objekt se veže terasa gabarita 3,1 m x 2,5 m. Objekt nosi kućni broj 204, no prijašnjih godina je bio upisan kao kućni broj 19. Smješten je na vrhu sjevernog dijela parcele, a na južnom dijelu parcele su se ranije nalazila dva gospodarska objekta koji više nisu postojeći. Slika 2.2 prikazuje slike naselja iz ortofotosnimke 1968. godine i 2018. godine. Zaokruženo crveno je objekt kuća 204 koja je zidana od kamena, plavo je drvena kuća 203, dok je zeleno označena kuća od opeke koja je danas ruševina. Također može se vidjeti žutim označeno naselje, koje više nije postojeće.“ [1]



Slika 2.2: Ortofoto snimka naselja 1968. i 2018. [2] [1]

2.5.1. Smještaj objekta u vremenu

„Carica Marija Terezija je 1763. godine donijela odluku o izmjeri svih zemalja u Habsburškoj Monarhiji kako bi se izradile pouzdane topografske karte. Vršile su se tri izmjere nazvane prema tadašnjim carevima: „Jozefinska“ prema Josipu II. koja se odvijala od 1763. godine do 1787. godine, druga izmjera je rađena za vrijeme Franje I. u periodu od 1806. godine do 1869. godine i nazvana je „Franciskanska“, dok je treća izmjera rađena za vrijeme cara Franje Josipa I. od 1869. godine do 1916. godine te je nazvana „Francjozefinska“. [3]

Slika 2.3 prikazuje kartu Katastarske općine Grana iz 1860. godine, kada je rađena prva izmjera tog područja, što se poklapa s Franciskanskom izmjerom.



Slika 2.3: Prikaz karte iz Jozefinske izmjere [4]

Katastarska čestica broja 895 na kojoj se nalazi objekt prikazuje Slika 2.4. Na čestici se jasno mogu vidjeti tri objekta. Na sjevernom dijelu čestice nalazi se obiteljska kuća, dok se na južnom dijelu čestice nalaze dva gospodarska objekta. Zaključak je da su objekti kao takvi postojali za vrijeme izmjere i ucrtani su na karti. Točnu starost kamenog objekta teško je definirati, no pretpostavka je da je objekt rađen pri kraju Austro – Ugarske Monarhije, odnosno u periodu do 1918. godine. Objekt je služio u stambene svrhe sve do 1991. - 1992. godine, nakon čega je zapušten. Objekt je kupljen 2019. godine te je započeta obnova. “ [1]



Slika 2.4: Prikaz katastarske čestice iz Jozefinske izmjere – 1860. godine [4]

3. TEHNIČKI OPIS I OCJENA POSTOJEĆEG STANJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE

3.1. Pročelja

„Iz niže priloženih fotografija zatečenog stanja objekta vrlo je očito da je objekt bio zapušten dugi niz godina. Na prvi pogled može se zaključiti da je raslinje zasigurno prouzročilo određena oštećenja. Cijeli objekt je poprilično obrastao različitim biljem, a ponajviše kupinom i bršljanom koje je vrlo teško iskorijeniti, pogotovo ukoliko su njihovi izdanci odrvenjeli što se desilo u ovom slučaju. Osim toga, bršljan je poznata biljka koja se u potrazi za suncem penje i na najnepristupačnije dijelove. Još veći problem što se raslinja tiče je što se korijenje probija duboko u konstrukciju. Upravo to se desilo na ovom objektu. Korijenje je na pojedinim dijelovima ušlo duboko među kamenje, a s godinama kako biljka raste korijenje se širilo u promjeru i devastiralo konstrukciju. Osim što je poprilično upotpunilo praznine s vanjske strane objekta, korijenje je probilo u potpunosti zidove te raslo i s unutrašnje strane objekta. Ovi problemi dijagnosticirani su prilikom otkopa građevine s vanjske i unutrašnje strane. Rješavanje problema je vrlo jasno, no iziskuje fizički napor. Zadrvenjeni dijelovi biljke dostigli su vrlo velike promjere stoga njihovo uklanjanje zahtijeva popriličnu snagu i upornost, a pritom je najvažnije paziti na stabilnost zidova zbog urušavanja kamenja. Slijedi slikovni prikaz zatečenog stanja prije i nakon čišćenja.“ [5]



Slika 3.1: Raslinje oko kuće



Slika 3.2: Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje



Slika 3.3: Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje nakon čišćenja raslinja



Slika 3.4: Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje (bliži kadar)



Slika 3.5: Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje (bliži kadar) nakon čišćenja raslinja



Slika 3.6: Zatečeno stanje – sjeveroistočno pročelje



Slika 3.7: Zatečeno stanje – sjeveroistočno pročelje nakon čišćenja raslinja



Slika 3.8: Zatečeno stanje – sjeverozapadno pročelje



Slika 3.9: Zatečeno stanje – sjeverozapadno pročelje nakon čišćenja raslinja

3.2. Temelji

„Na objektu nisu rađeni posebni istražni radovi, već je objekt u cijelosti otkopan uz zidove. Prvi korak prije početka samog iskopa i svih radova vezanih uz temelje bio je postavljanje vagrisa („vodena vaga“). Vagris je odrađen na tradicionalan način pomoću prozirnog gumenog crijeva, prema principu spojenih posuda.“ [5]

„Temelji su zidani od kamena te je kao vezivni materijal korišteno „blato“ to jest zemljana masa. Širina temelja je između 45 cm i 50 cm. Tijekom iskopa uočeno je da dubina temeljenja nije zadovoljavajuća prema propisima. Temelji objekta rađeni su stepenasto, okvirno u dvije razine, odnosno pratili su konfiguraciju terena. Na sjeveroistočnom dijelu kuće temelji su dublji, dok su na sjeverozapadnom i zapadnom zbog terena vrlo plitki s obzirom da je teren puno viši. Na pojedinim mjestima su temelji duboki oko 50 cm, dok na mjestima gdje nije bilo moguće izvesti dublje temelje, oni iznose tek 10-ak cm dubine, mjereno od razine zemljanog poda unutar objekta. Na Slika 3.10 se prikazuje izveden iskop uz temelje i zidove, crveni konop označuje visinu gotovog poda, pa se samim time može zaključiti da su temelji vrlo plitki na tom dijelu kuće.“ [6]



Slika 3.10: Iskop uz temelje

„Zapadni dio kuće bio je terenskom konfiguracijom najviši, zidovi su velikim postotkom bili unutar zemlje, stoga je na tom dijelu odrađen najveći otkop. S obzirom na količinu zemlje koju je bilo potrebno ukloniti, za grubi otkop upotrijebljena je mehanizacija. Time je oslobođen zapadni zid od utjecaja pritiska zemljane mase, a sporedno tome je stvoren plato za kasnije odlaganje građevinskog materijala, što je s strane organizacije građenja vrlo pogodno jer je u neposrednoj blizini. Slika 3.11 prikazuje izgled zapadnog dijela kuće nakon otkopa. Isključivo je na zapadnom zidu odrađen otkop uz pomoć mehanizacije. Sav ostali precizni otkop je izvršen ručno, oprezno, do dna dubine temelja/zidova, a posebno se pazilo na stabilnost i mogućnost urušavanja.“ [5]



Slika 3.11: Prikaz iskopa pomoću mehanizacije uz zapadni zid

OCJENA: NE ZADOVOLJAVA → nedovoljna dubina temeljenja na pojedinim dijelovima, potrebno potkopavanje objekta i podzidavanje temelja.

3.3. Zidovi

„Zidovi su zidani od kamena te je kao vezivo korišten zemljani materijal. Unutarnji zidovi ožbukani su vapnenom žbukom i kvarcnim pijeskom različite debljine, 2 cm do 10 cm, dok su vanjski zidovi ožbukani u vrlo tankom sloju koji se s vremenom istrošio.

Debljina zidova varira između 45 cm i 50 cm, a takva nejednoličnost i odstupanje logično je s obzirom da je zid građen od kamena. Unutar objekta nalaze se dva pregradna zida, od kojih jedan kameni debljine 40 cm, a drugi je od pune opeke standardnih dimenzija, na koji se veže dimnjak. Oba unutarnja, pregradna zida nisu prilikom gradnje fizički povezani, odnosno „križani“, s vanjskim zidovima, stoga je jasno da su rađeni naknadno. Vanjski zidovi napravljeni su kao dvostruki. Prilikom zidanja veći kameni blokovi stavljeni su s vanjske strane dok se paralelno su unutarnje strane zidalo manjim kamenjem. Sve se upotpunjavalo sitnijim kamenjem koje je dodatno ispunjavalo fuge. Na Slika 3.12 se mogu lako uočiti kameni većih dimenzija na uglovima, koji su naizmjenično križani.



Slika 3.12: Prikaz uglova



Slika 3.13: Stanje zidova prije čišćenja fuga

Slika 3.13 prikazuje stanje zidova prije čišćenja fuga. Na slici se može raspoznati blato i vapnena žbuka kojom je zid bio obrađen. Vapnena žbuka se s godinama i nepogodnim vremenskim uvjetima istrošila. Također, budući da je objekt godinama bio zapušten, iz zidova je krenuo rasti bršljan koji je stvarao velike probleme pri uklanjanju, no većih oštećenja nije bilo.



Slika 3.14: Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 1



Slika 3.15: Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 1



Slika 3.16: Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 3



Slika 3.17: Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 1



Slika 3.18: Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 2



Slika 3.19: Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 2



Slika 3.20: Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 3



Slika 3.21: Prikaz korijenja prilikom iskopa s unutarnje strane objekta



Slika 3.22: Prikaz korijenja prilikom iskopa s vanjske strane objekta



Slika 3.23: Prikaz korijenja prilikom iskopa s vanjske strane objekta

OCJENA: DJELOMIČNO ZADOVOLJAVA → nema velikih konstruktivnih oštećenja, velikih pukotina ni samourušavanja, ali je potrebna detaljna sanacija zidova fugiranjem, izrada serklaža, uklanjanje raslinja te sprječavanje vlage izradom hidroizolacije i drenaže. [5]

3.4. Strop

„Kamene kuće tradicijski imaju drvene međukatne konstrukcije, drvene grede s jednostavnim dasčanim podom. Slika 3.24 prikazuje izgled stropa.



Slika 3.24: Izgled stropa

Na drvene konstrukcije negativno utječe vlaga, insekti te druga nepovoljna djelovanja. Grede koje su oslonjene na zidove ili dugotrajno bile izložene velikoj vlazi znatno se brže degradiraju nego li građa koja nije izložena takvim utjecajima. Priložene su fotografije stanja drvene konstrukcije, vidljivo je da su grednici u vrlo lošem stanju, a daske trule i postoji velika opasnost od pucanja uslijed opterećenja.



Slika 3.25: Propadanje drvene građe uslijed djelovanja vlage i prokišnavanja



Slika 3.26: Prikaz istrunule grede nakon rušenja pregradnog zida ispod



Slika 3.27: Prikaz istrunule građe nastale uslijed prokišnjanja



Slika 3.28: Prikaz istrunule građe

S obzirom na postojeće stanje drvene konstrukcije, predlaže se potpuna izmjena ili sanacija drvenih grednika i dasaka.

OCJENA: NE ZADOVOLJOVA → potrebna potpuna zamjena drvenog stropa [5]

3.5. Pod

U ovom objektu pod je zemljani, nema nikakvih konstrukcijskih elemenata. Slika 3.29 prikazuje zemljani pod unutar objekta.



Slika 3.29: Zemljani pod unutar objekta

OCJENA: NE ZADOVOLJAVA → potrebno izvesti armirano – betonsku ploču te sve pripadajuće slojeve u skladu sa standardima. [5]

3.6. Nadvoji

Kamena kuća o kojoj je riječ ima nadvoje izrađene od opeke, pa se u tom stilu predlaže i sanacija odnosno restauracija postojećih. Potrebno je porušiti zid iznad nadvoja i sam nadvoj, te ga ponovno zazidati opekom. Pritom je potrebno, s obzirom da iznad nadvoja naliježu vezna greda i grednici, pripaziti na statiku i prije zahvata osigurati podupirače.



Slika 3.30: Izgled nadvoja prije restauracije

Ocjena: NE ZADOVOLJAVA → potrebna restauracija postojećih nadvoja. [5]

3.7. Prozori i vrata

„Prozori i vrata rađeni su ručno, od drva hrasta. Slika 3.31 prikazuje način spajanja doprozornika i dovratnika. Takav vez utora i pera, još se naziva „lastin rep“, a poznat je u povijesti kao „njemački vuglec“ jer je to jedan od načina na koji su se spajale drvene kuće na uglovima. Pretpostavka je da su se prozori i vrata ugrađivali u fazi zidanja objekta, jer su učvršćeni drvenim klinovima koji su se mogli ugraditi jedino za vrijeme gradnje, budući da se do njih ne može doprijeti ni s vanjske ni s unutarnje strane zidova. Dovratnici i doprozornici imaju dodatna zašiljena produženja koja služe kao sidrišta u zidu. Prozori su dvokrilni, s tri vodoravne prečke na staklima. Unutar drvenih krila ugrađeno je staklo, koje se ugradilo tokom same izrade krila. Na objektu su s vanjske strane prozora zatečene drvene grilje, no poznavajući objekte iz tog doba,

ranije su vjerojatno bila dvostruka krila umjesto grilja. Vrata na ulazu i unutar objekta su uklađena.“ [6]



Slika 3.31: Način spajanja doprozornika



Slika 3.32: Sobna vrata (lijevo) i ulazna vrata (desno)

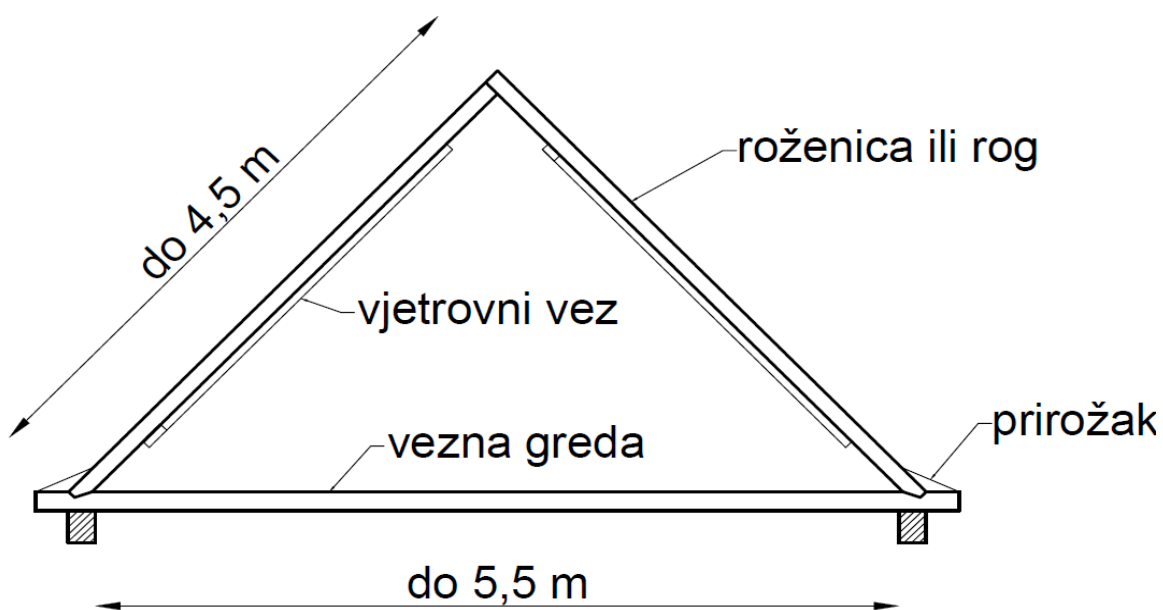
OCJENA: NE ZADOVOLJAVA → potrebno zamijeniti svu stolariju, izraditi repliku postojećih s ugradnjom izostakla“ [5]

3.8. Krov

„Krovna konstrukcija rađena je od ručno tesanih greda, a drveni materijal je nepoznat, pretpostavka je kesten ili bagrem. Tip krovišta je prazno roženičko krovište. Slika 3.33 prikazuje postojeću krovnu konstrukciju. Na stropu se nalaze vezne grede koje leže na nazidnim gredama. U svaku veznu gredu utesan je rog koji ima svoj prirožak. Dodatno je cijelo krovište ukrućeno vjetrovnim spregom koji se proteže s obje strane. Slika 3.35 prikazuje spoj dviju nazidnih greda.



Slika 3.33: Krovna konstrukcija



Slika 3.34: Prazno roženičko krovište sa veznim gredama



Slika 3.35: Način spajanja nazidnih greda

Prijedlog sanacije krovne konstrukcije odnosi se na kompletnu krovnu građu. Potrebno je izraditi serklaž koji će povezati i ukrutiti zidove, te prenositi opterećenje nove krovne konstrukcije.

OCJENA: NE ZADOVOLJAVA → potrebna kompletna zamjena krovne konstrukcije

3.9. Instalacije

S obzirom da je riječ o stoljetnoj građevini, nema postojećih električnih, vodovodnih i kanalizacijskih instalacija.

OCJENA: NE ZADOVOLJAVA → instalacije nisu postojeće, potrebno uvesti sve potrebne instalacije

3.10. Terasa

„Terasa koja se veže na objekt zasigurno nije iz vremena kada se gradio sam objekt, već je ona dograđena mnogo kasnije. To se može zaključiti prema materijalu koji je korišten u izradi – beton i šipke. Izvorno su na ulazu bile samo drvene stepenice, te nije bilo natkriveno. Može se vidjeti da je natkriveni dio terase i dio koji se proteže uzduž objekta, dodan kasnije.“ [1]



Slika 3.36: Stanje terase



Slika 3.37: Stanje terase



Slika 3.38: Izgled kuće s terasom

Postojeća terasa rađena je od betona vrlo niske kvalitete. Prilikom sanacije potrebno je kompletno srušiti terasu te novu izraditi od kamena kako bi se uklapala u cjelinu. Prilikom izrade nove terase treba voditi računa o simetriji s obzirom na ulazna vrata i prema tome proširiti ju. Neizbježno je da buduća terasa ima temelje, što postojeća nema. Stepenice je također potrebno izraditi od kamena ili obložiti kamenom zbog estetike. Drvene stupove zamijeniti s ukrasnim betonskim stupovima kako bi se uklopili u izgled građevine. Izvesti armirano betonsku ploču, te kao završnu oblogu staviti kamene ploče ili keramičke pločice u stilu. Ogradu izvesti u skladu s ostatkom objekta, pazеći na materijale koji se koriste, stoga je najbolje koristiti kamen ili opeku kao materijal izgradnje kako bi se estetski uklopilo.

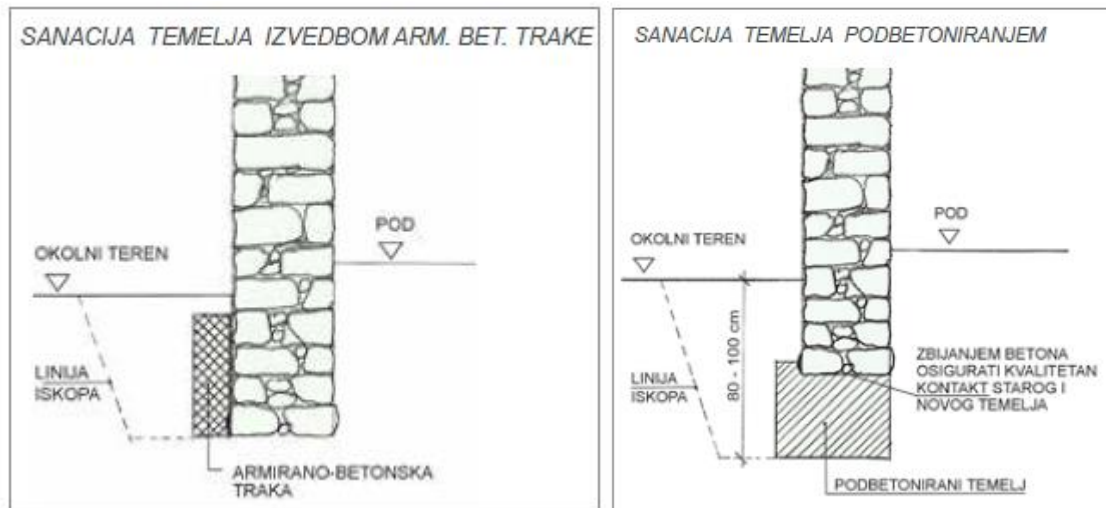
OCJENA: NE ZADOVOLJAVA → potrebno rušenje i izvedba nove konstrukcije terase

4. ANALIZA POTREBNIH ZAHVATA REVITALIZACIJE

4.1. Temelji

„Uzroci popuštanja temelja ili temeljnog tla mogu biti različiti: prekoračenje dopuštenog naprezanja, prevelika slijeganja temeljnog tla, promjena režima podzemnih voda, utjecaj oborinskih voda, konsolidacija i vremenska slijeganja tla, potkopavanja uz temelj, nadograđivanje objekta ili promjena statičkog sustava.

Do popuštanja temelja kamenih kuća dolazi najčešće zbog nejednolikog temeljnog tla. Potrebno je utvrditi koja je dubina temeljenja i kakvi su temelji. Općenito je dostatna dubina temeljenja 80 cm – 100 cm. Ako je temelj preplitak ili ako mu je građa trošna, moguće je izvesti tanki armiranobetonski plašt po vanjskom obodu. Takav postupak ne bi se smio raditi odjednom, već se preporuča u kampadama u duljini 3 do 5 m. Drugi način ojačavanja temelja je njegovo podbetoniranje. Takav zahvat potrebno je raditi u kampadama duljine 1 m -1,5 m, budući da se u takvom postupku uklanja tlo ispod temelja. Ako je potrebno ojačati samu strukturu građe temelja tada se najčešće primjenjuje tehnika injektiranja. Za takvu izvedbu postoje tvornički predgotovljene smjese ili se koristi mješavina vapna i cementa. [7]“



Slika 4.1: Sanacija temelja izvedbom armirano betonske trake i podbetoniranjem [7]

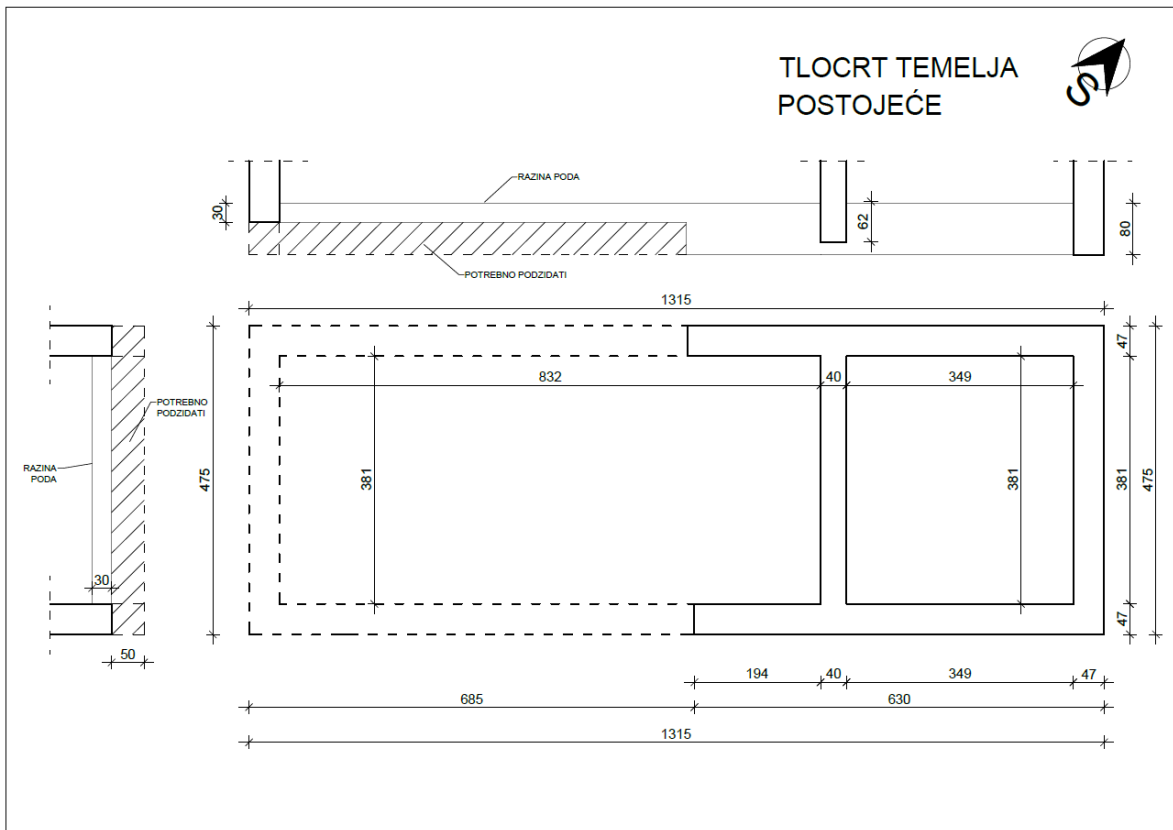
„Podbetoniranje je najčešći oblik sanacije, no uz suvremene metode sve se manje koristi zbog nedostataka. Izvodi se u etapama (kampadama), iskopava se tlo ispod temelja i u vremenskim razmacima ispunjava se betonom. Takav postupak zahtijeva više vremena i može biti rizičan s obzirom da se uklanja tlo ispod temelja i time narušava stabilnost objekta, posebno ako temelji ne sadrže armaturu. Nasipavanjem betona dodatno se opterećuje tlo, čime dolazi do slijeganja i

odvajanja novog temelja od postojećeg. Pri takvim radovima potrebno je paziti na podzemne instalacije i cijevi. Ukoliko unutar objekta postoji pod, korištenjem ovog načina sanacije temelja, postoji vjerojatnost da će se pod morati razbiti kako bi se moglo doprijeti do unutrašnje stane temelja. [4] S obzirom da spomenuta kuća nema gotovi pod, ovakav način sanacije je dobar izbor, no umjesto korištenja betona prijedlog sanacije temelja je podzidavanje kamenom kako bi se očuvala izvornost objekta.

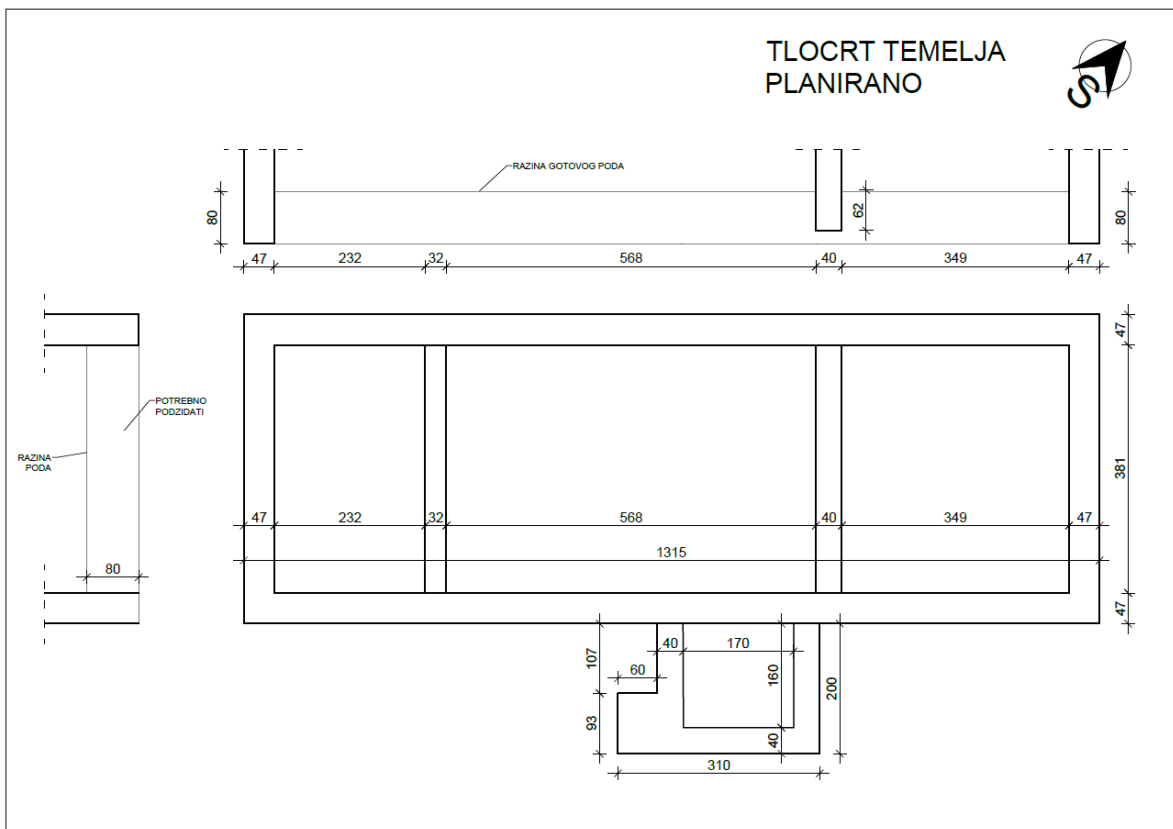
Osim spomenutog načina saniranja temelja, postoje i druge opcije. Mlazno injektiranje jedna je od metode sanacije temelja, odnosno temeljnog tla. Takvom metodom poboljšava se tlo na način da se određeni volumen tla pretvara u zemljani mort. Cementna suspenzija utiskuje se u tlo pomoću visoko energetske mlaza, miješa se s česticama tla i zapunjava zahvaćeni prostor, dok višak izlazi na površinu bušotine. Ispod postojećeg temelja ojačava se tlo, što zapravo produbljuje temelj. Mlazno injektiranje može se koristiti za sve vrste zrnatih tla, a može se izvoditi vertikalno, koso i horizontalno u odnosu na površinu tla. Nedostatak je da može doći do hidrauličkog sloma tla ukoliko komunikacija fluida prilikom injektiranja bude spriječena, jer pri tome dolazi do porasti tlaka vode u tlu do tlaka injektiranja. [8]

Dubinsko injektiranje ekspanzirajućih smola metoda je kojom se ispod temelja injektira posebna smola pod pritiskom pri čemu se tlo zbija i ojačava te mu se na taj način trajno povećava nosivost. Smjesa se injektira kroz prethodno izbušene bušotine promjera 6 mm do 26 mm, a razmak ovisi o vrsti temeljnog tla i potrebama za ojačavanje. Injektira se smola u tekućem stanju, po završetku ugradnje ona ekspanzira i stvrdnjava, čime nastaje stabilizirano i trajno konsolidirano temeljno tlo. [8]

„Prije iskopa potrebno je u potpunosti učvršćenje svih zidova temeljitim fugiranjem i detaljnom sanacijom kako bi se maksimalno izbjegla mogućnost narušavanja stabilnosti. Nakon odrađenog iskopa na predmetnom objektu uočeno je da dubina temeljenja nije zadovoljavajuća prema propisima, te su temelji naizgled rađeni u dvije različite dubine, stepenasto. Slike ispod prikazuju skicu postojećeg stanja temelja nakon otkopa i okvirnu duljinu planiranog, potrebnog potkopavanja i podzidavanja. Vrlo je teško detaljno odrediti duljinu i dubinu s obzirom da temelji prate teren i samim time nisu na ni jednom mjestu jednaki.“ [5]



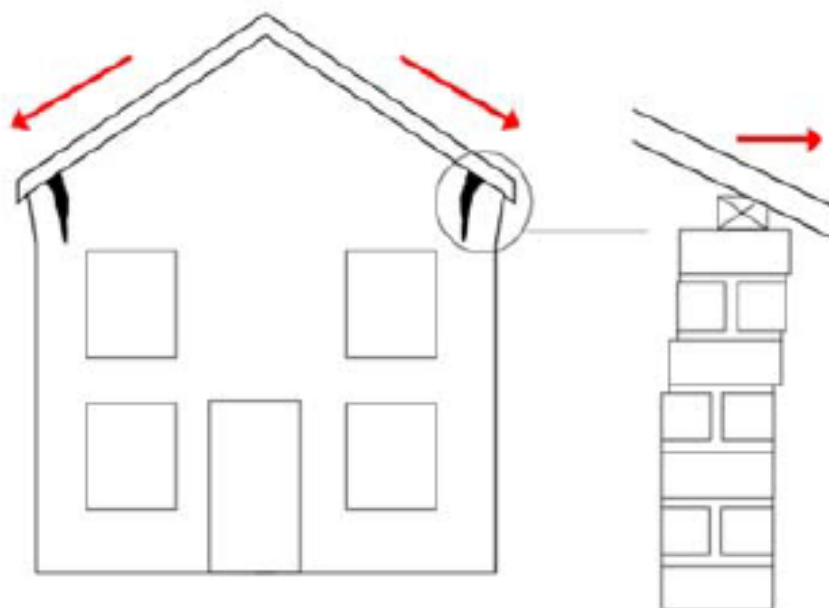
Slika 4.2: Tlocrt temelja postojeće



Slika 4.3: Tlocrt temelja planirano

4.2. Zidovi

„Oštećenja u zidanim konstrukcijama mogu se podijeliti na nekonstrukcijska i konstrukcijska oštećenja. Nekonstrukcijska oštećenja ne narušavaju mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcije, a očituju se kroz pukotine i prevrtanje zidnih parapeta, dimnjaka balkona, padanje žbuke sa zidova, stropova i slično. Konstrukcijska oštećenja mogu uzrokovati djelomično ili potpuno rušenje konstrukcije. Vlačna naprezanja mogu uzrokovati dijagonalne pukotine u uglovima otvora, a u središnjem dijelu zgrade prijete mehaničkoj otpornosti i stabilnosti. Nosivi zidovi zidani lošim veznim sredstvom mogu prouzročiti smanjene vlačne i posmične čvrstoće ziđa. Oštećenja mogu nastati uslijed djelovanja vlage, odnosno smrzavanja i odmrzavanja. Osim toga, ukoliko su sami konstrukcijski detalji loše izvedeni, što zbog ne poznavanja statičkih sustava, što zbog nestručne izvedbe, također je vrlo vjerojatno da će doći do oštećenja. Slika 4.4 prikazuje loš detalj izvedbe nazidnice i drvene grede krovišta. Kod starijih građevina nerijetko se mijenja namjena objekta, mijenjanjem tlocrta odnosno organizacije prostora dodavanjem ili uklanjanjem zidova, izradom otvora, nadozidavanjem i sličnim postupcima a time se narušava statika objekta. [9]“ [5]



Slika 4.4: Prikaz utjecaja opterećenja na loše izvedene nazidnice [9]

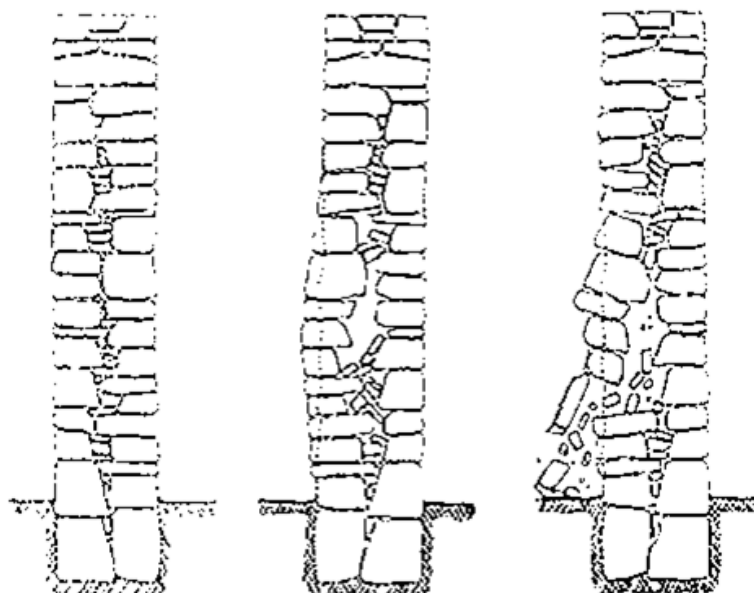
„Slijedeća tablica prikazuje vrijednosti mehaničkih svojstva s obzirom na vrstu gradiva. Suvremene metode sanacije kamenih zidova najčešće su metode injektiranja. Injektiranjem se mehanička svojstva bitno povećavaju.

Tablica 4.1: Referentne vrijednosti mehaničkih svojstva za razne tipologije zidova [7]

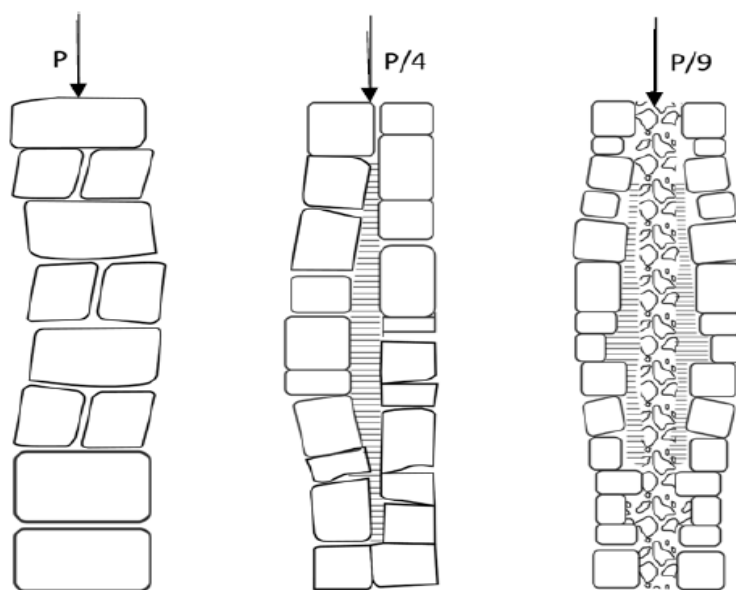
Vrsta gradiva	Tlačna čvrstoća f_c [MPa]	Vlačna čvrstoća f_t [MPa]	Modul elastičnosti E [MPa]	Modul posmika G [MPa]	Specifična težina
Zid od nepravilnog kamena	1,00-1,80	0,020- 0,048	200-1050	130-350	19
Zid od neoobrađenog kamena s fasadnim zidom ograničene debljine i sa središnjom ispunom	2,00-3,00	0,053- 0,080	1020-1440	340-480	20
Zid od obrađenog kamena dobrih vezivnih svojstava	2,60-3,80	0,084- 0,111	1500-1980	500-660	21
Zid od mekog kamena	1,40-2,40	0,042- 0,063	900-1700	300-420	16
Zid od pravokutno obrađenog kamena	4,70-8,00	0,135- 0,180	740-3200	200-940	22
Zid od pune cigle s vapnenim mortom	2,00-4,00	0,040- 0,140	240-1800	80-600	18

Vrijednosti u tablici trebaju se korigirati pomoću korekcijskih koeficijenata uzimajući u obzir parametre kao što su kakvoća morta, prisutnost poprečnih spojeva, debljina unutarnje jezgre, ojačanje injektiranjem i slično. „Korekcijski faktor za poboljšanje mehaničkih svojstva nakon injektiranja varira od 1,2 do 2,0 ovisno o vrsti kamenog zida.“ [7]“ [5]

Kameni zidovi su najčešće izloženi oštećenjima koji se pojavljuju u različitim oblicima. Oštećenja se mogu vidjeti kroz kose ili vertikalne pukotine nastale uslijed popuštanja temeljnog tla, djelovanja potresa ili opterećenja; trbušaste izbočine nastaju uslijed popuštanja vezivnog materijala ili vode koja ulazi u zide, dok pak nagnuće zidova najčešće nastaje popuštanjem tla ili krovne konstrukcije time čineći horizontalne potiske. [7] Slika 4.5 i Slika 4.6 prikazuju najčešća oštećenja kamenih zidova uslijed djelovanja sile.



Slika 4.5: Najčešća oštećenja kamenih zidova [7]



Slika 4.6: Presjek kamenih zidova i djelovanje sile [9]

Starije građevine građene su na način da su zidovi najčešće višeslojni, odnosno između vanjskih zidova nalazi se kameni nabačaj s velikim brojem šupljina. Takav nepovezani materijal sanira se najčešće injektiranjem cementne smjese, time se zapune sve šupljine i postiže se kompaktnost i povećava nosivost. [9]

Osnovni zahvat sanacije kamenih zidova je ojačavanje fuga. Najčešće nedostaje vezno sredstvo ili je ono izuzetno trošno. Sanacijom fuga osigurava se trajnost zida, no prije svega time se

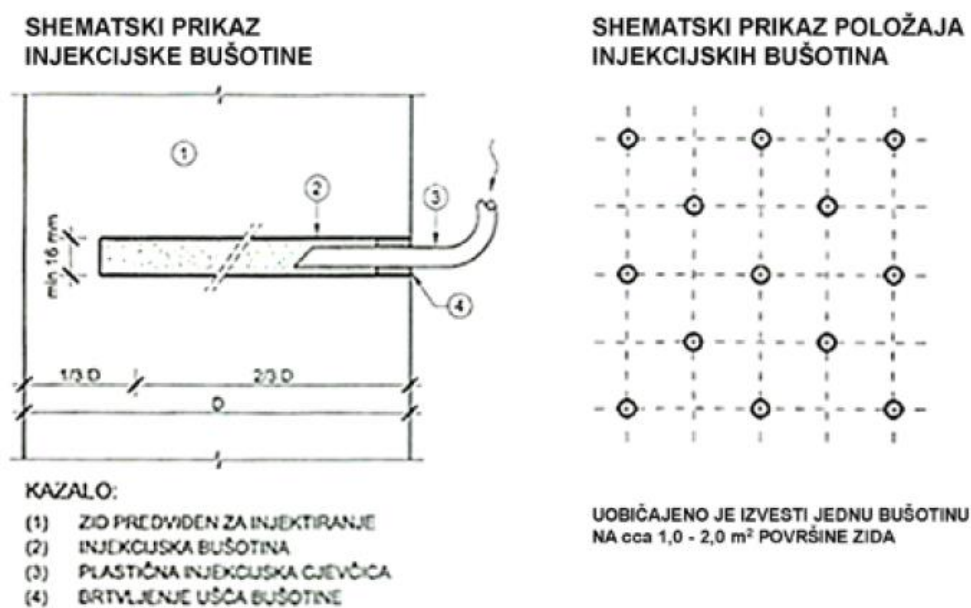
poboljšava statika samog zida. Tehnika popunjavanja fuga započinje uklanjanjem oštećene žbuke te čišćenjem i ispiranjem fuga, a potom se ispunjava novim mortom. Maksimalna dubina čišćenja fuga je do trećine debljine zida. Novi mort mora biti sličnih mehaničkih svojstva kao i postojeći, no potrebno je da bude otporniji na propadanja. [7]

Fuge se ispunjavaju vapnenim mortom, te se eventualno zbog estetike dodaje bijeli cement. Cement je inkompatibilan kemijski, fizikalno i vizualno s kamenom. Djelovanje čistog cementa na kamen je nepovoljno. Voda s vremenom kroz kamen i pukotine u fugama prodire u zid, budući da je cement nepropustan voda koja uđe ne može isparavati, stoga je potrebno dodati vapna budući da je ono propusnije. Vлага koja se zadržava u zidovima isparava prema unutarnjem prostoru i prema van ali kroz kamen, a time dolazi do rizika da hladnoća nepovoljno djeluje na sam kamen. Osim toga, čisti cementi mort je tvrdi od osnovnog kamenog materijala, stoga se preporuča uporaba vapnene žbuke. Mort se u fuge ugrađuje zidarskim žlicama, ili posebnim strojevima koji mort utiskuju pod tlakom. Zbog estetike, preporučuje se jednostavno fugiranje upušteno nekoliko milimetara u lice zida, a ne izbočeno van lica. [7]



Slika 4.7: Primjer loše izvedenog fugiranja [7]

Kameni zidovi uglavnom su se gradili u dva do tri sloja, ovisno o debljini. Zbog slabe veze veznog materijala između pojedinih slijeva, niske čvrstoće vezivnog materijala i mnogih šupljina, posmična nosivost takvih zidova je uglavnom mala. Ojačanje nosivih zidova najčešće se provodi injektiranjem. Prednost takvog postupka je da se ne mijenja vanjska površina zida, a mehanička svojstva se bitno poboljšavaju. Injekcijska smjesa sastoji se od vode, vezivnih materijala i aditiva. [7] Injektiranje je složeniji zahvat sanacije kamenih zidova. Takvim postupkom saniraju se pukotine i cjelovita struktura zidne građe. Injektiranje se izvodi kroz niz injekcijskih bušotina koje su raspoređene u takozvanu „šah“ shemu. Otprilike je potrebna jedna bušotina na 1 m² do 2 m². Smjese za injektiranje ne bi smjele biti isključivo na bazi cementa već je potrebno dodati i vapna.



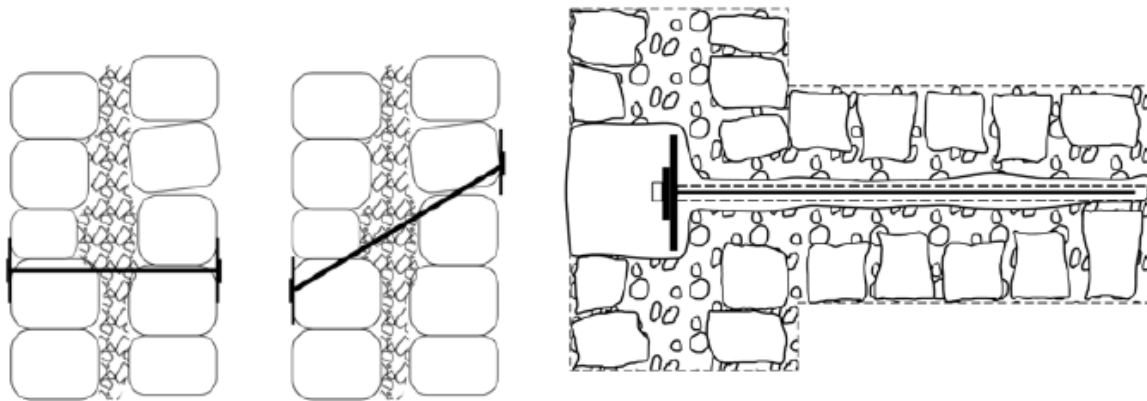
Slika 4.8: Shematski prikaz bušotina za injektiranje

„Šarm kamenim kućama daju uglovi (kantuni) koji su se izvodili većim i bolje obrađenim kamenim komadima. Razlozi su konstrukcijski (povezivanje zidova na najosjetljivijim mjestima).“ [10] Slika ispod prikazuje kamene uglove. S obzirom da u vrijeme izgradnje nisu bili poznati vertikalni serklaži, ovakav način gradnje ne zadovoljava važeće propise protupotresnog graditeljstva.



Slika 4.9: Kamene uglovi

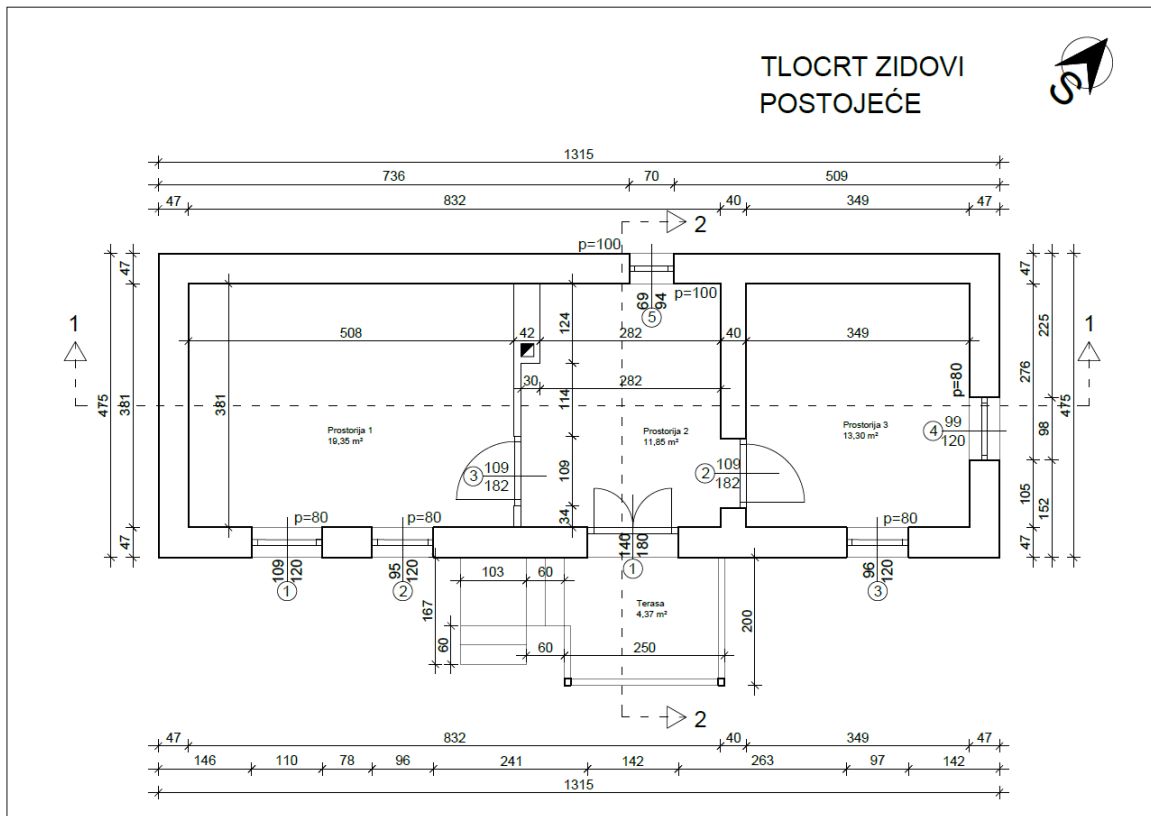
Uglovi zidova mogu se efektivno ojačati štapnim sidrima. Takva sidra izrađuju se od rebraste armature od nehrđajućeg željeza ili koristiti određena antikorozivna sredstva. Promjer takvih šipki je 14 mm do 20 mm, a duljine 1 m do 2 m. Sidra se ugrađuju u prethodno izvedene bušotine. Za takve bušotine nerijetko je potreban specijalni bušački pribor, budući da se radi o kamenim strukturama. Nakon ugradnje sidra, bušotine se ispunjavaju injekcijskim smjesama odozgo prema gore. Za te potrebe uz čeličnu šipku ugrađuju se injekcijska cjevčica. [7]



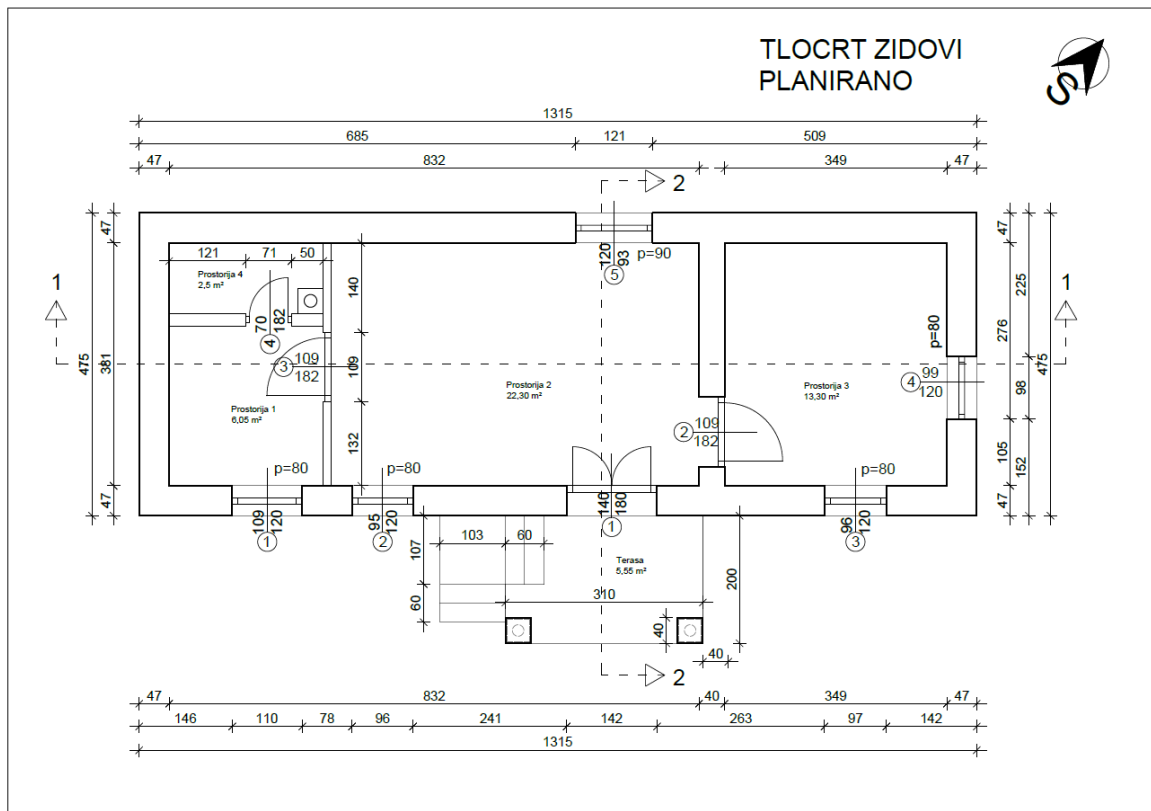
Slika 4.10: Povezivanje zidova sidrima i čelična zatega [9]

Osim sidra, koriste se i čelične zatege. Prednapinjanjem unosi se tlak i time se povećava nosivost zida budući da se sprječava nastanak vlačnih naprezanja u zidu. Čeličnim zategama osigurava se cjelovitost konstrukcije.“ [5]

4.2.1. Tlocrt zidova

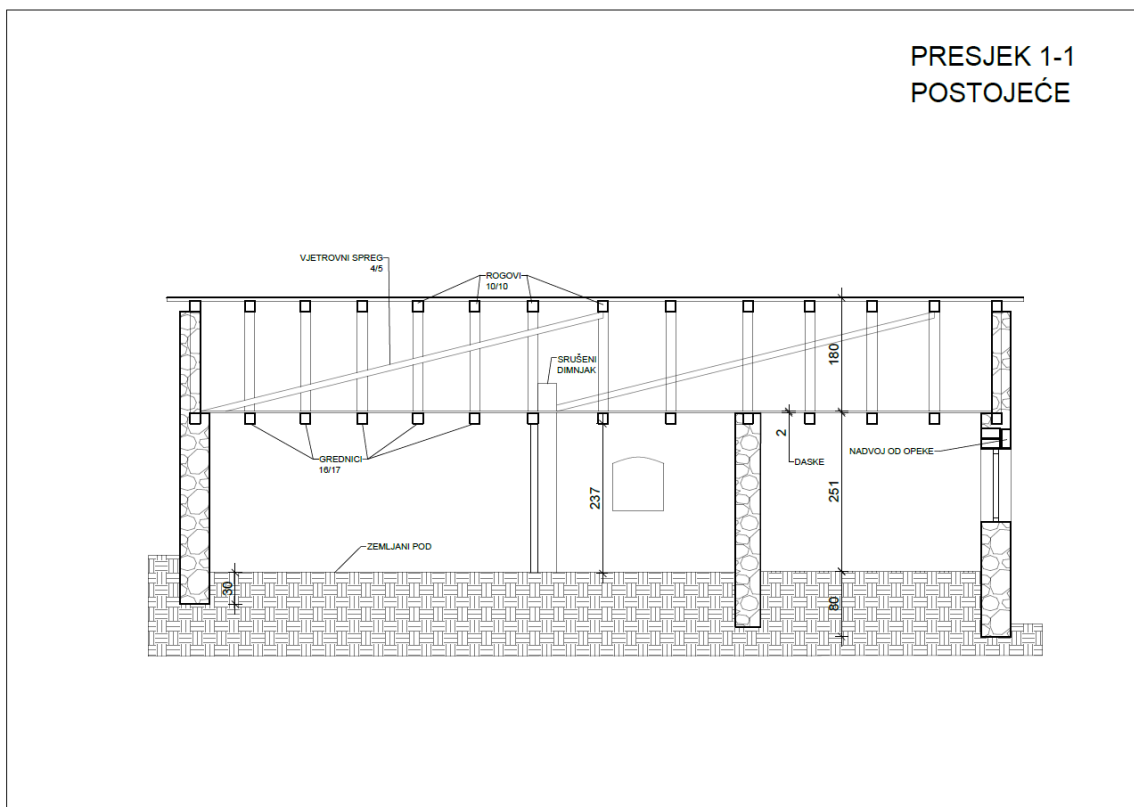


Slika 4.11: Tlocrt zidova postojeći

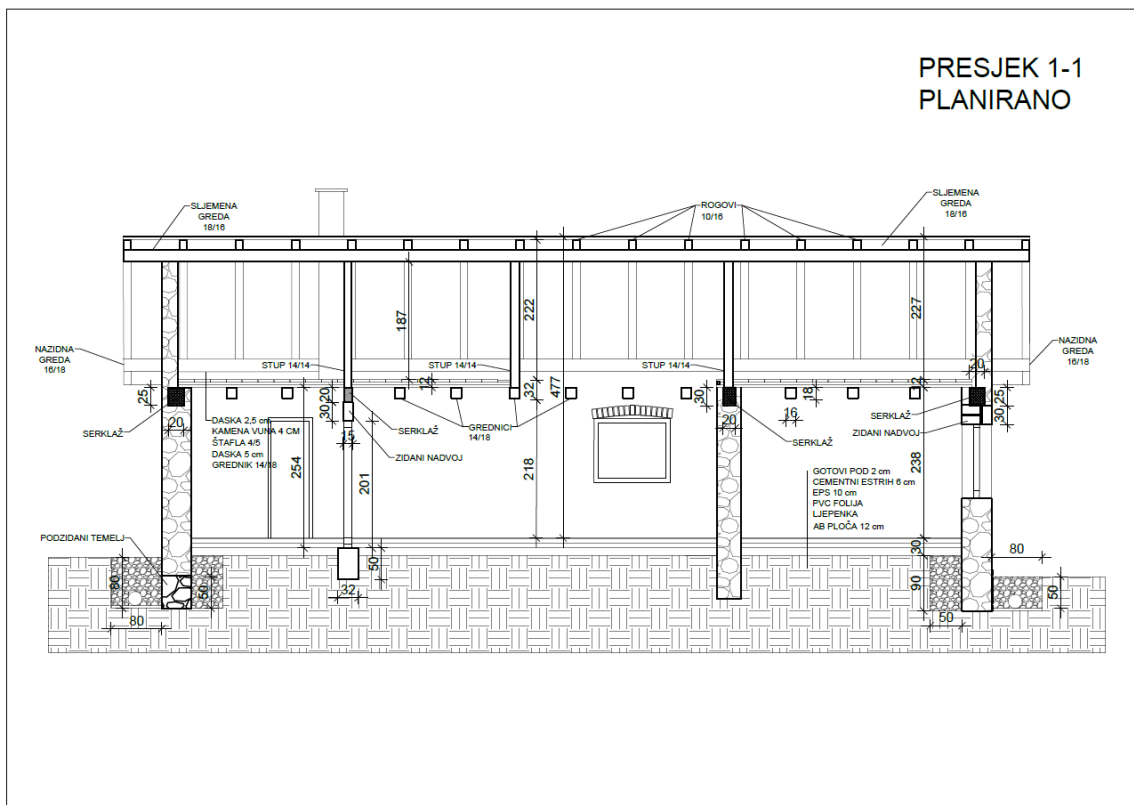


Slika 4.12: Tlocrt zidova planirano

4.2.2. Presjek 1-1

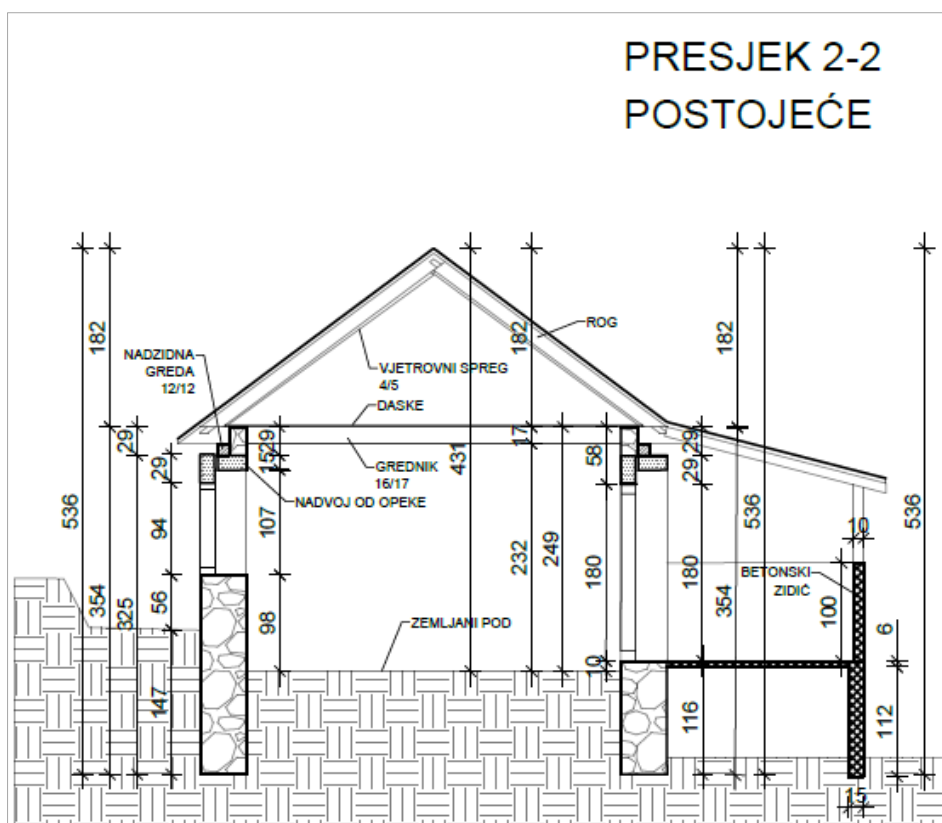


Slika 4.13: Presjek 1-1 postojeće

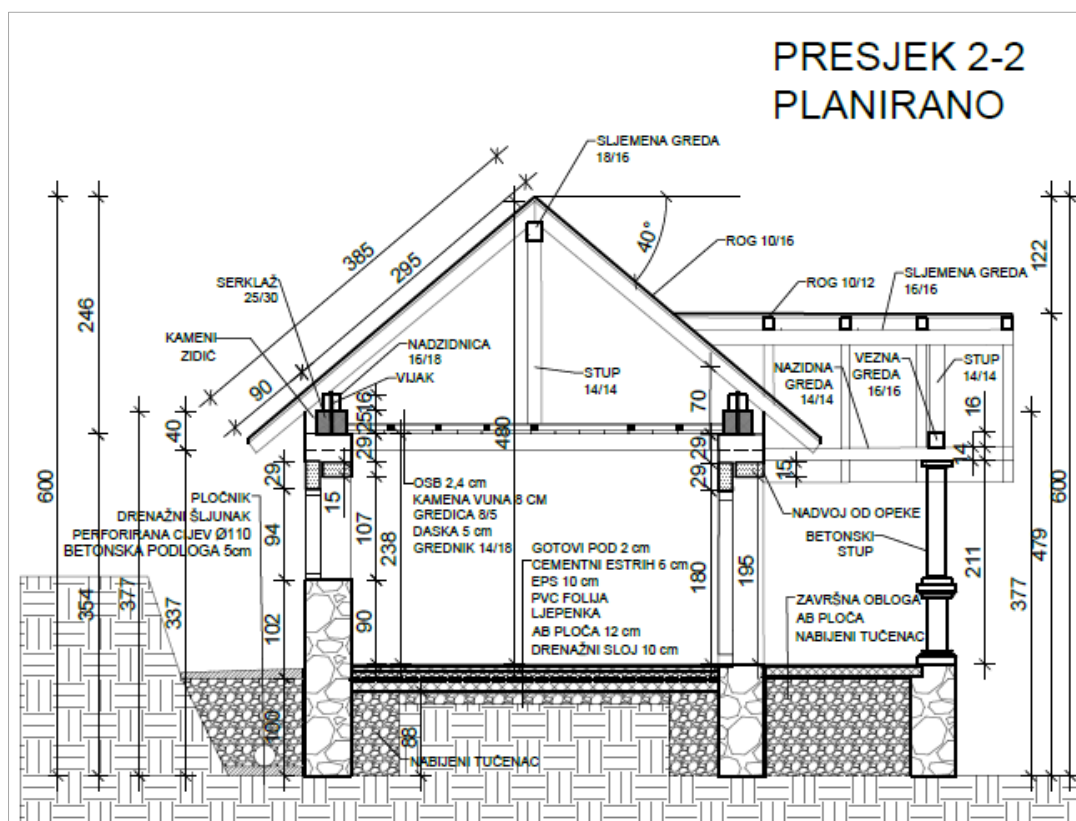


Slika 4.14: Presjek 1-1 planirano

4.2.3. Presjek 2-2



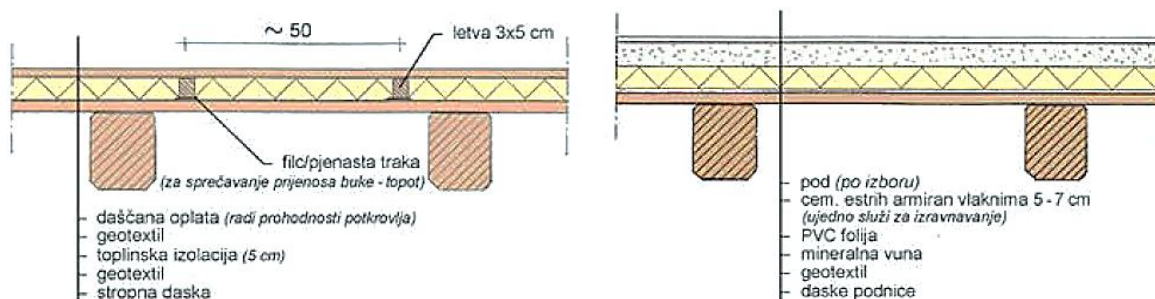
Slika 4.15: Presjek 2-2 postojeće



Slika 4.16: Presjek 2-2 planirano

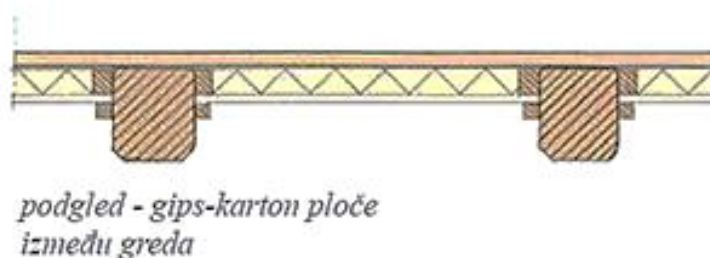
4.3. Strop

S obzirom da dodatna termoizolacija s vanjske strane zida ne dolazi u obzir zbog estetike, a termoizolacija s unutarnje strane nije preporučljiva, toplinska izolacija kompenzira se kroz izoliranje poda i stropa.



Slika 4.17: Presjek drvene stropne konstrukcije [10]

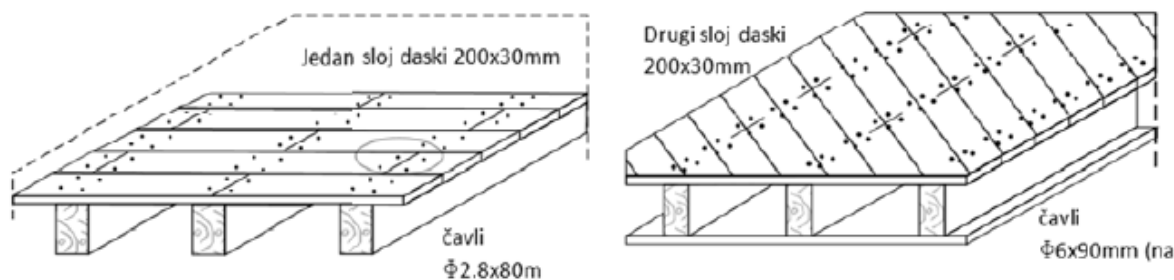
Kamene kuće tradicijski imaju drvene međukatne konstrukcije, drvene grede s jednostavni daščanim podom kakve prikazuje Slika 4.17. Drvo kao prirodni materijal ima nedostataka vezanih za vibracije poda te lošu toplinsku i zvučnu izolaciju, preporuča se ugradnja toplinske izolacije kako bi se eliminirali ti nedostaci. Na postojeću drvenu konstrukciju polaže se PVC folija ili nekad druga nepropusna folija, na što se izlije lagana armiranobetonska ploča maksimalne debljine 7 cm. Takva izvedba ukrućuje konstrukciju te sprječava vibracije, a dodatkom toplinske izolacije smanjuje se gubitak topline kroz strop. Strop se može izvesti i u suhom postupku. Ukoliko ne postoji mogućnost izrade toplinske izolacije s gornje strane, moguće je ugraditi gips-kartonske ploče i termoizolirajući materijal s donje strane konstrukcije što je prikazano na Slika 4.18. [10]



Slika 4.18: Presjek stropne konstrukcije s gips-kartonskim pločama [10]

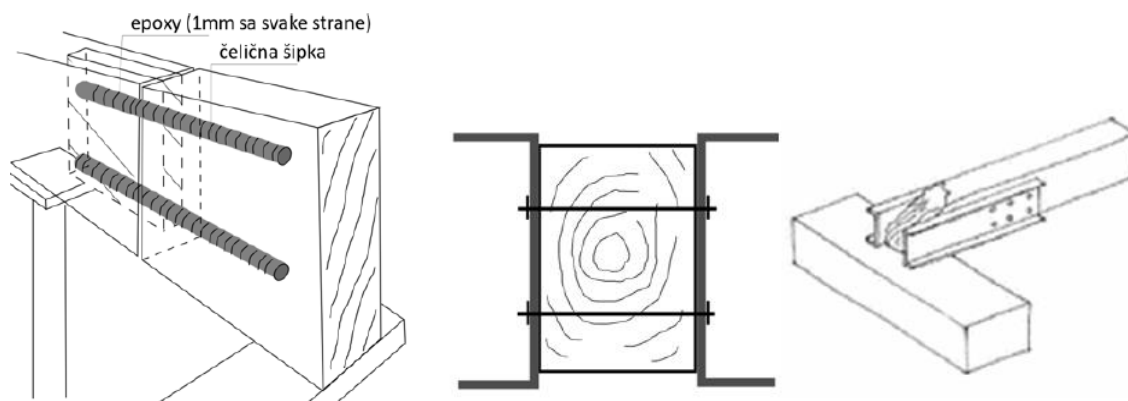
Na stropnu konstrukciju mogu se postaviti oplata od šperploče ili dasaka. Stropnu konstrukciju potrebno je povezati sa zidovima. Daske se postavljaju okomito na smjer grednika, te je svaku potrebno učvrstiti čavlima. Poželjno je da su daske izvedene na princip utora i pera. Također je moguće postaviti daske u dva sloja, s time da se prvi sloj u tom slučaju postavi pod kutom od 45°

u odnosu na grednik, a drugi sloj se postavi okomito na prvi sloj. Navedeno je prikazano na Slika 4.19. Šperploče se mogu postaviti i do 3 sloja. [9]



Slika 4.19: Prikaz polaganja drvenih dasaka na stropnoj konstrukciji [9]

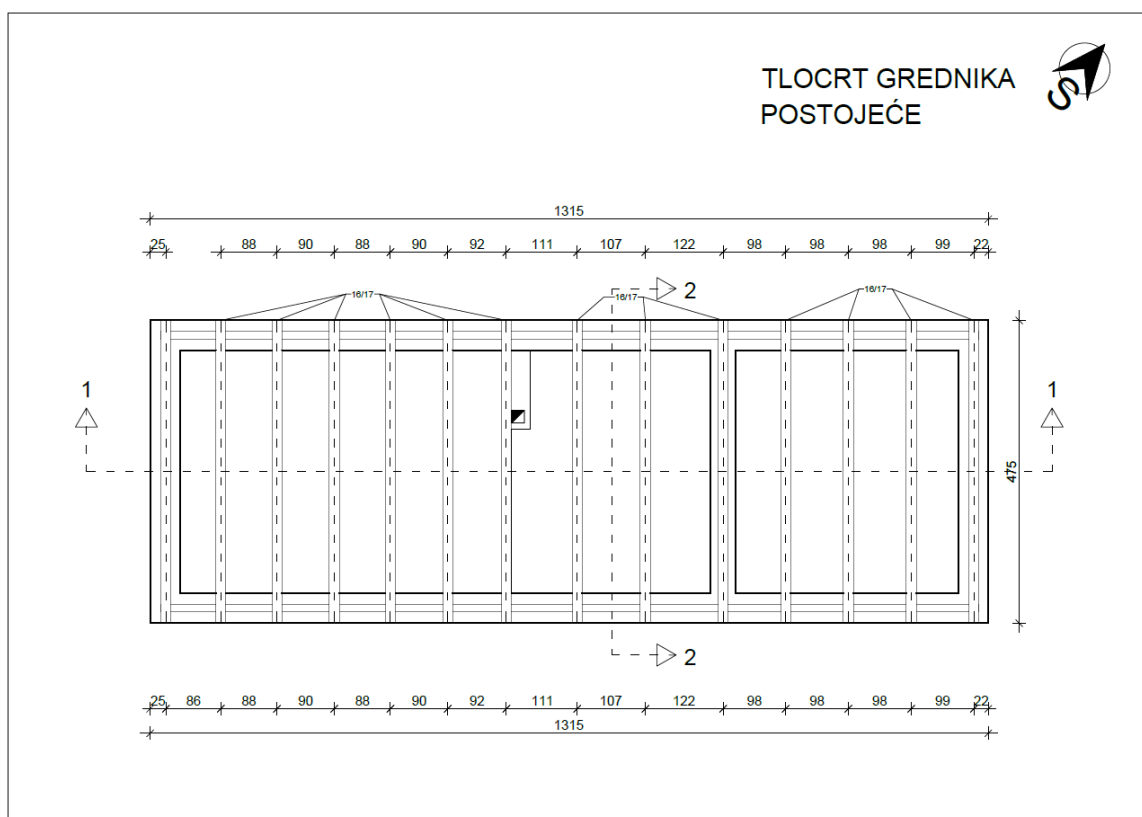
Postoje različite tehnike sanacije takvih konstrukcija. Nerijetko se zamjenjuje samo oštećeni dio grede, ukoliko nije moguće u potpunosti ukloniti i zamijeniti novom. Najčešće tehnike koje se primjenjuju su zamjena novim segmentom koji se pričvršćuje za zdravi dio grede vijcima za drvo, čavlima ili epoksidnim ljepilom ili se pak oštećeni dio ojačava čeličnim elementima. U zdravom dijelu grednika naprave se utori, a u novom segmentu postavljaju se šipke, te se zapunjava epoksidnim ljepilom koji je sličnih svojstva kao drvo.



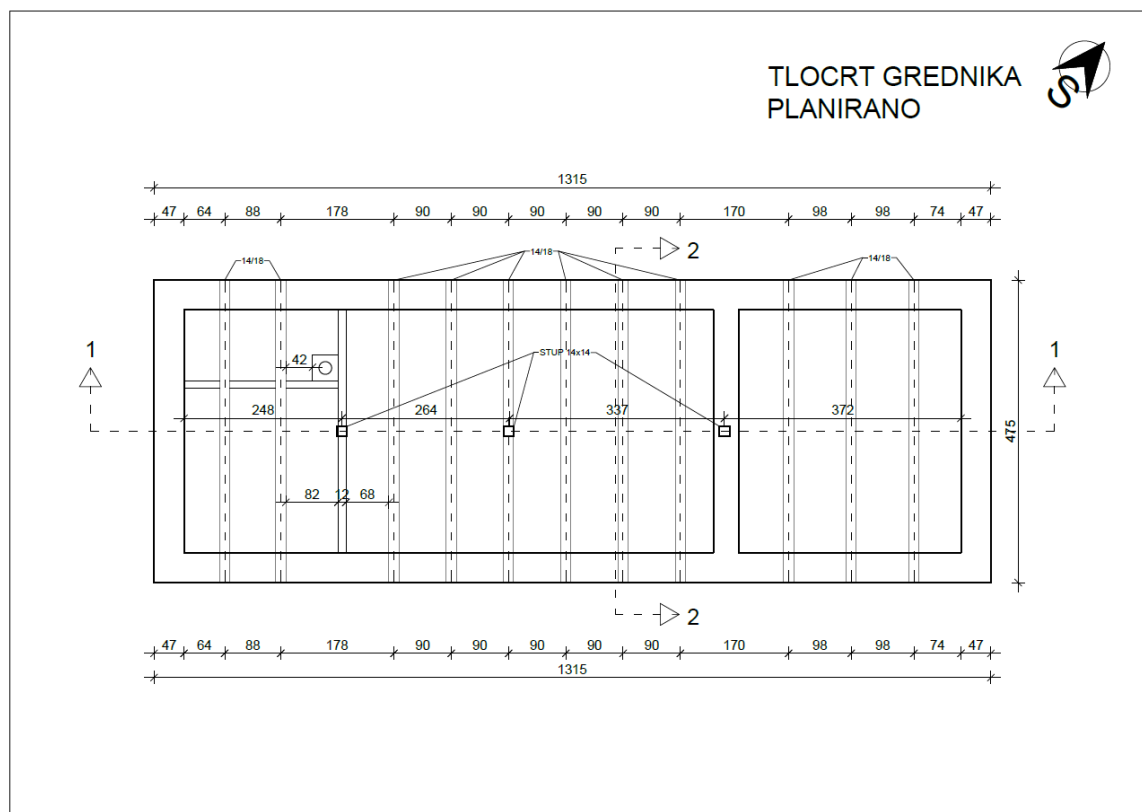
Slika 4.20: Sanacija drvenih greda čeličnim šipkama i epoksidnim ljepilom (lijevo) i sanacija i pojačanje drvenih greda dodavanjem čeličnih elemenata (sredina, desno)

S obzirom na postojeće stanje drvene konstrukcije, predlaže se potpuna izmjena drvenih grednika. Postojeće stanje sadržavalo je ukupno 14 grednika, no izradom serklaža i zamjenom krovišta, novo stanje sadrži 11 grednika. Minimalno nalijeganje novih grednika na zid je 20 cm.

4.3.1. Tlocrt grednika



Slika 4.21: Tlocrt grednika postojeće

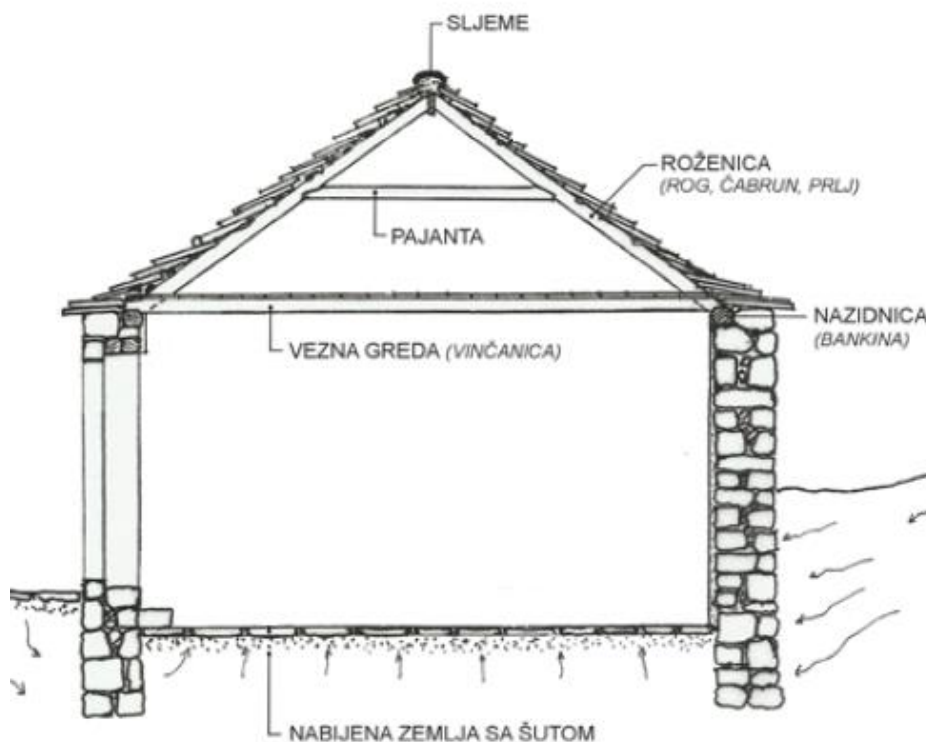


Slika 4.22: Tlocrt grednika planirano

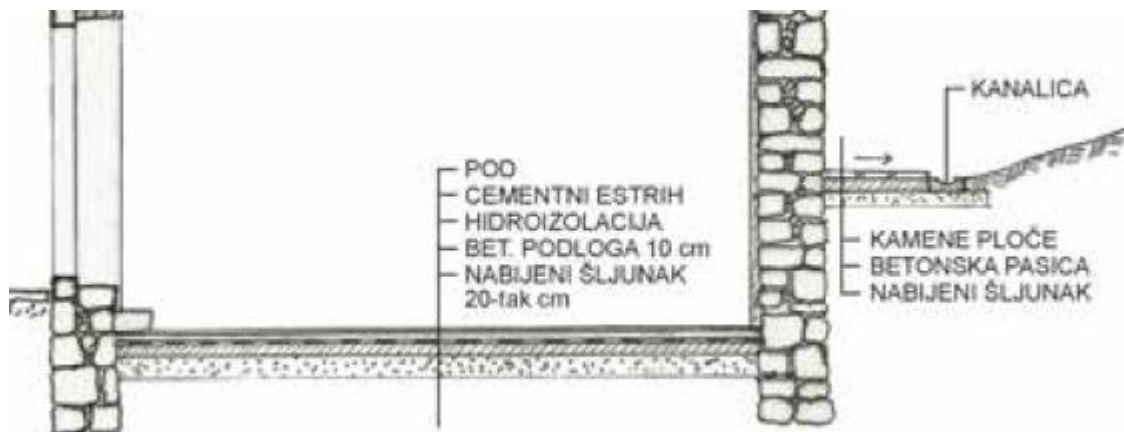
4.4. Sanacija vlage

„Vlaga u starim kamenim kućama je najčešći problem, budući da hidroizolacijski materijali nisu postojali u periodu kad su građene. Kapilarna vlaga se diže u zidove, a posebno je problematičan slučaj ako je kuća djelomično ukopana. Kada je riječ o kamenim kućama, ne preporuča se korištenje radikalnih metoda sanacije vlage, pritom se misli na podsjećanje zidova i umetanje ljepenke. Cilj je optimalno smanjiti vlagu, no kad su u pitanju kamene kuće teško je u potpunosti eliminirati vlagu. Sanacija vlage u podovima je jednostavnija. Potrebno je iskopati zemlju na potrebnu dubinu i izvesti slojeve koje prikazuje Slika 4.24.

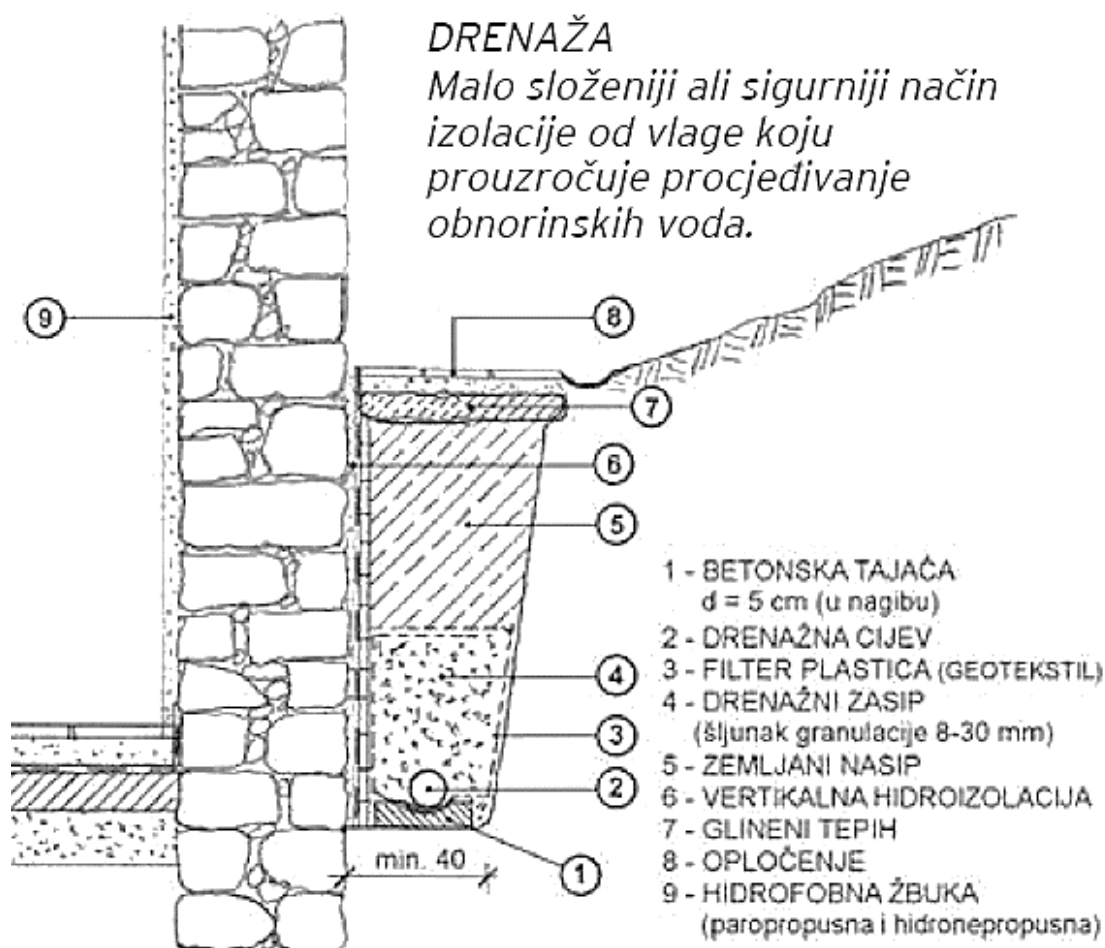
Stare kuće najčešće nisu imale žljebove i oluke, stoga je odvodnja kišnice nekontrolirano natapala tlo oko kuće i samim time narušavala statiku temeljnog tla. Slika 4.23 prikazuje utjecaj oborinskih voda. Ugradnjom oluka i žljebova odvodnja oborinskih voda stavlja se pod kontrolu i time se doprinosi isušivanju zidova. Dodatno se odvodnja oborinskih voda može kontrolirati izradom pasicom u širini barem 80 cm i to padom od kuće prema terenu. Vlaga u unutrašnjem prostoru može se smanjiti žbukanjem hidrofobnim žbukama. Ekstremno veliki utjecaj vlage najbolje je eliminirati drenažom kako je prikazano na Slika 4.25.“ [6] [5]



Slika 4.23: Presjek kamene kuće, prikaz utjecaja oborinskih voda i vlage [7]



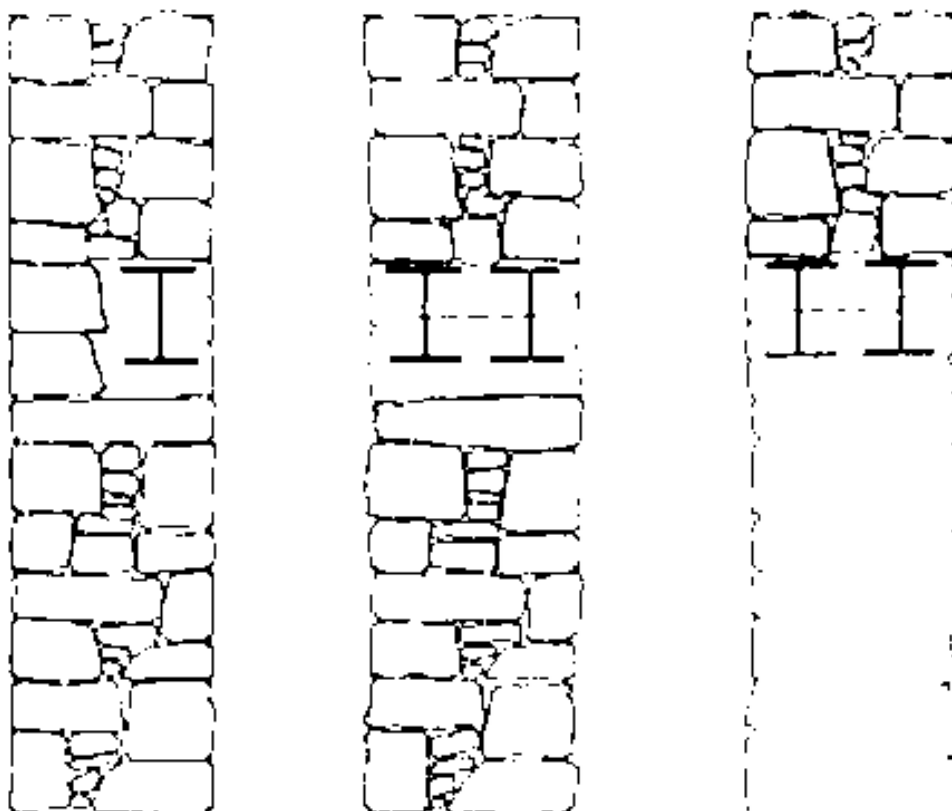
Slika 4.24: Presjek kamene kuće, prijedlog sanacije vlage [7]



Slika 4.25: Detalj drenaže uz vanjski zid od kamena [7]

4.5. Nadvoji

„Nerijetko pri adaptaciji starih kamenih građevina bude potreba za probijanjem novih građevinskih otvora za vrata i prozore. Takav postupak sa sobom nosi veliki rizik jer se narušava statička ravnoteža zidova te je takav zahvat vrlo zahtjevan. Proboj se započinje u gornjem dijelu na jednom licu zida, umeće se poprečna greda „I“ profila te se potom stavlja i s druge strane zida. Nakon umetanja profila s obje strane može se nastaviti s probijanjem prema dolje. Spomenuto prikazuje Slika 4.26.



Slika 4.26: Izrada proboja u kamenom zidu [7]

4.6. Vrata i prozori

„Vrata i prozori estetski su vrlo vrijedni elementi tradicionalnih kuća stoga ih treba maksimalno očuvati. Ukoliko je izvorna stolarija u vrlo lošem stanju, potrebno je izraditi kopiju. Na tradicijske kuće nije prihvatljivo ugrađivati PVC i aluminijsku stolariju već isključivo prirodno drvo.“ [7]

5. IZVOĐENJE I OBNOVA GRAĐEVINE U FAZAMA

5.1. Temelji

Kako bi se osigurala stabilnost kuće i potrebna dubina temeljenja, duž cijele kuće izvedeno je segmentno potkopavanje u dužini od jednog metra. S obzirom na starost objekta i na izvorni način izvedbe od kamena te nedostatka mogućnosti izvedbe od betona (loš pristup pojedinim dijelovima zbog konfiguracije terena i graničenje s susjednim parcelama na sjevernom dijelu, nepostojanje vodovodne i električne infrastrukture u trenutku izvedbe, nedostatak mehanizacije), odlučeno je da će temelji biti izvedeni od kamena, na izvorni način. Međutim, vrsta kamena od koje je građena kuća sasvim je jedinstvena i rijetka na području, te je nabavka identičnog kamena u izgledu predstavljala izazov. Osim toga, struktura pješčanog kamena je ispunjena brojnim porama pa samim time ima vrlo velika upijajuća svojstva te je vrlo mekana za obradu, što nije pogodno za temelje. S obzirom da se na udaljenosti od 3 km nalazi kamenolom koji vrši eksploataciju kamena vapnenačkog sastava, vrlo čvrste strukture, slabih upijajućih svojstva, odlučeno je da će se upotrijebiti vapnenački kamen za gradnju u temelje. Upotrebom tog kamena postignuta su puno bolja fizičko – mehanička svojstva temelja. Uz navedeno, takva solucija je najpogodnija i najjeftinija s obzirom da su radovi vršeni samostalno.

Izvedba radova temeljila se na kampadnom otkopavanju ispod zidova, u dužini od jednog metra te se podzidavala kamenom i cementnim mortom. Ovakav način izrade temelja vrlo je nezgodan za izvedbu, zbog malog prostora za rad i nepovoljnog položaja majstoru. Uz to postoji velika mogućnost za nepotpunim ispunjavanjem šupljina. Prilikom takve izvedbe potrebno je posvetiti mnogo pažnje i odraditi radove bez žurbe, s maksimalnom preciznošću, a za to je prijeko potrebna visoka stručnost, znanje i strpljenje.



Slika 5.1: Otkopavanje uz temelje (gore lijevo), čišćenje fuga (gore desno), očišćene fuge (dolje lijevo), završeni temelji (dolje desno)



Slika 5.2: Potkopavanje temelja u etapama



Slika 5.3: Potkopavanje temelja u etapama



Slika 5.4: Izgled temelja prije i poslije

Veliki problem na objektu je bila vlaga. Stoga je prilikom sanacije temelja dodatna pažnja posvećena izradi hidroizolacije i drenaže. Uz sjevernu stranu objekta izrađena je tanka betonska podloga kako bi se uz ugradnju perforirane cijevi osigurala što brža odvodnja oborinskih voda.



Slika 5.5: Bitumenska ljepjenka, čepasta folija i betonska podloga



Slika 5.6: Izrada betonske podloge i drenaže oko objekta

5.2. Zidovi

Na unutarnjim zidovima su se jasno mogli vidjeti slojevi vapnene boje koja je nanošena dugi niz godina. Na Slika 5.7 se mogu uočiti različiti slojevi i boje te se vidi da je korišten stari način ukrašavanja zidova valjkom s mustrom. Sa svih unutarnjih zidova skinuta je žbuka što prikazuje Slika 5.9. Zidovi su nakon skidanja žbuke ostavljeni da se suše, a za to vrijeme su se fugirali vanjski zidovi.



Slika 5.7: Slojevi unutarnjih zidova i zid ukrašen valjkom s mustrom



Slika 5.8: Skidanje žbuke s unutarnjih zidova



Slika 5.9: Izgled unutarnjih zidova nakon skidanja žbuke

Slika 5.10 prikazuje stanje vanjskih zidova tijekom procesa ispunjavanja fuga cementno - vapnenim mortom. Na desnom dijelu slike se može vidjeti izgled fuga nakon popunjavanja, a u sredini se nalaze očišćene fuge koje se potom popunjavaju mortom.

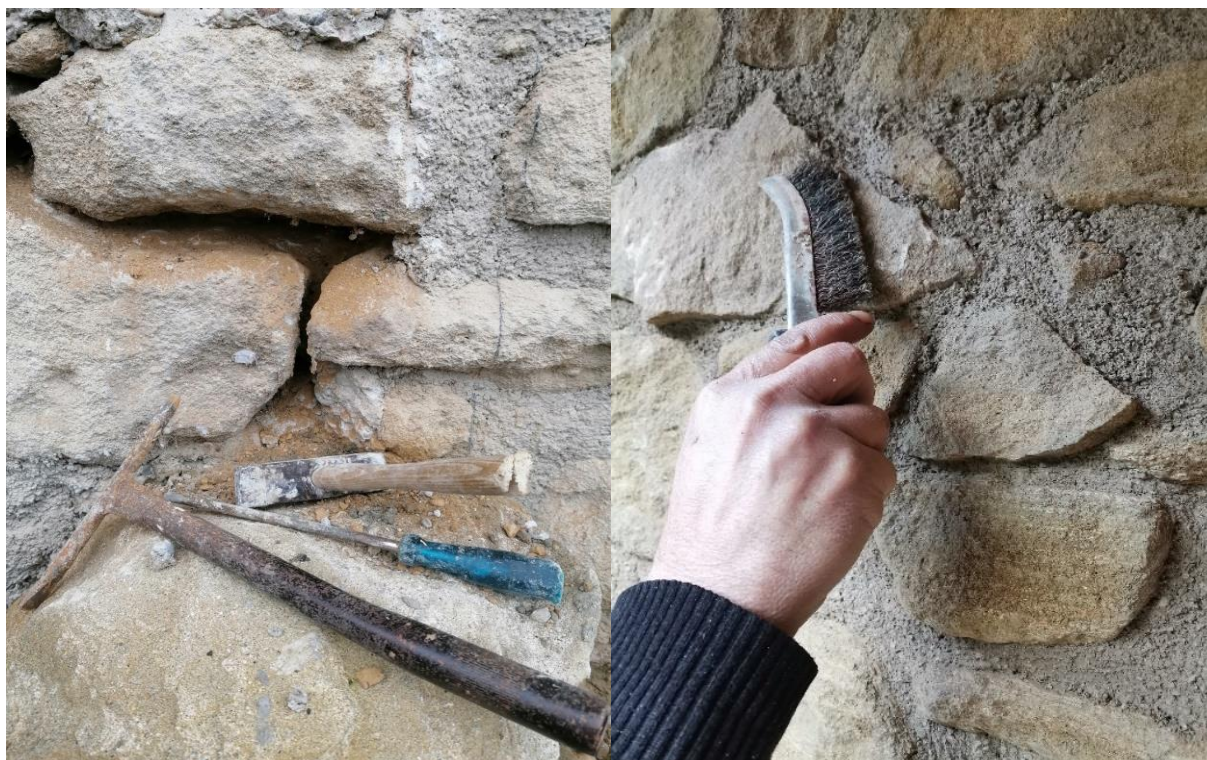


Slika 5.10: Stanje zidova prije fugiranja

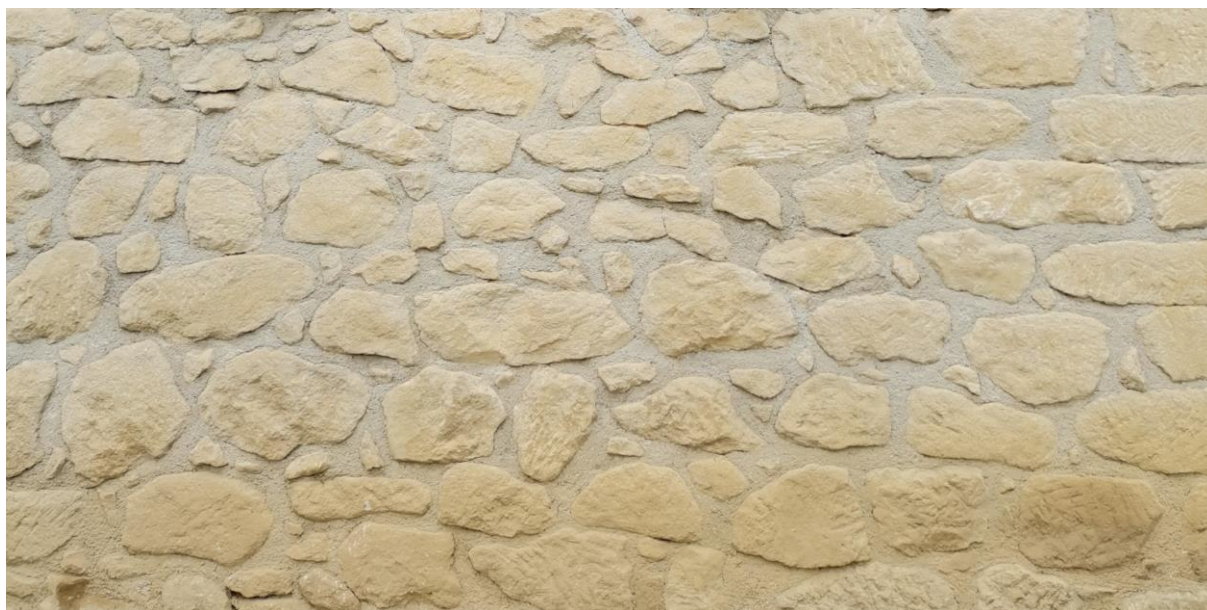
Slika 5.11 lijevo prikazuje izgled zida prije čišćenja fuga. Vidljiva je vanjska žbuka. Na desnoj strani je izgled zida tijekom fugiranja. Fugiranje je rađeno na način da se najprije posebnim šiljkom s drškom, nalik na planinarski čekić (Slika 5.12, desno) uklone postojeće zemljane fuge, potom se fuge dobro očiste mekanom četkom od preostale prašine kako bi se vapneno – cementnom mortu osigurala prionjivost. Fuge se ispunjavaju zidarskom žlicom. Potom se pričekava da mort započne proces vezanja i sušenja te se dovoljno stvrdne kako bi se fuge mogle dalje obrađivati. Daljnja obrada fuga iziskuje žičanu četku kojom se laganim pokretima očisti kamen od morta te se fuge oblikuju na način da su upuštene u zid. Potrebno je skinuti sav višak materijala. Krajnji rezultat vidljiv je na Slika 5.13. Ovisno o vremenskim uvjetima, nakon izvođenja radova, potrebno je vlažiti fuge, posebice po velikim vrućinama.



Slika 5.11: Stanje zidova prije i tijekom fugiranja



Slika 5.12: Alat za čišćenje fuga prije fugiranja (lijevo) i nakon fugiranja žičanom četkom (desno)

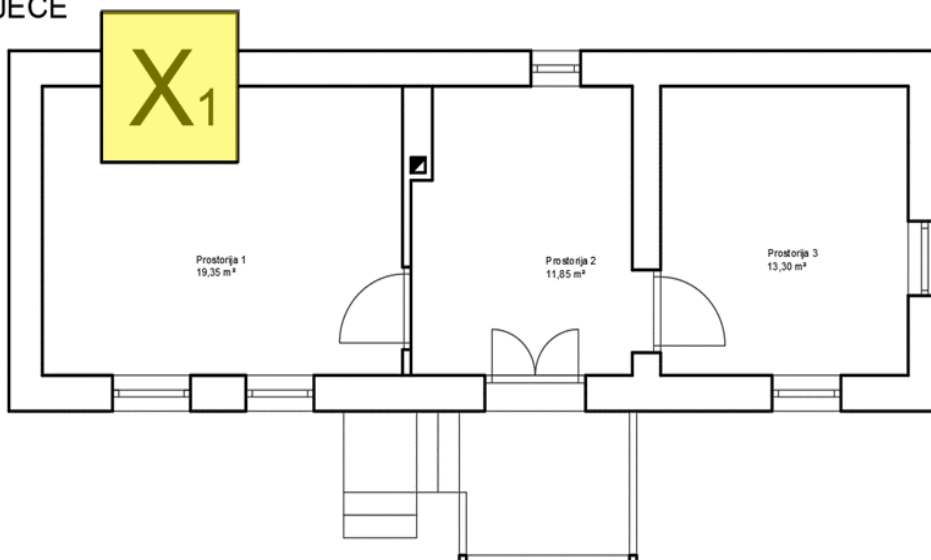


Slika 5.13: Stanje zidova nakon fugiranja

Ukoliko je zid oštećen u tolikoj mjeri da nije moguće koristiti navedene metode fugiranja, potrebno je porušiti dio oštećenog zida i ponovno sazidati porušeni dio. Pri tome se koristi kamen koji je bio prethodno ugrađen, no potrebno je u pričuvu imati kamena iste vrste. Pri prezidavanju vrlo je važno pridržavati se tehnike i načina gradnje kakav je korišten ranije. Na ovom objektu su

bila potrebna dva veća zahvata djelomičnog rušenja zida i ponovnog zidanja. Takav slučaj prikazuje slika ispod, obilježeno s „X1“. Zid se nalazi na sjeverozapadu. Uočene su veće pukotine te se zid u unutrašnjem sloju počeo rušiti, stoga je neizbježno bilo njegovo slojevito rušenje i ponovno zidanje. Srušen je samo unutrašnji sloj zida što prikazuju Slika 5.16 i Slika 5.17.

TLOCRT ZIDOV
POSTOJEĆE



Slika 5.14: Prikaz oštećenja X1 u tlocrtu



Slika 5.15: Prikaz oštećenja X1



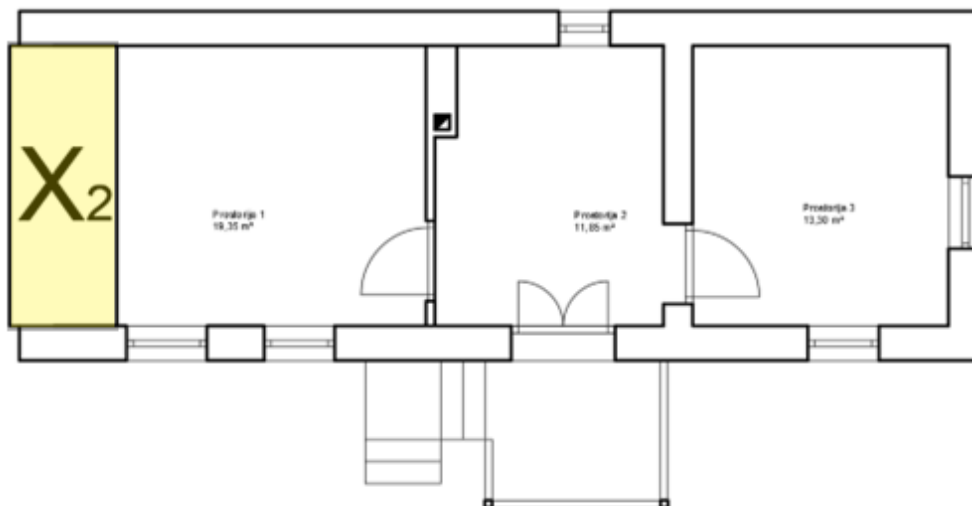
Slika 5.16: Rušenje zida i ponovno zidanje zida



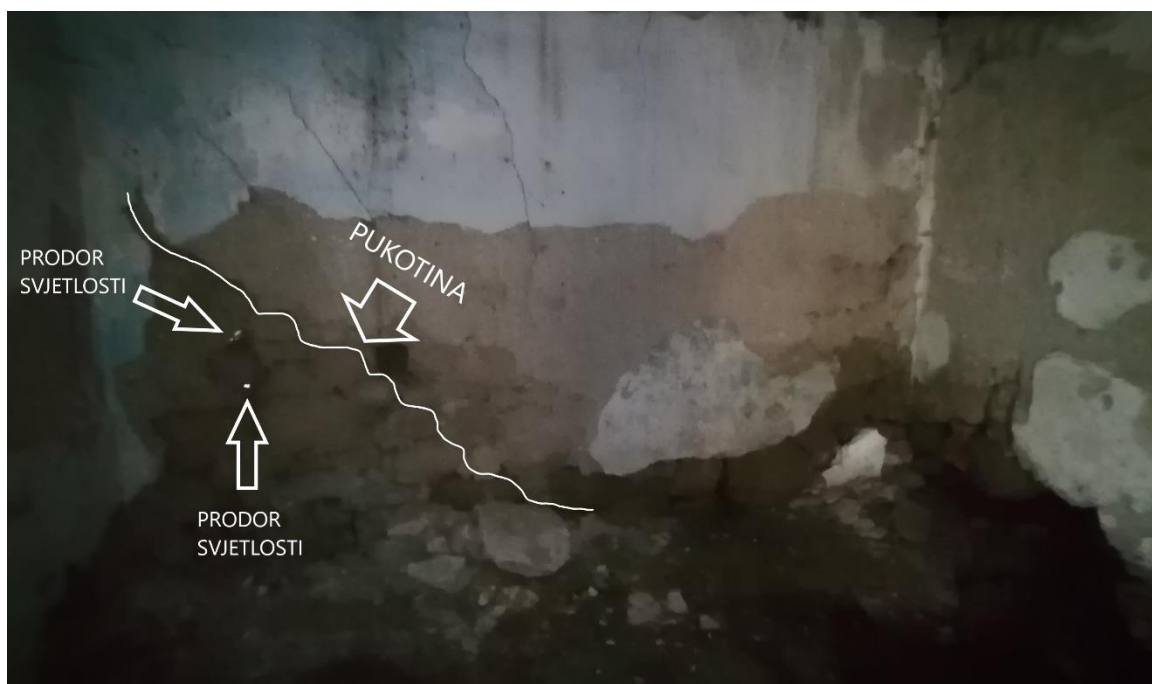
Slika 5.17: Rušenje i ponovno zidanje oštećenog zida

Osim oštećenja X1, veća oštećenja uočena su na istočnom zidu, obilježeno s „X2“ koji je s vanjske strane najvećim dijelom bio u zemlji.

TLOCRT ZIDOV POSTOJEĆE



Slika 5.18: Prikaz oštećenja X2 u tlocrtu



Slika 5.19: Prikaz oštećenja X2

Zbog pritiska zemljane mase i dugogodišnjeg utjecaja vlage, zid je nabubrio, stoga su već ranije (nepoznato kada) odrađeni zahvati u pokušaju saniranja istog. Prilikom otkopa s unutrašnje strane

zida, razbijena je betonska ploča širine 50 cm, debljine 20-tak cm ispod koje su bili naslagani redovi standardne opeke zalivene betonom, što je ukupno činilo masu od okvirno debljine 50 cm.



Slika 5.20: Razbijanje mase od opeke i betona

Beton je bio vrlo čvrst pa njegovo je uklanjanje zahtijevalo popriličan napor. Na temelju toga se može zaključiti da je takva sanacija rađena mnogo kasnije od izgradnje s obzirom da je korišten cement. Međutim, takav način sanacije nije bio adekvatan i učinkovit. Ovakvo rješenje služilo je svrsi s obzirom da je stvaralo poduporu s unutrašnje strane zida i na taj način se odupiralo zemljanoj masi koja je s vanjske strane „gurala“ zid prema unutra. S obzirom da je uklonjena zemljana masa s vanjske strane objekta samim time se smanjilo i horizontalno opterećenje na zid. Zid je saniran na način da je uklonjena masa od opeke i betona te je nakon toga zid otkopan do dna temelja s unutrašnje strane, a potom fugiran kao i svi ostali zidovi.



Slika 5.21: Uklanjanje mase od opeke i betona

5.2.1. Horizontalni serklaži

Serklaži su periodu gradnje objekta bili nepoznati pojam. S obzirom da je građevina vrlo stara, na ovoj kući nema postojećih serklaža, ali su korištene čelične zatege što dokazuje da je tehnika građenja bila naprednija i poznavala je mogućnost stvaranja naprezanja u zidu. Čeličnim zategama odnosno prednapinjanjem se unosi tlak i time se povećava nosivost zida budući da se sprječava nastanak vlačnih naprezanja. Čeličnim zategama osigurava se cjelovitost konstrukcije što je i dokazano s obzirom da se unatoč starosti građevina nije srušila.

Na Sliku 5.22 (desno) se može vidjeti zidarski otvor prilikom rušenja i širenja otvora za prozor, jasno je vidljiva čelična zatega. Čelična sajla (označena strelicama) proteže se kroz sve vanjske zidove.

Na Sliku 5.22 (lijevo) se može vidjeti čelični komad na koji je privezana sajla, što je služilo kao uporište za zatezanje sajle na drugom kraju zida. Čelične sajle služile su kao dodatna ukruta zidova.



Slika 5.22: Čelični natezač (lijevo) i čelična sajla unutar zidova (desno)

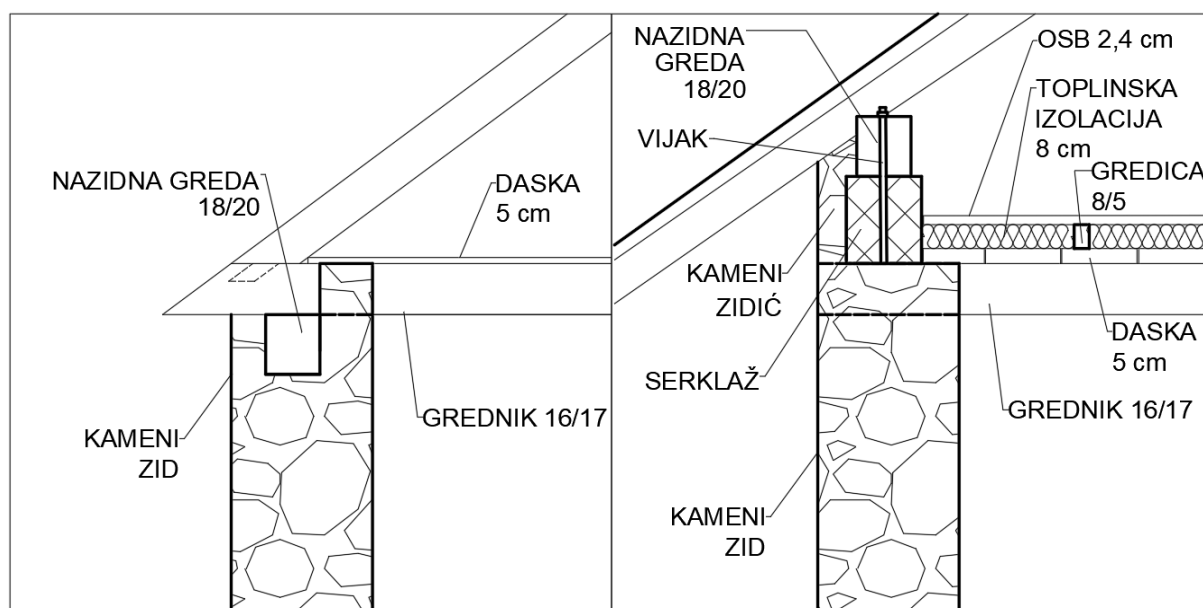
Čelične zatege su svojedobno služile svrsi, no s obzirom na starost i koroziju, njihova funkcija više nije zadovoljavajuća. Prilikom obnove zidova ne preporuča se vaditi čelične zatege već ih ostaviti izvorno unutar zidova. Obavezna je izrada horizontalnih serklaža.

Kod ovog objekta je specifično da serklaže treba izvesti u dvije razine. Standardna izvedba u jednoj razini nije izvediva zbog pojedinih detalja. Naime, prvi detalj su grednici koje je potrebno zamijeniti, ukoliko se grednici postavljaju na jednaku visinu i mjesto kao što su izvorni, dimenzija serklaža koju je moguće izvesti ispod njih, nije zadovoljavajuća jer bi u tom slučaju bila 12 x 12 cm. Ako pak bi se izradio serklaž većih dimenzija ispod grednika, povećala bi se svjetla visina prostorije u prizemlju, a zapravo je cilj postići to u potkrovlju zbog buduće namjene građevine.

Drugi specifični detalj kod izrade serklaža je zidarski otvor za vrata na zapadnom zabatnom zidu. Cilj je da zidarski otvor ima što veću svjetlu visinu, a izradom serklaža u istoj ravnini kao serklažima iznad grednika ta visina bi se smanjila.

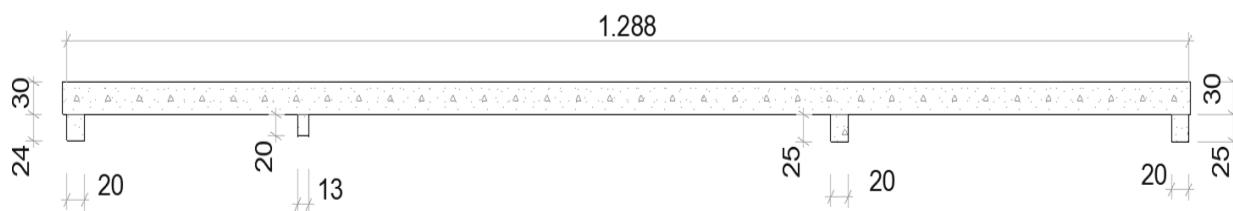
Treći detalj su serklaži na pregradnim zidovima koji moraju biti poravnati s grednicima, odnosno njihova gornja kota mora biti jednaka gornjoj koti grednika, zbog kasnijeg postavljanja podne konstrukcije. Iako pregradni zidovi ne zahtijevaju serklaže, odlučeno je napraviti ih zbog dodatne ukrute. Ranije su iznad pregradnih zidova bili grednici (zbog konstrukcije krovišta) koji su uslijed utjecaja vlage u potpunosti istrunuli, stoga je u ovom slučaju odlučeno ne mijenjati te grednike novima već ih zamijeniti serklažima. Izradom takvih serklaža osim povećanja krutosti cjelokupne konstrukcije i veće otpornosti na potresna djelovanja, dobiva se i veća nosivost podne konstrukcije te bolje uporište za stupove iznad pregradnih zidova koji su nužni kasnije za krovšte.

Horizontalni serklaž dodatno osigurava vezu između grednika i zidanog zida. [7] Slika 5.23 prikazuje detalj povezivanja grednika i serklaža. Niže su prikazani drugi detalji, tlocrti i 3D prikazi kako bi se lakše pojasnilo o čemu je riječ. Slika 5.25 prikazuje serklaže u presjeku, pa se mogu uočiti ranije spominjani tanki zidani obzid od kamena, koji služi za „skrivanje“ serklaža kako bi se estetski bolje uklopilo u cjelinu.

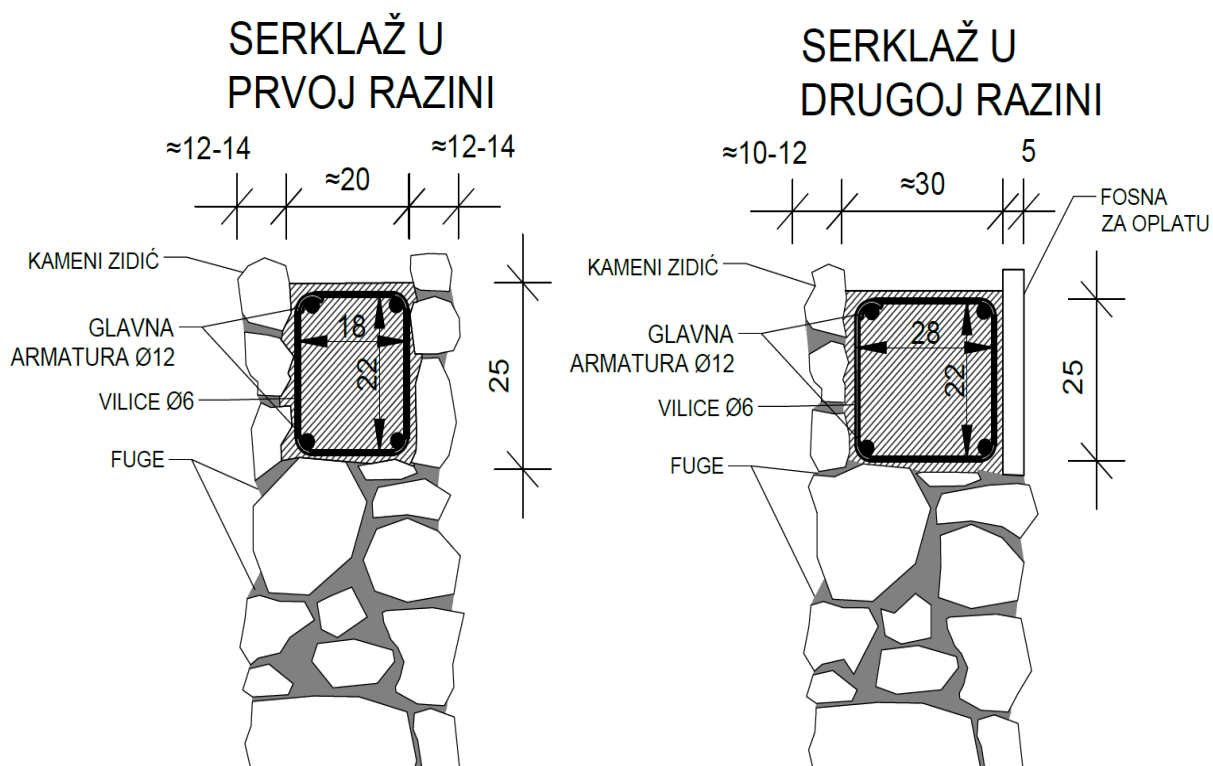


Slika 5.23: Detalj sanacije povezivanja zidova, podne i krovne konstrukcije

SERKLAŽI

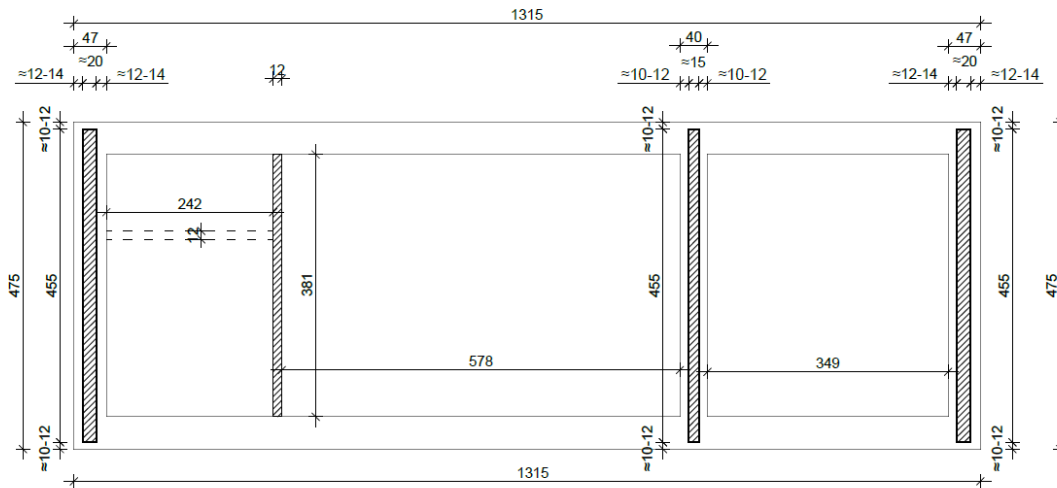


Slika 5.24: Uzdužni presjek serklaža



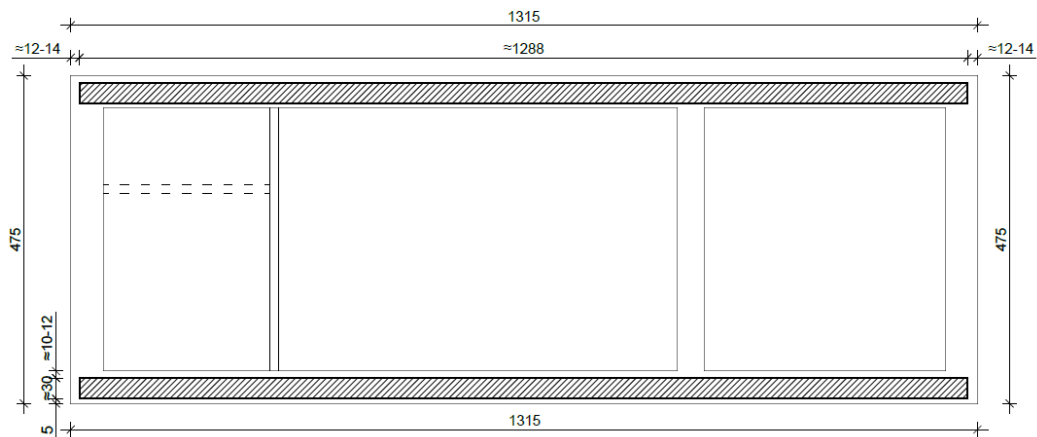
Slika 5.25: Detalji serklaža

TLOCRT SERKLAŽA
U PRVOJ RAZINI

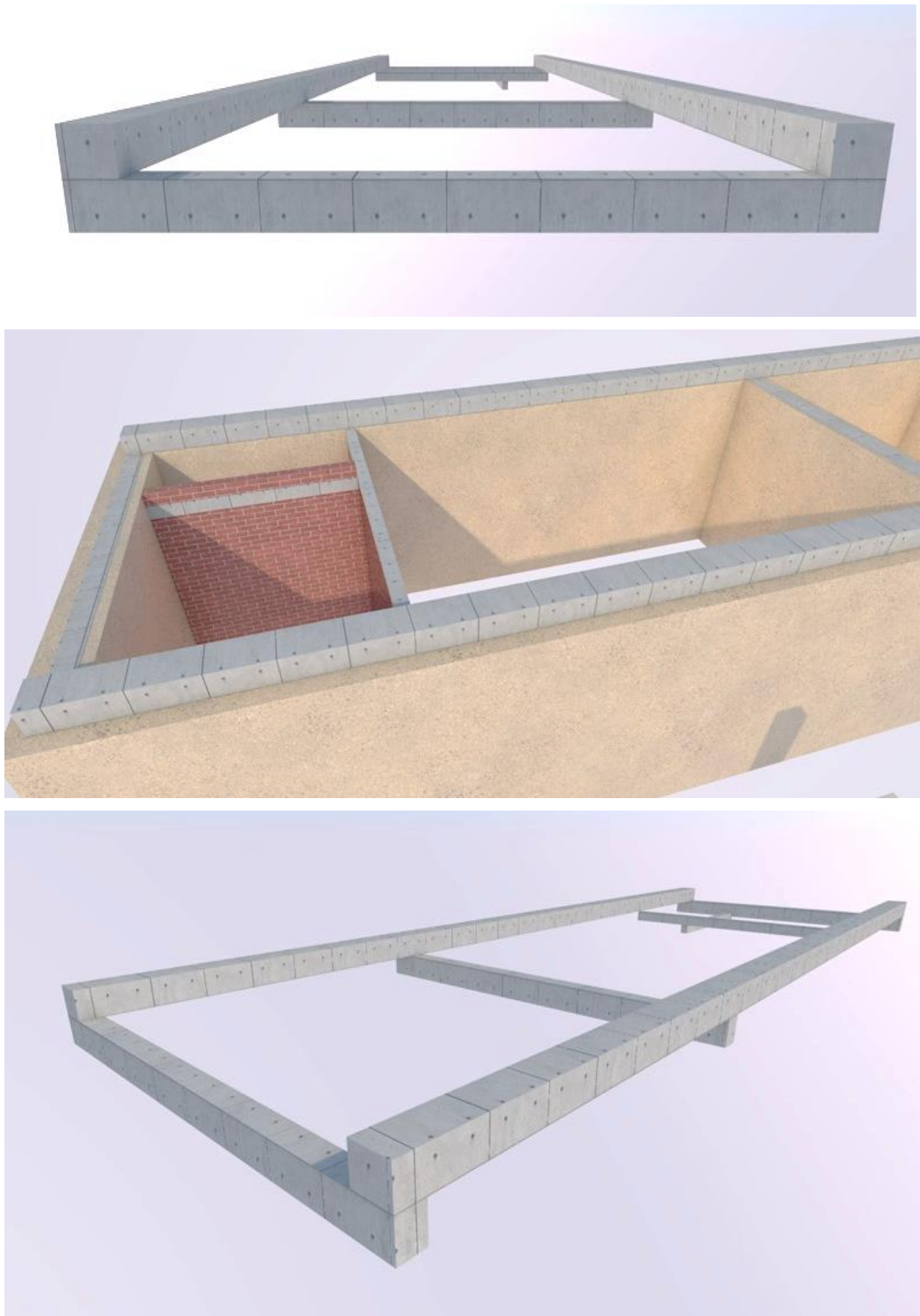


Slika 5.26: Tlocrt serklaža u prvoj razini

TLOCRT SERKLAŽA
U DRUGOJ RAZINI



Slika 5.27: Tlocrt serklaža u drugoj razini



Slika 5.28: Aksonometrijski prikazi serklaža



Slika 5.29: Aksonometrijski prikazi serklaža u objektu



Slika 5.30: Rušenje zabatnog zida



Slika 5.31: Uklanjanje grede u zabatnom zidu



Slika 5.32: Uređivanje kamene kanalice (oplate) za budući serklaž



Slika 5.33: Ugradnja armature i betona u kamenu kanalicu (zapadna strana)



Slika 5.34: Ugradnja armature i betona u kamenu kanalicu (istočna strana)



Slika 5.35: Ugradnja betona i improvizacija skele (istočna strana)



Slika 5.36: Ugradnja armature i betona u kamenu kanalicu (pregradni zid)



Slika 5.37: Izrada serklaža (pregradni zid) i utori za grednike



Slika 5.38: Izrada serklaža u drugoj razini



Slika 5.39: Ugradnja grednika u utore (gore lijevo), izrada kamenog zidića (gore desno), ugradanja ankera i betona (dolje lijevo), završni izgled serklaža (dolje desno)



Slika 5.40: Izgled serklaža s pročelja



Slika 5.41: Izgled serklaža s pročelja

5.2.2. Pregradni zid od opeke

Postojeći zid od opeke zidan je standardnom opekom formata 12 x 6.5 x 24. Zid je zidan vapnenim mortom. Jasno je da je zid kasnije građen s obzirom da je opeka standardnih dimenzija, a umjesto „blata“ kao vezivo korišteno je vapno. Sve cigle s postojećeg zida su prilikom rušenja sačuvane i iskorištene za izradu novog pregradnog zida, odnosno 2 pregradna zida.



Slika 5.42: Rušenje pregradnog zida

Nakon iskopa, temelji su rađeni od kamena i zaliveni betonom na što je kasnije stavljen bitumenski premaz i ljepenka. Prilikom zidanja zida, dodatno je svakih nekoliko redova dodano sidro (čelična rebrasta šipka), kako bi se poboljšala mehanička otpornost s obzirom da zid nije na drugačiji način vezan s glavnim zidovima. Osim sidrom, iako nije uobičajeno za ovu širinu zida, pregradni zid je s vanjskim nosivim sustavom povezan serklažom dimenzija 12 x 20 cm.



Slika 5.43: Iskop za temelje (gore lijevo), betoniranje temelja (gore desno), bitumenski premaz (dolje lijevo) i zidanje zida (dolje desno)



Slika 5.44: Gotovi pregradni zid

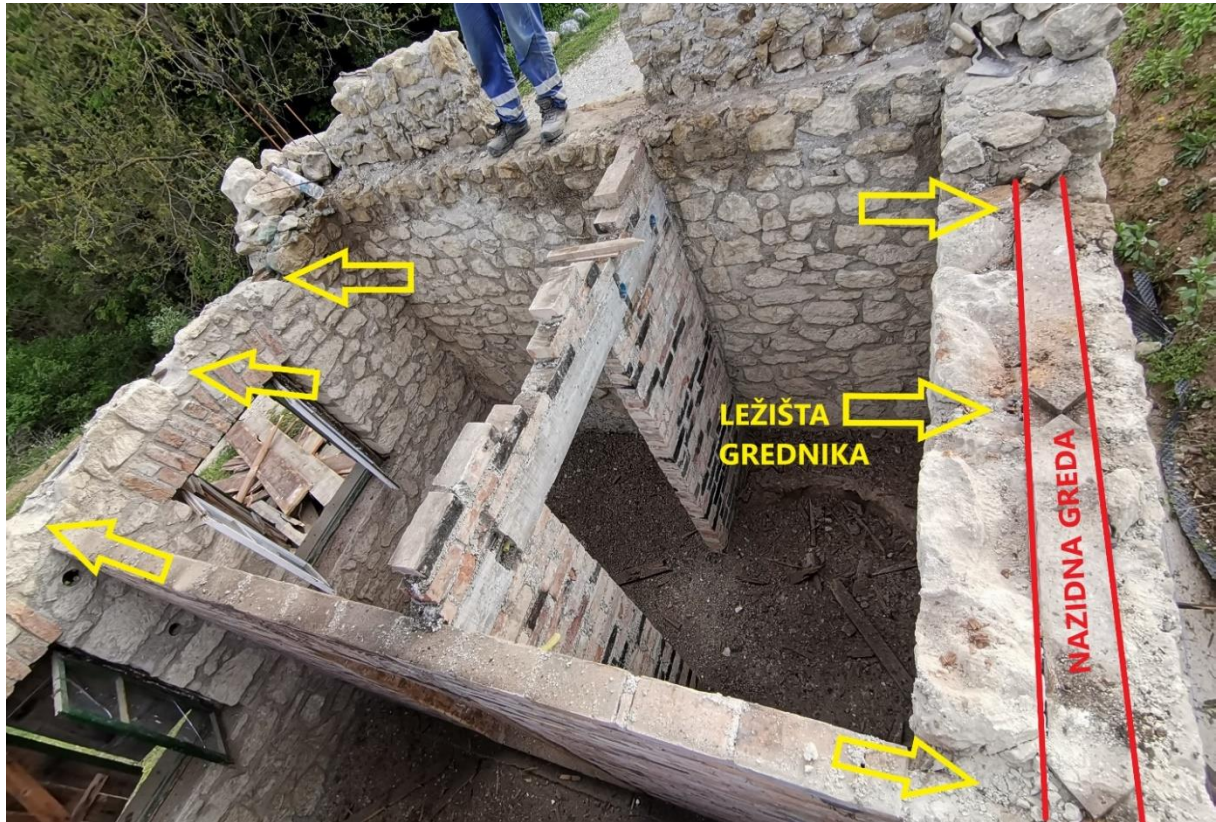
5.3. Strop

Grednici na ovom objektu nisu služili samo kao nosivi dijelovi stropne konstrukcije, već i kao dio krovne konstrukcije s funkcijom veznih greda. Takva, pajantna, krovišta vrlo su česta iz tog razdoblja, no u današnje vrijeme rijetko se izvode. Grednici su izvorno ležali na nazidnim gredama koje su dimenzija 12 cm x 12 cm. Uklanjanjem grednika i nazidne grede, u zidovima su ostala ležišta grednika. S obzirom da je dimenzija nazidne grede manja od standardnih dimenzija serklaža, a izradom većih dimenzija morali bi se pomaknuti ležajevi u visinskom smjeru čime bi se dobila veća svjetla visina prostorija u prizemlju, odlučeno je da će se serklaži izvoditi iznad postavljenih grednika. Na taj način novi grednici dolaze na identično mjesto kao izvorni. Međutim, uklanjanjem nazidne grede dobiva se prazan prostor koji je potrebno popuniti. Ispuna je odrađena kamenom i vapneno – cementnim mortom, pri čemu je dodatna pažnja posvećena u niveliranje svih ležišta u istu ravninu, jer su postojeći grednici imali odstupanja u dimenzijama. Slika 5.46 prikazuje ležišta grednika nakon uklanjanja starih grednika, dok Slika 5.47 prikazuje pripremljena ležišta za nove grednike.

Novi grednici su hrastovi, dimenzija 14 x 18 cm, dužine 5 m. Njihova vlastita masa je zbog specifične težine hrasta vrlo velika u odnosu na grednike od crnogorice jednakih dimenzija. Za njihovu ugradnju bila je potrebna manja autodizalica što je prikazano na Slika 5.48.



Slika 5.45: Izgled stropa i grednika prilikom demontaže



Slika 5.46: Ležišta grednika nakon uklanjanja starih grednika



Slika 5.47: Nova ležišta grednika prije ugradnje novih grednika



Slika 5.48: Ugradnja novih grednika

Prvotni plan bio je da grednici naliježu na zidove 20 cm, a s vanjske strane budu obzidani kamenim zidićem, međutim zbog prirode drva, odlučeno je izvesti grednike na način da budu vidljivi na pročeljima. Na taj način drvu se osigurava isušivanje s vanjske čone strane poprečnog presjeka i time sprječava razvoj gljivica i truljenje. Osim omogućavanja drvu da „diše“ s čone strane, ugradnjom bitumenske ljepenke ispod svakog grednika spriječeno je eventualno djelovanje vlage sa zida na drvo, kao što je bio slučaj ranije. Prije polaganja armature i betoniranja serklaža, grednici su i s gornje strane zaštićeni bitumenskom ljepenkom.



Slika 5.49: Bitumenska ljepenka ispod i iznad grednika

Ugradnja grednika u ležišta nije apsolutno savršeno poravnata, što je vidljivo na Slika 5.50, stoga je bilo potrebno poravnavanje greda po visini zbog nivelacije poda, a jednako tako bitno je i poravnavanje čeonih strana vidljivih na pročelju, zbog estetike. Iako je odrađeno niveliranje ležišta grednika, nije bilo moguće dobiti idealnu ravninu zbog neravnosti kamena i odstupanja dimenzija nove drvene građe. Poravnavanje po visini odrađeno je dodavanjem dodatnih komada bitumenske ljepenke, na način da je jedna osoba podignula gredu, a druga podbacila komad ljepenke.

Na slici dolje, vidljivo je napeto uže po kojem su grede ravnale. Poravnavanje po čeonj strani odrađeno je također pomoću ljudske snage. Jedna osoba je lagano odignula gredu s jedne strane, dok se na drugoj strani udarcima većeg čekića postupno pomicala greda. Pri obje radnje važno je ne oštetiti bitumensku ljepenku, a također udarcima čekića ne stvoriti oštećenja na vidljivom čeonom dijelu grede stoga treba koristiti adekvatnu vrstu zaštite.

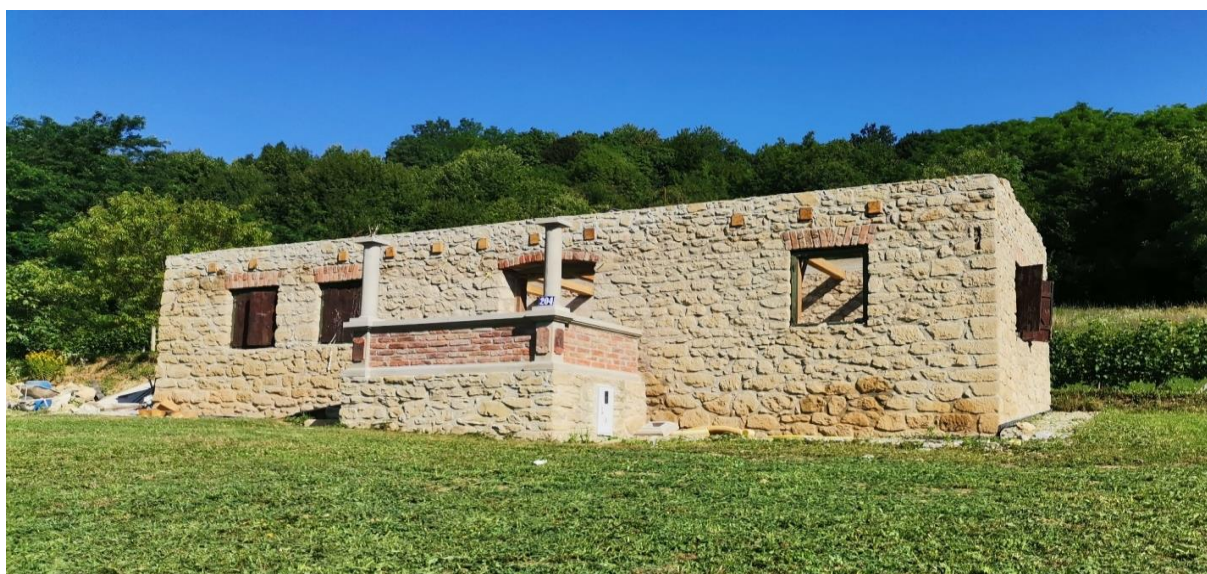


Slika 5.50: Poravnavanje grednika

Po završetku poravnavanja grednika, potrebno je ispuniti bočne šupljine između grednika i ležišta. Ispunjava se također ljepenkam, vapneno - cementnim mortom i manjim kamenjem ukoliko je potrebno, a višak bitumenske ljepenke naknadno se odreže. Nakon toga, za izradu serklaža izrađuje se kameni zidić (kanalica) s vanjske strane, čime se dobiva na estetici i izvornom izgledu zbog „sakrivanja“ betona.



Slika 5.51: Prije i nakon poravnavanja grednika



Slika 5.52: Izgled pročelja nakon ugradnje grednika i izrade serklaža

5.4. Pod

Objekt je imao zemljani pod. Nikakvi konstruktivni elemnti nisu postojali. Najprije je uz sve zidove izvršen otkop. Sanirani su zidovi do dna temelja, te su temelji podzidani gdje je to bilo potrebno. Iskopani dio uz zidove zasut je tučencem, potom je zasipana cijelokupna površina prostorije šljunčanim materijalom koji je zatim zbijen. Na takvu pripremljenu podlogu postavljena je PVC folija te armaturna mreža. Navedeno se može vidjeti na Slika 5.54. Na pripremljenu podlogu je izvedena armirano – betonska ploča, debljine 12 cm. Navedeni postupak ponovljen je za svaku prostoriju. Radovi su se izvodili prostoriju po prostoriju. Naknadno će se izvesti slojevi poda s bitumenskom ljepnekom, toplinskom i zvučnom izolacijom te cementnim estrihom i završnim oblogom. Završna obloga bit će u skladu sa stilom objekta, najvjerojatnije drveni seljački pod.



Slika 5.53: Otkopavanje unutar objekta uz zidove



Slika 5.54: Razastiranje i zbijanje drenažnog sloja (gore), postavljanje PVC folije i armaturne (sredina) mreže, betoniranje ploče (dolje)

5.5. Nadvoji

Prije sanacije nadvoja bilo je potrebno porušiti kameni zid iznad što prikazuje Slika 5.55. Nadvoj je zidan zemljanom masom koja je s godinama izgubila svoja svojstva, prema tome rušenje samog nadvoja nije zahtjevno, no potrebno je pripaziti da se prilikom demontaže cigle ne oštete kako bi se mogle ponovno koristiti. Izvađene cigle pažljivo se čiste od ostatka zemljane mase, a potom se koriste se za ponovno zidanje nadvoja tom istom opekom i cementnim mortom.



Slika 5.55: Nadvoji prije rušenja



Slika 5.56: Nadvoji nakon rušenja



Slika 5.57: Rušenje nadvoja (gore lijevo i desno), zidanje nadvoja s podupiračem (dolje lijevo) i gotovi nadvoj (dolje desno)

Iznad nadvoja nalježu nazidna greda i grednici, važno je pripaziti na statiku stoga je prije zahvata obavezno osigurati podupirače. Prilikom izgradnje ovog objekta, u nedostatku standardnih podupirača i skela, korištene su improvizirane konstrukcije što je prikazano na sljedećim slikama.



Slika 5.58: Improvizacija skele



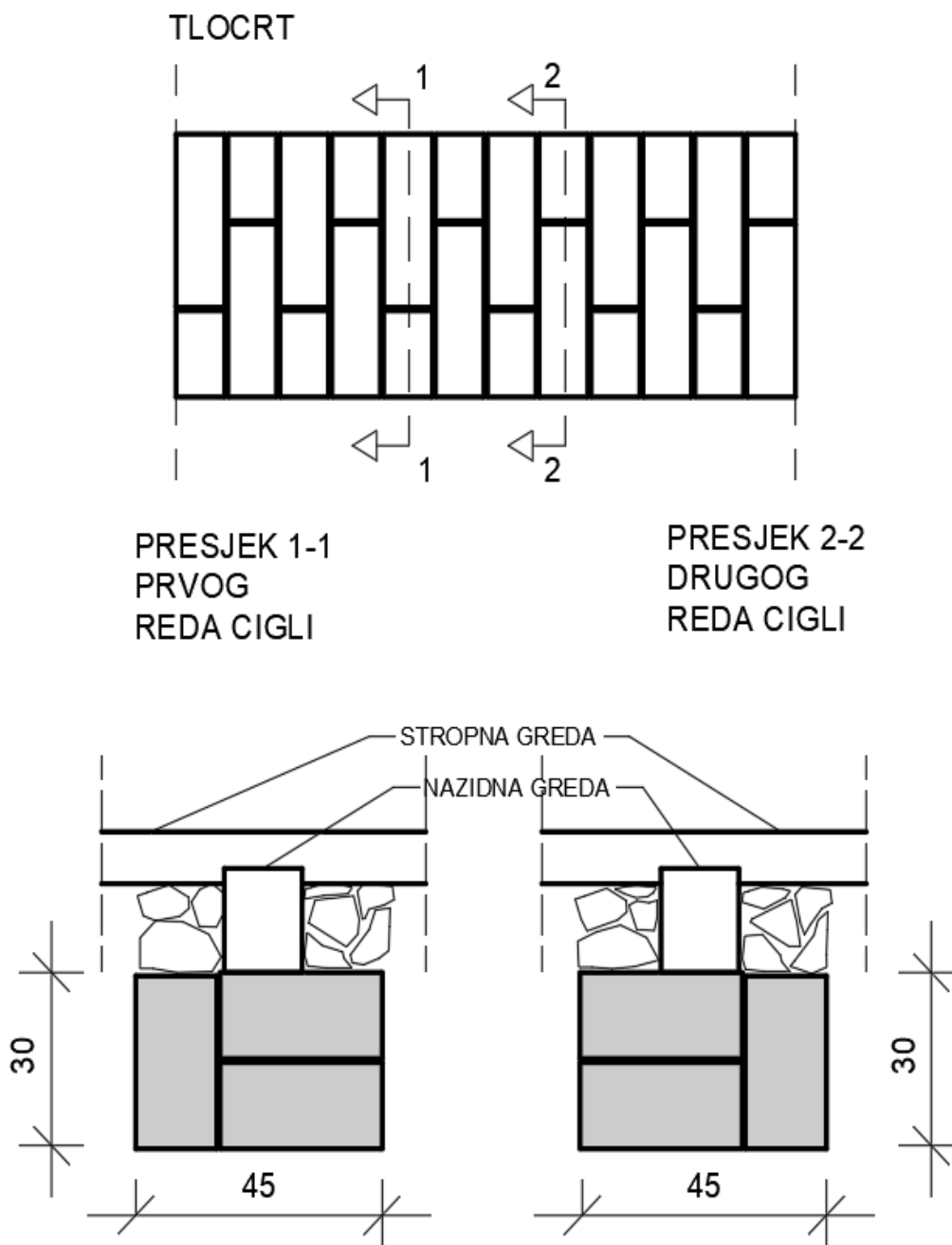
Slika 5.59: Izgled nadvoja prije restauracije



Slika 5.60: Izgled nadvoja nakon restauracije

Slike prikazuju stanje nadvoja prije zahvata sanacije te poslije. Vidljivo je kako opeka nije položena vertikalno na ravninu oplata, već je svaka opeka nakošena, krenuvši od sredine na lijevu i desnu stranu. Kako bi iskošenje opeka bilo moguće, u sredini nadvoja potrebna je klinasti segment. Ukošenje je vrlo važno kako bi opeka ugrađena u nadvoj držala sama sebe, stvarajući tlak. Ovakav način izrade nadvoja vrlo je uobičajeni za stare građevine.

Ispod je prikazan tlocrt i presjek nadvoja. Vidljivo je da su korištene pune opeke, međutim dimenzije pojedine opeke nisu prema današnjim standardima već su one veće. Razlog tome je što su prikazane opeke „domaće“ proizvodnje. Dimenzije korištene opeke su 15 cm x 30 cm, stoga je postavljanjem opeke u dva reda vrlo lako dobivena potrebna širina zida (45 cm). Opeke iznad prozora slažu se na način da je u prvom redu cigli postavljena jedna cigla vertikalno, a u njenom produžetku dolaze dvije horizontalno položene. U idućem redu lijevo i desno, princip slaganja je isti samo zrcalni. Time se na pročelju dobije prepoznatljiv izgled ovakvih nadvoja. Jasnije je prikazano na tlocrtu i presjeku te na Slika 5.60.



Slika 5.61: Tlocrt i presjek nadvoja

„Nerijetko pri adaptaciji starih kamenih građevina bude potreba za probijanjem novih građevinskih otvora za vrata i prozore. Takav postupak sa sobom nosi veliki rizik jer se narušava statička ravnoteža zidova te je takav zahvat vrlo zahtjevan.“ [6] Na ovom objektu izvedeno je širenje jednog prozora, no ne na način da se umeće greda „I“ profila, već je također izrađen nadvoj od opeke formata 15 cm x 30 cm.

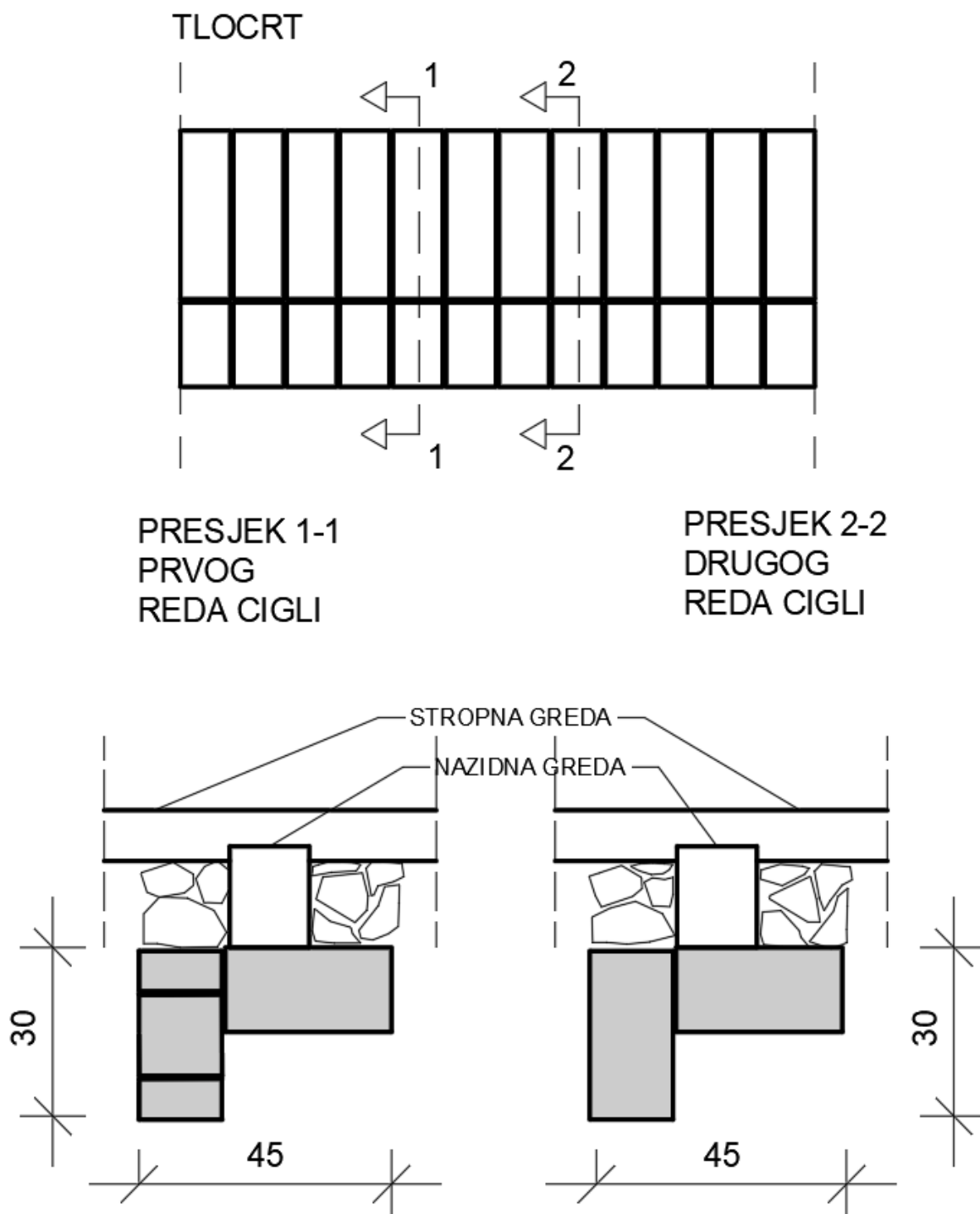


Slika 5.62: Širenje otvora za prozor



Slika 5.63: Izrada novog nadvoja

Bitna razlika kod ovog nadvoja je način postavljanja opeke. Na idućem tlocrtu i presjeku te iz slika, vidljivo je da su na pročelju fasade postavljane opeke na način: u prvom redu cijela opeka postavljena vertikalno, a potom u drugom redu $\frac{1}{4}$ opeke, na nju $\frac{1}{2}$ opeke, a potom opet $\frac{1}{4}$ opeke. Time je dobiven vrlo zanimljiv izgled nadvoja s vanjske strane. Također, specifično je što je opeka s unutarnje strane postavljena u blagom luku, jednako okrenuta u svim redovima.



Slika 5.64: Tlocrt i presjek nadvoja

Osim nadvoja na prozorima, od opeke su rađeni i nadvoji nad unutarnjim i vanjskim vratima. Na slici niže prikazan je nadvoj na pregradnom zidu od opeke. Posebnost kod ovog nadvoja je da je u izvornom stanju ispod nadvoja bila umetnuta hrastova ploča, koja je također ponovno vraćena prilikom izrade novog nadvoja.



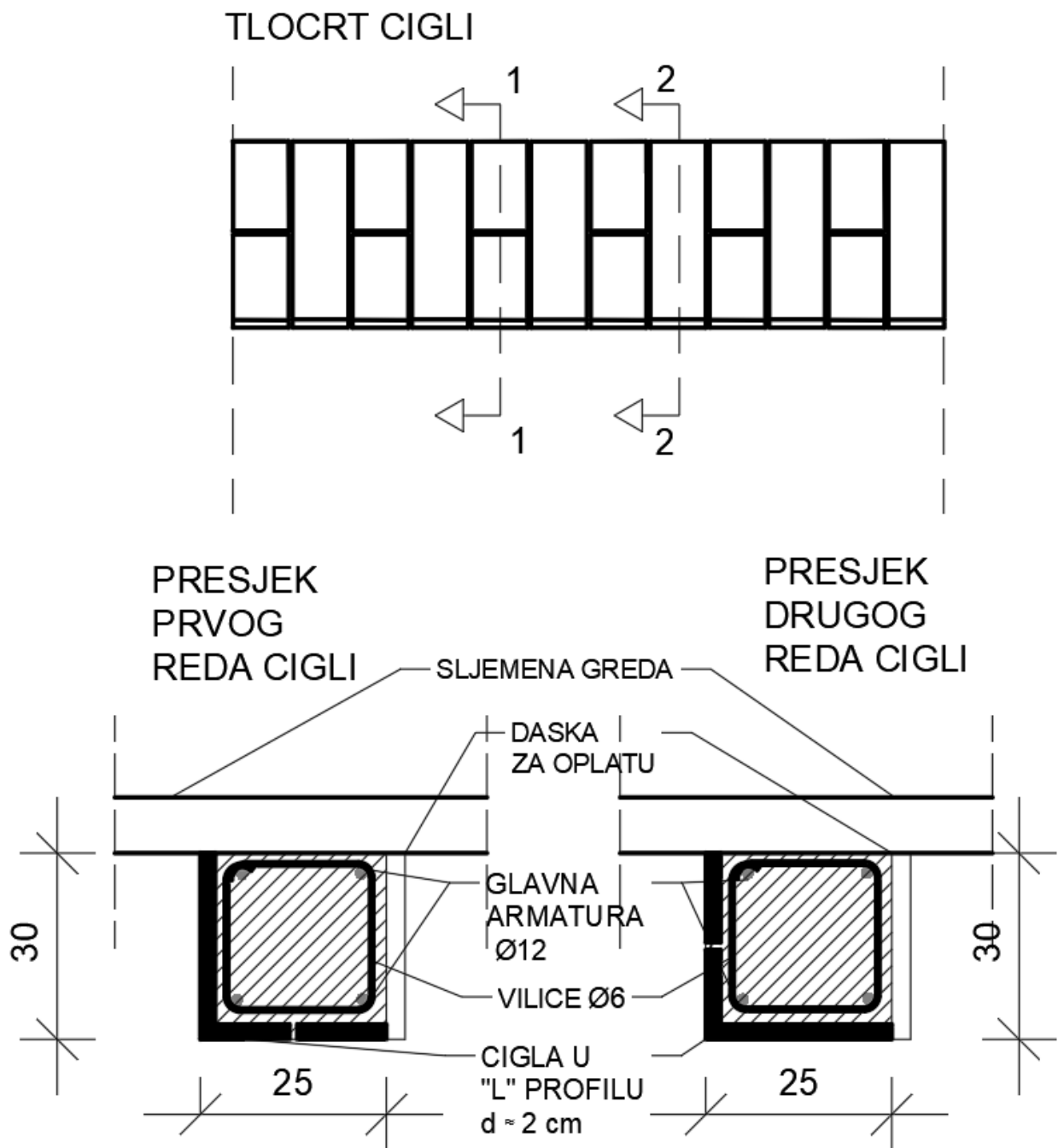
Slika 5.65: Rušenje nadvoja iznad sobnih vrata



Slika 5.66: Izrada nadvoja iznad sobnih vrata

Najveću razliku čine nadvoji na zabatnim zidovima. Oni su rađeni od armiranog betona zbog bitne uloge koju imaju. Naime, na ove nadvoje naliže sljemena greda, stoga je vrlo bitno da mogu podnijeti veliko opterećenje. Iako su rađeni od armiranog betona, posebno se pazilo na estetiku, pa se prema izgledu na pročelju ovi nadvoji nimalo ne razlikuju od ostalih. Rađeni su na način da

je opeka rezana u „L“ profile, te je najprije u drvenu oplatu složena „ljuštura“ od opeke i cementnog morta u koju je potom ugrađen armaturni koš i beton. Po skidanju oplata dodatno su obrađene fuge s vidljive strane. Ovakav jedinstven način izvođenja nadvoja je vrlo zahtjevan za izradu zbog pucanja opeke prilikom rezanja te prilikom izrade „ljuštura“, no rezultat je zapanjujući jer gotovo da se ne može ni primijetiti razlika u odnosu na nadvoje od opeke.



Slika 5.67: Tlocrt i presjek nadvoja



Slika 5.68: Prikaz konačnog izgleda nadvoja od opeke (donji prozor) i nadvoja od armiranog betona i opeke (gornji prozor)

5.6. Krov

Krovna konstrukcija koja se nalazila na kući je zbog prokišnjavanja crijepa istrunula, stoga je bilo potrebno zamijeniti kompletno krovište. Postojeće krovište bilo je roženičkog tipa, no planirano je novo dvostrešno krovište s napuštenim strehama. Strehe su napuštene 60 cm. Radovi su započeti s rušenjem starog krovišta. Rušenje krovišta odvijalo se segmentno. Najprije se srušio lijevi i desni dio (Slika 5.70 i Slika 5.71), a sredina je ostala zbog priključka struje koji se nalazi ispod tog dijela. Cilj je bio što duže zadržati taj dio krova kako bi se strujni priključak očuvao od moguće kiše. Nakon skidanja krajnjih dijelova krova, izrađivali su se horizontalni serklaži u prvoj razini kako je opisano u poglavlju 5.2.1. Nakon izrade serklaža ispod zabatnih zidova, pristupilo se daljnjem skidanju dasaka, grednika sve do sredine krovišta. U konačnici je skinut i srednji dio krova, te svi grednici i daske. Izgled kuće bez krova može se vidjeti na Slika 5.74.

Kako je napisano u poglavlju 5.2.1., pri izradi serklaža u drugoj razini, ugrađeni su vijci za učvršćivanje nazidnih greda. Po završetku izrade serklaža moglo se započeti s izradom novog krovišta. Postavljene su nove nazidne grede dimenzija 16/18. Potom je na podupirače dignuta sljemena greda dimenzija 18/16. Za tim su stavljeni prvi rogovi. Rogovi su dimenzija 10/16. Na svakom rogu izrađen je ukrasni završetak po šablonu koji se može vidjeti na Slika 5.82, te su tretirani drvocidom i obojani s dva premaza boje za drvo, ali samo dio koji će biti vidljiv ispod streha. Trebalo je zarezati i ukloniti vrlo mali dio kamenog zidića koji je ranije bio izrađen za ugradnju betona u serklaže, kako bi rogovi „sjeli“ na nazidnu i sljemenu gredu. Nakon postavljanja svih rogova na glavnom krovištu, izrađivala se konstrukcija iznad terase. Za obje nazidne grede je trebalo izraditi otore u zidu (Slika 5.84), budući da oni nisu ostavljeni ranije. Na nazidne grede je postavljena vezna greda dimenzije 16/16 na koju naliježe stup, te rogovi dimenzija 10/12.

Krovna konstrukcija obložena je lamperijom i OSB pločama. Lamperija se postavljala na sve vanjske vidljive dijelove, dok su se na preostali dio stavljal OSB ploče. Kompletno krovište je zaštićeno krovnom ljepenkom. Postavljene su kontraletve i letve te je odrađena limarija. Letve su se postavljale na 27.5 cm sukladno preporuci proizvođača s obzirom na nagib krova koji iznosi 40°. Odabran je utoreni biber crijep segmentnog oblika, glatke površine, prirodno crvene boje. Utoreni biber se bitno razlikuje od običnog jer nije potrebno raditi duple prijeklope, a time se postiže manja potrošnja crijepa i u konačnici manje opterećenje po metru kvadratnom. Novi crijep je težak 2,2 kg po komadu, što donosi 42,2 kg po metru kvadratnom. U konačnici je to manje od crijepa koji je ranije bio na objektu koji je težio 2,8 kg i otprilike 50 kg po metru kvadratnom. Na sljeme je postavljena sljemena traka i sljemeni crijepovi, te su dodani odzračnici između svakog roga.

5.6.1. Rušenje krova



Slika 5.69: Segmentno rušenje krova s istočne i zapadne strane bliži kadar



Slika 5.70: Segmentno rušenje krova s istočne i zapadne strane dalji kadar



Slika 5.71: Segmentno rušenje krova



Slika 5.72: Postojeća konstrukcija



Slika 5.73: Segmentno rušenje krova



Slika 5.74: Objekt bez krova

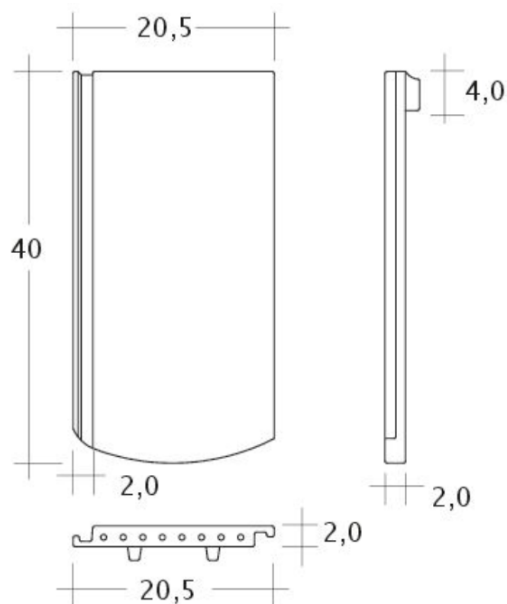
5.6.2. Crijep

PROFIL UTORENI BIBER SEGMENTNOG OBLIKA I GLATKE POVRŠINE

Biber crijep sa profiliranom površinom

TEHNIČKI PODACI

Dimenzije(cca.)	205 x 400 x 21 mm (milimetar)
Maks.pokrovna širina(cca.)	180 mm (milimetar)
Min.letvanje(cca.)	270 mm (milimetar)
Letvanje preporučeno(cca.)	285 mm (milimetar)
Maks. letvanje(cca.)	300 mm (milimetar)
Utrošak crijepa prosječno(cca.)	19.2 kom/m ² (komada po metru kvadratnom)
Masa po komadu(cca.)	2.52 kg/kom (kilograma po komadu)
Masa po m ² (cca.)	48.4 kg/m ² (kilogram po metru kvadratnom)
Masa palete(cca.)	803 kg (kilogram)
BETON I VLAKNO CEMENT	6 kom (komad)
Komada na paleti	324 komad

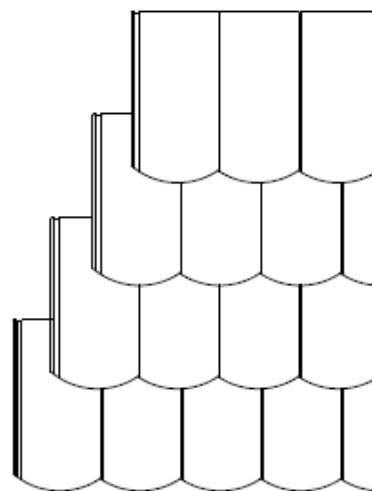


Slika 5.75: Crijep utoreni biber segmentnog oblika [11]

Pokrivanje Biberom utorenim	Nagib krova	Letvanje	Potreban materijal
Biber utoreni Segmentni oblik 20,5 x 40 cm obvezno pokrivanje na pola crijepa	< 30°	24 cm	23,1 kom/m ²
	> 30° ≤ 35°	25 cm	22,2 kom/m ²
	> 35° ≤ 40°	26 cm	21,4 kom/m ²
	> 40° ≤ 45°	27 cm	20,6 kom/m ²
	> 45°	28 cm	19,8 kom/m ²

Polaganje utorenog bibera sa preklopom

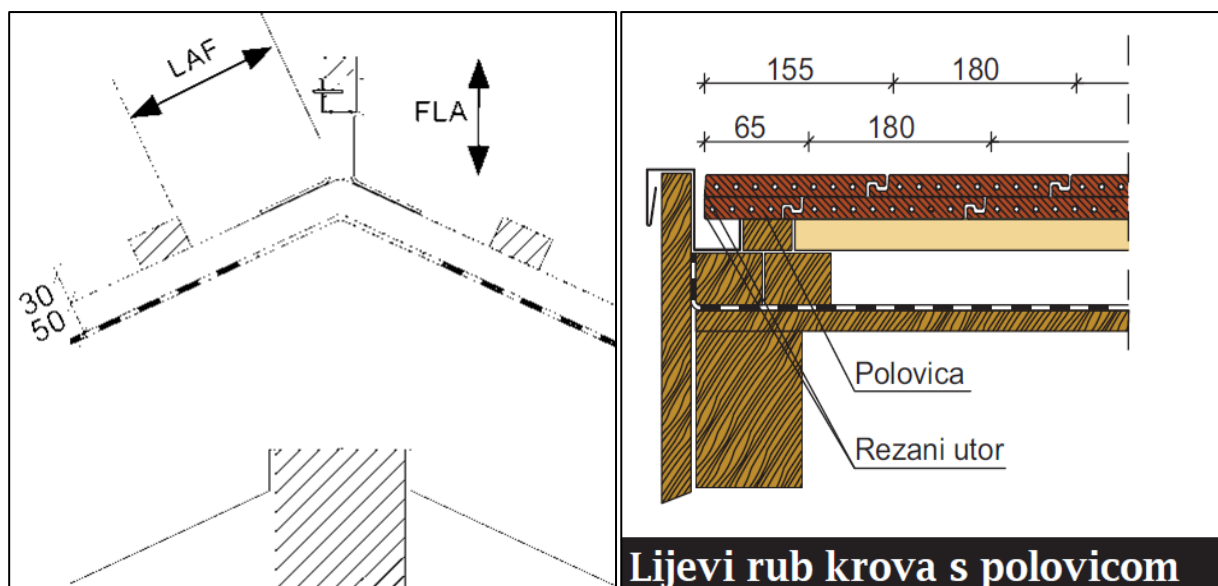
Završetak krova sa polovicom



Potreban materijal:	približno: 21,4 kom/m ²
Dimenzije:	20,5 x 40 x 2,1 cm
Euro-paleta:	324 kom/paleta
Masa:	2,2 kg/kom približno 42,2 kg/m ²

Slika 5.76: Podaci za crijep utoreni biber segmentnog oblika [11]

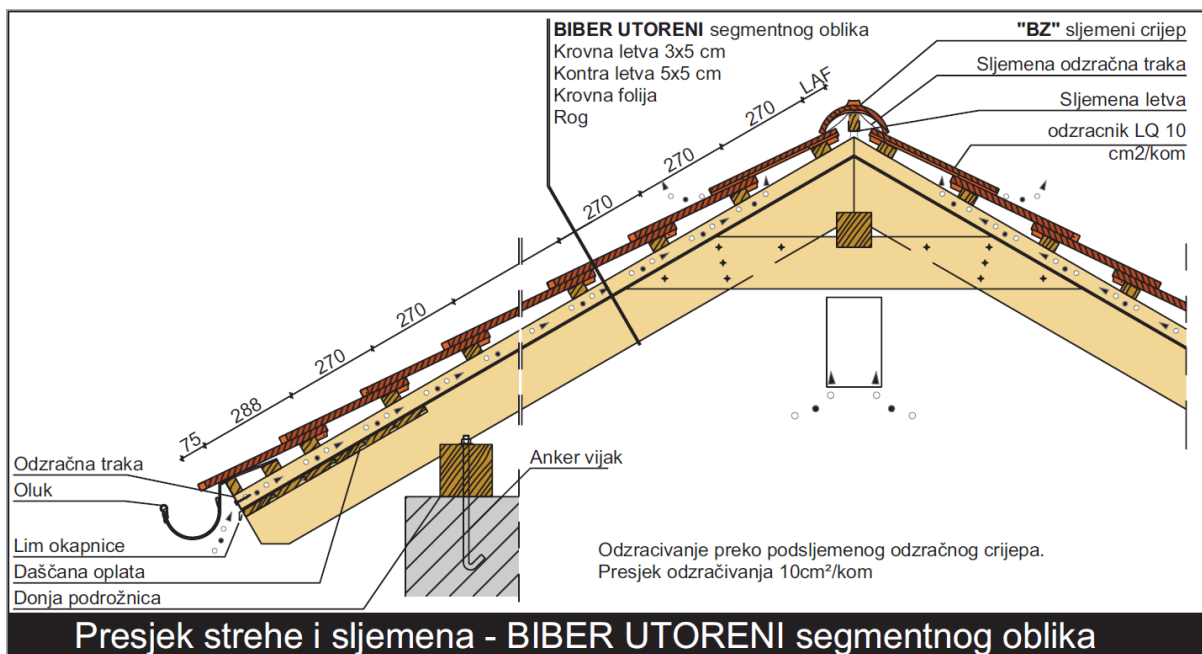
5.6.3. Sljeme i strehe



LAF-/FLA veličine mm

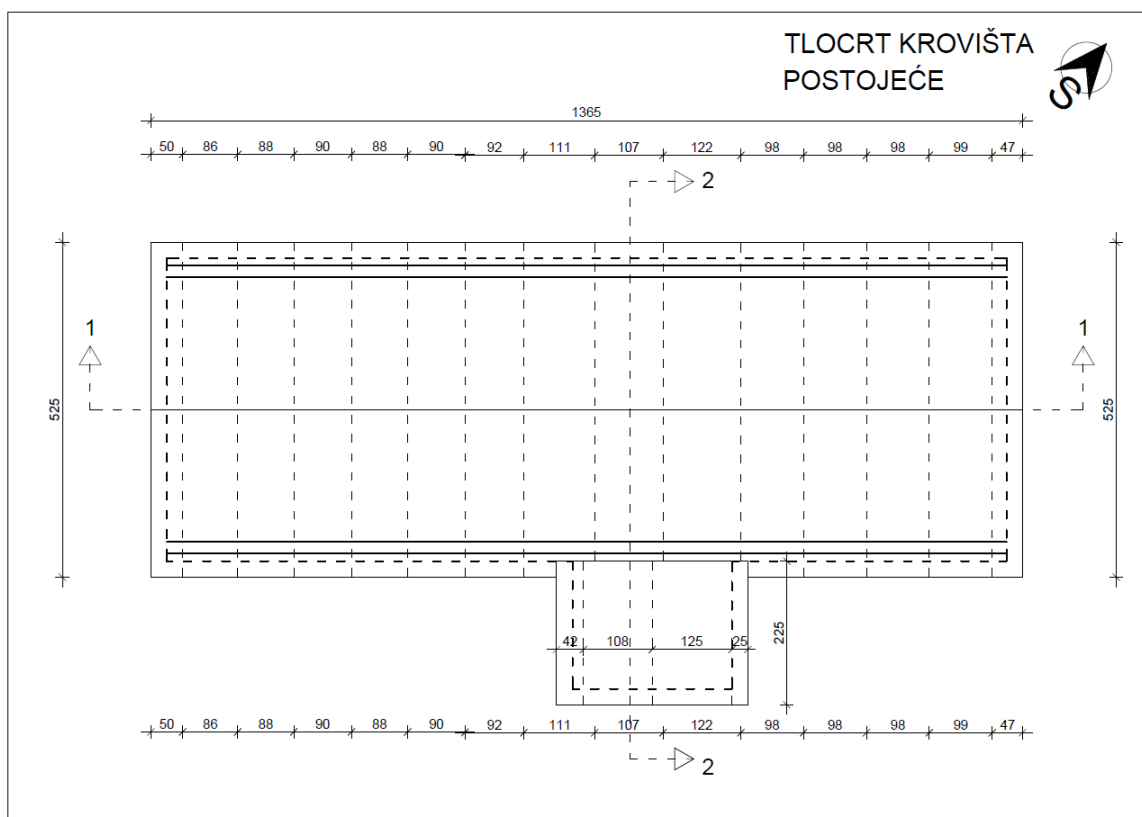
Sljemenjak	kom/m	Presjek odzračivanja sa sljemenim odzračnikom	DN	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
BZ	3	110 cm ²	LAF	75	75	75	75	75	75	75

LAF = rastojanje letve od sjecišta sljemena
 Dimenzije vrijede za letve 30/50.
 Za letve 40/60 LAF dimenzije možete dobiti na upit kod CREATON-a

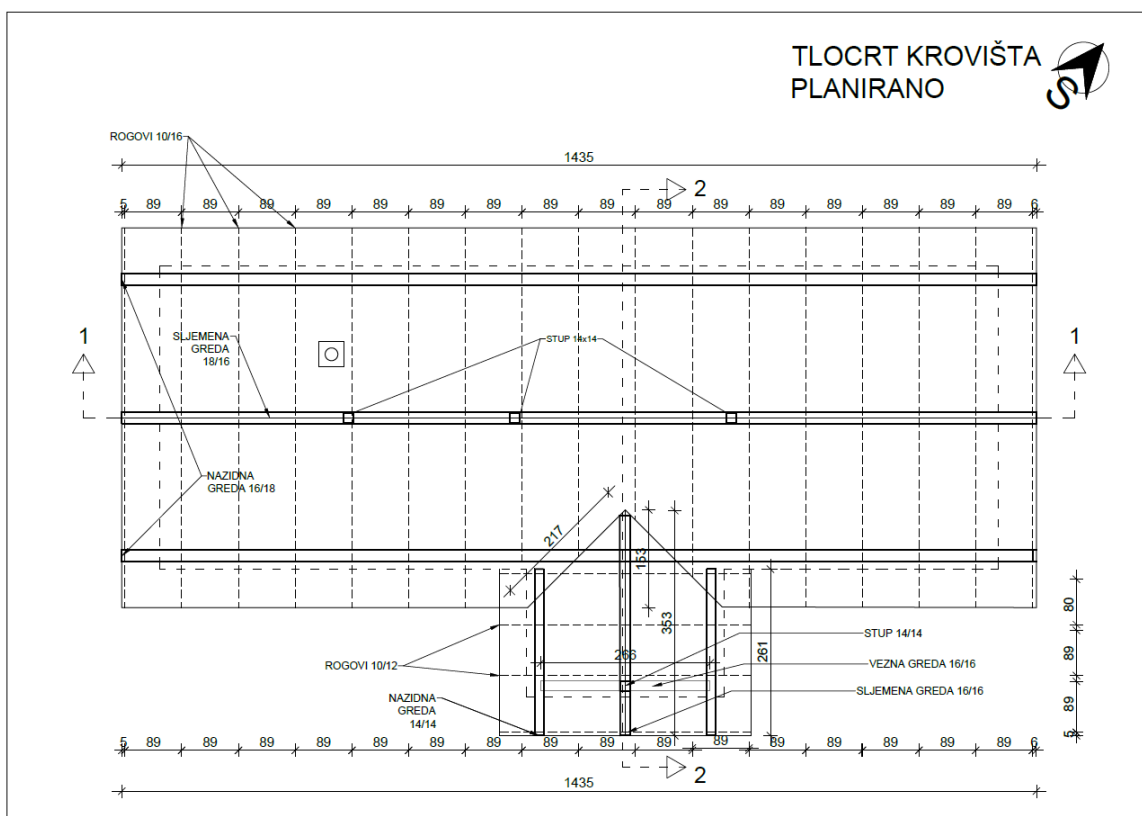


Slika 5.77: Presjek strehe i sljemena [11]

5.6.4. Tlocrt krovišta

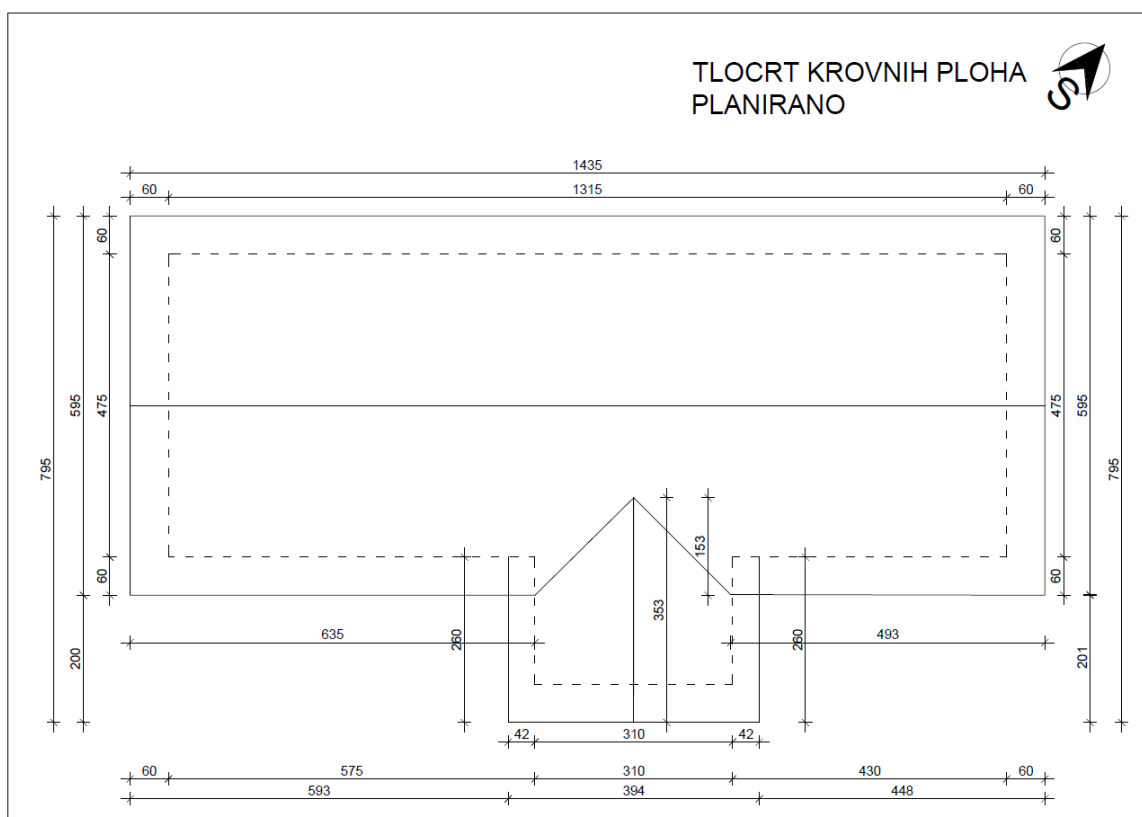


Slika 5.78: Tlocrt krovišta postojeće

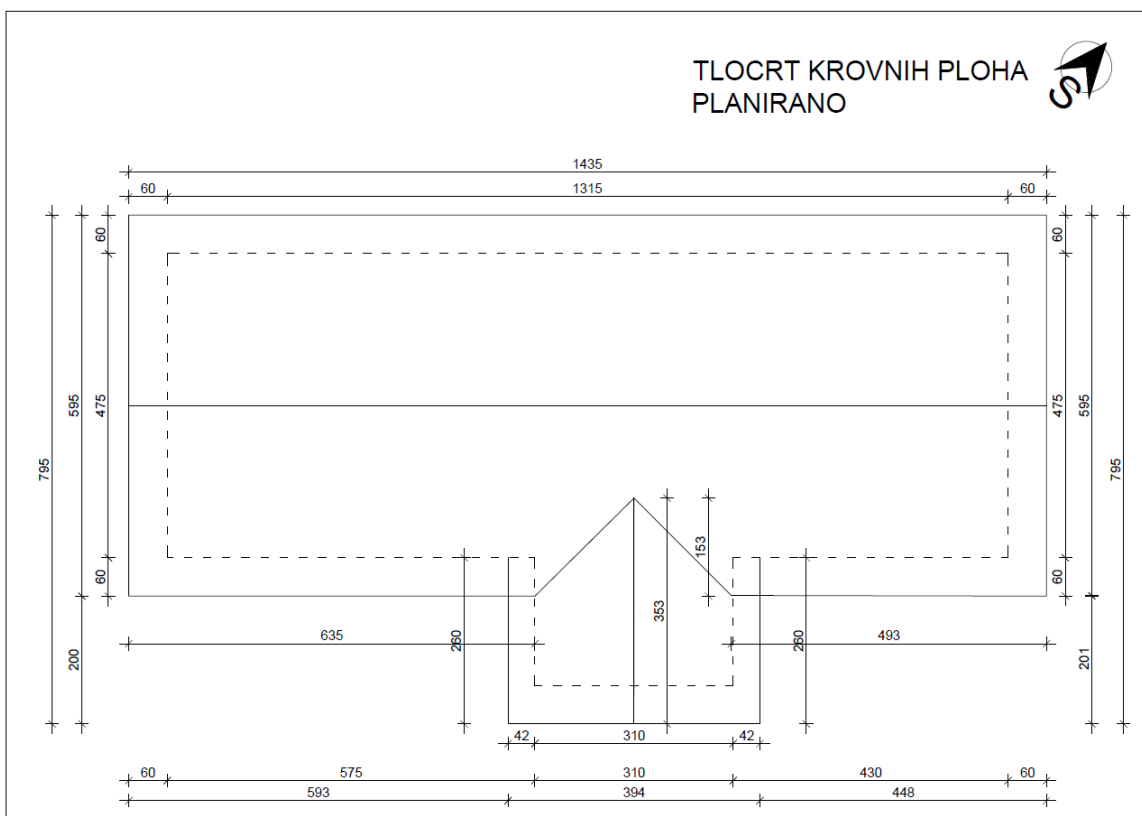


Slika 5.79: Tlocrt krovišta planirano

5.6.5. Tlocrt krovnih ploha



Slika 5.80: Tlocrt krovnih ploha postojeće



Slika 5.81: Tlocrt krovnih ploha postojeće

5.6.6. Izrada krova



Slika 5.82: Izrada ukrasa na rogovima



Slika 5.83: Postavljanje nazidnih greda, sljemene grede i rogova



Slika 5.84: Izgled utora za nazidnu gredu za potrebe izrade krova terase



Slika 5.85: Izrada krova terase



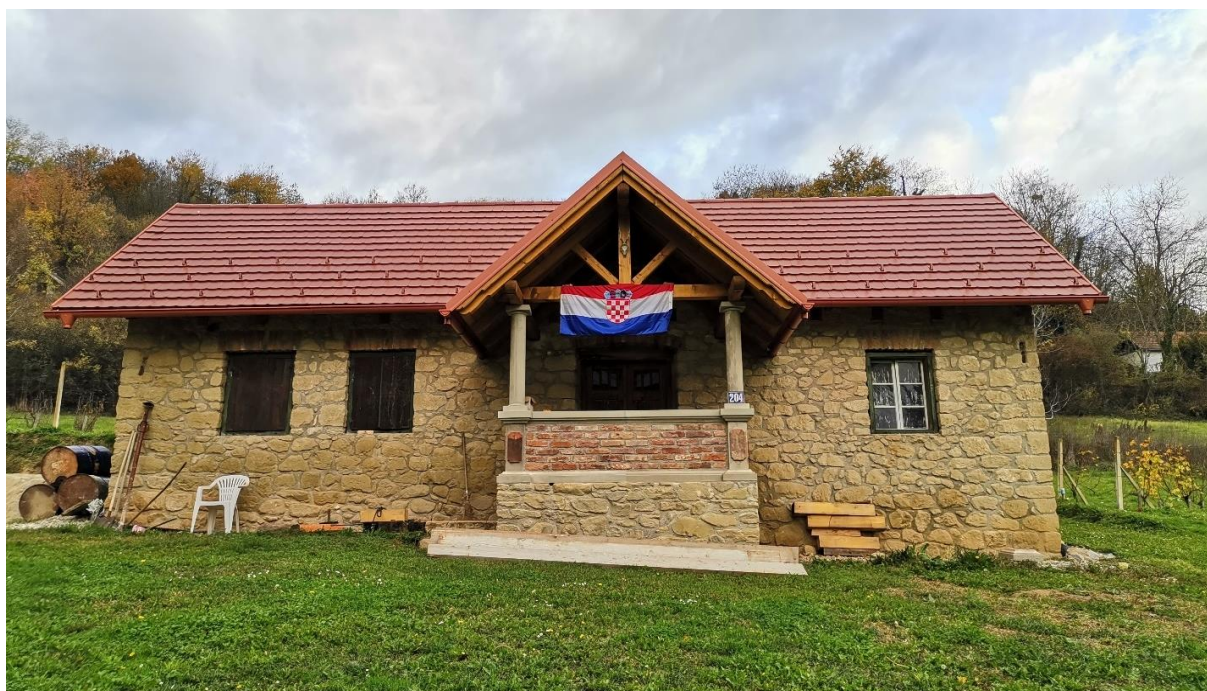
Slika 5.86: Kompozicija grednika, serklaža, nazidne grede, rogova i kamenog nadozida



Slika 5.87: Krovna konstrukcija (lijevo), OSB ploče i lamperija na krovu (desno)



Slika 5.88: Krovna ljepenka (lijevo), letvanje i završni limovi (desno)



Slika 5.89: Gotov krov

5.7. Uvođenje instalacija

Objekt nema postojećih instalacija. Budući da je riječ o tradicionalnoj kamenoj kući, zbog estetskih vrijednosti je potrebno „sakriti“ navedene instalacije. Unutar objekta su samo pojedini zidovi žbukani, pa nije bilo moguće instalacije postaviti ispod žbuke već je na ovom objektu to izvedeno tako da su se bužiri za elektro instalacije uvodili unutar fuga prije fugiranja. Slika 5.90 (desno) i Slika 5.91 prikazuju krivine dobivene prilikom provlačenja bužira. Drugačiji način nije bio izvediv. Važno je da oni budu što blažih krivina, kako bi se nesmetano kasnije provukle žice. Uz to, treba imati na umu postavljanje priključnog mjernog ormarića za struju, budući da je on većih dimenzija. Za to je potrebno predvidjeti pristupačno mjesto ugradnje, a ugradnja u kamen može predstavljati određene prepreke. Priključni mjerni ormarići ugrađuju se izvan objekta, pa je odabrano mjesto ugradnje u podnožju terase. Prilikom izrade zida terase ostavljena je niša dovoljnih dimenzija za ugradnju spomenutog ormarića. Ugradnja priključnog mjernog ormarića prikazana je na Slika 5.92.



Slika 5.90: Provlačenje bužira za struju (desno) i cijevi za kanalizaciju (lijevo)

Ugradnja cijevi za odvodnju i kanalizaciju provedena je prije zasipavanja poda kamenim tučencem i betoniranja armirano – betonskih ploča. Cijevi su provedene jednostavno, uz što kraći izlaz i što blaže kutove koljena. Sve cijevi moraju imati pad kako bi se osigurala nesmetana odvodnja. Kanalizacijska cijev izvedena je iz objekta za vrijeme podzidavanja temelja. Na kanalizacijsku cijev se veže i cijev s oluka pa je time osigurana i odvodnja oborinskih voda s krova.

Dovodne cijevi za toplu i hladnu vodu bit će postavljene ispod cementnog estriha te kroz zidove koji će se naknadno žbukati.



Slika 5.91: Postavljanje božira za struju



Slika 5.92: Ugradnja priključnog mjernog ormarića u nišu



Slika 5.93: Postavljanje odvodnih i kanalizacionih cijevi



Slika 5.94: Postavljanje odvodnih i kanalizacionih cijevi

5.8. Terasa

Terasa koja se zatekla uz objekt rađena je od betona i drvene konstrukcije. Poznato je iz uvodnog dijela da terasa nije građena istodobno s objektom, već je dodana kasnije. Isto se može zaključiti na temelju betona od kojeg je građena.

Iako naizgled jednostavan zahvat, izgradnje terase bio je vrlo veliki i složen zahvat. Najprije je trebalo demontirati i srušiti postojeću konstrukciju što se može vidjeti na Slika 5.97. Tlocrt nove terase proširen je za 60 cm (Slika 5.104), no time nije dobiveno značajno više prostora zbog kasnijeg dodavanja široke ograde, ali je postignuta simetrija s obzirom na ulazna vrata. Nova terasa ima kamene temelje zidane od vapnenog kamena i cementnog morta. Betonski zidić koji se nalazio na terasi u funkciji ograde bio je vrlo loše kvalitete, za razliku od zidova ispod. Ploča na terasi izvedena je s armaturnim šipkama, no izvedba i kvaliteta su oskudne. Debljina ploče je jedva 5 cm (Slika 5.97, gore), a armatura je postavljena bez zaštitnog sloja u donjoj zoni. Zbog djelovanja atmosferilija, armatura je u potpunosti korodirala, a načinom na koji je bila postavljena nije ni imala nosivu ulogu. Kod rušenja betonskih zidova stare terase uloženo je mnogo fizičkog napora. Uslijed procesa rušenja odlučeno je da će se materijal koji je nastao prilikom rušenja usitniti i koristiti za ispunu prostora ispod terase, koji je ranije bio šupalj. Time se reciklira materijal i smanjuje utjecaj na okoliš. Prilikom izrade temelja, provučena je perforirana drenažna cijev kako bi se osigurala odvodnja oborinskih voda. Oko cijevi je nasut tučenac, dok se u ostatku koristio otpadni betonski materijal.

Zidovi koji čine vidljivi dio terase izvedeni su od pješčanog kamena kako bi se uklopili u izgled s ostatkom objekta. Pri tome je bilo važno paziti na tehniku zidanja, koja mora biti što sličnija tehnici koja je korištena na objektu. Podest i stepenice su izvedene od velikih kamenih blokova. Pri vrhu zidova napravljen je uzak kameni rub u visini 10 cm, koji služi kao kalup za izlivanje betona. Time je postignuto da armirano – betonska ploča ne bude vidljiva u pročelju. Ova tehnika je korištena i tijekom betoniranja horizontalnih serklaža. Za izradu armirano – betonske ploče bilo je potrebno pripremiti podlogu od tučenca te postaviti armaturnu mrežu distanciranu od podloge. Prije betoniranja su ostavljeni ankeri za kasnije vezanje stupova. Slika 5.98 prikazuje sve navedeno. Po završetku izrade armirano – betonske ploče, na terasi su izrađena dva betonska stupa, ograda od stare cigle i betonski rukohvat.

Donji elementi betonskih stupova rađeni su u kalupima pojedinačno. Takvi samostalni elementi su u središtu šuplji. Elementi se spajaju na mjestu ugradnje, a središtem se provlači armatura. Spojeni elementi su se potom zalili betonom. Gornji dio stupova, kružnog profila, betonirani su u limenom kalupu na licu mjesta. Donji dio ograde betoniran je u kalupu, a potom

lijepljen fleksibilnim ljepilom na podlogu. Zatim se na njih sazidao zid od opeke, a iznad njega je betoniran rukohvat u limenom kalupu. Na uglovima donjih segmenta stupova, dodani su dekorativni elementi rezani od starog biber crijepa (Slika 5.101).



Slika 5.95: Izgled postojeće terase na objektu



Slika 5.96: Izgled postojeće terase na objektu



Slika 5.97: Rušenje terase



Slika 5.98: Postupak izrade terase



Slika 5.99: Betoniranje rukohvata ograde



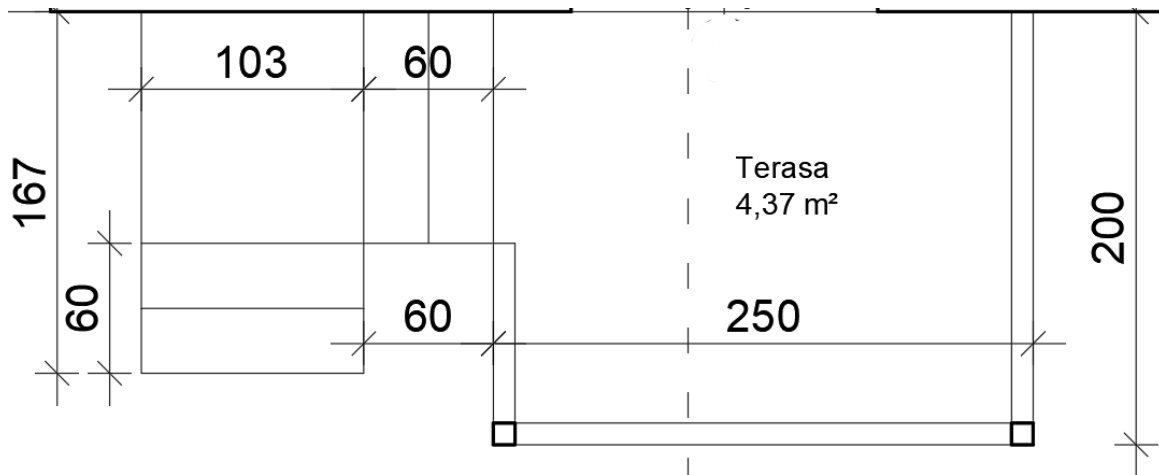
Slika 5.100: Izrada betonskog stupa – ugradnja armature i kalupa



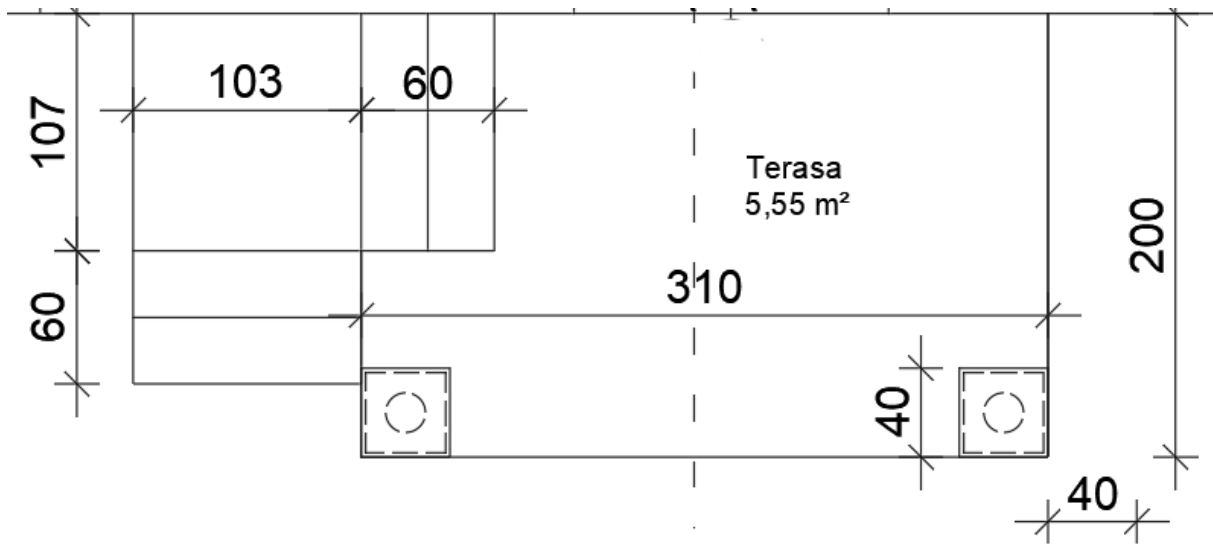
Slika 5.101: Izgled stupa terase prije i poslije dodavanja dekorativnog elementa



Slika 5.102: Izgled zidića od opeke na terasi



Slika 5.103: Tlocrt postojeće terase



Slika 5.104: Tlocrt novog stanja terase

5.9. 3D prikaz interijera i eksterijera



Slika 5.105: 3D prikaz kuhinje



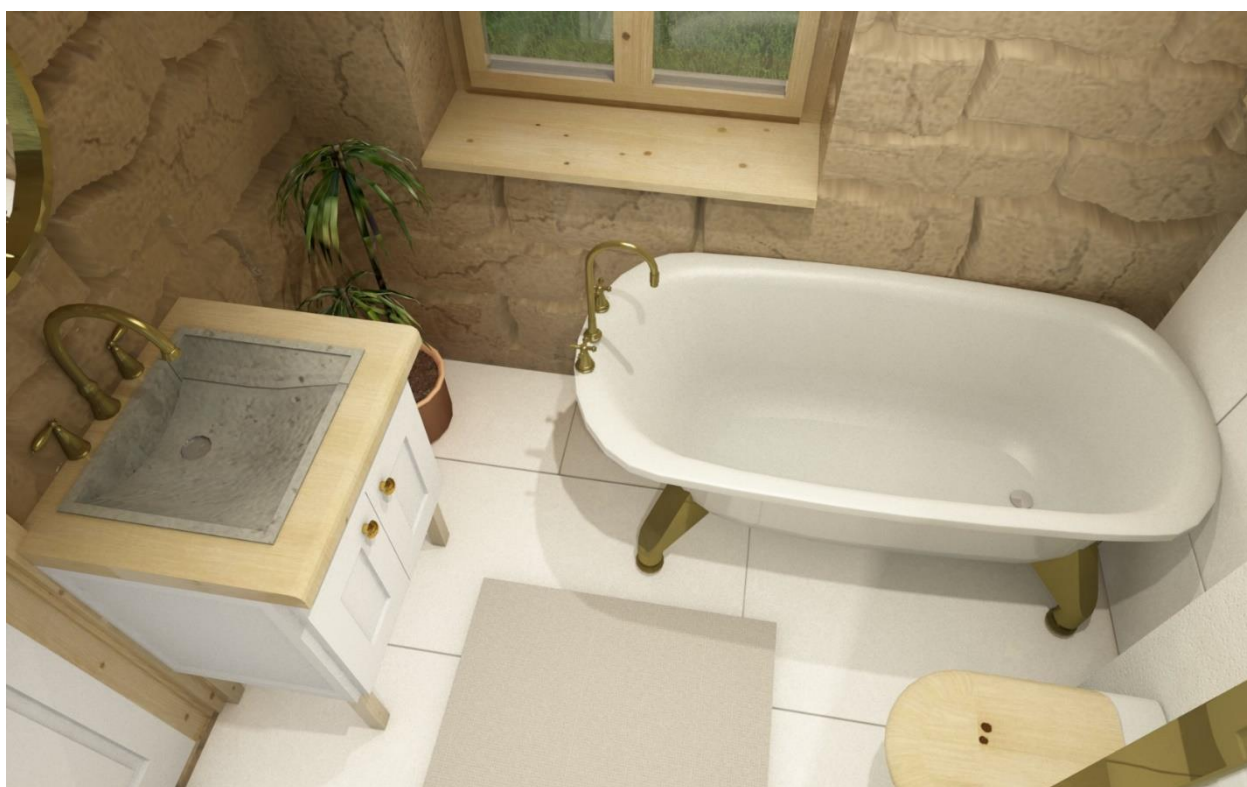
Slika 5.106: 3D prikaz kuhinje



Slika 5.107: 3D prikaz spavaće sobe



Slika 5.108: 3D prikaz spavaće sobe



Slika 5.109: 3D prikaz kupaonice



Slika 5.110: 3D prikaz kupaonice



Slika 5.111: 3D prikaz pročelja



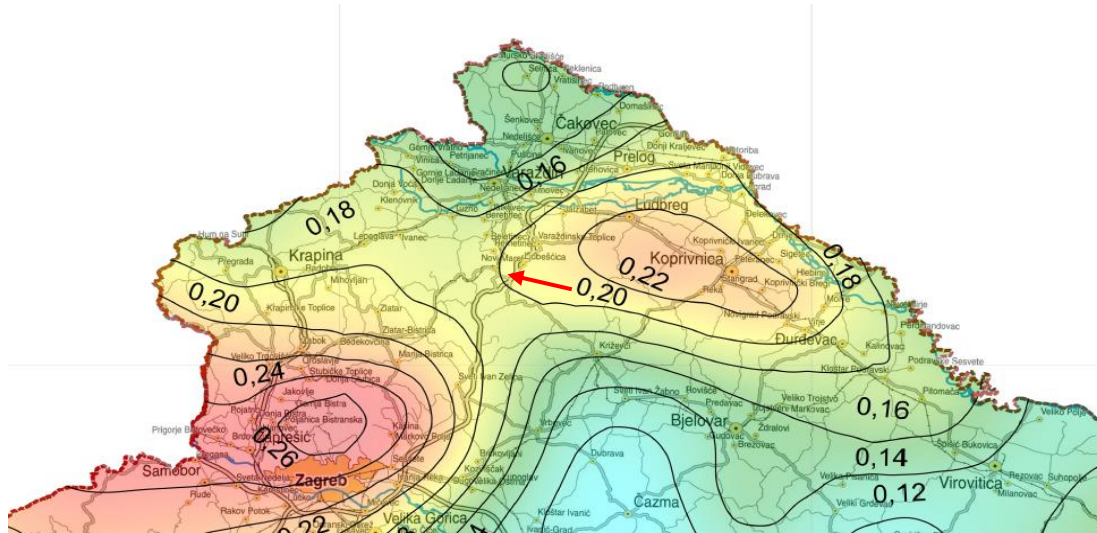
Slika 5.112: 3D prikaz pročelja



Slika 5.113: 3D prikaz pročelja

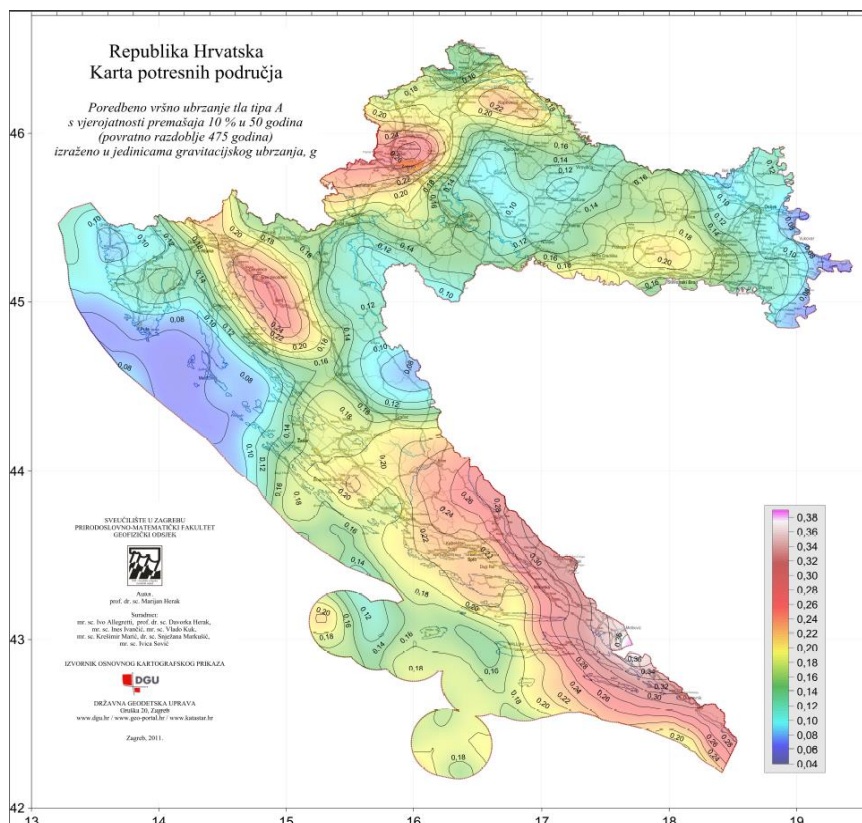
6. SEIZMIČKE KARAKTERISTIKE TERENA I GEOLOŠKI SASTAV TLA

6.1. Seizmičke karakteristike terena



Slika 6.1: Uvećani dio karte potresnih područja RH

Lokacija objekta je u Moždencu gdje je prema seizmološkoj karti za povratni period od 475 godina utvrđeno očekivano ubrzanje tla: $a_{gR} = 0,20$



Slika 6.2: Karta potresnih područja u RH

6.2. Geološki sastav tla

Za potrebe obnove ove kamene kuće nisu rađeni istražni radovi, stoga točnih podataka o mehaničkim svojstvima tla potrebnim za provjeru stabilnosti, čvrstoće i deformabilnosti za predmetnu građevinu nema, ali za potrebe proračuna uzeti su podaci iz geotehničkog elaborata u obližnjem gradu Novom Marofu.

„Ispod površinskog humusa (...) registrirano temeljno tlo se općenito može izdvojiti u dvije geotehničke sredine sljedećih općih i mehaničkih svojstava [12]“:

GEOTEHNIČKA SREDINA 1

CI/CH Anorganska glina, srednje do visoke plastičnosti, srednje konzistencije, sa mjestimičnim tragovima treseta i Fe oksida, pjeskovita kod sonde B-2 na dubini između 2.0 i 3.2 m, žuto-smeđe boje sa sivim proslojcima, registrirana je do dubina između 1.5 i 5.7 m od površine postojećeg terena. Terenskim klasifikacijskim pokusima su dobivene sljedeće karakteristike: $q_{PP} = 100$ do 250 kPa.

Laboratorijskim ispitivanjima **NU** dobivene su sljedeće vrijednosti općih i mehaničkih svojstava tla:

$I_c = 0.13$ do 0.68 ; $q_{uL} = 53$ do 82 kPa; $\Phi = 16^\circ$ do 25° ; $c = 0$ do 13 kPa; $M_{oe} = 2.7$ do 5.0 MPa;

SJ-1

$w_{opt} = 20.0$ %

CBR = 4.8 %

SJ-2

$w_{opt} = 17.6$ %

CBR = 5.2 %

SJ-3

$w_{opt} = 17.2$ %

CBR = 5.3 %

GEOTEHNIČKA SREDINA 2

CI/CL Anorganska glina, srednje do niske plastičnosti, srednje do krute konzistencije, mjestimično pjeskovita i škljunktovita kod sonde B-3 na dubini od 5.8 m, uglavnom sivo-plave boje a kod sonde B-7 žuto-smeđe boje, registrirana u podlozi sve do dubine sondiranja. Terenskim klasifikacijskim pokusima su dobivene sljedeće karakteristike: $q_{PP} = 200$ kPa, $N_{60} = 3$ do 8 udaraca/stopi.

Laboratorijskim ispitivanjima **NU** dobivene su sljedeće vrijednosti općih i mehaničkih svojstava tla:

$I_c = 0.36$ do 0.79 ; $q_{uL} = 74$ do 97 kPa; $\Phi = 14^\circ$ i 17° ; $c = 6$ i 31 kPa; $M_{oe} = 3.6$ MPa.

Parametri mehaničkih svojstava tla za provođenje geostatičkih proračuna vidljivi su u donjoj tablici, te u proračunskom modelu tla i pripadnim tabelama rezultata u točki 3.3.

GEOTEHNIČKA SREDINA	SLOJ	Kut unutrašnjeg trenja Φ [°]	Kohezija c [kPa]	Zapreminska težina γ [kN/m ³]	Modul stišljivosti M_v [MPa]
GS1	CI/CH	20	4	19	4
GS2	CI/CL	15	14	19	4

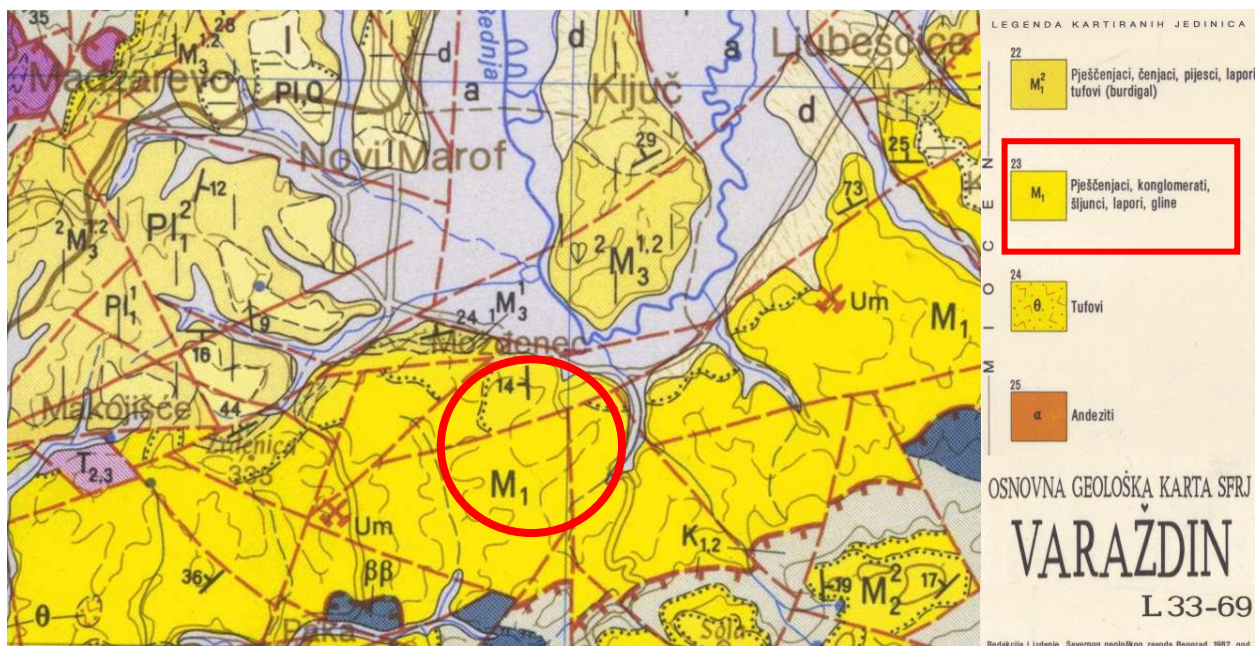
Slika 6.3: Geotehnička sredina 1 i 2 [12]

„Za proračun potresnog djelovanja može se upotrijebiti tip D temeljnog tla prema tablici iz norma HRN EN 1998-1:2011 (Eurokod 8)“ [12]:

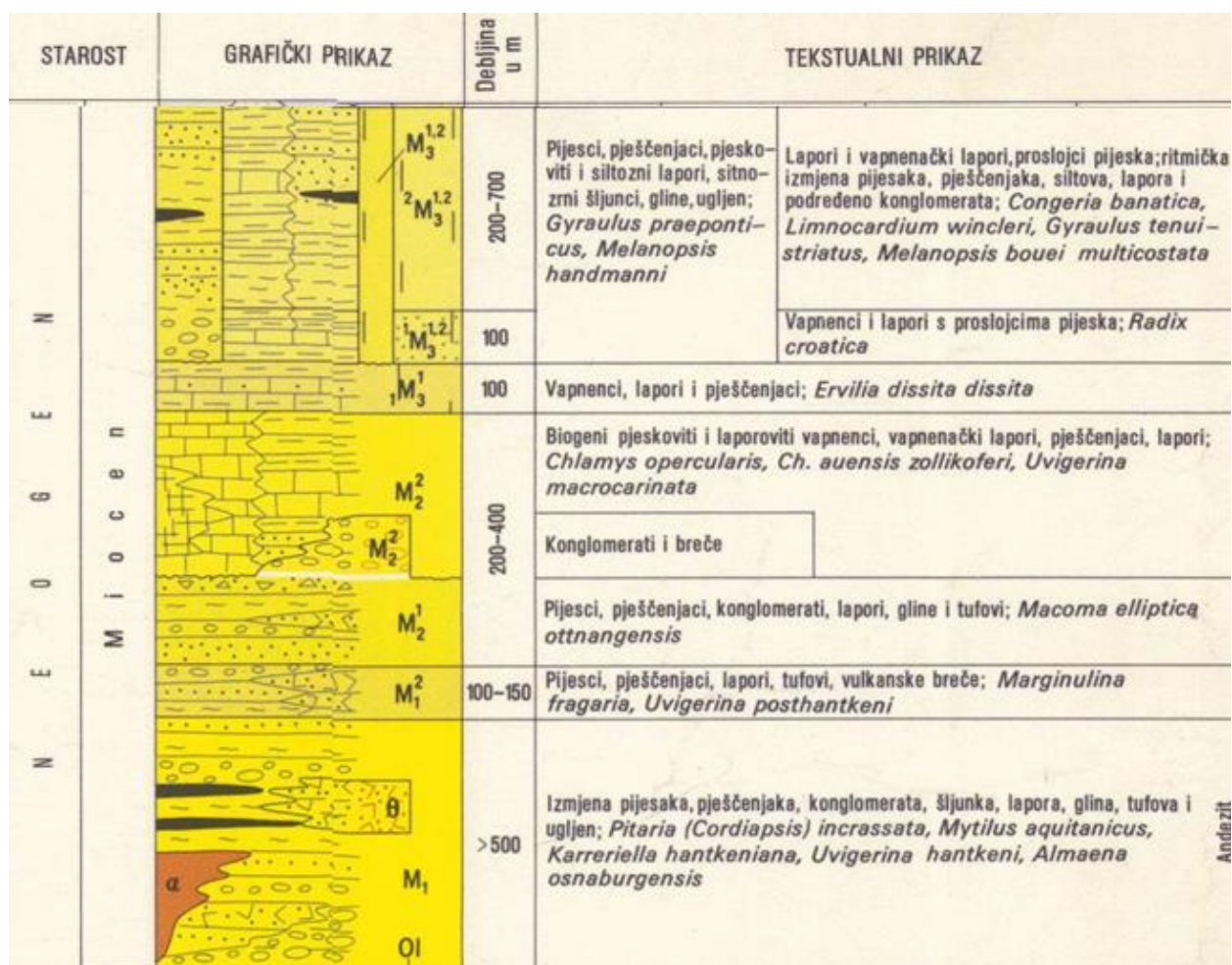
Tip temeljnog tla	Opis stratigrafskog profila	Parametri		
		$v_{s, 30}$ (m/s)	N_{SPT} (N udaraca/30 cm)	C_u (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	>800	-	-
B	Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom.	360-800	>50	>250
C	Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine oko nekoliko desetina metara do više stotina metara.	180-360	15-50	70-250
D	Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (sa nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih) ili pretežno meko do dobro koherentno tlo.	<180	<15	<70
E	Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja sa vrijednostima v_s za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m, ispod kojeg je krući materijal s $v_s > 800$ m/s	-	-	-
S ₁	Nanosi koji se od, ili sadrže sloj debljine najmanje 10 m mekih glina/praha sa velikim indeksom plastičnosti (PI >40) i velikim sadržajem vode.	<100 (približno)	-	10-20
S ₂	Nanosi tla podložni likvefakciji, osjetljivih glina ili svaki drugi profil tla koji nije obuhvaćen tipovima A do E ili S1	-	-	-

Slika 6.4: Tipovi temeljnog tla Eurokod 8 [12]

Slika 6.5 prikazuje isječak iz osnovne geološke karte za područje Varaždina. Na označenom dijelu se može vidjeti da lokacija na kojoj je objekt pripada „M₁“ području. Prema legendi kartiranih jedinica može se iščitati da je to područje na kojem prevladavaju pješčenjaci, konglomerati, šljunci, lapori i gline, te pripada geološkom razdoblju „Miocen“.



Slika 6.5: Isječak iz osnovne geološke karte Varaždin [13]



Slika 6.6: Geološki stup (isječak iz osnovne geološke karte) [13]

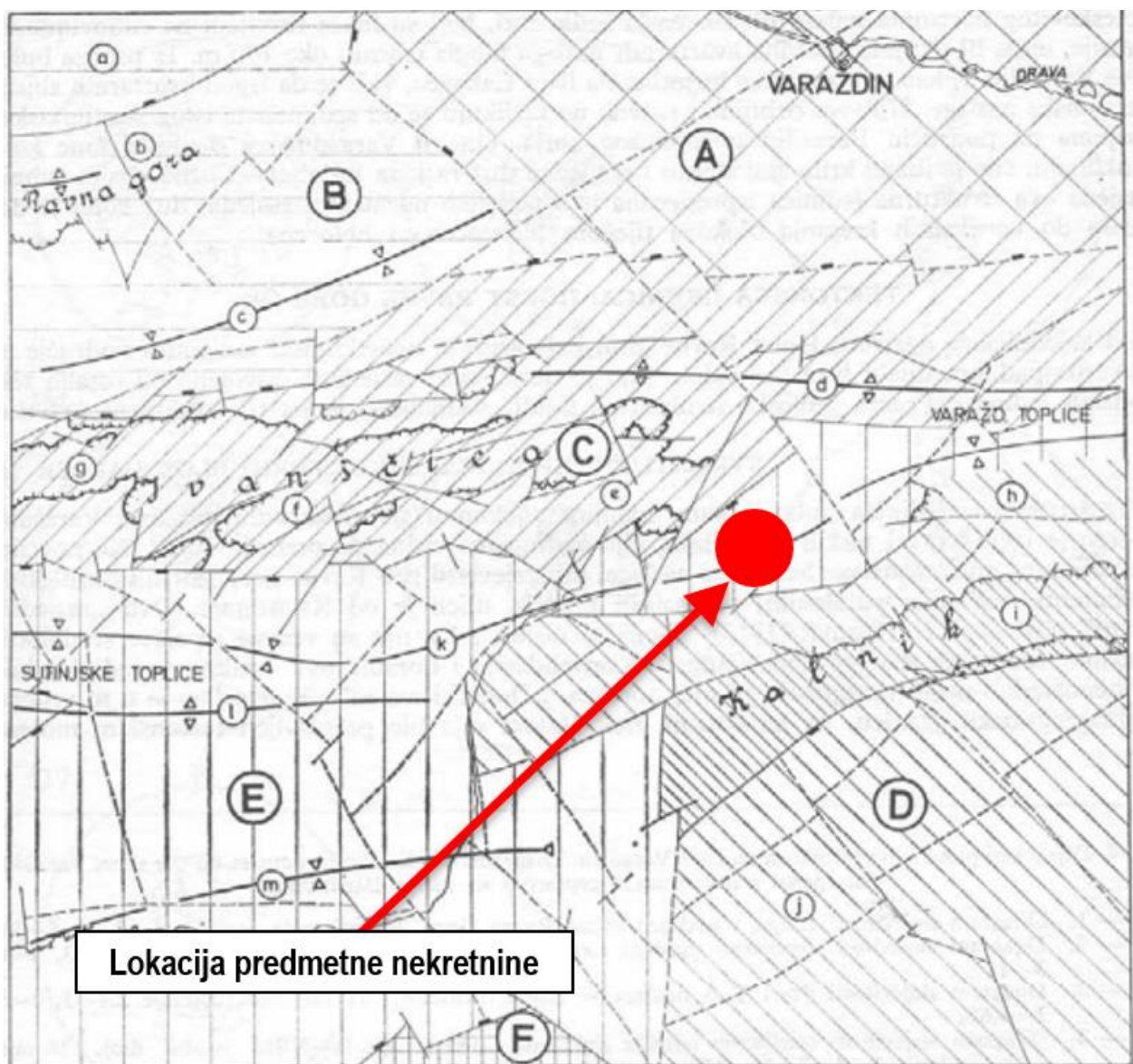
Geološki stup koji prikazuje Slika 6.6 također je isječak iz geološke karte. Iz geološkog stupa je vidljivo da se na dubini većoj od 500 m nalaze slojevi koji se naizmjenično sastoje od pijeska, pješčenjaka, konglomerata, šljunka, lapora, gline, tufova i ugljena. Ovaj sastav datira iz geološkog doba „Miocen“, koji je prva epoha unutar geološkog razdoblja „Neogen“.

Slika 6.7 ispod, prikazuje tektonsku kartu Varaždinskog područja. „Varaždin obuhvaća jedno od tektonski najkompliciranijih područja u sjevernoj Hrvatskoj. Postoje mišljenja brojnih autora o geotektonskoj rajonizaciji terena. [14]“

Tumač karte: „**A. Tektonska jedinica: Dravska potolina. Strukturna jedinica: Varaždinska depresija, B. Tektonska jedinica: Horst Ravne gore, a. Strukturna jedinica: Strukturni blok Haloze, b. Strukturna jedinica: Antiforma Ravne gore, c. Strukturna jedinica: Lepoglavska sinklinala, C. Tektonska jedinica: Horst Ivanščice, d. Strukturna jedinica: Antiklinala Varaždinske toplice-Margečan, e. Strukturna jedinica: Navlaka Čevo, f. Strukturna jedinica: Navlaka Ivanščice, g. Strukturna jedinica: Navlaka Skalovke, D. Tektonska jedinica: Horst Kalničkog gorja, h. Srstrukturna jedinica: Antiforma Ljubelja, i. Strukturna jedinica: Navlaka Kalnika, j. Strukturna jedinica: Strukturni blok kalničkog prigorja, E. Tektonska jedinica:**

Sinklinorij hrvatskog zagorja, **k.** Strukturna jedinica: Sinklinala Lobor-Zaježda-Ključ, **l.** Strukturna jedinica: Antiklinara Strugač-Budinščina, **m.** Strukturna jedinica: Konjšćinska sinklinala, **F.** Tektonska jedinica: Horst Medvednice.“ [14]

Prema nabrojenom i prema prikazu na karti ispod, vidi se da lokacija objekta pripada strukturnoj jedinici „sinklinala Lobor- Zaježda- Ključ“. „ To je najduža strukturna jedinica na području lista Varaždin. Proteže se u pravcu istok – zapad, kroz čitavi list. Nastala je boranjem u srednjem pliocenu. Sa sjeverne strane graniči s hrostom Ivanščice, a prema jugu se nastavlja u antiklinalu Strugača – Budinščina. Kod kraljevca i Radenovca sinklinala je jako sužena, a južno krilo je poremećeno, što je posljedica natiskivanja antiforme Ljubelja. To je dovelo do mjestimičnog stvaranja prevrnutе bore.“ [14]



Slika 6.7: Pregledna tektonska karta lista Varaždin [14]

7. STATIČKI PRORAČUN I DOKAZI ZA TEMELJNE ZAHTJEVE ZA GRAĐEVINU

7.1. Projektirani vijek upotrebe

Građevina pripada u 4. kategoriju proračunskog uporabnog vijeka (konstrukcije zgrada uobičajenih dimenzija i obične važnosti).

Proračunski uporabni vijek određen je prema namjeni iz tablice A1.1 (HRN EN 1990/NA:2011): 50 godina.

Radovima na održavanju građevine ne smije se mijenjati tehničko rješenje građevine, ugrožavati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta koje mora ispunjavati građevina niti mijenjati usklađenost građevine s lokacijskim uvjetima u skladu s kojima je građevina izgrađena.

7.2. Uvjeti i zahtjevi

Ovaj projekt građevinske konstrukcije izrađen je na temelju Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19), kao obavezan sadržaj glavnog projekta građevine. Njime se dokazuje da je građevina projektirana tako da zadovoljava temeljne zahtjeve za građevinu:

- Mehaničku otpornost i stabilnost tako da opterećenja koja na nju djeluju tijekom građenja I uporabe ne mogu dovesti do:

- rušenja cijele građevine ili nekog njezina dijela,
- velikih deformacija u stupnju koji nije prihvatljiv,
- oštećenja na drugim dijelovima građevine, instalacijama ili ugrađenoj opremi kao rezultat velike deformacije nosive konstrukcije,

- oštećenja kao rezultat nekog događaja u mjeri koja je nerazmjerna izvornom uzroku.

- Sigurnost u slučaju požara tako da u slučaju izbijanja požara:

- nosivost građevine može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja.

- Higijenu, zdravlje i okoliš,

- Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe,

- Zaštitu od buke,

- Gospodarenje energijom i očuvanje topline,

- Održivu uporabu prirodnih izvora.

Građevinska konstrukcija je skup građevinskih dijelova raspoređenih i povezanih na projektom određen način, na konačnom mjestu u građevini, čija je osnovna svrha, ispunjavanje temeljnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine i dijela temeljnog zahtjeva sigurnosti u slučaju požara.

7.3. Standardni proračun

7.3.1. Proračun na djelovanje potresa

Provjera pravila za jednostavne zidane zgrade

Tip ziđa	$t_{ef,min}$ [mm]	$(h_{ef}/t_{ef})_{max}$	$(l/h)_{min}$
Nearmirano sa zidnim elementima od prirodnog kamena	350	9	0,5
Nearmirano sa svim drugim tipovima zidnih elemenata	240	12	0,4
Nearmirano sa svim drugim tipovima zidnih elemenata za malu seizmičnost	170	15	0,35
Omeđeno ziđe	240	15	0,3
Armirano ziđe	240	15	nema ograničenja

Upotrijebljeni simboli imaju sljedeće značenje:
 t_{ef} - debljina zida (vidjeti normu EN 1996-1-1:2004); h_{ef} - proračunska visina zida (vidjeti normu EN 1996-1-1:2004)
 h - veća svijetla visina otvora uz zid; l - duljina zida

Slika 3.35: Preporučeni geometrijski zahtjevi za nosive zidove [15]

Minimalna debljina nosivih zidova

$$t_{min} = 350 \text{ mm} < t_{ef} = 470 \text{ mm} \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Omjer visine i debljine zidova

$$\text{Visina zidova } h_{ef} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Debljina zidova } t_{ef} = 0,47 \text{ m}$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2,4}{0,47} = 5,10 < 9 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Tablica 2.6. Tlocrtni raspored građevine – zahtjevi

Tlocrtni raspored građevine		
približno pravokutan	omjer kraća/dulja stranica $\geq 0,25$	površina uvučenoga dijela $\leq 15\%$ površine stropa

Tablica 2.7. Nosivi zidovi građevine – zahtjevi

Nosivi zidovi građevine	
postavljeni u dva ortogonalna smjera	postavljeni tlocrtno, gotovo simetrično
najmanje po dva usporedna zida u dva okomita smjera	duljina svakog zida $> 30\%$ duljine zgrade u pripadajućemu smjeru
razmak $> 75\%$ duljine zgrade u drugome smjeru	trebaju preuzeti min 75% vertikalnoga opterećenja
neprekinuti od vrha do podnožja zgrade!!!	razlika između mase i površine nosivih zidova susjednih katova max. 20% (za oba smjera)

Slika 3.36: Zahtjevi za tlocrtni raspored i nosive zidove [15]

Omjer stranica zgrade u tlocrtu

Širina $B = 4,75 \text{ m}$

Dužina $L = 13,15 \text{ m}$

$$\frac{B}{L} = 0,36 > 0,25 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Površina uvučenih dijelova

Manja od 15%

Razlika između mase i površine nosivih zidova susjednih katova max. 20 %

Prizemlje \rightarrow ZADOVOLJAVA

Dopušteni broj katova iznad tla te najmanja površina poprečnih presjeka nosivih zidova u svakome smjeru (kao postotak tlocrtne površine kata)

Dopušteni broj etaža za $a_g = 0,20$; neomeđeno zide \rightarrow ZADOVOLJAVA

Broj katova n	Vrsta zida					
	nearmirano		nearmirano	omeđeno	nearmirano	omeđeno
	$a_g = 0,05$	$a_g = 0,10$	$a_g = 0,20$		$a_g = 0,30$	
$S_d(T)$	0,075	0,15	0,30	0,24	0,45	0,36
1	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
2	2,0	2,0	2,5	2,0	6,5	3,0
3	2,0	2,0	3,0	2,5	-	6,5
4	2,0	2,0	5,0	3,0	-	-
5	2,0	2,0	6,0	5,0	-	-

Napomena 1: Prizemlje se broji kao kat. Ne broji se prostor ispod krova, a iznad punog kata.
Napomena 2: $S_d(T) = a_g S(2,5/q)$
Napomena 3: Za spektar tipa 1 i tip B temeljnog tla $S = 1,2$.
Za nearmirano zide $q = 2,0$ pa je $S_d(T) = 1,5a_g$.
Za omeđeno zide $q = 2,5$ pa je $S_d(T) = 1,2a_g$.
Napomena 4: Faktor važnosti zgrade $\gamma_1 = 1,0$.
Napomena 5: Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijal $\gamma_M = 2,0$ za stalno i promjenjivi opterećenje, a $\gamma_M = 1,5$ za izvanredno (potresno) opterećenje (vidjeti točku 9.6(3) norme HRN EN 1998-1:2011 i točku 2.51 ovog dokumenta).
Napomena 6: Karakteristična vlačna čvrstoća zida određena ispitivanjem $f_{tk} = 0,3 \text{ N/mm}^2$.
Karakteristična posmična čvrstoća zida određena ispitivanjem f_{vk} u skladu s nomom HRN EN 1996-1-1:2011: $f_{vk} = f_{vk0} + 0,4\sigma_d = 0,3 + 0,4\sigma_d$ za mortove M10 i TM10 i opečne elemente skupine 2, tlačne čvrstoće $f_b = 10 \text{ N/mm}^2$.
Napomena 7: Omeđeno zide primjenjivo ja za $a_g = 0,05$ i $a_g = 0,10$.

Slika 3.37: Dopušteni broj katova te najmanja površina poprečnih zidova [15]

Površina etaže: $13,15 \text{ m} \cdot 4,75 \text{ m} = 62,5 \text{ m}^2$

Površina zidova: smjer x: $13,15 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} = 6,18 \text{ m}^2$

smjer y: $3,81 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} = 1,79 \text{ m}^2$

Smjer x: $6,18 / 62,5 = 0,098 = 9,8\% > 2,5\% \rightarrow$ ZADOVOLJAVA

Smjer y: $1,79 / 62,5 = 0,029 = 2,9\% > 2,5\% \rightarrow$ ZADOVOLJAVA

Kategorija tla

Kategorija tla	Opis tla	$v_{s,30}$ (m/s)	Parametar tla S	Intervali na apscisi spektra		
				T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	Stijena ili druga geološka formacija slična stijeni, uzimajući u obzir najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	> 800	1,00	0,15	0,40	2,00
B	Naslage vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline, najmanje dubine nekoliko desetaka metara s postupnim povećanjem mehaničkih karakteristika tih materijala s dubinom.	360 – 800	1,20	0,15	0,50	2,00
C	Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline od nekoliko desetina do više stotina metara.	180 – 360	1,15	0,20	0,60	2,00
D	Naslage nekoherentnog tla (s ili bez mekih koherentnih slojeva) ili prevladavajuća meka do tvrda koherentna tla	< 180	1,35	0,20	0,80	2,00
E	Površinske aluvijalne naslage kao u slučaju tla C ili D, čije su debljine između 5 i 20 m, a nalaze se iznad materijala s $v_s > 800$ m/s.		1,40	0,15	0,50	2,00

Slika 3.38: Kategorije tla [16]

Za kategoriju tla C iz tablice je očitano:

$$S = 1,15$$

$$T_B = 0,20 \text{ s}$$

$$T_C = 0,60 \text{ s}$$

$$T_D = 2,00 \text{ s}$$

Izračun potresnog djelovanja

potresne sile u podnožju konstrukcije:

$$F_b = S_d(T) \cdot m \cdot \lambda$$

$$S_d(T) = 1,5 \cdot a_g \text{ - za nearmirano zide}$$

m – ukupna masa modela konstrukcije (M_{tot})

λ – korekcijski faktor, $\lambda=1,0$

a_g – proračunsko ubrzanje tla,

$$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$$

γ_1 – razred važnosti zgrada, za obične zgrade uzima se II. razred važnosti, $\gamma_1 = 1,0$

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

Slika 3.39: Kategorije važnosti zgrade [16]

Izraz za određivanje sudjelujuće mase zgrade:

$$m_{eff} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\Psi_{E,i} = \varphi \cdot \Psi_{2,i}$$

Tip promjenjivog djelovanja	Etaža	φ
Kategorija A-C	Krov	1,0
	Katovi s povezanom zauzetošću	0,8
	Neovisno okupirani katovi	0,5
Kategorije D-F i arhive		1,0

Slika 3.40: Koeficijent φ [16]

Djelovanje	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Uporabna opterećenja zgrada po kategorijama:			
Kategorija A: stambene prostorije	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: uredi	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: prostori za veće skupove ljudi	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovine	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: skladišta	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: prometne površine, težine vozila ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: prometne površine, težine vozila 30 - 160 kN	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0	0	0
Opterećenje vjetrom na zgrade	0,6	0,2	0
Opterećenje snijegom na zgrade na lokacijama iznad 1000 m.n.m.	0,7	0,5	0,2
Opterećenje snijegom na zgrade na lokacijama do 1000 m.n.m.	0,5	0,2	0
Temperaturna opterećenja u zgradama (ne i požar):	0,6	0,5	0

Slika 3.41: Kombinacijski faktori [16]

Kategorija	Uporaba	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama, sobe u hotelima i prenoćištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Područja predviđena za okupljanje većeg broja ljudi, s iznimkom za prostore definirane u kategorijama A, B i D)	C1: Prostorije sa stolovima, npr. u školama, restoranima, čitaonicama, kafićima
		C2: Prostorije s nepomičnim sjedalima, npr. u crkvama, kazalištima, kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanje
		C3: Prostorije bez zapreka za kretanje ljudi, npr. u muzejima, izložbenim prostorima te pristupne prostorije u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i kolodvorima
		C4: Prostorije gdje su moguće fizičke aktivnosti, npr. plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice
		C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, npr. u zgradama za javne priredbe, poput koncertnih i sportskih dvorana te gledališta, terase i željezničke platforme
D	Prodajni prostori	D1: Prostori u trgovinama
		D2: Prostori u robnim kućama
E1	Prostorije namijenjene gomilanju robe, uključivo pristupne prostorije	Prostorije za skladištenje, uključivo skladištenje knjiga i ostalih dokumenata
H	Neprohodni krovovi, osim za potrebe održavanja i popravaka	
I	Prohodni/pristupačni krovovi s okupiranošću koja odgovara kategorijama A – D	

Slika 3.42: Kategorije uporabnih opterećenja s obzirom na namjenu zgrade [16]

Kategorije	q_k (kN/m ²)	Q_k (kN)	
Kategorija A:	stropovi	2,0 – 3,0	
	stubišta	2,0 – 4,0	
	balkoni	2,0 – 3,0	
Kategorija B	2,0 – 3,0	1,5 – 4,5	
Kategorija C	C1	2,0 – 3,0	3,0 – 4,0
	C2	3,0 – 4,0	2,5 – 7,0 (4,0)
	C3	3,0 – 5,0	4,0 – 7,0
	C4	4,5 – 5,0	3,5 – 7,0
	C5	5,0 – 7,5	3,5 – 4,5
Kategorija D	D1	4,0 – 5,0	3,5 – 7,0 (4,0)
	D2	4,0 – 5,0	3,5 – 7,0
Kategorija E1	7,5	7,0	
Kategorija H	za nagibe < 20°	0,75	1,5
	za nagibe > 40°	0	1,5
Kategorija I	v. kategorije A – D		

Slika 3.43: Vrijednosti uporabnih opterećenja s obzirom na kategoriju zgrade [16]

Materijali	Obujamska težina γ (kN/m ³)
zidni elementi	
od terakote	21,0
granit, sijenit, porfiri	27,0 do 30,0
bazalt, diorit, gabro	27,0 do 31,0
tahilit	26,0
bazaltna lava	24,0
pješčenjak	21,0 do 27,0
gusti vapnenac	20,0 do 29,0
ostali vapnenci	20,0
vulkanski tuf	20,0
gnajs	30,0
škriljevac	28,0

Analiza vlastitih težina

Zidovi	22,00 kN/m ³ =	2200 kg/m ³
Serklaži	25,00 kN/m ³ =	2500 kg/m ³
Krovište	0,71 kN/m ² =	71 kg/m ²
Strop	0,66 kN/m ² =	66 kg/m ²

Analiza uporabnog opterećenja

Potkrovlje

kategorija A,

$$q_{upor} = 2 \text{ kN/m}^2 = 2000 \text{ N/m}^2,$$

faktori kombinacije: $\varphi = 0,5$; $\psi_2 = 0,3$

$$m_{q,tavan} = \varphi \cdot \psi_2 \cdot q_{upor}/g = 30 \text{ kg/m}^2$$

Krovište

kategorija H,

$$q_{upor} = 0,6 \text{ kN/m}^2 = 60 \text{ N/m}^2,$$

faktori kombinacije: $\varphi=1,0$; $\psi_2=0$

$$m_{q,krov} = \varphi \cdot \psi_2 \cdot q_{upor}/g = 30 \text{ kg/m}^2$$

Opterećenje snijegom

Moždenec, 200 m.n.m. < 1000 m

faktori kombinacije: $\varphi=1,0$; $\psi_2=0$

$$m_s = \varphi \cdot \psi_2 \cdot q_{upor}/g = 0 \text{ kg/m}^2$$

Analiza mase

Masa zidova x	$13,15 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} \cdot 2,1 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 2 =$	57 107 kg
Masa zidova y	$3,81 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} \cdot 2,1 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 3 =$	24 820 kg
Masa zabata	$(4,75 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m})/2 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 2 =$	6 270 kg
Serklaži x	$13,15 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 2500 \text{ kg/m}^3 \cdot 2 =$	4 931 kg
Serklaži y	$3,81 \text{ m} \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 2500 \text{ kg/m}^3 \cdot 3 =$	1 429 kg
Krovište	$3,82 \text{ m} \cdot 14,29 \text{ m} \cdot 71 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 =$	7 751 kg
Strop	$3,81 \text{ m} \cdot 12,20 \text{ m} \cdot 66 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 =$	3 067 kg
Uporabno strop	$3,81 \text{ m} \cdot 12,20 \text{ m} \cdot 30 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 =$	1 394 kg
Ukupna masa		106 769 kg

Mase etaže

$$M = M_{\text{uporabno}} + M_{\text{stropa}} + M_{\text{krovište}} + M_{\text{serklaži}} + M_{\text{zabati}}$$

$$= 1394 \text{ kg} + 3067 \text{ kg} + 7751 \text{ kg} + 1429 \text{ kg} + 4931 \text{ kg} + 6270 \text{ kg} = 24 842 \text{ kg}$$

Potresno djelovanje

$$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR} = 1,0 \cdot 0,2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 1,96 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$S_d(T) = 1,5 \cdot a_g = 1,5 \cdot 1,96 = 2,94 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\lambda=1,0$$

Potresna sila

$$F_b = S_d(T) \cdot m \cdot \lambda$$

$$= 2,94 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \cdot 106 769 \text{ kg} \cdot 1,0 = 313 900 \text{ N} = 313,9 \text{ kN}$$

7.3.2. Proračun grednika

Svijetli raspon

$$l_0 = 3,81 \text{ m}$$

Proračunski raspon

$$l = 3,81 \cdot 1,05 = 4,00 \text{ m}$$

Opterećenje

Brodski pod	$0,02 \text{ m} \cdot 6 \text{ kN/m}^3 = 0,12 \text{ kN/m}^2$
Toplinsko zvučna izolacija	$0,05 \text{ m} \cdot 4 \text{ kN/m}^3 = 0,20 \text{ kN/m}^2$
Daščana oplata	$0,024 \text{ m} \cdot 6 \text{ kN/m}^3 = 0,14 \text{ kN/m}^2$
Vlastita težina grede	$0,14 \text{ m} \cdot 0,18 \text{ m} \cdot 8 \text{ kN/m}^3 = 0,20 \text{ kN/m}^2$
Stalno opterećenje	$g = 0,66 \text{ kN/m}^2$

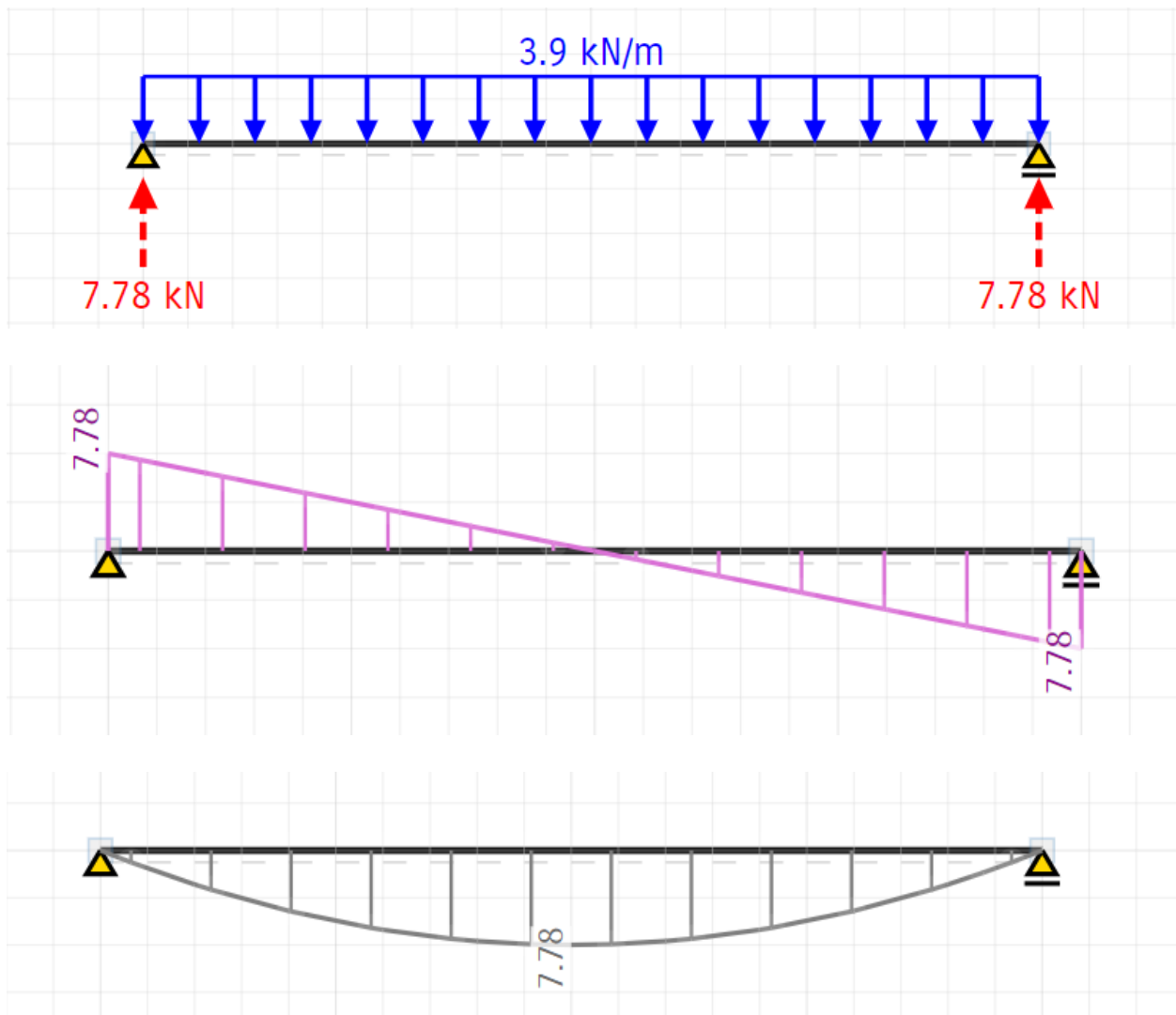
Prostorije u potkrovlju za domaću upotrebu	$2,0 \text{ kN/m}^2$
Uporabno opterećenje	$q = 2,0 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Ukupno opterećenje} \quad 1,35 \cdot 0,66 + 1,5 \cdot 2,0 = \mathbf{3,89 \text{ kN/m}^2}$$

Rezne sile

$$R_A = R_B = q \cdot \frac{l}{2} = 3,89 \cdot \frac{4,0}{2} = 7,78 \text{ kN}$$

$$M_{max} = q \cdot \frac{l^2}{8} = 3,89 \cdot \frac{4,0^2}{8} = 7,78 \text{ kNm}$$



Slika 7.1: Dijagram reakcija, poprečnih sila i momenata

Dimenzioniranje

Za izradu grednika koristit će se bjelogorica, hrast II. klase čije je dopušteno naprezanje pri savijanju:

$$\sigma_{dop} = 12,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{dop} = \frac{M_{max}}{W_{pot}} \rightarrow W_{pot} = \frac{M_{max}}{\sigma_{dop}} = \frac{7,78 \text{ kNm} \cdot 10^6}{12,0 \text{ N/mm}^2} = 6,48 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 = 648 \text{ cm}^3$$

$$W_{stv} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{14 \cdot 18^2}{6} = 756 \text{ cm}^3$$

$$W_{stv} > W_{pot}$$

Površina ležaja

$$A_0 = 0,45 \text{ m} \cdot 0,14 \text{ m} = 0,063 \text{ m}^2$$

Provjera uzdužnih naprezanja

$$\sigma_{stv} = \frac{M_{max}}{W_{stv}} = \frac{7,78 \text{ kNm} \cdot 10^6}{756 \text{ N/mm}^2} = 10,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{stv} < \sigma_{dop}$$

Provjera posmičnih naprezanja

$$\tau_{dop} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{stv} = 1,5 \frac{V}{b \cdot h} = 1,5 \frac{7,78 \cdot 10^3}{14 \cdot 18 \cdot 10^2} = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{stv} < \tau_{dop}$$

Provjera naprezanja na mjestu podupiranja

$$\sigma_{dop_l} = 0,8 \cdot 0,2 = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{stv_l} = \frac{R_A}{A_0} = \frac{7,78 \text{ kN}}{0,006 \text{ m}^2} = 1296,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{stv_l} < \sigma_{dop_l}$$

Provjera progiba

$$E = 10\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$c = 4,8 \text{ (koeficijent iz tablice)}$$

$$f_{dop} = \frac{l}{300} = \frac{400}{300} = 1,33$$

$$f_{stv} = \sigma_{stv} \cdot \frac{l^2}{h \cdot c} = 10,29 \cdot \frac{4,0^2}{18 \cdot 4,8} = 1,09$$

$$f_{stv} < f_{dop}$$

7.3.3. Proračun rogova

Krovna konstrukcija izvedena je kao drvena kosa konstrukcija nagiba 40° s pokrovom od utorenog biber crijepa. Objekt se nalazi na 200 metara nadmorske visine.

Svijetli raspon

$$l_0 = 2,9 \text{ m}$$

Proračunski raspon

$$l = 2,9 \cdot 1,05 = 3,0 \text{ m}$$

Opterećenje

Utoreni biber	$20,6 \text{ kom/m}^2 \cdot 2,2 \text{ kg} =$	$0,45 \text{ kN/m}^2$
Toplinsko zvučna izolacija	$0,12 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ kN/m}^2 =$	$0,05 \text{ kN/m}^2$
OSB ploče	$0,018 \text{ m} \cdot 626 \text{ kg/m}^3 =$	$0,11 \text{ kN/m}^2$
Vlastita težina roga	$0,10 \text{ m} \cdot 0,16 \text{ m} \cdot 6 \text{ kN/m}^3 =$	$0,10 \text{ kN/m}^2$
Letve i kontraletve	$0,02 \text{ m} \cdot 0,03 \text{ m} \cdot 6 \text{ kN/m}^3$ $\cdot (100/27 \text{ cm}) =$	$0,02 \text{ kN/m}^2$
Stalno opterećenje	g =	0,71 kN/m²

Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom (s) je promjenjivo slobodno djelovanje. Proračunava se na osnovi karakterističnog opterećenja s_k koje odgovara jednolikom snijegu koji je napadao pri mirnim vremenskim uvjetima na ravno tlo. Opterećenje snijegom određuje se izrazom

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

μ_i – koeficijent oblika opterećenja snijegom (učinak oblika krova)

C_e – koeficijent izloženosti, koji obično ima vrijednost 1,0

C_t – toplinski koeficijent, koji obično ima vrijednost 1,0

s_k – karakteristična vrijednost opterećenja od snijega na tlo kN/m^2



Slika 7.2: Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom za razdoblje 1961.-1990 [17]

Nadmorska visina do (m)	s_k (kN/m ²)			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
100	1,10	1,10	0,45	0,35
200	1,30	1,40	0,80	0,50
300	1,55	1,75	1,20	0,70
400	1,80	2,20	1,65	0,90
500	2,05	2,65	2,15	1,15
600	2,35	3,15	2,70	-
700	2,65	3,70	3,30	-
800	2,95	4,25	3,95	-
900	3,25	4,90	4,65	-
1000	3,60	5,55	5,40	-
1100	3,95	6,25	6,20	-
1200	4,30	7,00	7,05	-
1300	-	7,80	7,95	-
1400	-	8,65	8,90	-
1500	-	9,50	9,90	-
1600	-	10,40	10,95	-
1700	-	11,40	12,05	-
1800	-	-	13,20	-

Slika 3.90: Karakteristične vrijednosti djelovanja snijega prema zonama (s_k) [17]

Kut nagiba krova	$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	0,8	$0,8 + 0,6(\alpha - 15)/30$	$1,1(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_3	$0,8 + 0,8\alpha/30$	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1,6	Posebna pozornost

Slika 3.91: Tipične vrijednosti koeficijenta oblika opterećenja snijegom [18]

$$s_k = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_1 = \frac{0,8(60 - 40)}{30} = 0,53$$

$$\mu_2 = \frac{1,1(60 - 40)}{30} = 0,73$$

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

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

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,53 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 0,689 \text{ kN/m}^2$$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,73 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 0,949 \text{ kN/m}^2$$

Opterećenje snijegom

$$s = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom w je promjenjivo slobodno djelovanje. S obzirom da se objekt smatra neosjetljiv na dinamičku uzbudu primjenjuje se jednostavan proračun. Djelovanje vjetra uzima se kao zamjenjujuće statičko opterećenje. Za zgrade tlakovi vjetra djeluju okomito na površine zgrade. Tlak vjetra na vanjske površine te tlak na unutrašnje površine proračunava se izrazom:

$$w_e = q_{ref} \cdot c_e(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_i = q_{ref} \cdot c_e(z_i) \cdot c_{pi}$$

q_{ref} – poredbeni tlak srednje brzine vjetra

$c_e(z_e), c_e(z_i)$ – koeficijent izloženosti

c_{pe}, c_{pi} – koeficijent vanjskog i unutrašnjeg tlaka

$$c_e(z_e) = c_r^2(z) \cdot c_t^2(z) \cdot [1 + 2 \cdot g \cdot I_v(z)]$$

g – udarni koeficijent (koeficijent vrška)

$I_v(z)$ – intenzitet turbulencije

$c_r(z)$ – koeficijent hrapavosti, $c_r(z) = c_r(z_{min})$ za $z < z_{min}$

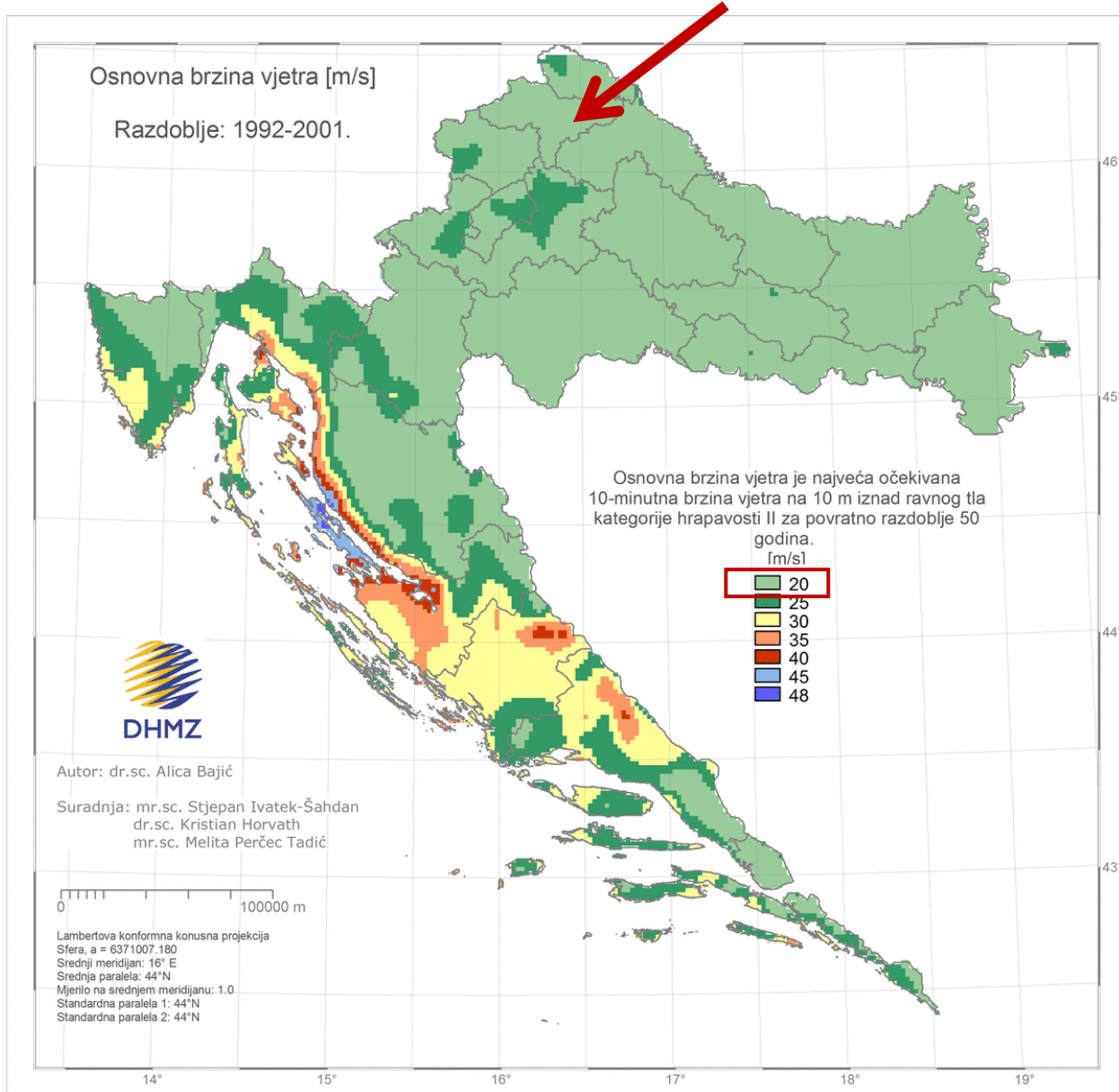
$c_t(z)$ – koeficijent topografije

Neto tlak na površinu je algebarski zbroj unutrašnjeg i vanjskog tlaka.

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} v_{ref}^2$$

ρ – gustoća zraka

v_{ref} – poredbena brzina vjetra

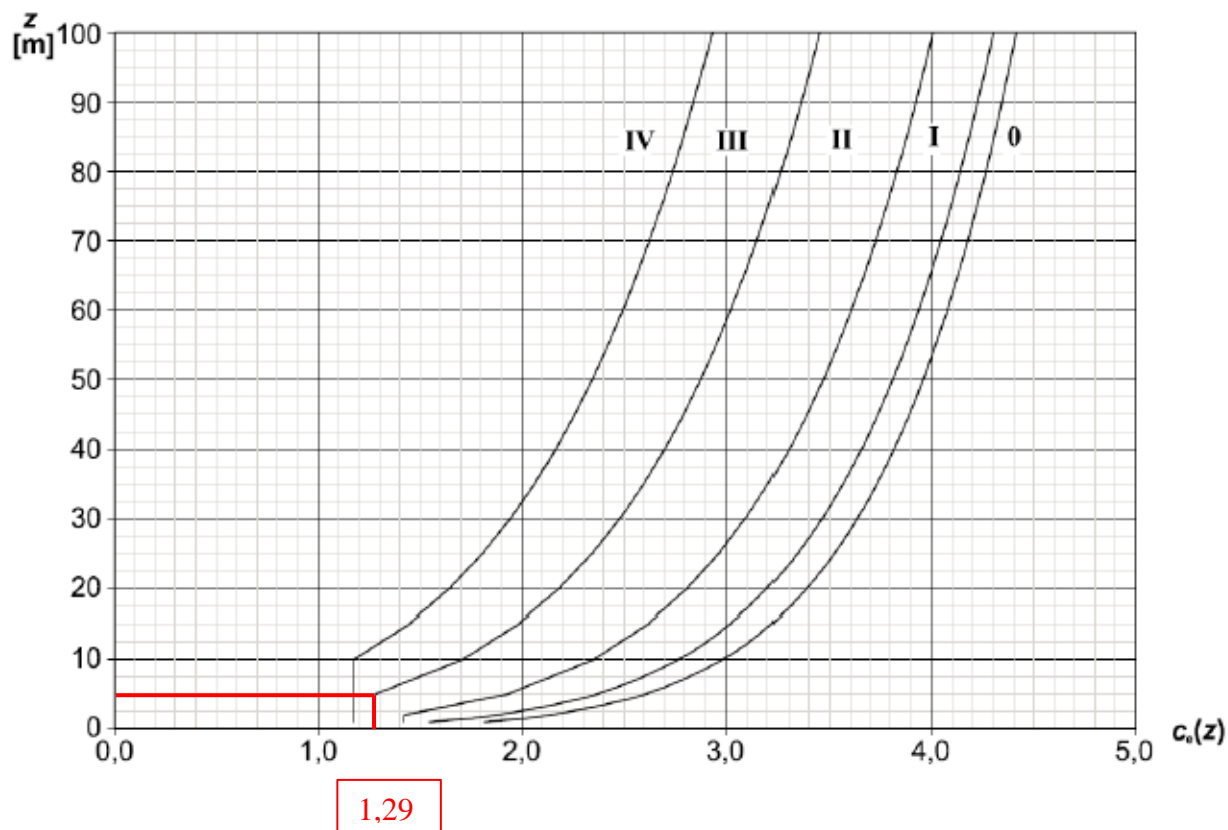


Slika 7.3: Osnovna brzina vjetra (m/s) [16]

Kategorija terena		z_0 [m]	z_{min} [m]
0	More ili priobalna područja izložena otvorenom moru	0,003	1
I	Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka	0,01	1
II	Područja s niskom vegetacijom, npr. travom, i izoliranim preprekama (drveće, zgrade) s razmakom najmanje 20 visina prepreke	0,05	2
III	Područja sa stalnim pokrovom od vegetacije ili zgrade ili područja s izoliranim preprekama s razmakom najviše 20 visina prepreke (npr. sela, predgrađa, stalna šuma)	0,3	5
IV	Područja s najmanje 15 % površine pokrivena zgradama čija prosječna visina premašuje 15 m	1,0	10

NAPOMENA: Kategorije terena prikazane su na slikama u točki A.1.

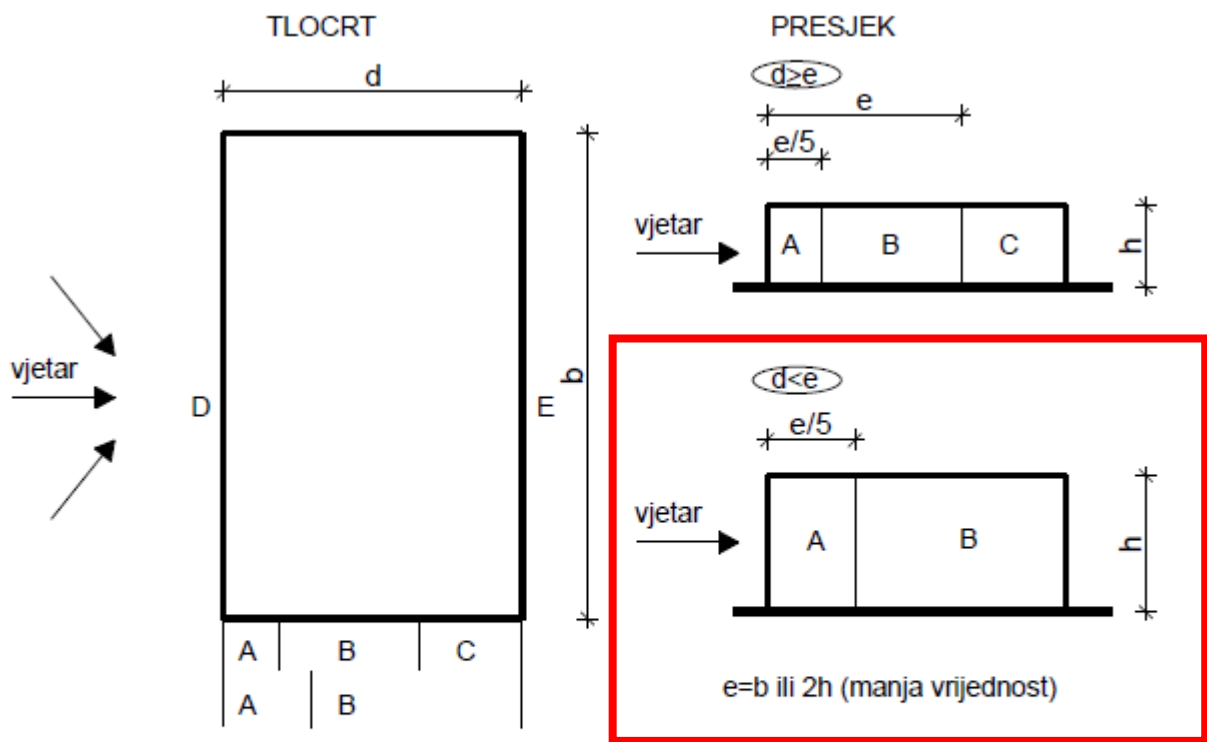
Slika 7.4: Kategorije terena [16]



$$c_e(z) = 1,29$$

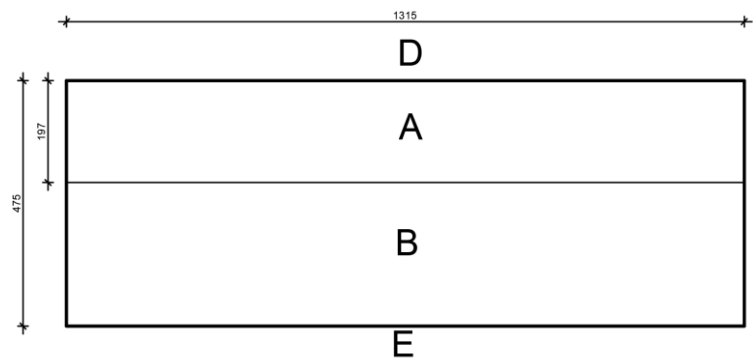
$$z = z_{min} = 5 \text{ m} \rightarrow c_r(z) = c_r(z_{min}) \text{ za } z < z_{min}$$

Moždenec pripada u područje na karti osnovne brzine vjetra gdje je poredbena brzina vjetra .
Poredbeni tlak srednje brzine vjetra iznosi:



	Područje									
	A		B		C		D		E	
d/h	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
≤ 1	-1,0	-1,3	-0,8	-1,0	-0,5	-0,5	+0,8	+1,0	-0,3	-0,3
≥ 4	-1,0	-1,3	-0,8	-1,0	-0,5	-0,5	+0,6	+1,0	-0,3	-0,3

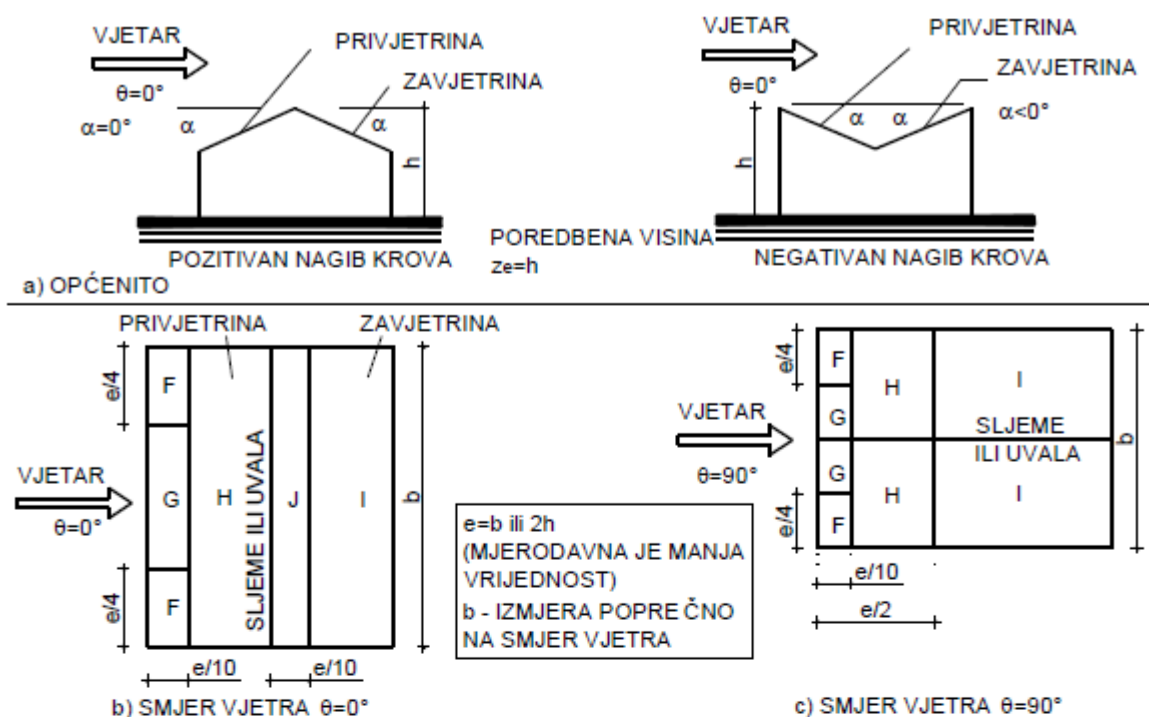
Slika 7.5: Koeficijent vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada pravokutnog tlocrta [18]



$d = 4,75 \text{ m}, b = 13,15 \text{ m}, 2h = 2 \cdot 4,92 \text{ m} = 9,84 \text{ m} \rightarrow e = 9,84 \text{ m}$

$d < e \rightarrow$ zid se dijeli na A i B područje

$\frac{d}{h} = \frac{4,75 \text{ m}}{4,92 \text{ m}} = 0,96$



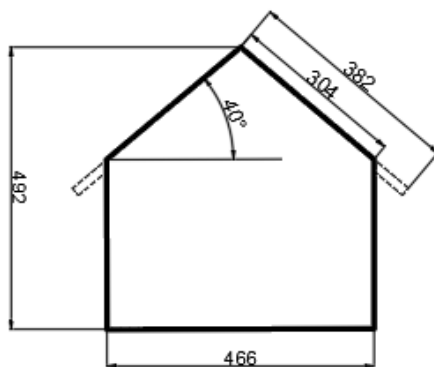
Smjer vjetra $\theta = 0^\circ$										
Nagib α	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9		-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8		-0,3		-0,3	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6		-0,3		-0,3	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2					
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4					
45°	+0,7		+0,7		+0,6		-0,2		-0,3	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

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

Vrijede iste napomene kao i za sl. 4.17

Slika 7.6: Koeficijenti vanjskog tlaka za dvostruše krovove [18]

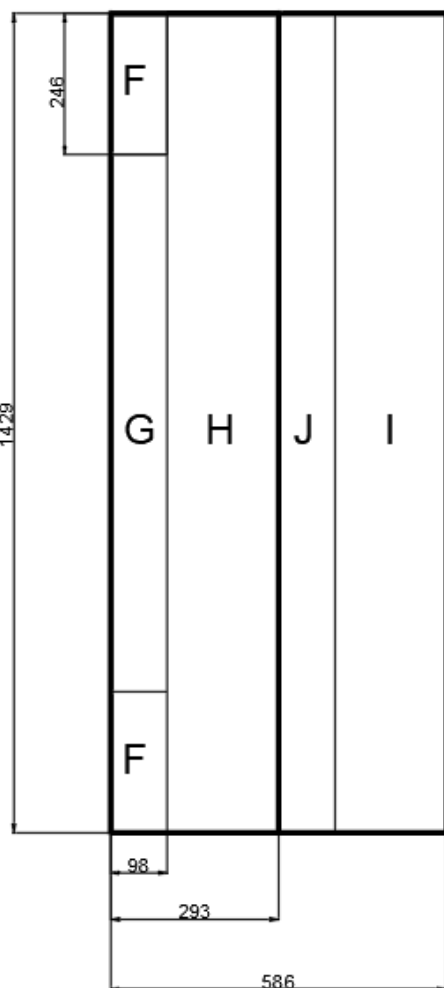
VJETAR
→



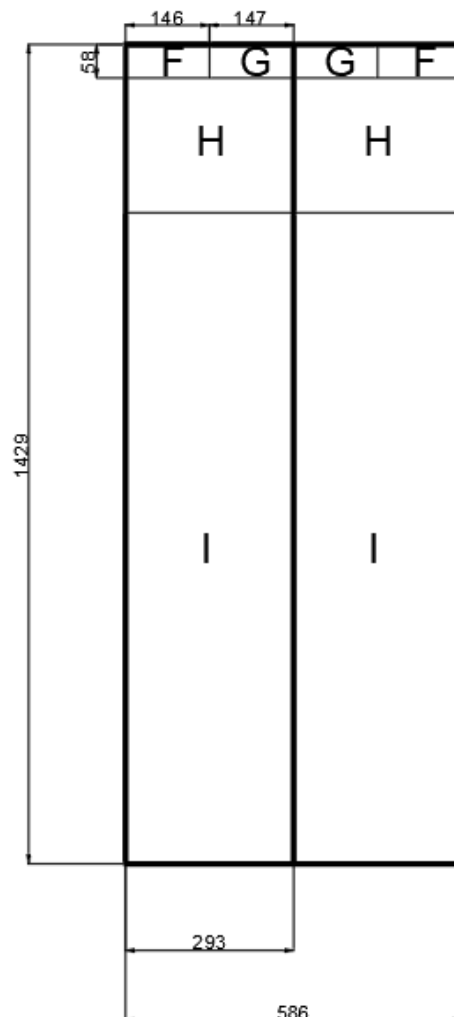
VJETAR



VJETAR
→



$$e = 2h = 2 \cdot 492 \text{ cm} = 984 \text{ cm}$$



$$e = b = 586 \text{ cm}$$

Slika 7.7: Podjela ploština na objektu

Dvostrešni krov nagiba 40° dijeli se na područja F, G, H, J, I te se koeficijenti vanjskog tlaka očitavaju za smjer vjetra 0° . Za ploštine između 1,0 i 10,0 m² koeficijenti se određuju linearnom interpolacijom, a ona se koristi i za međukutove (30° - 45°). Ploštine i odgovarajući koeficijenti prikazani su na slici iznad.

Za zatvorene građevine s unutarnjim pregradama i otvorima za prozore upotrebljavaju se najveće vrijednosti koeficijenta unutarnjeg tlaka: $c_{pi} = 0,8$ ili $c_{pi} = -0,5$.

Zgrada je smještena u dijelu grada u kojem zgrade ne prelaze visinu od 15 m pa možemo smatrati da se nalazi na zemljištu III kategorije (predgrađa gradova ili industrijska područja i šume). Najveća visina cijele konstrukcije nad tлом $h = 4,92$ m je manja od širine na koju puše vjetar 14,29 m pa se kao poredbena visina može koristiti visina $z_e = h = 4,92 = 5,0$ m čime smo na strani sigurnosti. Uz najveću visinu $z_e = h = 4,92$ m nad tлом koeficijent izloženosti iznosi na tlu III kategorije $c_e(z) = 1,29$.

Tlak vjetra na vanjske površine iznosi:

$$w_e = q_{ref} \cdot c_e(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_e(A) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (-1,0) = -0,32 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(B) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (-0,8) = -0,26 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(D) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (+0,8) = +0,26 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(E) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (-0,3) = -0,09 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(F) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (+0,7) = +0,23 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(G) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (+0,7) = +0,23 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(H) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (+0,54) = +0,17 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(J) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (-0,37) = -0,12 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_e(I) = 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (-0,27) = -0,09 \frac{kN}{m^2}$$

Tlak vjetra na unutarnje površine iznosi:

$$w_i = q_{ref} \cdot c_e(z_i) \cdot c_{pi}$$

$$w_i(+)= 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (+0,8) = +0,26 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_i(-)= 0,25 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,29 \cdot (-0,5) = -0,16 \frac{kN}{m^2}$$

Mjerodavni tlak

$$w = w_e + w_i$$

$$w(A, -) = -0,32 - 0,16 = -0,48 \frac{kN}{m^2}$$

$$w(D, +) = +0,26 + 0,26 = +0,52 \frac{kN}{m^2}$$

Opterećenje vjetrom

$$w = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

Kombinacije djelovanja

Kombinacije djelovanja na temelju pojednostavljene provjere konstrukcije zgrada za granično stanje nosivosti:

$$\text{Stalno + uporabno (ili snijeg): } 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k$$

$$\text{Stalno + uporabno (ili snijeg) + vjetar: } 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot \Sigma Q_k$$

$$G_k = 0,92 \frac{kN}{m^2}$$

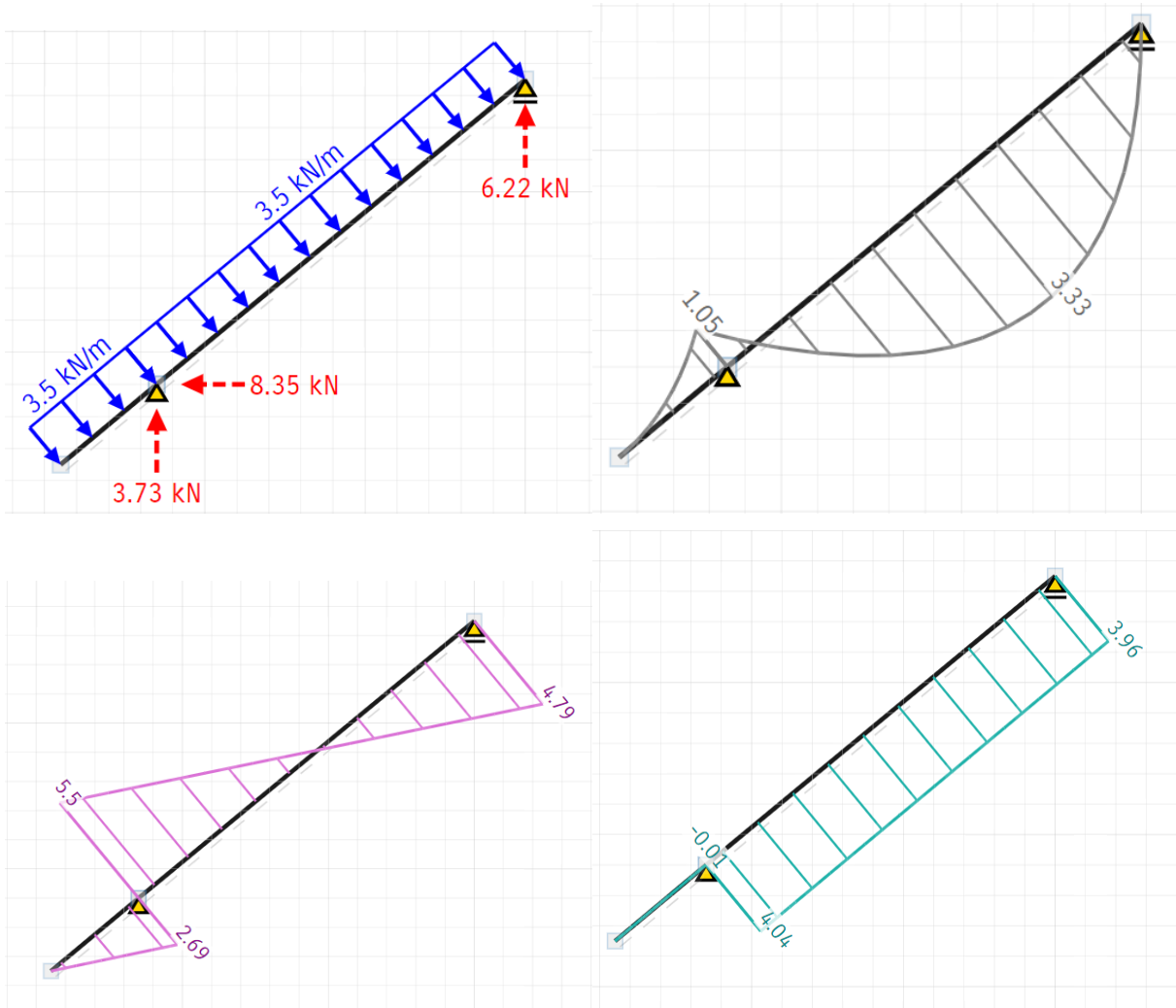
$$Q_k = 1,47 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{sd} = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot \Sigma Q_k = 3,45 \frac{kN}{m^2}$$

Rezne sile

Osni razmak rogova $a = 90 \text{ cm} = 0,9 \text{ m}$

$$M_{max} = 3,33 \text{ kNm} \cdot a = 3,0 \text{ kNm}$$



Slika 7.8: Dijagram reakcija, poprečnih sila i momenata

Dimenzioniranje

Za izradu rogova koristit će se crnogorica II. klase čije je dopušteno naprezanje pri savijanju:

$$\sigma_{dop} = 10,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{dop} = \frac{M_{max}}{W_{pot}} \rightarrow W_{pot} = \frac{M_{max}}{\sigma_{dop}} = \frac{3,00 \text{ kNm} \cdot 10^6}{10,0 \text{ N/mm}^2} = 3,0 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 = 300 \text{ cm}^3$$

$$W_{stv} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 16^2}{6} = 426 \text{ cm}^3$$

$$W_{stv} > W_{pot}$$

Provjera uzdužnih naprezanja

$$\sigma_{stv} = \frac{M_{max}}{W_{stv}} = \frac{3,00 \text{ kNm} \cdot 10^6}{426 \text{ cm}^3} = 7,04 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{stv} < \sigma_{dop}$$

Provjera progiba

$$E = 10\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$c = 4,8 \text{ (koeficijent iz tablice)}$$

$$f_{dop} = \frac{l}{200} = \frac{300}{200} = 1,5$$

$$f_{stv} = \sigma_{stv} \cdot \frac{l^2}{h \cdot c} = 9,38 \cdot \frac{3,0^2}{16 \cdot 4,8} = 1,10$$

$$f_{stv} < f_{dop}$$

7.3.4. Proračun temelja

Parametri čvrstoće

$$\varphi' = 20^\circ$$

$$c' = 4 \text{ kPa}$$

Parcijalni faktori

$$\gamma'_\varphi = 1,25$$

$$\gamma'_c = 1,25$$

Podaci o tlu

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = 9,5 \text{ kN/m}^3$$

$$q' = 31,85 \text{ kPa}$$

Geometrije temelja

$$L_1 = 13,15 \text{ m}$$

$$L_2 = 3,81 \text{ m}$$

$$B = 0,47 \text{ m}$$

$$D = 0,80 \text{ m}$$

Uvjet nosivosti

$$N_{Ed} < R_d$$

Računsko vertikalno djelovanje

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot N_g + 1,5 \cdot N_q$$

Računska nosivost tla - PP3

$$R_d = q_f = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

Faktori nosivosti

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi') = 3,651916102$$

$$N_q = e^{\pi \cdot tg(\varphi')} \cdot tg^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right) = 6,399393521$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \cdot tg(\varphi') = 3,930437049$$

Faktori nagiba osnovice temelja

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot tg(\varphi')} = 1$$

$$b_q = b_\gamma = [1 - \alpha \cdot tg(\varphi')]^2 = 1$$

Faktori oblika temelja

$$s_c = \frac{(s_q N_q - 1)}{(N_q - 1)} = 1,050805662$$

$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin(\varphi') = 1,042866525$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot \frac{B'}{L'} = 0,9624$$

Faktori nagiba opterećenja

$$i_c = i_q - \frac{(1 - i_q)}{(N_c \cdot tg(\varphi'))} = 1$$

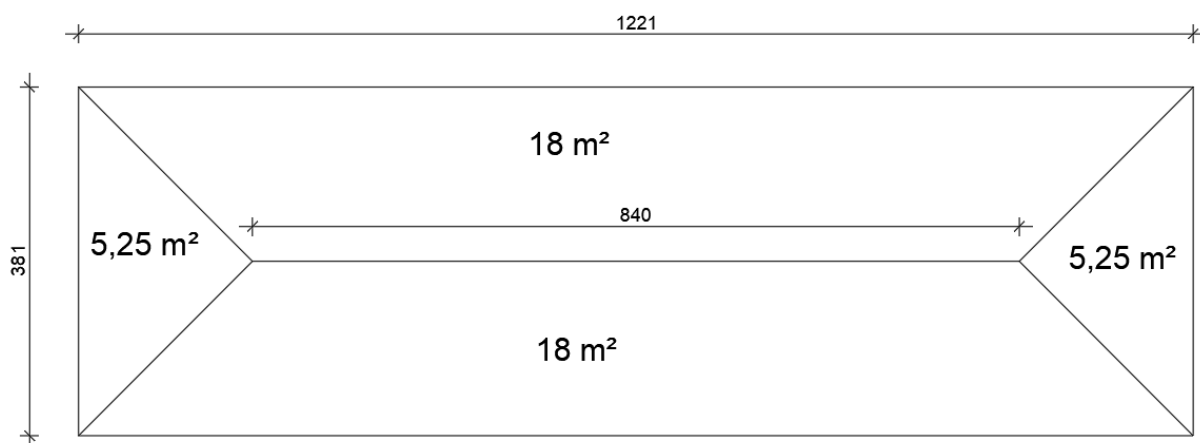
$$i_q = \left[1 - \frac{H}{(V + A' \cdot c' \cdot ctg(\varphi'))} \right]^m = 1$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{(V + A' \cdot c' \cdot ctg(\varphi'))} \right]^{m+1} = 1$$

$$R_d = 4 \cdot 3,6519 \cdot 1 \cdot 1,0508 \cdot 1 + 31,85 \cdot 6,3993 \cdot 1 \cdot 1,0428 \cdot 1 + 0,5 \cdot 9,5 \cdot 0,47 \cdot 3,9304 \cdot 1 \cdot 0,9624 \cdot 1 = 236,37 \text{ kPa} = 236,37 \text{ kN/m}^2$$

Masa zidova x	$13,15 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} \cdot 2,1 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 =$	28 553,5 kg
Masa zidova y	$3,81 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} \cdot 2,1 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 =$	8 273,3 kg
Masa temelja x	$13,15 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 =$	10 877,7 kg
Masa temelja y	$3,81 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 =$	3 151,6 kg
Zabatni zid	$(4,75 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m})/2 \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 =$	3 135 kg
Serklaži x	$13,15 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 2500 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 =$	2465,5 kg
Serklaži y	$3,81 \text{ m} \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 2500 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 =$	476,3 kg
Krovište	$3,85 \text{ m} \cdot 14,29 \text{ m} \cdot 71 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 =$	3 875,5 kg
Strop	$3,81 \text{ m} \cdot 12,20 \text{ m} \cdot 66 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 =$	3 067 kg
Uporabno strop	$3,81 \text{ m} \cdot 12,20 \text{ m} \cdot 30 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 =$	1 394 kg

Raspodjela opterećenja stropa



$$N_{Ed} = 1,35 \cdot N_g + 1,5 \cdot N_q$$

N_{Ed_x}

$$= \frac{1,35 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (28\,553,5 + 2\,465,5 + 3\,875,5 + 1\,073,45 + 10\,877,7) + 1,5 \cdot (487,9 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{13,15 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m}}$$

$$= 101\,541 \text{ N} = 101,5 \text{ kN/m}^2 < R_d = 236,37 \text{ kN/m}^2$$

N_{Ed_y}

$$= \frac{1,35 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (8\,273,3 + 3\,135 + 476,3 + 460,05 + 3\,151,6) + 1,5 \cdot (209,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{3,81 \text{ m} \cdot 0,47 \text{ m}}$$

$$= 112\,801 \text{ N} = 112,8 \text{ kN/m}^2 < R_d = 236,37 \text{ kN/m}^2$$

7.4. Proračun u programu Tower

7.4.1. Ulazni podaci

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
SLJEME	4.85	1.15
Sljeme terase	3.70	0.85
POTKROVLJE	2.85	0.35
Nazidnica terase	2.50	2.50
TEREN	0.00	

Tabela materijala

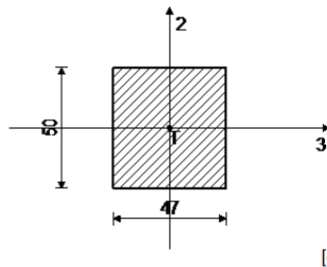
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Kamen	1.000e+6	0.20	20.00	1.000e-5	1.000e+6	0.20
2	Blok opeka	7.580e+6	0.20	18.00	1.000e-5	3.000e+6	0.20
3	Drvo-Listari-Masivno	1.250e+7	0.20	7.00	1.000e-5	1.250e+7	0.20
4	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
5	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.470	0.235	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<2>	0.400	0.200	1	Opeka/Blokovi	Izotropna			
<4>	0.250	0.125	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			

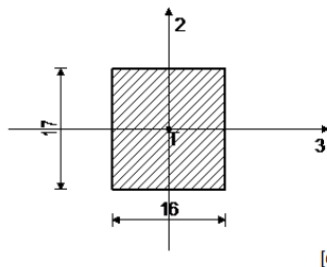
Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=47/50, Fiktivna ekscentričnost, temelj



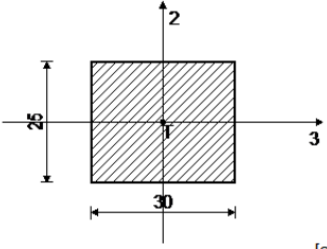
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Kamen	2.350e-1	1.958e-1	1.958e-1	7.723e-3	4.326e-3	4.896e-3

Set: 2 Presjek: b/d=16/17, Fiktivna ekscentričnost, grednik



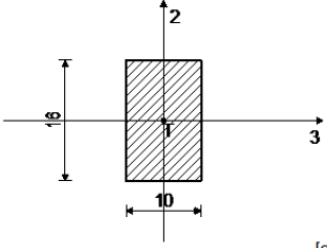
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Drvo-Listari-...	2.720e-2	2.267e-2	2.267e-2	1.035e-4	5.803e-5	6.551e-5

Set: 3 Presjek: b/d=30/25, Fiktivna ekscentričnost, HS						
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - C 25/30	7.500e-2	6.250e-2	6.250e-2	7.752e-4	5.625e-4	3.906e-4



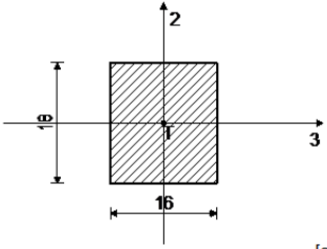
[cm]

Set: 4 Presjek: b/d=10/16, Fiktivna ekscentričnost, rog						
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo-Četinari...	1.600e-2	1.333e-2	1.333e-2	3.260e-5	1.333e-5	3.413e-5



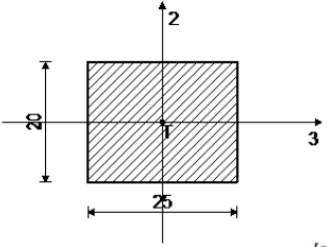
[cm]

Set: 5 Presjek: b/d=16/18, Fiktivna ekscentričnost, slijenjača						
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo-Četinari...	2.880e-2	2.400e-2	2.400e-2	1.153e-4	6.144e-5	7.776e-5



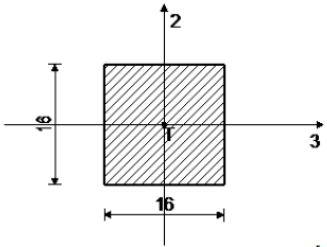
[cm]

Set: 6 Presjek: b/d=25/20, Fiktivna ekscentričnost, KS						
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - C 25/30	5.000e-2	4.167e-2	4.167e-2	3.421e-4	2.604e-4	1.667e-4



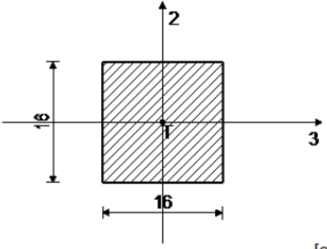
[cm]

Set: 7 Presjek: b/d=16/16, Fiktivna ekscentričnost, stup						
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo-Četinari...	2.560e-2	2.133e-2	2.133e-2	9.230e-5	5.461e-5	5.461e-5



[cm]

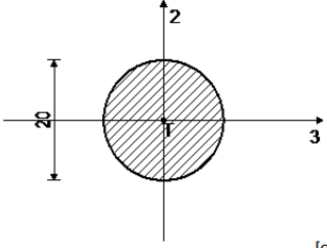
Set: 9 Presjek: b/d=16/16, Fiktivna ekscentričnost, vezna greda



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo-Četinari...	2.560e-2	2.133e-2	2.133e-2	9.230e-5	5.461e-5	5.461e-5

[cm]

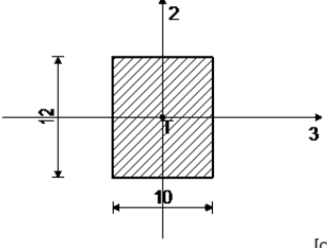
Set: 10 Presjek: D=20, Fiktivna ekscentričnost, stup



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - C 25/30	3.142e-2	2.827e-2	2.827e-2	1.571e-4	7.854e-5	7.854e-5

[cm]

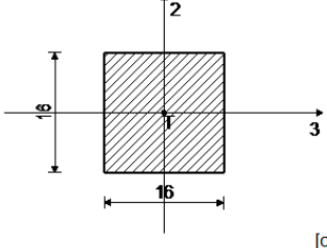
Set: 11 Presjek: b/d=10/12, Fiktivna ekscentričnost, rog



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo-Četinari...	1.200e-2	1.000e-2	1.000e-2	1.984e-5	1.000e-5	1.440e-5

[cm]

Set: 12 Presjek: b/d=16/16, Fiktivna ekscentričnost, sjemenjača



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - Drvo-Četinari...	2.560e-2	2.133e-2	2.133e-2	9.230e-5	5.461e-5	5.461e-5

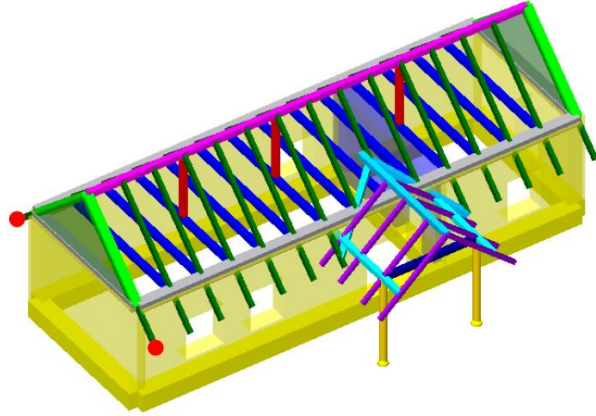
[cm]

Setovi linijskih ležajeva

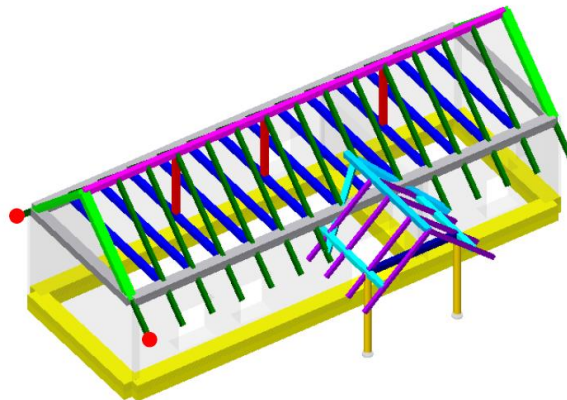
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	3.000e+3	4.000e+3	3.000e+3		0.470

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			



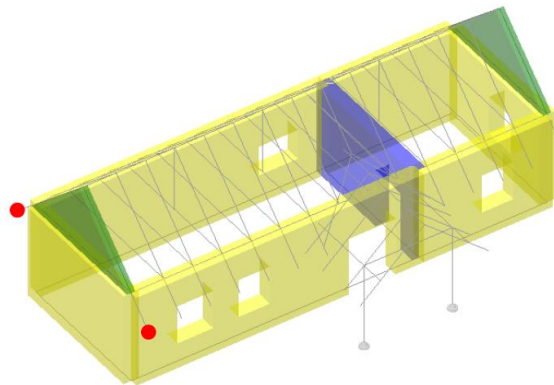
Izometrija



Greda	
1. b/d=47/50 (temelj)	
2. b/d=16/17 (grednik)	
3. b/d=30/25 (HS)	
4. b/d=10/16 (rog)	
5. b/d=16/18 (stjemenjača)	
6. b/d=25/20 (KS)	
7. b/d=16/16 (stup)	
8. b/d=14/14 (nazidnica)	
9. b/d=16/16 (vezna greda)	
10. D=20 (stup)	
11. b/d=10/12 (rog)	
12. b/d=16/16 (stjemenjača)	

Setovi numeričkih podataka
Greda (1-12)

Ploča / Zid	
1. d = 0.47 m	
2. d = 0.40 m	
4. d = 0.25 m	



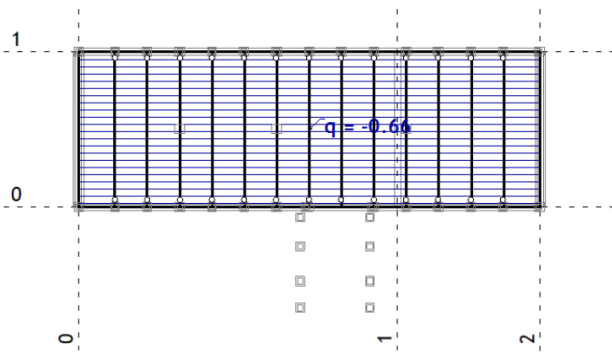
Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1,2,4)

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	vt+stalno (g)
2	korisno A
3	korisno H
4	snijeg
5	vjetar +
6	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xV
7	Komb.: I+1.05xII+1.5xIII+0.75xIV+0.9xV
8	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xIV+0.9xV
9	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xIII+0.9xV
10	Komb.: 1.35xI+1.05xII+0.75xIV+1.5xV
11	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xIII+0.75xIV
12	Komb.: 1.35xI+1.5xIII+0.75xIV+0.9xV
13	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.75xIV+0.9xV
14	Komb.: I+1.05xII+1.5xIV+0.9xV
15	Komb.: I+1.05xII+1.5xIII+0.9xV
16	Komb.: I+1.05xII+0.75xIV+1.5xV
17	Komb.: I+1.05xII+1.5xIII+0.75xIV
18	Komb.: I+1.5xIII+0.75xIV+0.9xV
19	Komb.: I+1.5xII+0.75xIV+0.9xV
20	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xV
21	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xIV
22	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xIII
23	Komb.: 1.35xI+1.5xIV+0.9xV
24	Komb.: 1.35xI+1.5xIII+0.9xV
25	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xV

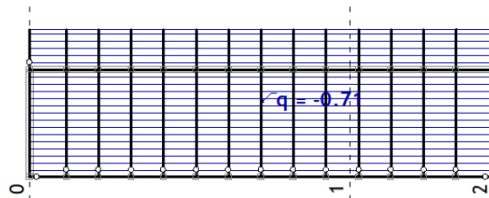
26	Komb.: 1.35xI+0.75xIV+1.5xV
27	Komb.: 1.35xI+1.5xIII+0.75xIV
28	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.75xIV
29	Komb.: I+1.05xII+1.5xV
30	Komb.: I+1.05xII+1.5xIV
31	Komb.: I+1.05xII+1.5xIII
32	Komb.: I+1.5xIV+0.9xV
33	Komb.: I+1.5xIII+0.9xV
34	Komb.: I+1.5xII+0.9xV
35	Komb.: I+0.75xIV+1.5xV
36	Komb.: I+1.5xIII+0.75xIV
37	Komb.: I+1.5xII+0.75xIV
38	Komb.: 1.35xI+1.5xV
39	Komb.: 1.35xI+1.5xIV
40	Komb.: 1.35xI+1.5xIII
41	Komb.: 1.35xI+1.5xII
42	Komb.: I+1.5xV
43	Komb.: I+1.5xIV
44	Komb.: I+1.5xIII
45	Komb.: I+1.5xII
46	Komb.: 1.35xI
47	Komb.: I

Opt. 1: vt+stalno (g)



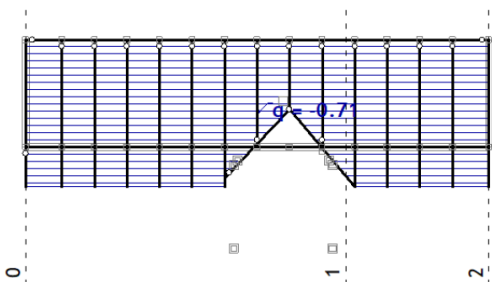
Nivo: POTKROVLJE [2.85 m]

Opt. 1: vt+stalno (g)



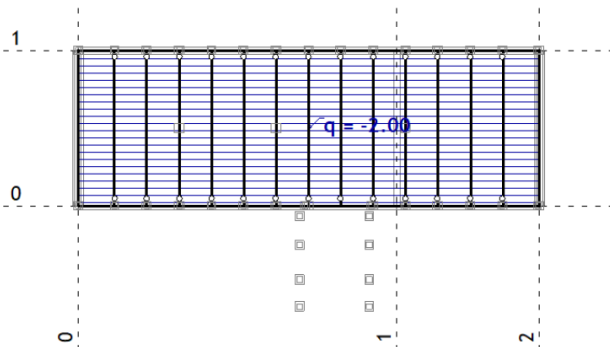
Pogled: Prednji

Opt. 1: vt+stalno (g)



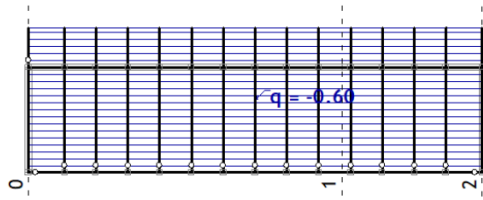
Pogled: Stražnji

Opt. 2: korisno A



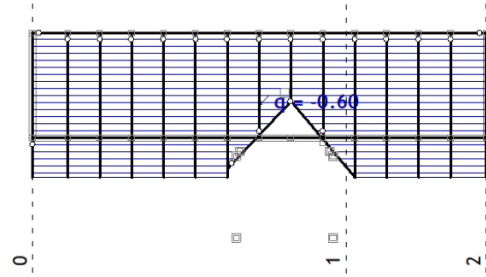
Nivo: POTKROVLJE [2.85 m]

Opt. 3: korisno H



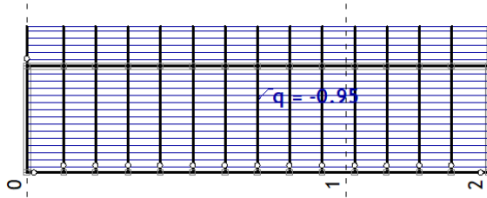
Pogled: Prednji

Opt. 3: korisno H



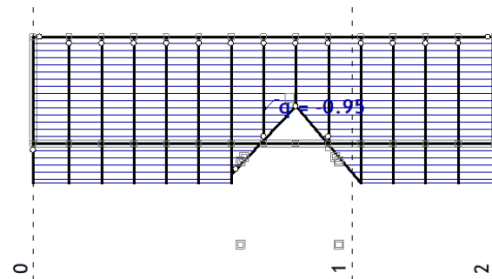
Pogled: Stražnji

Opt. 4: snijeg



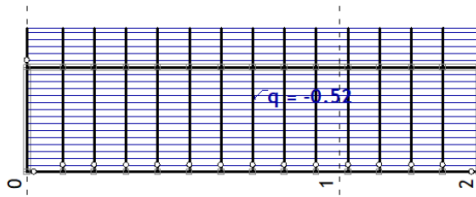
Pogled: Prednji

Opt. 4: snijeg



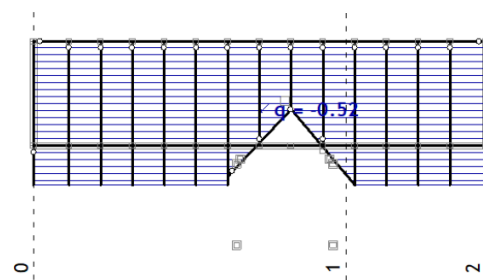
Pogled: Stražnji

Opt. 5: vjetar +



Pogled: Prednji

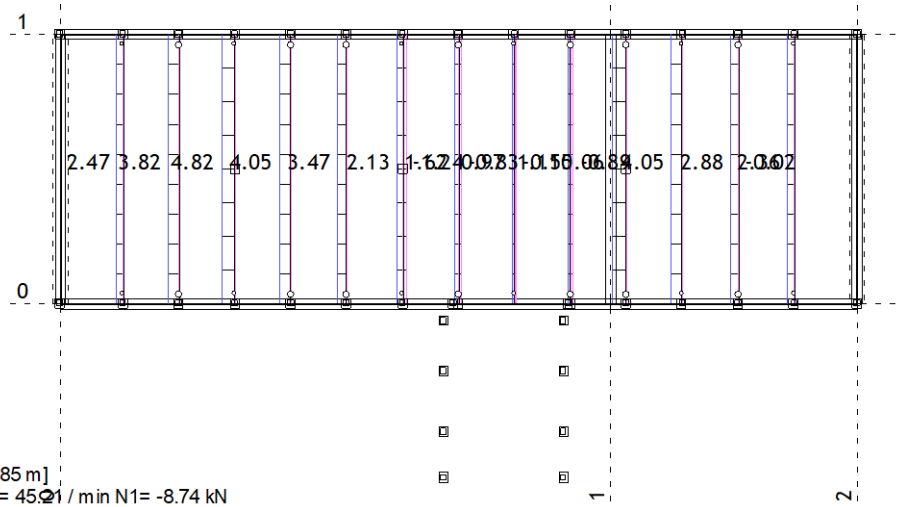
Opt. 5: vjetar +



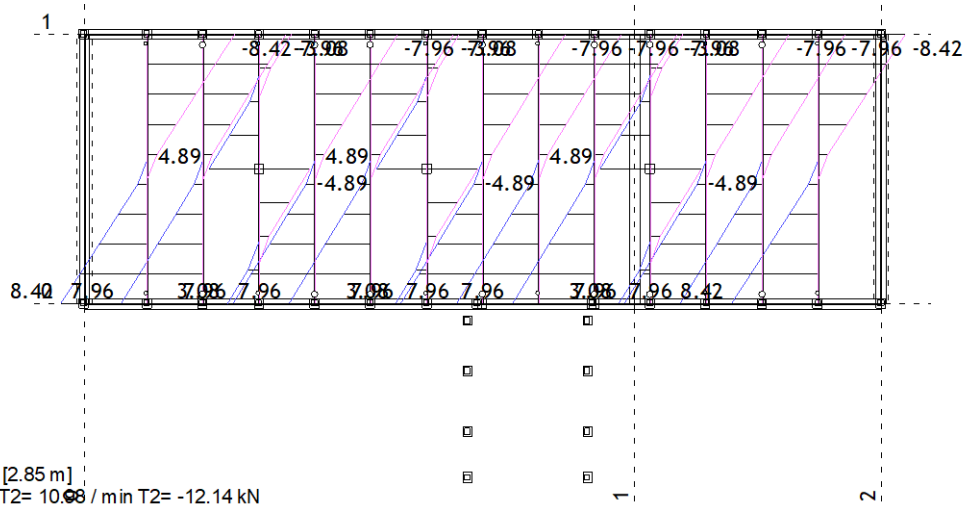
Pogled: Stražnji

7.4.2. Proračun grednika

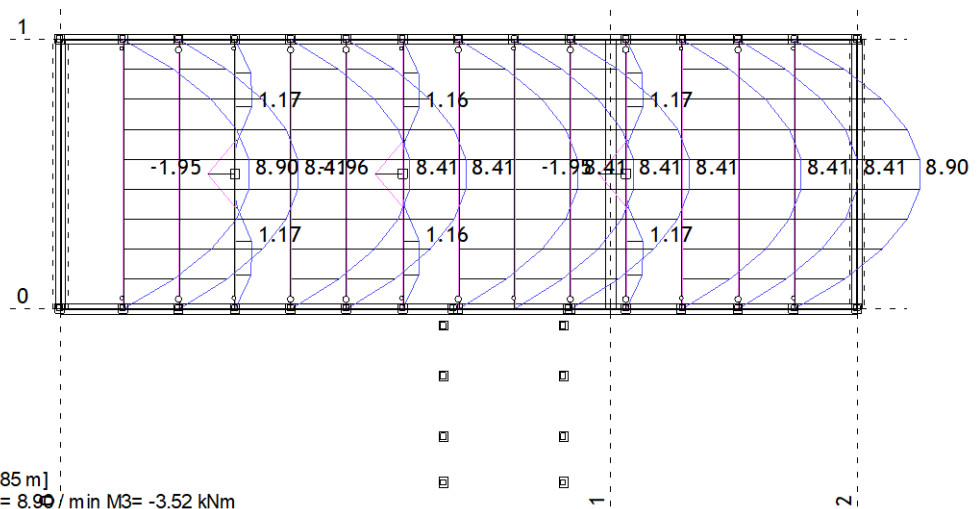
Opt. 48: [GSN] 6-47



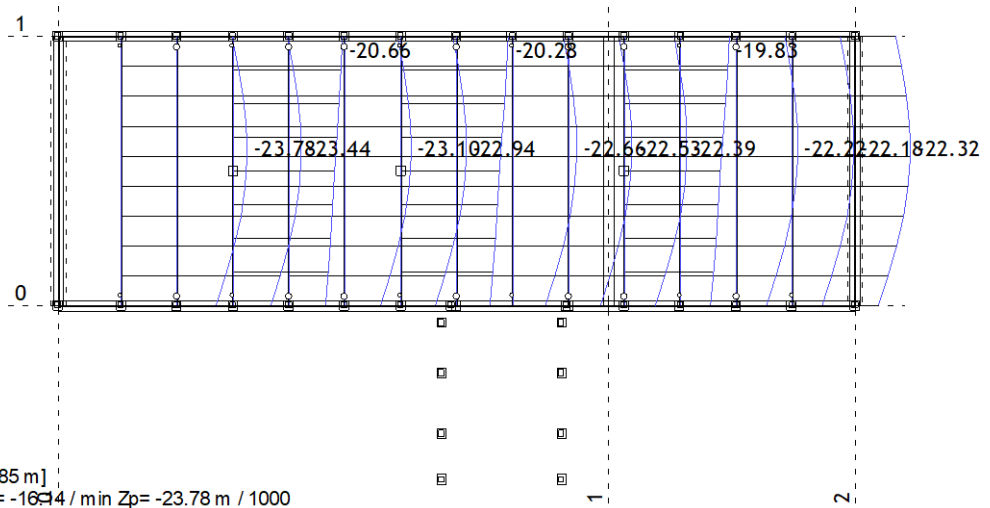
Opt. 48: [GSN] 6-47



Opt. 48: [GSN] 6-47

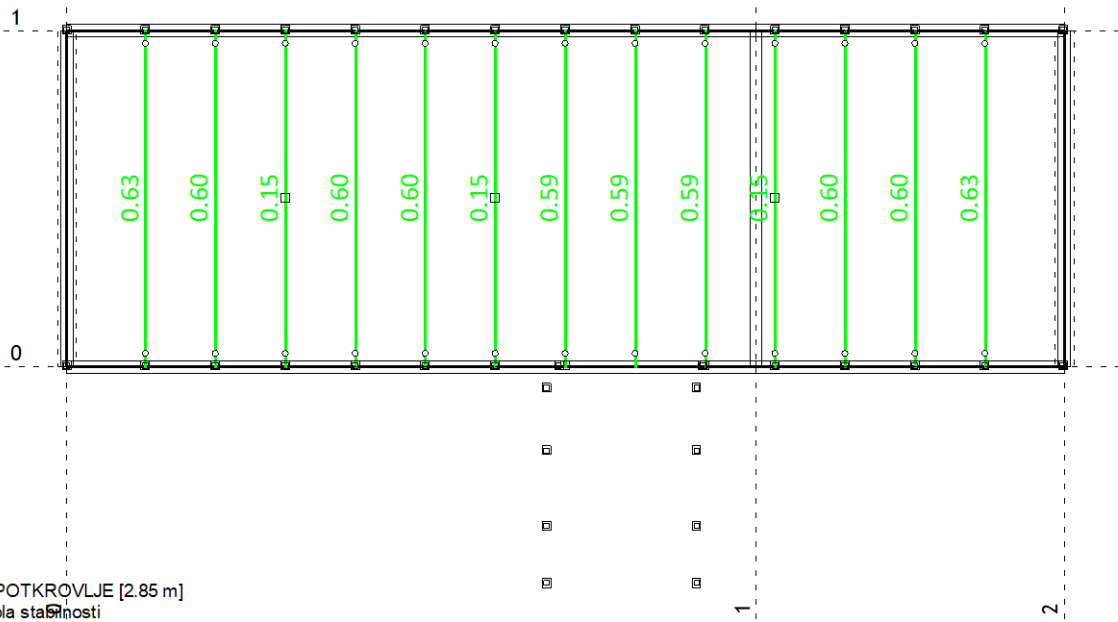


Opt. 1: vt+stalno (g)



Nivo: POTKROVLJE [2.85 m]
 Utjecaji u gredi: max $Z_p = -16.34$ / min $Z_p = -23.78$ m / 1000

Dimenzioniranje (drvo)



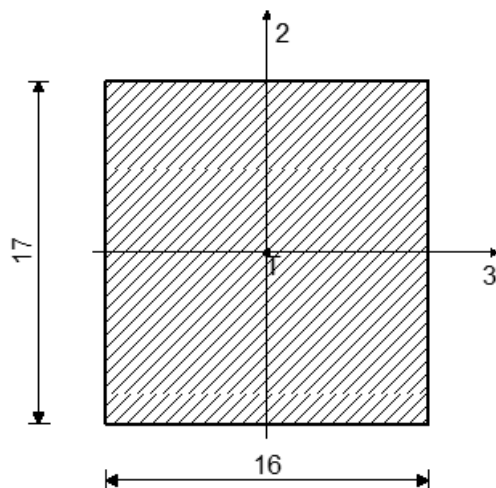
Nivo: POTKROVLJE [2.85 m]
 Kontrola stabilnosti

ŠTAP 1035-650

Puno drvo - tvrdo drvo - D30

Klasa uporabljivosti 1

EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

28. $\gamma=0.60$	13. $\gamma=0.60$	41. $\gamma=0.60$
25. $\gamma=0.60$	37. $\gamma=0.56$	19. $\gamma=0.55$
45. $\gamma=0.55$	34. $\gamma=0.55$	11. $\gamma=0.47$
21. $\gamma=0.47$	6. $\gamma=0.47$	8. $\gamma=0.47$
22. $\gamma=0.47$	9. $\gamma=0.47$	10. $\gamma=0.47$
20. $\gamma=0.47$	17. $\gamma=0.43$	30. $\gamma=0.43$
7. $\gamma=0.43$	14. $\gamma=0.43$	31. $\gamma=0.43$
15. $\gamma=0.43$	16. $\gamma=0.42$	29. $\gamma=0.42$
27. $\gamma=0.17$	39. $\gamma=0.17$	12. $\gamma=0.17$
23. $\gamma=0.17$	40. $\gamma=0.17$	24. $\gamma=0.17$
26. $\gamma=0.17$	46. $\gamma=0.17$	38. $\gamma=0.17$
36. $\gamma=0.13$	43. $\gamma=0.13$	18. $\gamma=0.13$
32. $\gamma=0.13$	44. $\gamma=0.13$	33. $\gamma=0.13$
47. $\gamma=0.13$	35. $\gamma=0.13$	42. $\gamma=0.12$

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 28, na 203.8 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila
Poprečna sila u pravcu osi 2
Moment torzije
Moment savijanja oko osi 3

$N_{ed} = 2.906$ kN
 $V_{2ed} = -0.379$ kN
 $M_{1ed} = 0.015$ kNm
 $M_{3ed} = -8.413$ kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh₂ = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh₃ = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh_t = 1.000

Karakteristična vlačna čvrstoća

f_{t,0,k} = 18.000 MPa

Računska vlačna čvrstoća

f_{t,0,d} = 11.077 MPa

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

k_m = 0.700

Karakteristična čvrstoća na savijanje

f_{m,k} = 30.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje

f_{m,d} = 18.462 MPa

Normalni vlačni napon

σ_{t,0,d} = 0.107 MPa

Moment otpora

W₃ = 770.67 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

σ_{m3,d} = 10.916 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (10.916 \leq 18.462)$$

Iskorišćenje presjeka je 59.1%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1$$
$$(0.424 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 42.4%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,d}) \leq 1$$
$$(0.601 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 60.1%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 13, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

V_{2ed} = -7.961 kN

Moment torzije

M_{1ed} = 0.015 kNm

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	$K_{mod} =$	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	$\gamma_m =$	1.300
Karakteristični posmični napon	$f_{v,k} =$	3.000 MPa
Računska posmična čvrstoća	$f_{v,d} =$	1.846 MPa
Površina poprečnog presjeka	$A =$	272.00 cm ²
Stvarni posmični napon(os 2)	$\tau_{2,d} =$	0.439 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.439 \leq 1.846)$$

Iskorištenje presjeka je 23.8%

KONTROLA NAPONA - TORZIJA

Karakteristična posmična čvrstoća

Računska posmična čvrstoća

Koeficijent

Torzijski moment otpora

Stvarni posmični napon

$f_{v,k} =$	3.000 MPa
$f_{v,d} =$	1.846 MPa
$k_{shape} =$	1.159
$W_t =$	920.18 cm ³
$\tau_{tor,d} =$	0.017 MPa

$$\tau_{tor,d} \leq k_{shape} \times f_{v,d} \quad (0.017 \leq 2.140)$$

Iskorištenje presjeka je 0.8%

Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije

(1)	$\tau_{tor,d} / (k_{shape} \times f_{v,d}) =$	0.008
(2)	$\tau_{2,d} / f_{v,d} =$	0.238

$$(1) + (2)^2 \leq 1 \quad (0.064 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 6.4%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA

(slučaj opterećenja 13, na 203.8 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	$N_{ed} =$	2.393 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	$V_{2ed} =$	-0.379 kN
Moment torzije	$M_{1ed} =$	0.015 kNm
Moment savijanja oko osi 3	$M_{3ed} =$	-8.413 kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

5% fraktil modula posmika G

Torzijski moment inercije

Moment inercije

Moment otpora

Kritični napon izvijanja

Relativna vitkost za izvijanje

Koeficijent

Normalni napon savijanja oko osi 3

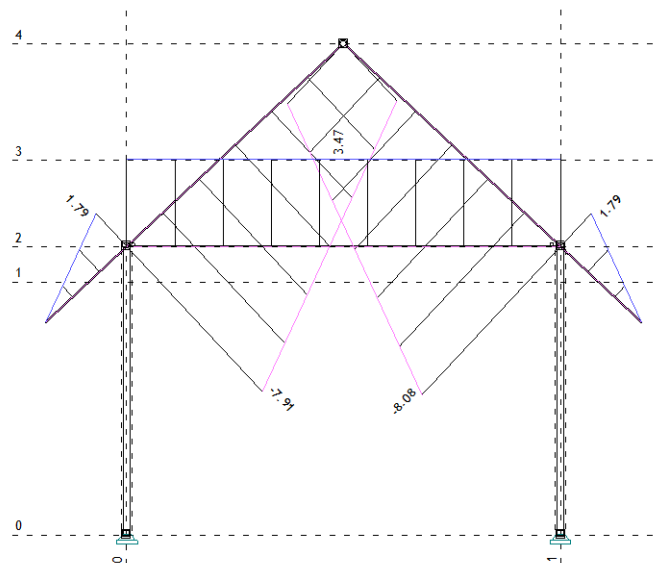
$K_{mod} =$	0.800
$\gamma_m =$	1.300
$l_{ef} =$	428.00 cm
$E_{0.05} =$	8000.0 MPa
$G_{0.05} =$	400.00 MPa
$I_{tor} =$	10370 cm ⁴
$I_2 =$	5802.7 cm ⁴
$W_3 =$	770.67 cm ³
$\sigma_{m,crit} =$	132.16 MPa
$\lambda_{rel} =$	0.476
$k_{krit} =$	1.000
$\sigma_{m3,d} =$	10.916 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m3,d} \quad (10.916 \leq 18.462)$$

Iskorištenje presjeka je 59.1%

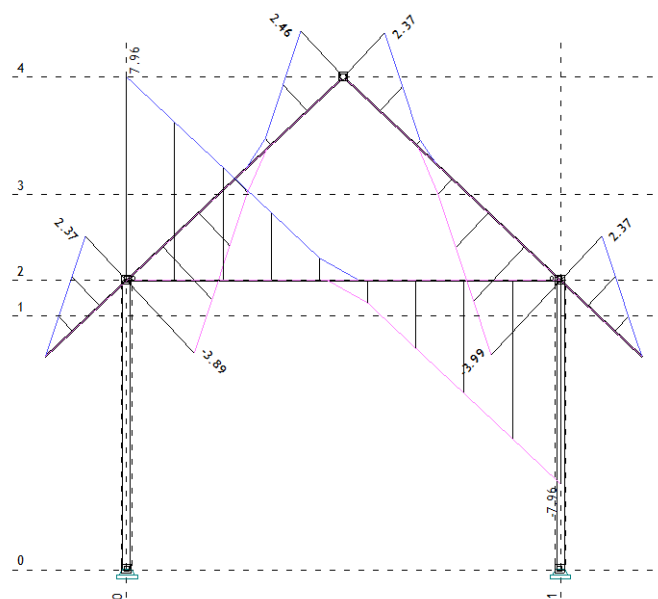
7.4.3. Proračun rogova

Opt. 48: [GSN] 6-47



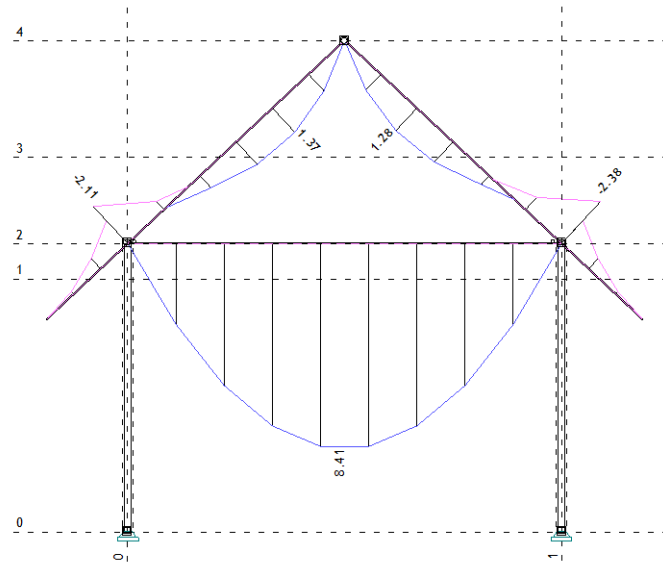
Okvir: V_6
Utjecaji u gredi: max N1= 3.47 / min N1= -8.08 kN

Opt. 48: [GSN] 6-47



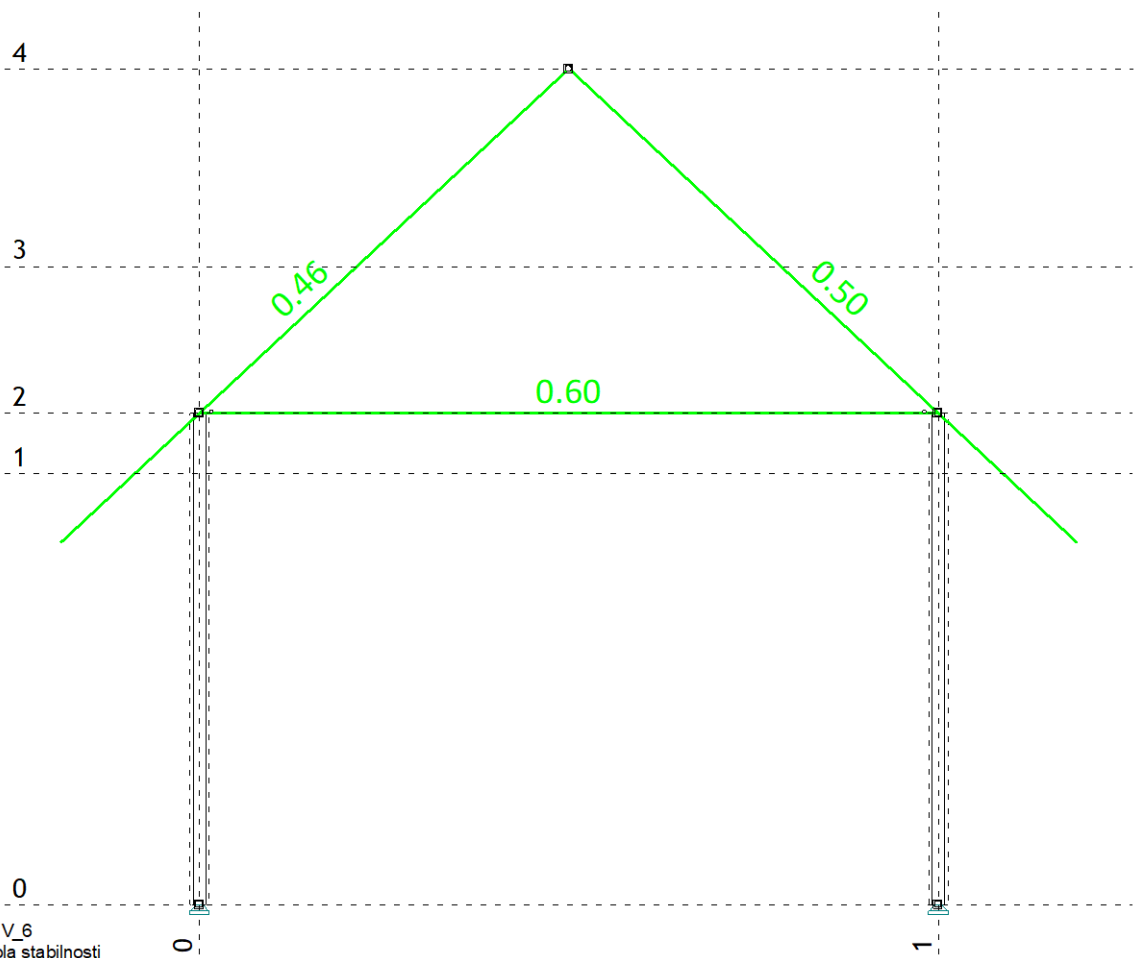
Okvir: V_6
Utjecaji u gredi: max T2= 7.96 / min T2= -7.96 kN

Opt. 48: [GSN] 6-47



Okvir: V_6

Utjecaji u gredi: max M3= 8.41 / min M3= -2.38 kNm



Okvir: V_6

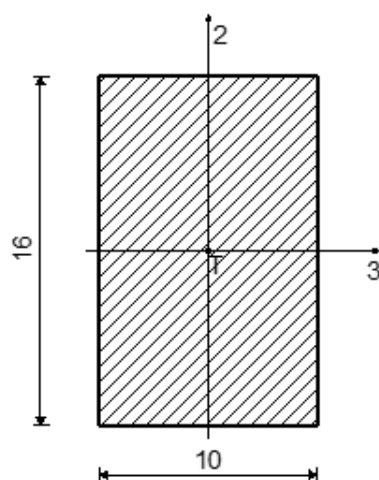
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 1042-1021

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

6. $\gamma=0.50$	12. $\gamma=0.49$	8. $\gamma=0.47$
23. $\gamma=0.46$	7. $\gamma=0.45$	18. $\gamma=0.44$
11. $\gamma=0.44$	27. $\gamma=0.43$	14. $\gamma=0.42$
32. $\gamma=0.41$	21. $\gamma=0.41$	10. $\gamma=0.41$
39. $\gamma=0.40$	26. $\gamma=0.40$	9. $\gamma=0.39$
17. $\gamma=0.39$	24. $\gamma=0.38$	36. $\gamma=0.38$
13. $\gamma=0.37$	30. $\gamma=0.36$	16. $\gamma=0.36$
43. $\gamma=0.35$	35. $\gamma=0.35$	15. $\gamma=0.34$
33. $\gamma=0.33$	22. $\gamma=0.33$	19. $\gamma=0.32$
40. $\gamma=0.32$	28. $\gamma=0.31$	20. $\gamma=0.30$
38. $\gamma=0.29$	31. $\gamma=0.28$	44. $\gamma=0.27$
25. $\gamma=0.26$	37. $\gamma=0.26$	29. $\gamma=0.26$
42. $\gamma=0.25$	34. $\gamma=0.21$	41. $\gamma=0.20$
46. $\gamma=0.18$	45. $\gamma=0.15$	47. $\gamma=0.14$

KONTROLA NORMALNIH I POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 6, na 109.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila
Poprečna sila u pravcu osi 2
Moment savijanja oko osi 2
Moment savijanja oko osi 3

$N_{ed} = -8.075$ kN
 $V_{2ed} = -3.985$ kN
 $M_{2ed} \approx 0.000$ kNm
 $M_{3ed} = 2.377$ kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

 $K_{h,2} = 1.084$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

 $K_{h,3} = 1.000$

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

 $k_m = 0.700$

Karakteristična tlačna čvrstoća

 $f_{c,0,k} = 21.000 \text{ MPa}$

Računska tlačna čvrstoća

 $f_{c,0,d} = 12.923 \text{ MPa}$

Karakteristična čvrstoća na savijanje

 $f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

 $f_{m,2,d} = 16.017 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

 $f_{m,3,d} = 14.769 \text{ MPa}$

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,2} = 2.364$

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,3} = 1.477$

Normalni tlačni napon

 $\sigma_{c,0,d} = 0.505 \text{ MPa}$

Moment otpora

 $W_3 = 426.67 \text{ cm}^3$

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m,3,d} = 5.570 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,3,d} \leq f_{m,3,d} (5.570 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 37.7%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

 $\beta_c = 0.200$

Koeficijent

 $k_3 = 1.709$

Koeficijent

 $k_2 = 3.500$

Koeficijent

 $k_{c,3} = 0.389$

Koeficijent

 $k_{c,2} = 0.164$

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d} \leq 1 (0.502 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 50.2%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 (0.477 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 47.7%

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Karakteristični posmični napon

Računska posmična čvrstoća

Površina poprečnog presjeka

Stvarni posmični napon(os 2)

K_{mod}	=	0.800
γ_m	=	1.300
$f_{v,k}$	=	4.000 MPa
$f_{v,d}$	=	2.462 MPa
A	=	160.00 cm ²
$\tau_{2,d}$	=	0.374 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.374 \leq 2.462)$$

Iskorištenje presjeka je 15.2%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

5% fraktil modula posmika G

Torzijski moment inercije

Moment inercije

Moment otpora

Kritični napon izvijanja

Relativna vitkost za izvijanje

Koeficijent

Normalni napon savijanja oko osi 3

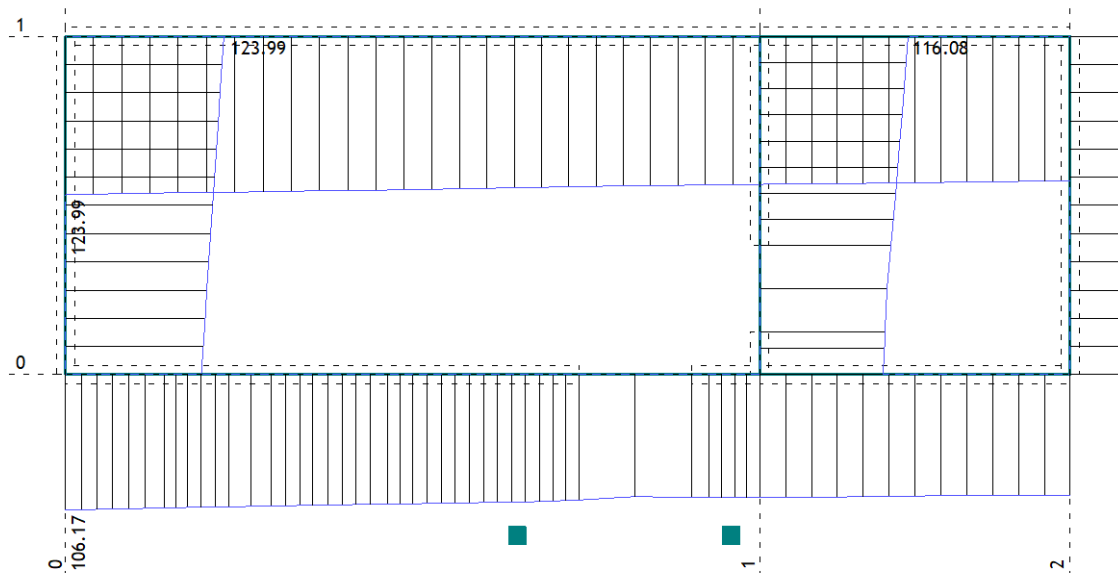
K_{mod}	=	0.800
γ_m	=	1.300
l_{ef}	=	402.41 cm
$E_{0.05}$	=	7400.0 MPa
$G_{0.05}$	=	460.00 MPa
I_{tor}	=	3230.3 cm ⁴
I_2	=	1333.3 cm ⁴
W_3	=	426.67 cm ³
$\sigma_{m,crit}$	=	70.061 MPa
λ_{rel}	=	0.585
k_{krit}	=	1.000
$\sigma_{m,3,d}$	=	5.570 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (5.570 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 37.7%

7.4.4. Proračun temelja

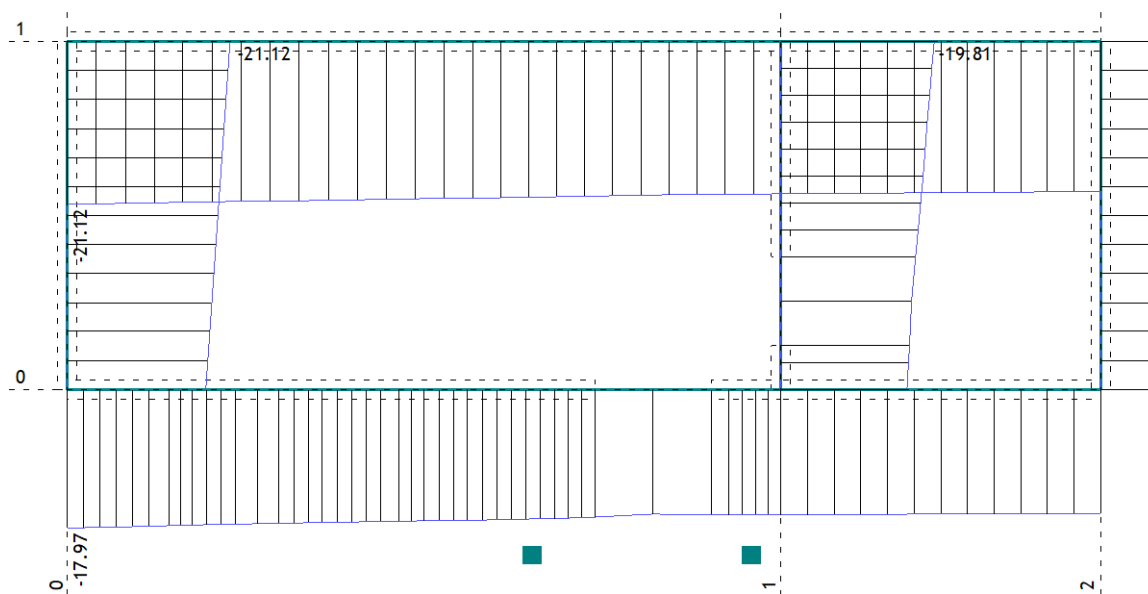
Opt. 41: 1.35x1+1.5xII



Nivo: TEREN [0.00 m]

Utjecaji u lin. ležaju: max σ_{tla}= 123.99 / min σ_{tla}= 94.46 kN/m²

Opt. 1: vt+stalno (g)



Nivo: TEREN [0.00 m]

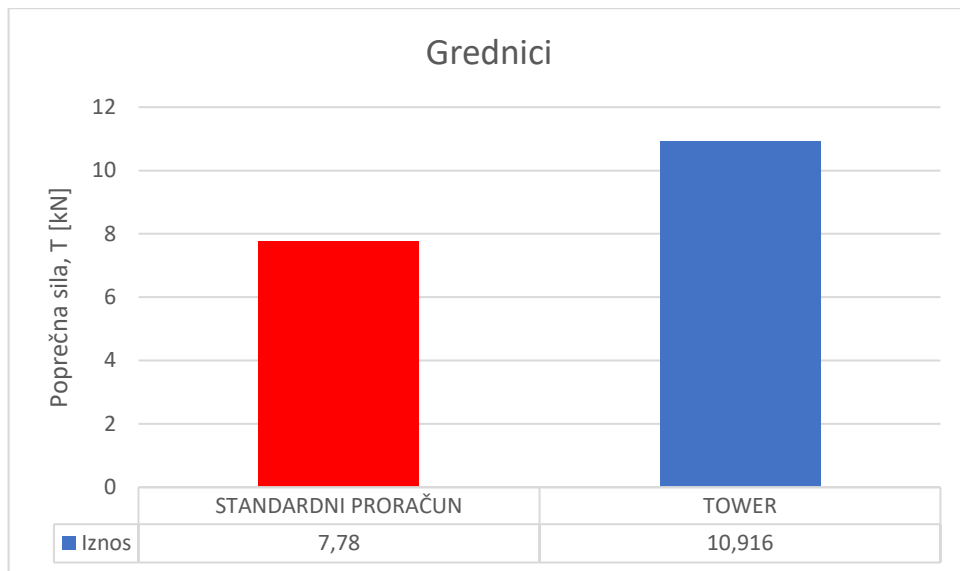
Utjecaji u lin. ležaju: max s_{tla}= -16.11 / min s_{tla}= -21.12 mm / 1000

8. USPOREDBA KORIŠTENIH METODA PRORAČUNA

8.1. Usporedba proračuna grednika

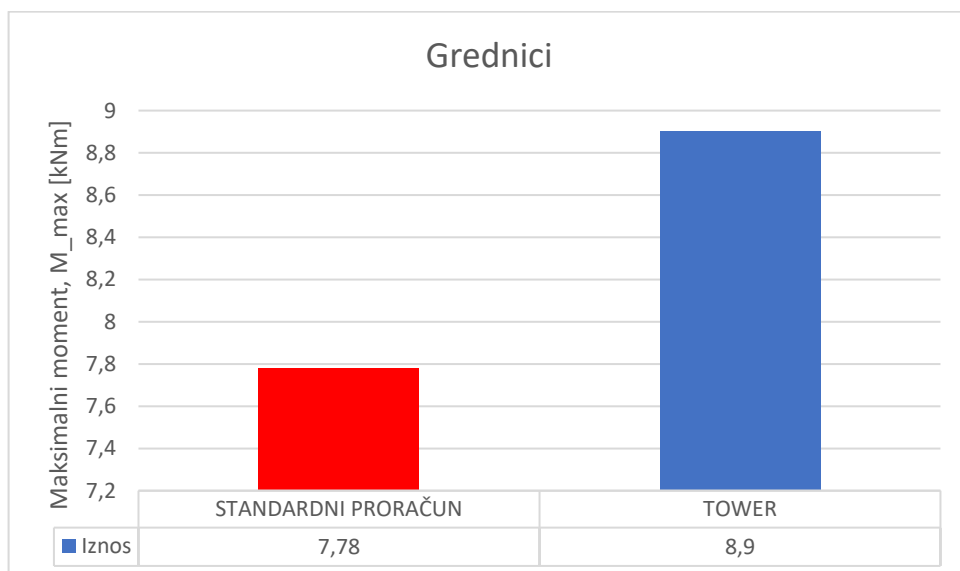
Tablica 8.1: Usporedba rezultata proračuna grednika

GREDNICI		
	STANDARDNI PRORAČUN	TOWER
Stalno opterećenje g kN/m^2	0,660	0,600
Uporabno opterećenje q kN/m^2	2,000	2,000
Ukupno opterećenje q_{uk} kN/m^2	3,890	kombinacija
Poprečna sila T kN	7,780	10,916
Maksimalni moment M_{max} kNm	7,780	8,900
Dopušteno naprezanje σ_{dop} N/mm^2	12,000	18,462
Moment otpora W cm^3	756,000	770,670
Uzdužna naprezanja σ_{stv} N/mm^2	10,290	8,740
Dop. posmična naprezanja τ_{dop} N/mm^2	1,000	1,846
Posmična naprezanja τ_{stv} N/mm^2	0,460	0,439



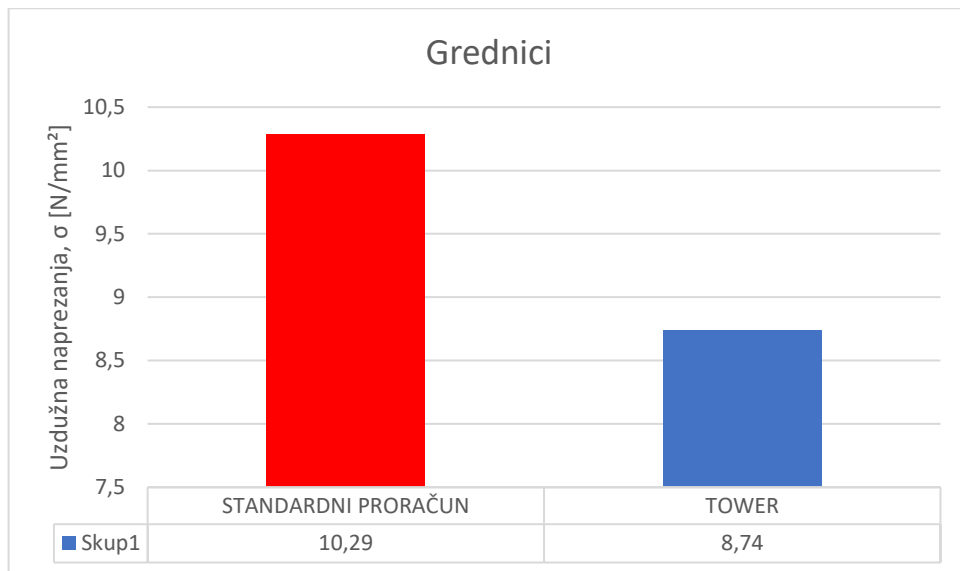
Graf 1: Usporedba poprečnih sila kod grednika

Usporedbom iznosa poprečnih sila dobivenih kod standardnog proračuna i proračuna u Tower-u, vidljivo je da su u Tower-u dobivene 28% veće vrijednosti. Kod standardnog proračuna poprečna sila iznosi 7,78 kN; dok je u Tower-u dobivena sila za 3,136 kN veća, te ona iznosi 10,916 kN. Iz toga se može zaključiti da Tower proračunava s većim poprečnim silama i time je više na strani sigurnosti.



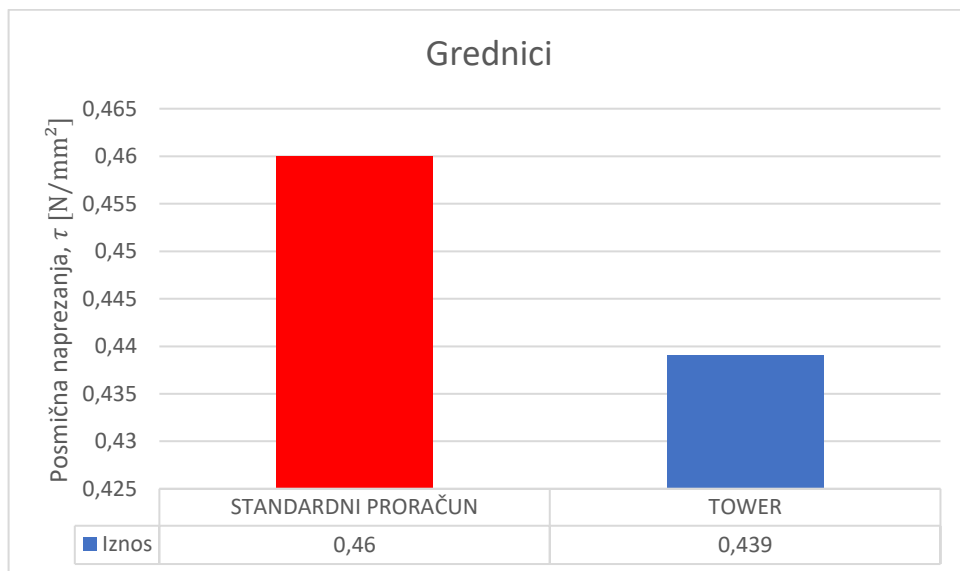
Graf 2: Usporedba maksimalnih momenata kod grednika

Graf 2 prikazuje usporedbu maksimalnih momenata koji se javljaju kod grednika. Standardnim proračunom je dobiven moment od 7,78 kNm, dok je u Tower-u njegov iznos 8,9 kNm. Moment u Tower-u je 12% većeg iznosa.



Graf 3: Usporedba uzdužnih naprezanja kod grednika

Uzdužna naprezanja dobivena standardnim ručnim proračunom su u odnosu na proračun u Tower-u, 15% većeg iznosa. Iznos uzdužnih naprezanja koji je prikazan u Tower-u je 8,74 N/mm², a iznos uzdužnih naprezanja dobivenih ručnim proračunom je 10,29 N/mm².



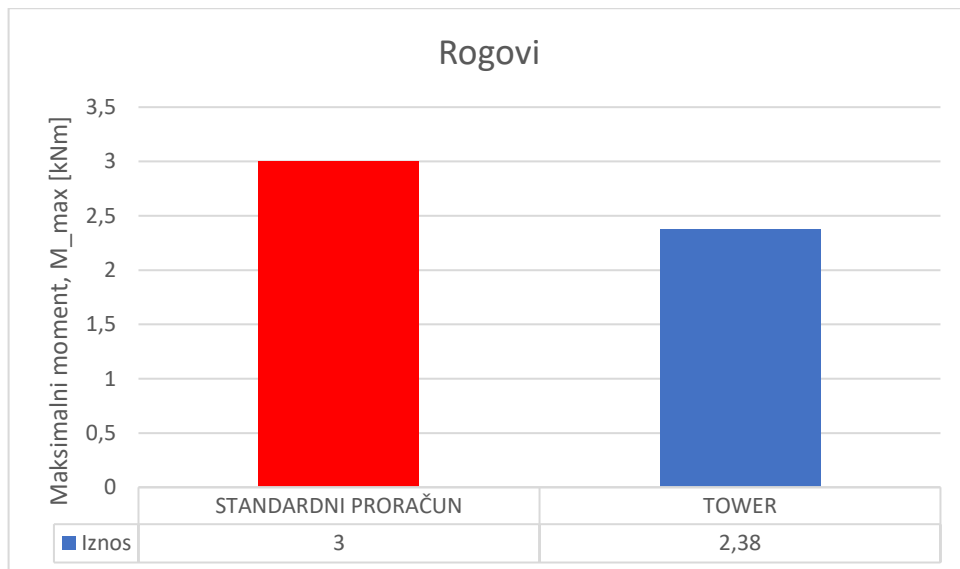
Graf 4: Usporedba posmičnih naprezanja kod grednika

Kod prikaza posmičnih naprezanja koja se javljaju u grednicima, iznosi su vrlo slični. Između 0,46 N/mm² dobivenih ručnim proračunom i 0,439 N/mm² dobivenih u Tower-u, razlika je samo 6%.

8.2. Usporedba proračuna rogova

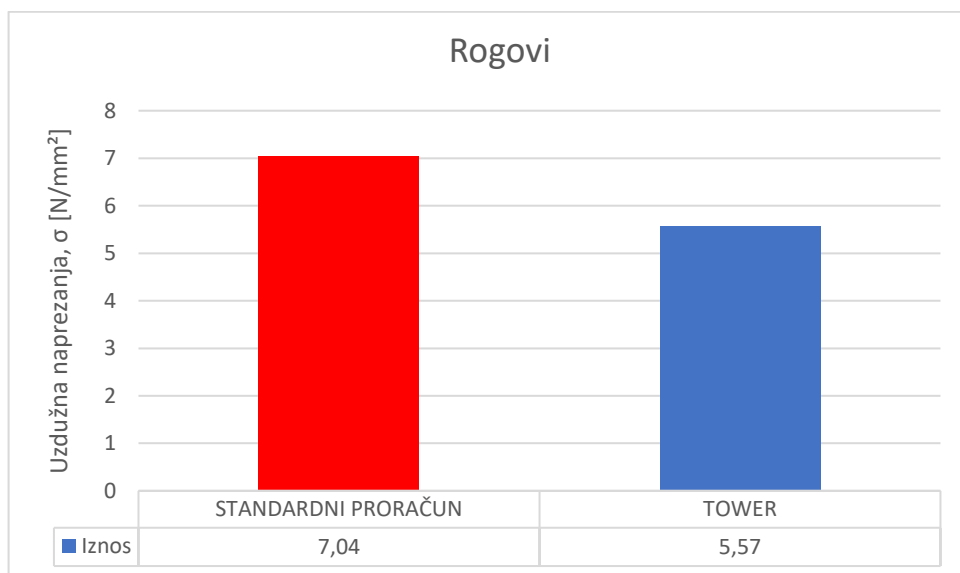
Tablica 8.2: Usporedba rezultata proračuna rogova

ROGOVI		
	STANDARDNI PRORAČUN	TOWER
Stalno opterećenje g kN/m^2	0,71	0,7
opterećenje vjetrom w kN/m^2	0,52	0,52
opterećenje snijegom s kN/m^2	0,95	0,95
Poprečna sila T kN	/	7,96
Maksimalni moment M_{max} kNm	3	2,38
Dopušteno naprezanje σ_{dop} N/mm^2	10	14,769
Moment otpora W cm^3	426	426,67
Uzdužna naprezanja σ_{stv} N/mm^2	7,04	5,57
Dop. posmična naprezanja τ_{dop} N/mm^2	/	2,462
Posmična naprezanja τ_{stv} N/mm^2	/	0,374



Graf 5. Usporedba maksimalnih momenata kod rogova

Graf 5 prikazuje usporedbu maksimalnih momenata dobivenih proračunom rogova na standardni način i u Tower-u. Iz usporedbe se može uočiti da je kod ručnog proračuna iznos momenta veći za 0,62 kNm, što je čak 20% veći moment.



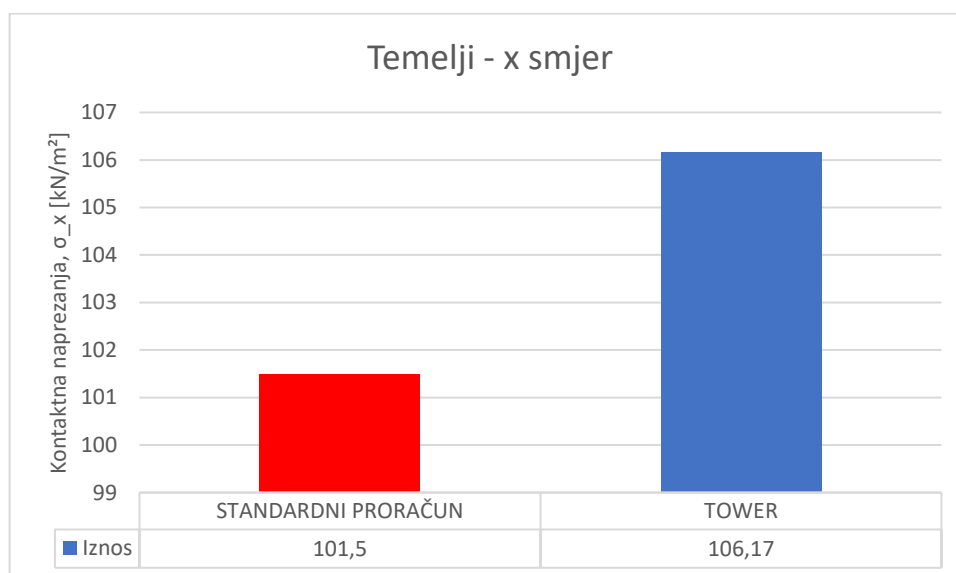
Graf 6. Usporedba uzdužnih naprezanja kod rogova

Uzdužna naprezanja kod ručnog proračuna su također 20% veća u odnosu na proračun u Tower programu. U Tower-u je iznos 5,57 N/mm², dok je kod ručnog proračuna 7,04 N/mm².

8.3. Usporedba proračuna temelja

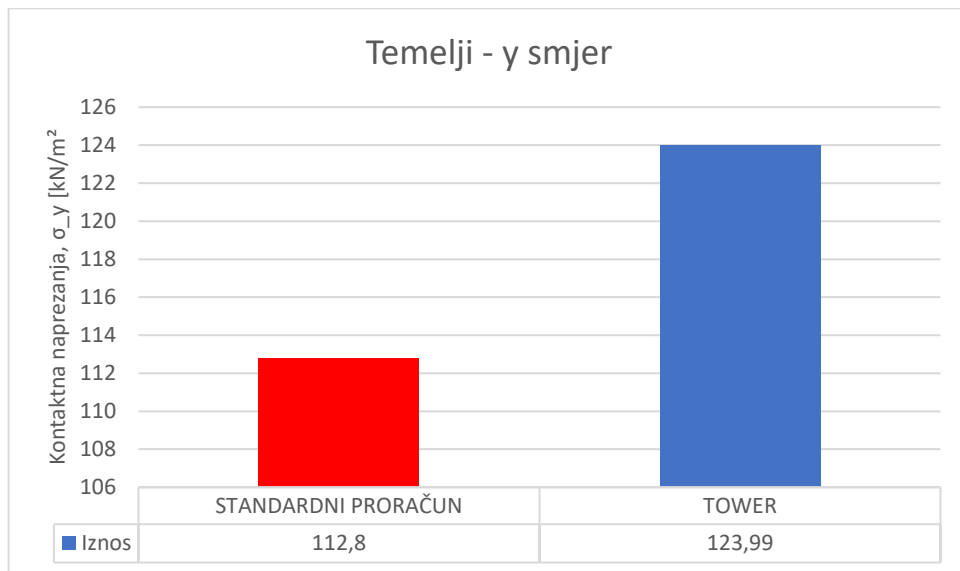
Tablica 8.3: Usporedba rezultata proračuna temelja

TEMELJI		
	STANDARDNI PRORAČUN	TOWER
Kontaktna naprezanja σ_{tla_x} kN/m^2	101,5	106,17
Kontaktna naprezanja σ_{tla_y} kN/m^2	112,8	123,99
Računska nosivost R_d kN/m^2	236,37	



Graf 7: Usporedba kontaktnih naprezanja kod temelja u x smjeru

Iz grafa 7 može se zaključiti da je razlika iznosa dobivenog u Tower-u i dobivenog pomoću ručnog proračuna, u x smjeru, vrlo mala. Razlika iznosi manje od 5%. U Tower-u je dobivena vrijednost veća za samo 4,67 kN/m² te ona iznosi 106,17 kN/m², dok je ručnim proračunom dobiveno kontaktno naprezanje od 101,5 kN/m².



Graf 8: Usporedba kontaktnih naprezanja kod temelja u y smjeru

Iz grafa 8 može se zaključiti da je razlika iznosa kontaktnih naprezanja, dobivenih pomoću dvije različite metode, malih vrijednosti u x smjeru. Razlika iznosi manje od 10%. Standardnim proračunom je dobiven iznos kontaktnog naprezanja od 112,8 kN/m², dok je u Tower-u je dobivena vrijednost veća za 11,19 kN/m² te ona iznosi 123,99 kN/m².

9. TROŠKOVI OBNOVE KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA

9.1. Zemljani radovi

Tablica 9.1: Zemljani radovi

ZEMLJANI RADOVI						
Re-dni broj	Stavka predračuna	Vrsta rada	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
1	I/1	Ručni iskop zemlje za drenažu izvan i unutar objekta. Količina po m ³ iskopa u sraslom stanju. a) zemlja	m ³	42,59	- €	- €
2	I/2	Ručni iskop za podzidavanje temelja i izradu novog temelja. Količina iskazana u m ³ u sraslom stanju. a) zemlja	m ³	6,47	- €	- €
3	I/3	Ugradnja tučenca za drenažu izvan i unutar objekta a) tučenac	m ³	37,62	15,76 €	592,89 €
Ukupno zemljani radovi:						592,89 €

9.2. Betonski i armiranobetonski radovi

Tablica 9.2: Betonski i AB radovi

BETONSKI I ARMIRANO BETONSKI RADOVI						
Re-dni broj	Stavka predračuna	Vrsta rada	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
1	II/1	Betoniranje AB ploče debljine 12 cm. Iskazana količina u m ³ . a) beton	m ²	5,96	110,00 €	655,60 €
2	II/2	Betoniranje horizontalnih AB serklaža. Za potrebe izrade horizontalnih serklaža u drugoj razini, korištena jednostrana oplata.	m ³	2,71	110,00 €	298,10 €
		b) oplata	m ²	8,93	30,00 €	267,90 €
3	II/3	Betoniranje AB stupova i AB rukohvata ograde a) beton	m ³	0,60	110,00 €	66,00 €
4	II/4	Betoniranje nadvoja na zabatnom zidu a) beton	m ³	0,38	110,00 €	41,80 €
		b) oplata	m ²	1,30	30,00 €	39,00 €
5	II/5	Izrada dobava i ugradnja armature	kg	910,06	2,40 €	2.184,14 €
6	II/6	Izrada betonske podloge za odvodnju oborinskih voda a) beton	m ³	0,59	110,00 €	64,90 €
Ukupno betonski i armiranobetonski radovi:						3.617,44 €

9.3. Zidarski radovi

Tablica 9.3: Zidarski radovi

ZIDARSKI RADOVI						
Re-dni broj	Stavka predračuna	Vrsta rada	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
1	III/1	Fugiranje kamenih zidova i obrada fuga a) mort	m ³	15,43	85,00 €	1.311,55 €
2	III/2	Zidanje kamenih zidića a) kamen - pješčenjak b) mort	m ³ m ³	0,98 0,42	20,00 € 85,00 €	19,60 € 35,70 €
3	III/3	Zidanje kamenih zabatnih zidova a) kamen - pješčenjak b) mort	m ³ m ³	1,42 0,61	20,00 € 85,00 €	28,40 € 51,85 €
4	III/4	Podzidavanje kamenih temelja a) kamen - vapnenac b) mort	m ³ m ³	4,53 1,94	20,00 € 85,00 €	90,60 € 164,90 €
5	III/5	Zidanje pregradnih zidova od pune opeke, ponovna upotreba opeke od prethodno srušenih zidova a) mort b) opeka	m ³ m ³	0,42 0,98	85,00 € - €	35,70 € - €
6	III/6	Žbukanje zidova a) žbuka	m ²	54,25	11,00 €	596,75 €
7	III/7	Izrada nadvoja iznad prozora i vrata, ponovna upotreba opeke od prethodno srušenih nadvoja a) opeka b) mort	m ³ m ³	1,45 0,62	- € 85,00 €	- € 52,70 €
8	III/8	Izrada terase od kamena i ograde od opeke kamen mort opeka	m ³ m ³ m ³	4,23 2,03 0,52	20,00 € 85,00 € - €	84,60 € 172,55 € - €
Ukupno zidarski radovi:						2.140,80 €

9.4. Izolaterski radovi

Tablica 9.4: Izolaterski radovi

IZOLATERSKI RADOVI						
Re-dni broj	Stavka predračuna	Vrsta rada	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
1	IV/1	Izrada horizontalne i vertikalne hidroizolacije od premaza bitumenom i ljepenke	m ²	71,27	2,10 €	149,67 €
2	IV/2	Postavljanje bitumenske ljepenke ispod i iznad grednika	m ²	8,45	2,10 €	17,75 €
Ukupno izolaterski radovi:						167,41 €

9.5. Tesarski radovi

Tablica 9.5: Tesarski radovi

TESARSKI RADOVI						
Re-dni broj	Stavka predračuna	Vrsta rada	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
1	V/1	Dobava, obrada i ugradnja gre-dnika prema projektu i stati-čkom proračunu a) bjelogorica - hrast	m ²	1,32	750,00 €	990,00 €
2	V/2	Dobava materijal, obrada i iz-rada krovne konstrukcije prema projektu i statičkom proračunu a) crnogorica II klase	m ²	3,92	300,00 €	1.176,00 €
3		Zaštita kompletne krovne građe (letve, nosiva konstrukcija - rogovi, grede, stupovi i sl.) od djelovanja insekata prskanjem antiinsektivnim i antifungicidnim zaštitim sredstvima.	kom	3	27,00 €	81,00 €
Ukupno tesarski radovi:						2.247,00 €

9.6. Krovopokrivački radovi

Tablica 9.6: Krovopokrivački radovi

KROVOPOKRIVAČKI RADOVI						
Re-dni broj	Stavka predračuna	Vrsta rada	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
1	VI/1	Postavljanje OSB ploči i lamperije				
		a) OSB	m ²	44,66	10,30 €	460,00 €
		b) lamperija	m ²	72,84	15,90 €	1.158,16 €
2	VI/2	Letvanje krova				
		a) letve 3x5x400	m'	400,00	0,55 €	220,00 €
		b) kontraletve 5x8x400	m'	160,00	1,55 €	248,00 €
3	VI/3	Postavljanje krovne ljepenke	m ²	120,00	0,81 €	97,20 €
4	VI/4	Postavljanje utorenog biber crijepa				
		a) utoreni biber glatki segmentni	kom	2245,00	1,60 €	3.592,00 €
		b) odzračnik	kom	28,00	3,10 €	86,80 €
		c) polovica	kom	46,00	1,70 €	78,20 €
5	VI/5	Postavljanje sljemenjaka				
		a) sljemenjaci	kom	57,00	11,00 €	627,00 €
		b) sljemena kopča	kom	57,00	1,20 €	68,40 €
Ukupno krovopokrivački radovi:						6.635,75 €

9.7. Rekapitulacija

Tablica 9.7: Rekapitulacija

REKAPITULACIJA		
1.	ZEMLJANI RADOVI	592,89 €
2.	ARMIRANO BETONSKI I BETONSKI RADOVI	3.617,44 €
3.	ZIDARSKI RADOVI	2.140,80 €
4.	IZOLATERSKI RADOVI	167,41 €
5.	TESARSKI RADOVI	2.247,00 €
6.	KROVOPOKRIVAČKI RADOVI	6.635,75 €
UKUPNO:		15.000,49 €

9.8. Potrošnja materijala za konstruktivne radove

Tablica 9.8: Potrošnja materijala

POTROŠNJA MATERIJALA			
1.	BETON	20,47	m ³
2.	DRVENA GRAĐA - CRNOGORICA	3,92	m ³
3.	DRVENA GRAĐA - HRAST	1,32	m ³
4.	KAMEN PJEŠČENJAK	6,63	m ³
5.	KAMEN VAPNENAC	4,53	m ³
6.	MORT	21,47	m ³
7.	OPEKA	2,95	m ³
8.	TUČENAC	37,62	m ³
9.	ZEMLJA	49,06	m ³
10.	ŽBUKA	1,08	m ³
11.	KROVNA LJEPENKA	120,00	m ²
12.	LAMPERIJA	72,84	m ²
13.	LJEPENKA	79,72	m ²
14.	OSB	44,66	m ²
15.	LETVE	560,00	m'
16.	BIBER CRIJEP UTORENI, ODRZRAČNICI	28,00	kom
17.	BIBER CRIJEP UTORENI, POLOVICE	45,00	kom
18.	BIBER CRIJEP, UTORENI	2245,00	kom
19.	SLJEMENE KOPČE	57,00	kom
20.	SLJEMENJACI	57,00	kom
21.	ARMATURA	910,00	kg

10. ZAKLJUČAK

Kamene kuće kao dio tradicijske baštine vrlo su rijetke u okolici Novog Marofa, te općenito u području Varaždinske županije, stoga je važno posvetiti se očuvanju tog kulturnog blaga. Kamena kuća koja je obrađena u diplomskom radu naočigled je propadala. Prije bilo kakvih zahvata bilo je važno provesti detaljnu tehničku dijagnozu kako bi se ustvrdili uzroci oštećenja. Svako oštećenje nastaje uslijed negativnog utjecaja okoliša ili opterećenja, stoga je potrebno dobro procijeniti situaciju te shvaćati mehanizme nastajanja konstrukcijskih i drugi oštećenja. Osim toga poznavanje statike vrlo je važno. Uz sve to, budući da je riječ o kamenom objektu nastalom u prošlom stoljeću, važno je obratiti pažnju na estetiku, uvidjeti i razumjeti tehniku građenja i toga se pridržavati tokom planiranja i izvođenja radova. Mijenjanjem tlocrtnog rasporeda definiraju se dodatne dvije prostorije za sanitarni čvor i spremište, a uvode se i električne i vodovodne instalacije te se time podižu standardi stanovanja.

Temelji kamenog objekta pratili su konfiguraciju terena, a s obzirom da je kuća djelomično ukopana, prilikom otkopavanja za drenažu, na pojedinim dijelovima temelja gotovo da nije bilo. Uklanjanje mase zemlje moralo se provesti s dodatnim oprezom kako se ne bi narušila statika objekta. Budući da je postojeća dubina temeljenja bila premala, izvedeno je potkopavanje i podzidavanje temelja. Zidovi su zidani u dva naličja, između je manje kamenje, pa je prilikom sanacije zidova postojala velika šansa za urušavanjem. Izvorno, ova kamena kuća imala je zemljani pod, što ne zadovoljava današnje životne standarde, pa se predlaže izrada armirano betonske ploče sa svim pripadajućim slojevima. Stropna konstrukcija i krovnište uslijed dugogodišnjeg izlaganja vlazi i prokišnjavanju, naočigled su istrunule, a sukladno tome je izvršena izmjena svih drvenih elemenata i stavljen je novi crijep. Krovna konstrukcija umjesto tradicionalne roženičke izvedbe, izrađena je modernijim načinom uz ugradnju oluka kako bi se zidovi dodatno štitili od utjecaja oborinskih voda. Horizontalni serklaž, kao suvremeno rješenje ukrućivanja zidova izveden je na nesvakidašnji način. Rađen je u dvije razine, a zbog estetskih razloga obzidan je kamenom.

Veliki naglasak drugog dijela seminara odnosi se na proračun konstruktivnih elemenata i proračun na potresnu silu. Vrijednosti statičkih proračuna su međusobno uspoređene. Iz usporedbe je vidljivo da je proračun u Tower programu više na strani sigurnosti. U oba slučaja su zadovoljeni uvjeti nosivosti. Zaključno, pristup adaptaciji starih kamenih objekata iziskuje detaljnu i stručnu analizu konstrukcije, shvaćanje uzroka nastajanja oštećenja te davanje najboljeg rješenja sanacije s obzirom na situaciju.

11.LITERATURA

- [1] I. Žuti, Kamena kuća u Moždencu, Varaždin: Sveučilište Sjever, kolegij Graditeljska baština i tehnika, 2021..
- [2] »Katastar.hr,« [Mrežno]. Available: <https://www.katastar.hr/#/>. [Pokušaj pristupa 10. 09. 2023.].
- [3] »Rodolovlje.HR,« [Mrežno]. Available: <http://www.rodoslovlje.hr/clanci/zanimljivosti-iz-medija/karte-habsburske-monarhije-dostupne-na-webu>. [Pokušaj pristupa 11. 09. 2023.].
- [4] »Mapire.eu,« [Mrežno]. Available: <https://mapire.eu/en/map/cadastral/?layers=3%2C4&bbox=1819727.0464667326%2C5803329.609251346%2C1820452.6010711582%2C5803538.616750564>. [Pokušaj pristupa 10. 09. 2023.].
- [5] I. Žuti, Restauracija i revitalizacija kamene kuće u Moždencu, Varaždin: Sveučilište Sjever, kolegij Revitalizacije, restauracije i konzervacije građevina, 2023.
- [6] I. Žuti, Tehnička dijagnoza i prijedlog adaptacije kamene kuće, Varaždin: Sveučilište Sjever, kolegij Tegnička dijagnoza, 2022..
- [7] M. Uranjek, R. Žarnić, V. Bokan - Bosiljkov i V. Bosiljkov, »Seizmička otpornost zidanih kamenih građevina i utjecaj injektiranja,« *Građevinar*, br. 8/2014, pp. 715. - 726., 2014..
- [8] »geotech.hr,« [Mrežno]. Available: <https://www.geotech.hr/mlazno-injektiranje/>. [Pokušaj pristupa 22. 5. 2023.].
- [9] J. Galić, H. Vukić, D. Andrić i L. Stepinac, Tehnike popravka i pojačanja zidanih zgrada, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, 2020..
- [10] Z. Živković, Tradicijska kamena kuća dalmatinskog zaleđa, priručnik za obnovu i turističku valorizaciju, Zagreb: Ministarstvo turizma Republike Hrvatske, Ministarstvo vanjskih i europskih poslova, 2015..
- [11] C. S.-E. E. Kft, »Biber utoreni - Tradicija i inovacija,« travanj 2017..
- [12] G.-L. d.o.o., Građevina poslovne namjene - trgovački centar Novi Marof, Zagreb: GEO-LAB d.o.o., 2022..

- [13] A. Šimunić, M. Pikija i I. Hećimović, Osnovna geološka karta SFRJ Varaždin L33-69, Beograd: Geološki zavod-OOOUR za geologiju i palentologiju Zagreb, 1971. - 1978. .
- [14] A. Šimunić, M. Pikija i I. Hećimović, Tumač za list Varaždin L 33-69, Zagreb: Geološki zavod, 1982..
- [15] N. Ivanović, T. Češljaš, K. Tarnik i D. Kovač, Zidane međene konstrukcije - osvrt, proračun i pravila izvedbe, primjeri, Sveti Ivan Zelina: Hrvatska komora inženjera građevinarstva, 2021..
- [16] I. Kraus, Priručnik s tablicama i izrazima za proračun djelovanja na konstrukcije, Osijek: Građevinski fakultet osijek, 2018..
- [17] V. Rajčić, A. Mandić i D. Čizmar, Djelovanje snijega i vjetra na lagane konstrukcije, Zagreb: Građevinski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za konstrukcije, 2009..
- [18] J. Radić i suradnici, Betonske konstrukcije: priručnik, Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada: Sveučilište u Zagrebu - Građevinski fakultet, Andris, 2006..
- [19] »Google maps,« [Mrežno]. Available: <https://www.google.hr/maps>. [Pokušaj pristupa 10. 01. 2023.].

12. POPIS TABLICA

Tablica 4.1:	Referentne vrijednosti mehaničkih svojstva za razne tipologije zidova [7]	40
Tablica 8.1:	Usporedba rezultata proračuna grednika	183
Tablica 8.2:	Usporedba rezultata proračuna rogova	186
Tablica 8.3:	Usporedba rezultata proračuna temelja.....	188
Tablica 9.1:	Zemljani radovi.....	190
Tablica 9.2:	Betonski i AB radovi	191
Tablica 9.3:	Zidarski radovi.....	192
Tablica 9.4:	Izolaterski radovi	193
Tablica 9.5:	Tesarski radovi.....	194
Tablica 9.6:	Krovopokrivački radovi.....	195
Tablica 9.7:	Rekapitulacija	196
Tablica 9.8:	Potrošnja materijala	197

13. POPIS SLIKA

Slika 2.1:	Prikaz lokacije na karti [1]	9
Slika 2.2:	Ortofoto snimka naselja 1968. i 2018. [2] [1]	10
Slika 2.3:	Prikaz karte iz Jozefinske izmjere [4]	11
Slika 2.4:	Prikaz katastarske čestice iz Jozefinske izmjere – 1860. godine [4]	11
Slika 3.1:	Raslinje oko kuće	12
Slika 3.2:	Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje.....	13
Slika 3.3:	Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje nakon čišćenja raslinja	13
Slika 3.4:	Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje (bliži kadar).....	14
Slika 3.5:	Zatečeno stanje – jugoistočno pročelje (bliži kadar) nakon čišćenja raslinja	14
Slika 3.6:	Zatečeno stanje – sjeveroistočno pročelje	15
Slika 3.7:	Zatečeno stanje – sjeveroistočno pročelje nakon čišćenja raslinja.....	15
Slika 3.8:	Zatečeno stanje – sjeverozapadno pročelje	16
Slika 3.9:	Zatečeno stanje – sjeverozapadno pročelje nakon čišćenja raslinja.....	16
Slika 3.10:	Iskop uz temelje.....	17
Slika 3.11:	Prikaz iskopa pomoću mehanizacije uz zapadni zid	18
Slika 3.12:	Prikaz uglova.....	19
Slika 3.13:	Stanje zidova prije čišćenja fuga	20
Slika 3.14:	Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 1	20
Slika 3.15:	Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 1	21
Slika 3.16:	Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 3	21
Slika 3.17:	Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 1	22
Slika 3.18:	Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 2	22
Slika 3.19:	Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 2	23
Slika 3.20:	Stanje unutrašnjih zidova – prostorija 3	23

Slika 3.21:	Prikaz korijenja prilikom iskopa s unutarnje strane objekta	24
Slika 3.22:	Prikaz korijenja prilikom iskopa s vanjske strane objekta	24
Slika 3.23:	Prikaz korijenja prilikom iskopa s vanjske strane objekta	25
Slika 3.24:	Izgled stropa	26
Slika 3.25:	Propadanje drvene građe uslijed djelovanja vlage i prokišnjavanja.....	26
Slika 3.26:	Prikaz istrunule grede nakon rušenja pregradnog zida ispod	27
Slika 3.27:	Prikaz istrunule građe nastale uslijed prokišnjavanja.....	28
Slika 3.28:	Prikaz istrunule građe	28
Slika 3.29:	Zemljani pod unutar objekta.....	29
Slika 3.30:	Izgled nadvoja prije restauracije	30
Slika 3.31:	Način spajanja doprozornika	31
Slika 3.32:	Sobna vrata (lijevo) i ulazna vrata (desno).....	31
Slika 3.33:	Krovna konstrukcija	32
Slika 3.34:	Prazno roženičko krovništvo sa veznim gredama	32
Slika 3.35:	Način spajanja nazidnih greda.....	33
Slika 3.36:	Stanje terase.....	34
Slika 3.37:	Stanje terase.....	34
Slika 3.38:	Izgled kuće s terasom	35
Slika 4.1:	Sanacija temelja izvedbom armirano betonske trake i podbetoniranjem [7]	36
Slika 4.2:	Tlocrt temelja postojeće	38
Slika 4.3:	Tlocrt temelja planirano	38
Slika 4.4:	Prikaz utjecaja opterećenja na loše izvedene nazidnice [9].....	39
Slika 4.5:	Najčešća oštećenja kamenih zidova [7].....	41
Slika 4.6:	Presjek kamenih zidova i djelovanje sile [9].....	41
Slika 4.7:	Primjer loše izvedenog fugiranja [7]	42

Slika 4.8:	Shematski prikaz bušotina za injektiranje	43
Slika 4.9:	Kameni uglovi	43
Slika 4.10:	Povezivanje zidova sidrima i čelična zatega [9].....	44
Slika 4.11:	Tlocrt zidova postojeći	45
Slika 4.12:	Tlocrt zidova planirano.....	45
Slika 4.13:	Presjek 1-1 postojeće	46
Slika 4.14:	Presjek 1-1 planirano	46
Slika 4.15:	Presjek 2-2 postojeće	47
Slika 4.16:	Presjek 2-2 planirano	47
Slika 4.17:	Presjek drvene stropne konstrukcije [10]	48
Slika 4.18:	Presjek stropne konstrukcije s gips-kartonskim pločama [10].....	48
Slika 4.19:	Prikaz polaganja drvenih dasaka na stropnoj konstrukciji [9].....	49
Slika 4.20:	Sanacija drvenih greda čeličnim šipkama i epoksidnim ljepilom (lijevo) i sanacija i pojačanje drvenih greda dodavanjem čeličnih elemenata (sredina, desno).....	49
Slika 4.21:	Tlocrt grednika postojeće	50
Slika 4.22:	Tlocrt grednika planirano	50
Slika 4.23:	Presjek kamene kuće, prikaz utjecaja oborinskih voda i vlage [7].....	51
Slika 4.24:	Presjek kamene kuće, prijedlog sanacije vlage [7].....	52
Slika 4.25:	Detalj drenaže uz vanjski zid od kamena [7].....	52
Slika 4.26:	Izrada proboja u kamenom zidu [7].....	53
Slika 5.1:	Otkopavanje uz temelje (gore lijevo), čišćenje fuga (gore desno), očišćene fuge (dolje lijevo), završeni temelji (dolje desno).....	55
Slika 5.2:	Potkopavanje temelja u etapama	56
Slika 5.3:	Potkopavanje temelja u etapama	57
Slika 5.4:	Izgled temelja prije i poslije	58
Slika 5.5:	Bitumenska ljepenka, čepasta folija i betonska podloga	59

Slika 5.6:	Izrada betonske podloge i drenaže oko objekta.....	59
Slika 5.7:	Slojevi unutarnjih zidova i zid ukrašen valjkom s mustrom	60
Slika 5.8:	Skidanje žbuke s unutarnjih zidova.....	60
Slika 5.9:	Izgled unutarnjih zidova nakon skidanja žbuke	61
Slika 5.10:	Stanje zidova prije fugiranja.....	61
Slika 5.11:	Stanje zidova prije i tijekom fugiranja	62
Slika 5.12:	Alat za čišćenje fuga prije fugiranja (lijevo) i nakon fugiranja žičanom četkom (desno)	63
Slika 5.13:	Stanje zidova nakon fugiranja	63
Slika 5.14:	Prikaz oštećenja X1 u tlocrtu.....	64
Slika 5.15:	Prikaz oštećenja X1	64
Slika 5.16:	Rušenje zida i ponovno zidanje zida	65
Slika 5.17:	Rušenje i ponovno zidanje oštećenog zida.....	65
Slika 5.18:	Prikaz oštećenja X2 u tlocrtu.....	66
Slika 5.19:	Prikaz oštećenja X2	66
Slika 5.20:	Razbijanje mase od opeke i betona	67
Slika 5.21:	Uklanjanje mase od opeke i betona.....	67
Slika 5.22:	Čelični natezač (lijevo) i čelična sajla unutar zidova (desno)	68
Slika 5.23:	Detalj sanacije povezivanja zidova, podne i krovne konstrukcije.....	69
Slika 5.24:	Uzdužni presjek serklaža	70
Slika 5.25:	Detalji serklaža	70
Slika 5.26:	Tlocrt serklaža u prvoj razini.....	71
Slika 5.27:	Tlocrt serklaža u drugoj razini.....	71
Slika 5.28:	Aksonometrijski prikazi serklaža	72
Slika 5.29:	Aksonometrijski prikazi serklaža u objektu	73
Slika 5.30:	Rušenje zabatnog zida	74

Slika 5.31:	Uklanjanje grede u zabatnom zidu	74
Slika 5.32:	Uređivanje kamene kanalice (oplate) za budući serklaž	75
Slika 5.33:	Ugradnja armature i betona u kamenu kanalicu (zapadna strana).....	75
Slika 5.34:	Ugradnja armature i betona u kamenu kanalicu (istočna strana)	76
Slika 5.35:	Ugradnja betona i improvizacija skele (istočna strana).....	76
Slika 5.36:	Ugradnja armature i betona u kamenu kanalicu (pregradni zid)	77
Slika 5.37:	Izrada serklaža (pregradni zid) i utori za grednike	77
Slika 5.38:	Izrada serklaža u drugoj razini	78
Slika 5.39:	Ugradnja grednika u utore (gore lijevo), izrada kamenog zidića (gore desno), ugradanja ankera i betona (dolje lijevo), završni izgled serklaža (dolje desno)	79
Slika 5.40:	Izgled serklaža s pročelja.....	80
Slika 5.41:	Izgled serklaža s pročelja.....	80
Slika 5.42:	Rušenje pregradnog zida	81
Slika 5.43:	Iskop za temelje (gore lijevo), betoniranje temelja (gore desno), bitumenski premaz (dolje lijevo) i zidanje zida (dolje desno)	82
Slika 5.44:	Gotovi pregradni zid.....	82
Slika 5.45:	Izgled stropa i grednika prilikom demontaže	83
Slika 5.46:	Ležišta grednika nakon uklanjanja starih grednika	84
Slika 5.47:	Nova ležišta grednika prije ugradnje novih grednika.....	84
Slika 5.48:	Ugradnja novih grednika	85
Slika 5.49:	Bitumenska ljepenka ispod i iznad grednika	85
Slika 5.50:	Poravnavanje grednika	86
Slika 5.51:	Prije i nakon poravnavanja grednika	87
Slika 5.52:	Izgled pročelja nakon ugradnje grednika i izrade serklaža	87
Slika 5.53:	Otkopavanje unutar objekta uz zidove	88

Slika 5.54: Razastiranje i zbijanje drenažnog sloja (gore), postavljanje PVC folije i armaturne (sredina) mreže, betoniranje ploče (dolje)	89
Slika 5.55: Nadvoji prije rušenja	90
Slika 5.56: Nadvoji nakon rušenja	90
Slika 5.57: Rušenje nadvoja (gore lijevo i desno), zidanje nadvoja s podupiračem (dolje lijevo) i gotovi nadvoj (dolje desno)	91
Slika 5.58: Improvizacija skele	92
Slika 5.59: Izgled nadvoja prije restauracije	93
Slika 5.60: Izgled nadvoja nakon restauracije	93
Slika 5.61: Tlocrt i presjek nadvoja	94
Slika 5.62: Širenje otvora za prozor	95
Slika 5.63: Izrada novog nadvoja	95
Slika 5.64: Tlocrt i presjek nadvoja	96
Slika 5.65: Rušenje nadvoja iznad sobnih vrata	97
Slika 5.66: Izrada nadvoja iznad sobnih vrata	97
Slika 5.67: Tlocrt i presjek nadvoja	98
Slika 5.68: Prikaz konačnog izgleda nadvoja od opeke (donji prozor) i nadvoja od armiranog betona i opeke (gornji prozor)	99
Slika 5.69: Segmentno rušenje krova s istočne i zapadne strane bliži kadar	101
Slika 5.70: Segmentno rušenje krova s istočne i zapadne strane dalji kadar	101
Slika 5.71: Segmentno rušenje krova	102
Slika 5.72: Postojeća konstrukcija	102
Slika 5.73: Segmentno rušenje krova	103
Slika 5.74: Objekt bez krova	103
Slika 5.75: Crijep utoreni biber segmentnog oblika [11]	104
Slika 5.76: Podaci za crijep utoreni biber segmentnog oblika [11]	105

Slika 5.77:	Presjek strehe i sljemena [11].....	106
Slika 5.78:	Tlocrt krovništva postojeće	107
Slika 5.79:	Tlocrt krovništva planirano	107
Slika 5.80:	Tlocrt krovnih ploha postojeće	108
Slika 5.81:	Tlocrt krovnih ploha postojeće	108
Slika 5.82:	Izrada ukrasa na rogovima.....	109
Slika 5.83:	Postavljanje nazidnih greda, sljemene grede i rogova.....	110
Slika 5.84:	Izgled utora za nazidnu gredu za potrebe izrade krova terase.....	111
Slika 5.85:	Izrada krova terase.....	111
Slika 5.86:	Kompozicija grednika, serklaža, nazidne grede, rogova i kamenog nadozida.....	112
Slika 5.87:	Krovnna konstrukcija (lijevo), OSB ploče i lamperija na krovu (desno).....	113
Slika 5.88:	Krovnna ljepenka (lijevo), letvanje i završni limovi (desno)	113
Slika 5.89:	Gotov krov.....	113
Slika 5.90:	Provlačenje bužira za struju (desno) i cijevi za kanalizaciju (lijevo).....	114
Slika 5.91:	Postavljanje božira za struju	115
Slika 5.92:	Ugradnja priključnog mjernog ormarića u nišu.....	115
Slika 5.93:	Postavljanje odvodnih i kanalizacijskih cijevi	116
Slika 5.94:	Postavljanje odvodnih i kanalizacijskih cijevi	116
Slika 5.95:	Izgled postojeće terase na objektu	118
Slika 5.96:	Izgled postojeće terase na objektu	118
Slika 5.97:	Rušenje terase.....	119
Slika 5.98:	Postupak izrade terase	120
Slika 5.99:	Betoniranje rukohvata ograde.....	121
Slika 5.100:	Izrada betonskog stupa – ugradnja armature i kalupa.....	121
Slika 5.101:	Izgled stupa terase prije i poslije dodavanja dekorativnog elementa.....	122

Slika 5.102:	Izgled zidića od opeke na terasi	122
Slika 5.103:	Tlocrt postojeće terase	123
Slika 5.104:	Tlocrt novog stanja terase	123
Slika 5.105:	3D prikaz kuhinje.....	124
Slika 5.106:	3D prikaz kuhinje.....	125
Slika 5.107:	3D prikaz spavaće sobe.....	126
Slika 5.108:	3D prikaz spavaće sobe.....	127
Slika 5.109:	3D prikaz kupaonice	128
Slika 5.110:	3D prikaz kupaonice	129
Slika 5.111:	3D prikaz pročelja.....	130
Slika 5.112:	3D prikaz pročelja.....	131
Slika 5.113:	3D prikaz pročelja.....	132
Slika 6.1:	Uvećani dio karte potresnih područja RH	133
Slika 6.2:	Karta potresnih područja u RH.....	133
Slika 6.3:	Geotehnička sredina 1 i 2 [12].....	134
Slika 6.4:	Tipovi temeljnog tla Eurokod 8 [12].....	135
Slika 6.5:	Isječak iz osnovne geološke karte Varaždin [13].....	135
Slika 6.6:	Geološki stup (isječak iz osnovne geološke karte) [13]	136
Slika 6.7:	Pregledna tektonska karta lista Varaždin [14].....	137
Slika 7.1:	Dijagram reakcija, poprečnih sila i momenata	148
Slika 7.2:	Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom za razdoblje 1961.-1990 [17].....	151
Slika 7.3:	Osnovna brzina vjetra (m/s) [16].....	154
Slika 7.4:	Kategorije terena [16].....	154
Slika 7.5:	Koeficijent vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada pravokutnog tlocrta [18].....	156
Slika 7.6:	Koeficijenti vanjskog tlaka za dvostrešne krovove [18]	157

Slika 7.7:	Podjela ploština na objektu.....	158
Slika 7.8:	Dijagram reakcija, poprečnih sila i momenata	161

14. POPIS GRAFIČKIH PRILOGA

Tlocrt prizemlja (ARCHICAD)

Tlocrt prizemlja s namještajem (ARCHICAD)

Tlocrt potkrovlja s namještajem (ARCHICAD)

Tlocrt potkrovlja s krovom (ARCHICAD)

Presjek 1-1 i presjek 2-2 (ARCHICAD)

Presjek 3-3 i presjek 4-4 (ARCHICAD)

Tlocrt temelja – postojeće

Tlocrt temelja – planirano

Tlocrt zidovi – postojeće

Tlocrt zidovi – planirano

Tlocrt grednika – postojeće

Tlocrt grednika – planirano

Presjek 1-1 postojeće

Presjek 1-1 planirano

Presjek 2-2 postojeće i presjek 2-2 planirano

Tlocrt krovišta postojeće

Tlocrt krovišta planirano

Tlocrt krovnih ploha postojeće

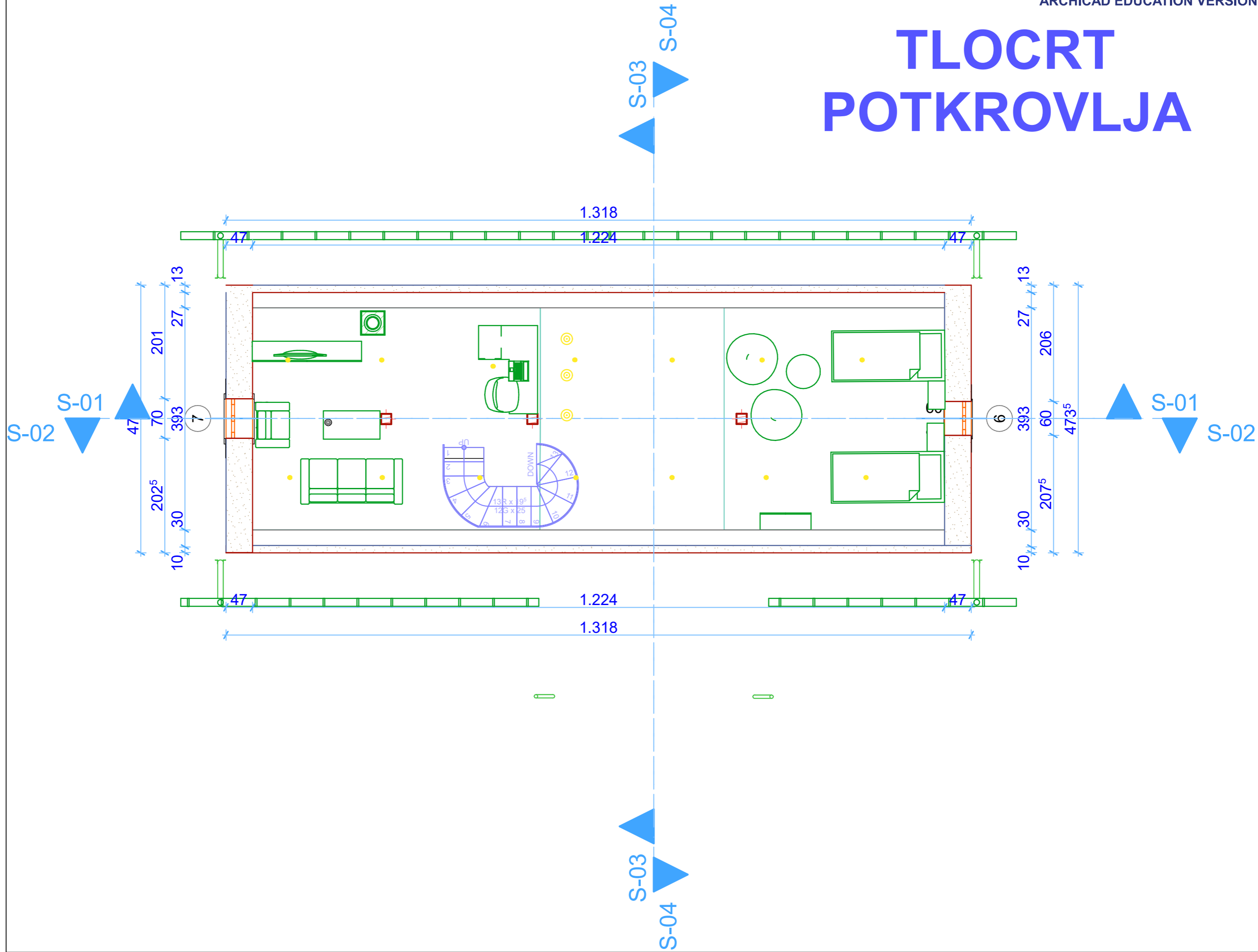
Tlocrt krovnih ploha planirano

Tlocrt serklaža u prvoj razini

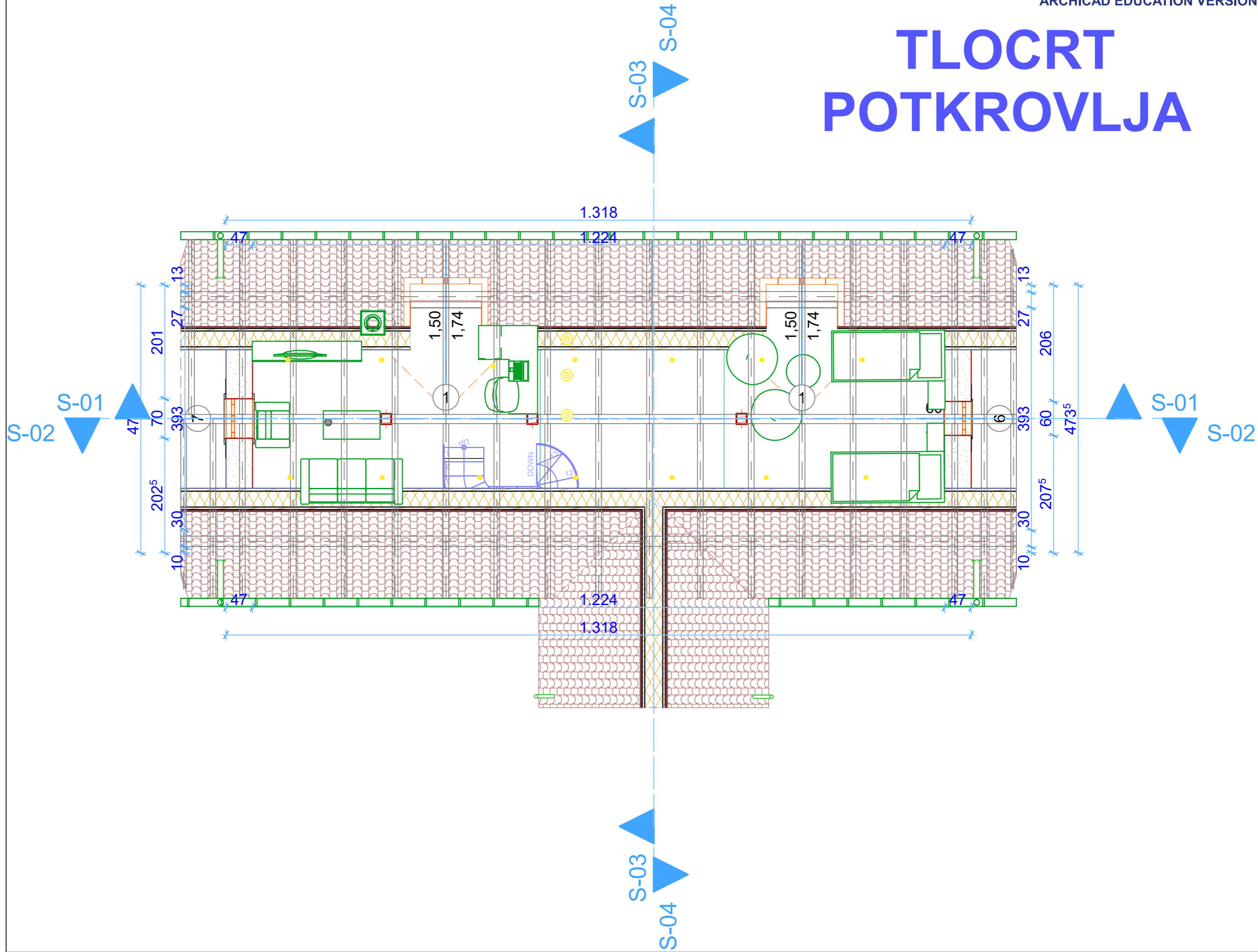
Tlocrt serklaža u drugoj razini

Dokaznica mjera

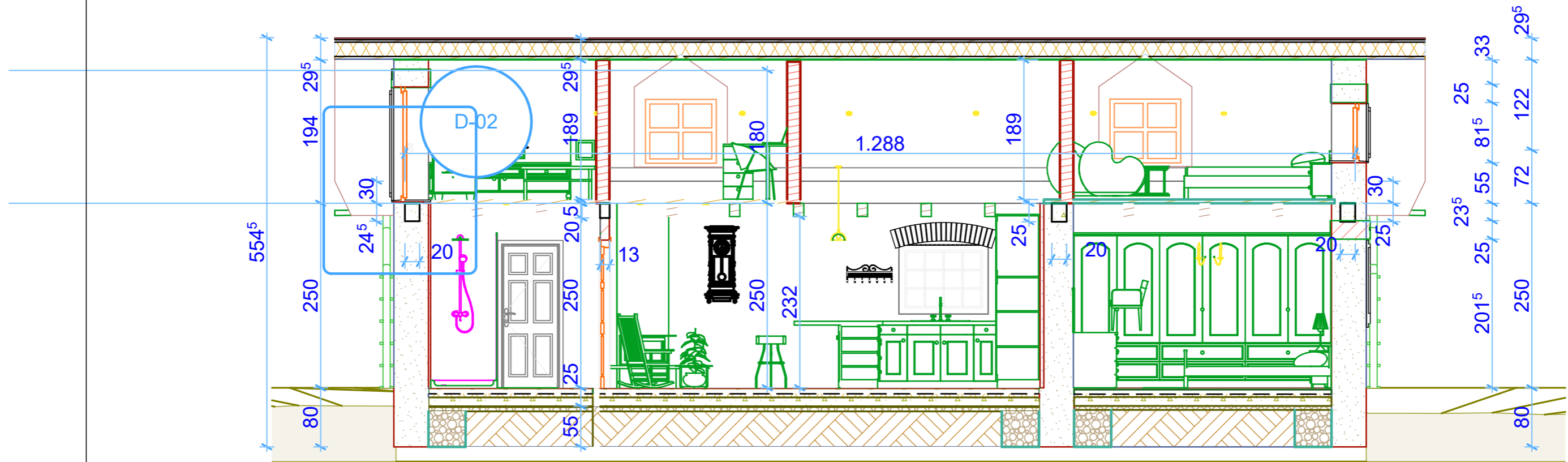
TLOCRT POTKROVLJA



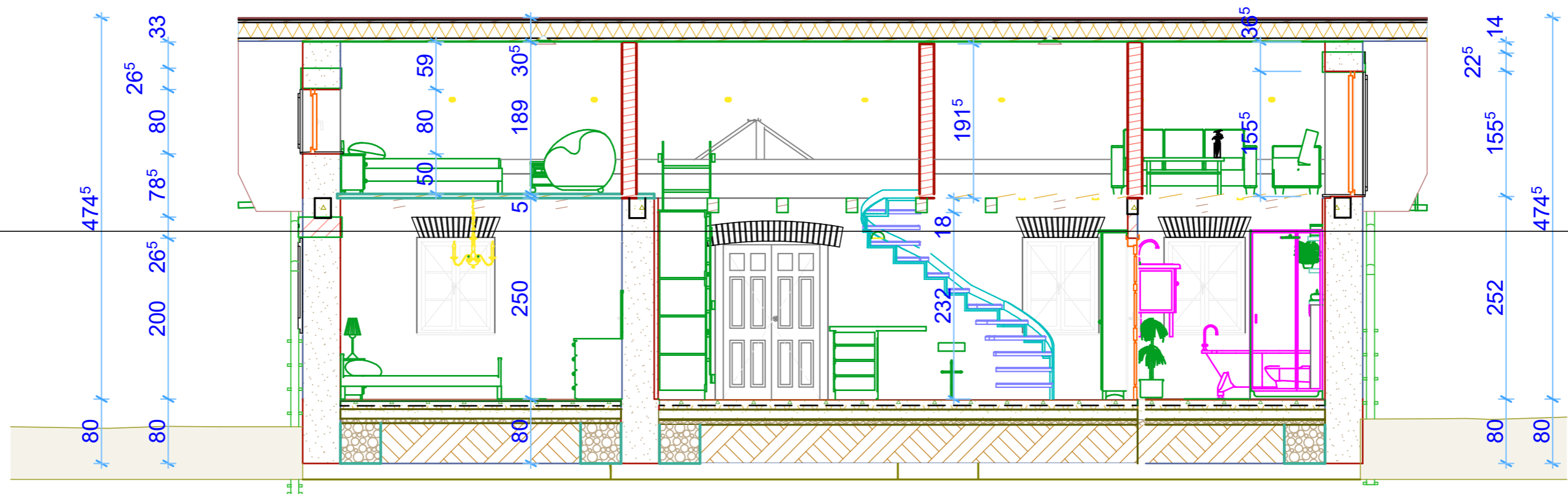
TLOCRT POTKROVLJA



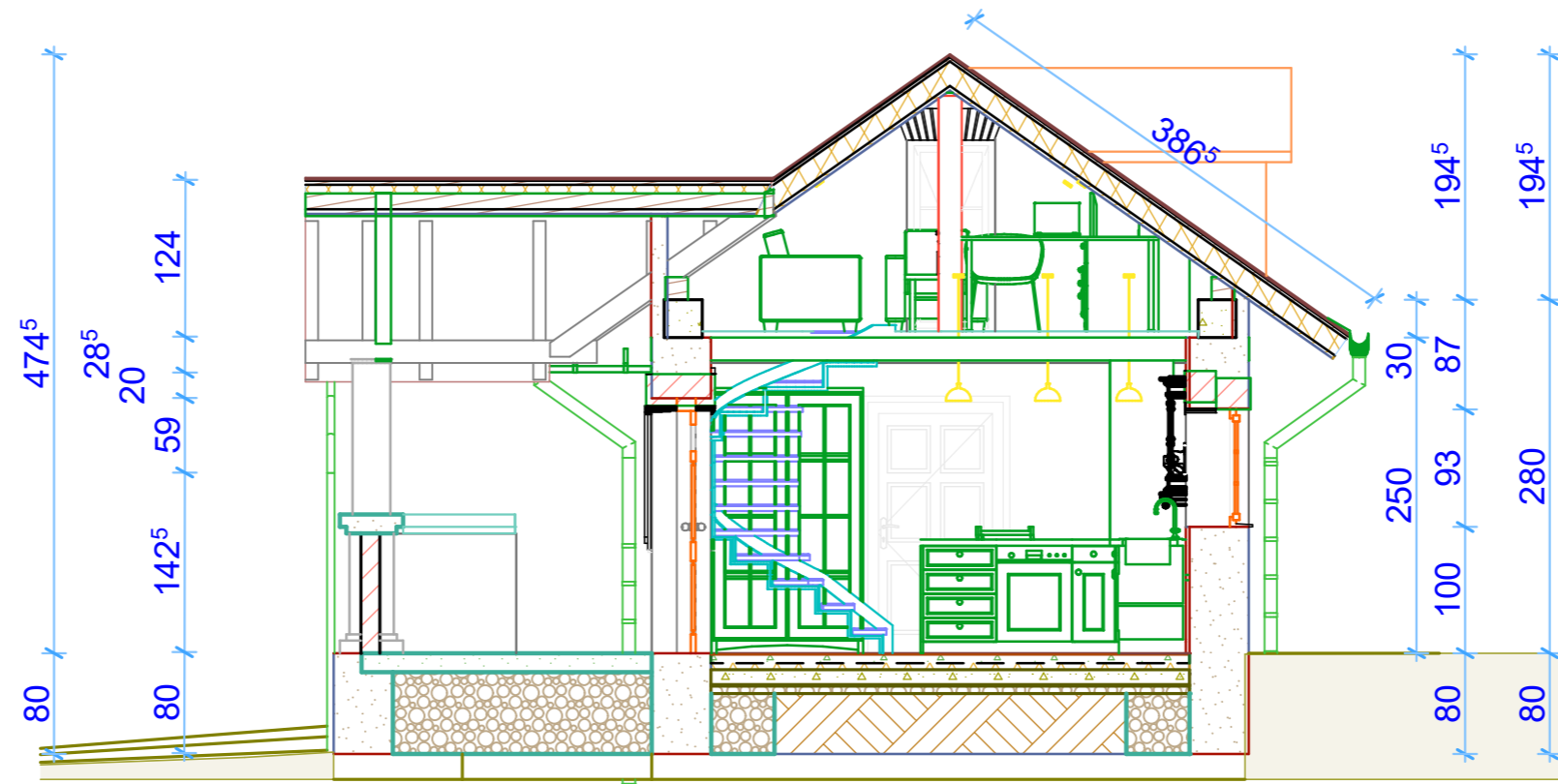
PRESJEK 1-1



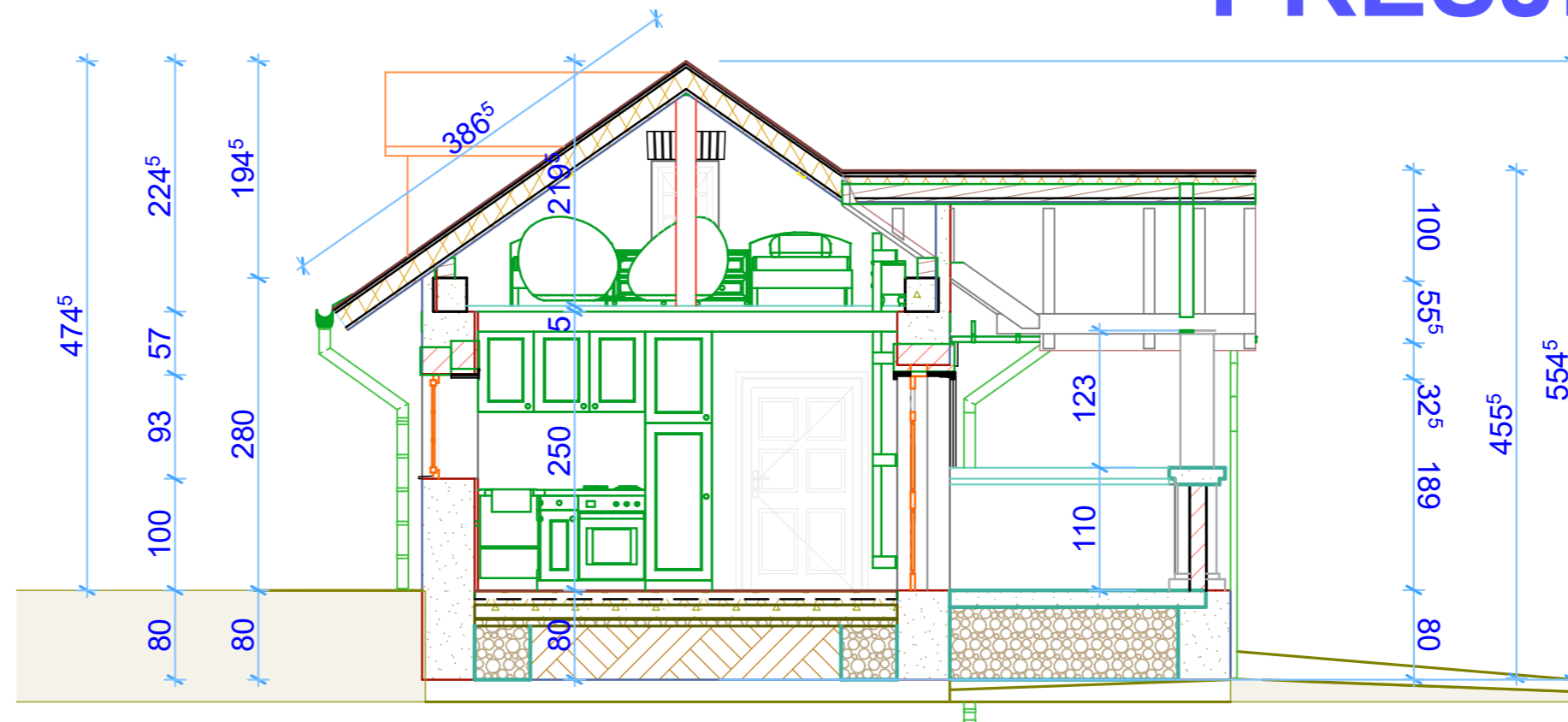
PRESJEK 2-2



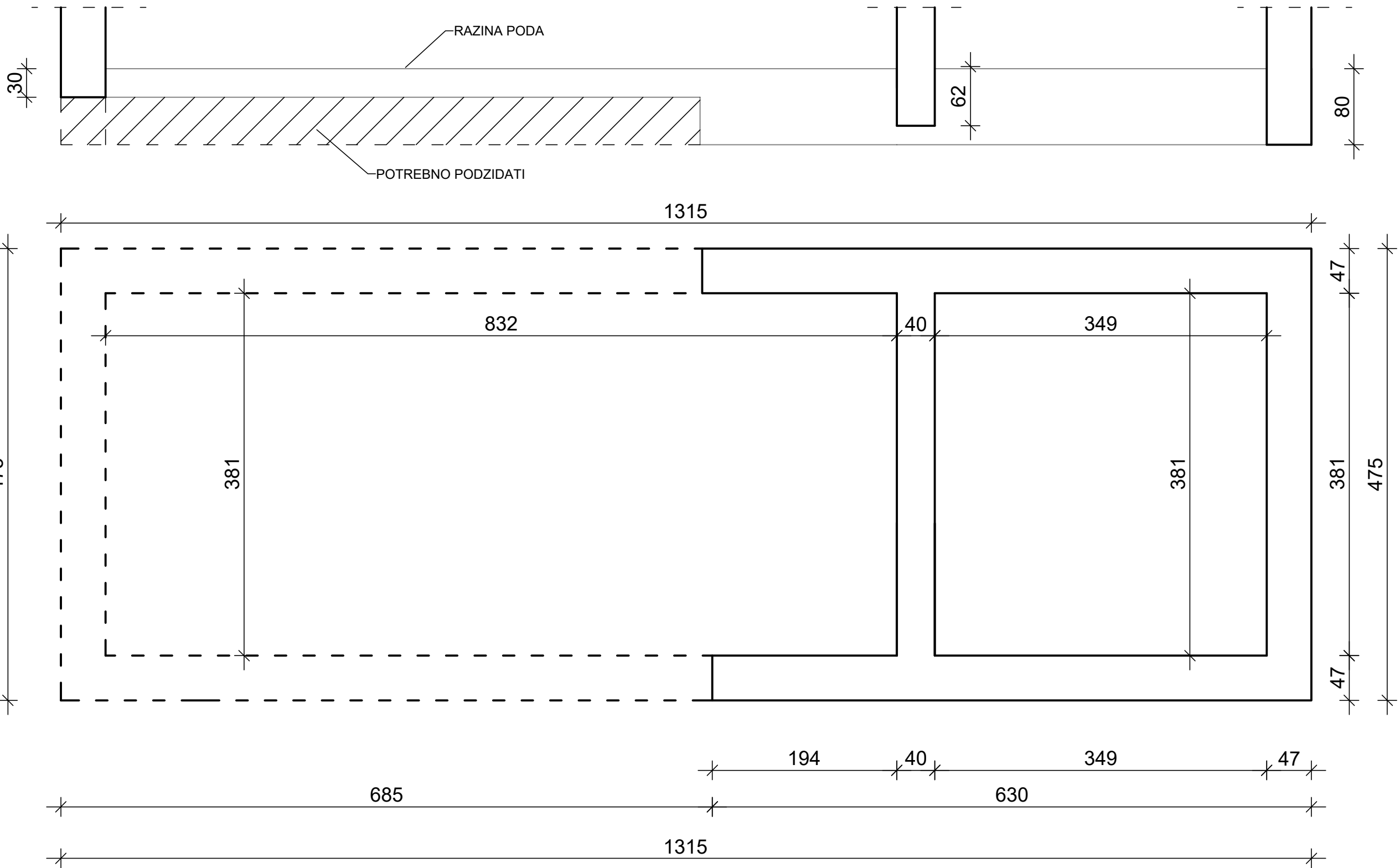
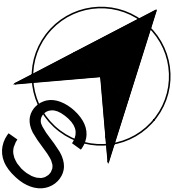
PRESJEK 3-3



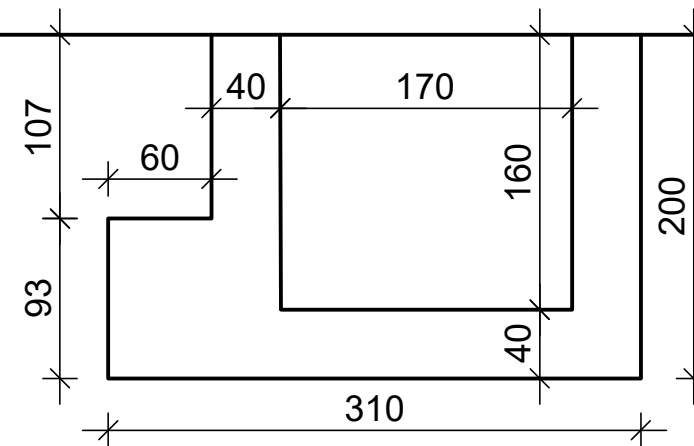
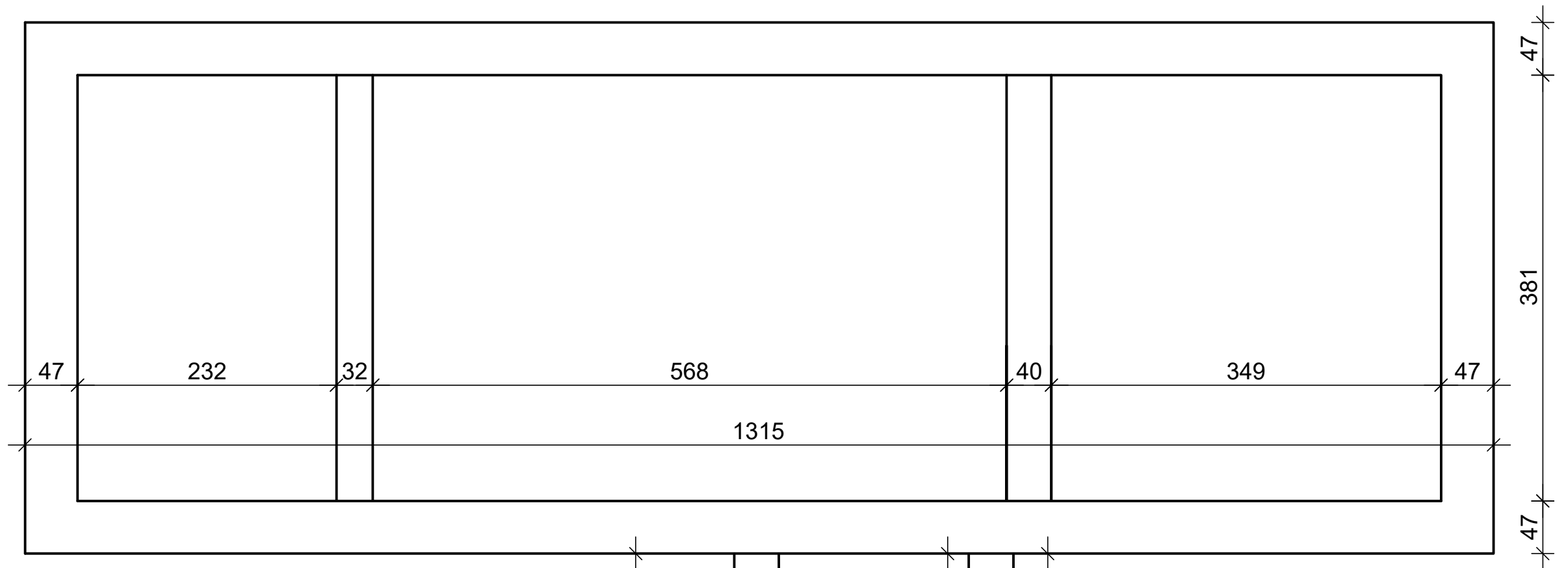
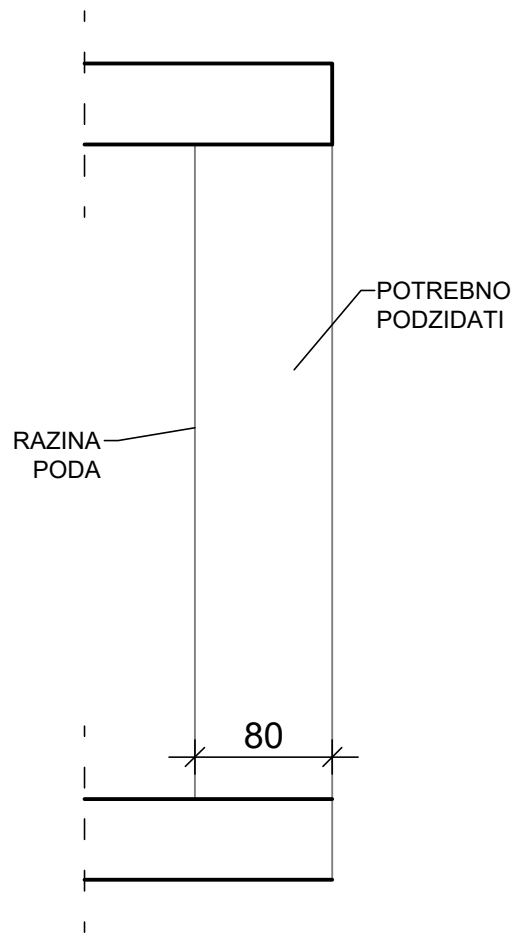
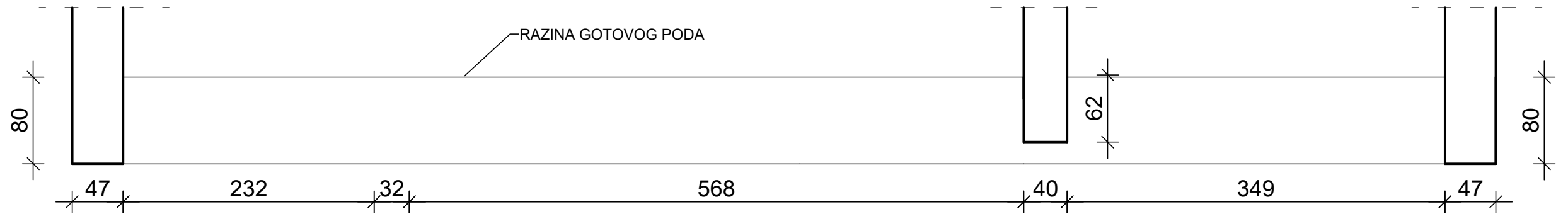
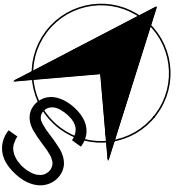
PRESJEK 4-4



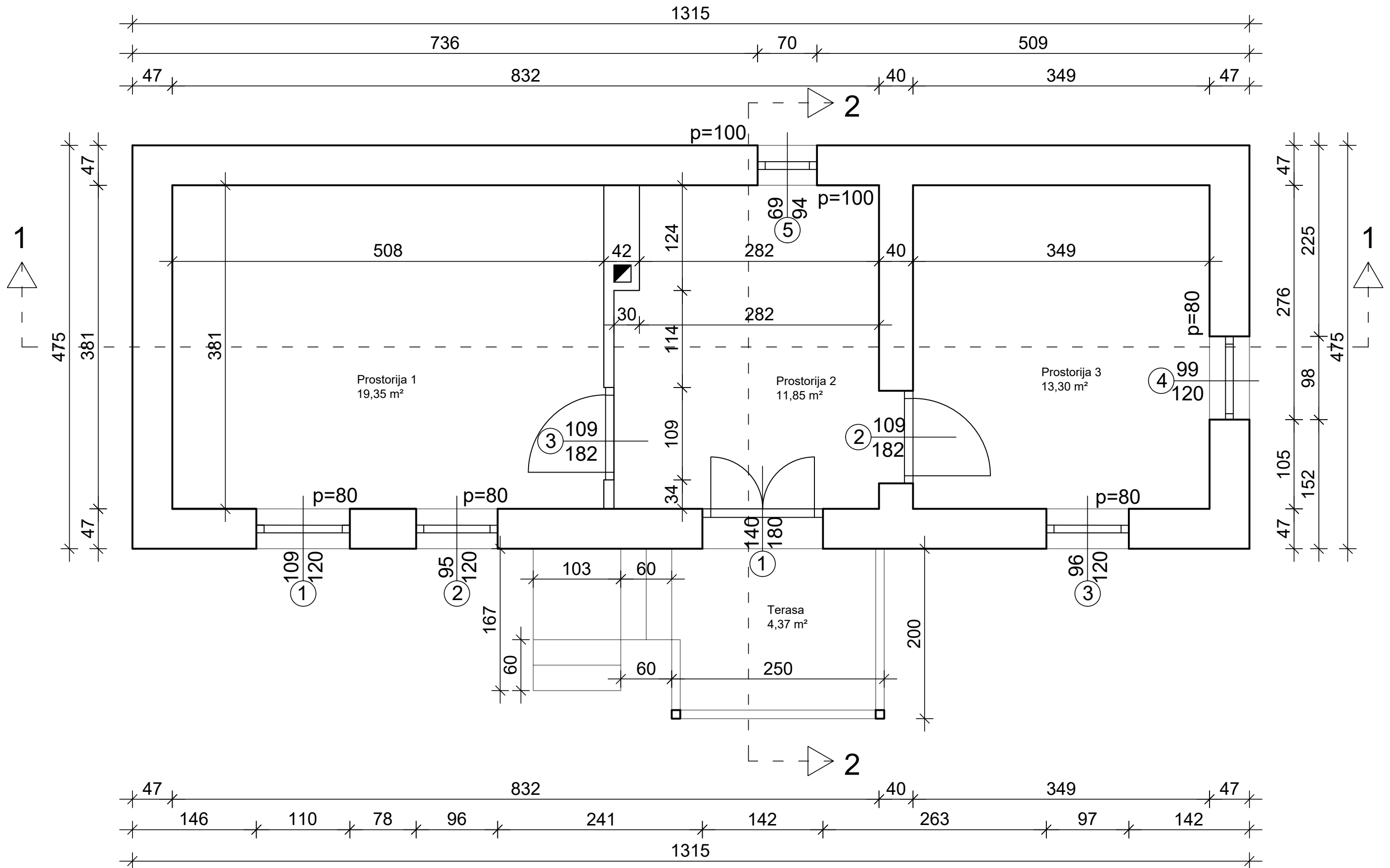
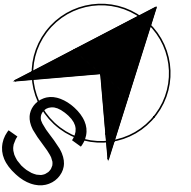
TLOCRT TEMELJA POSTOJEĆE



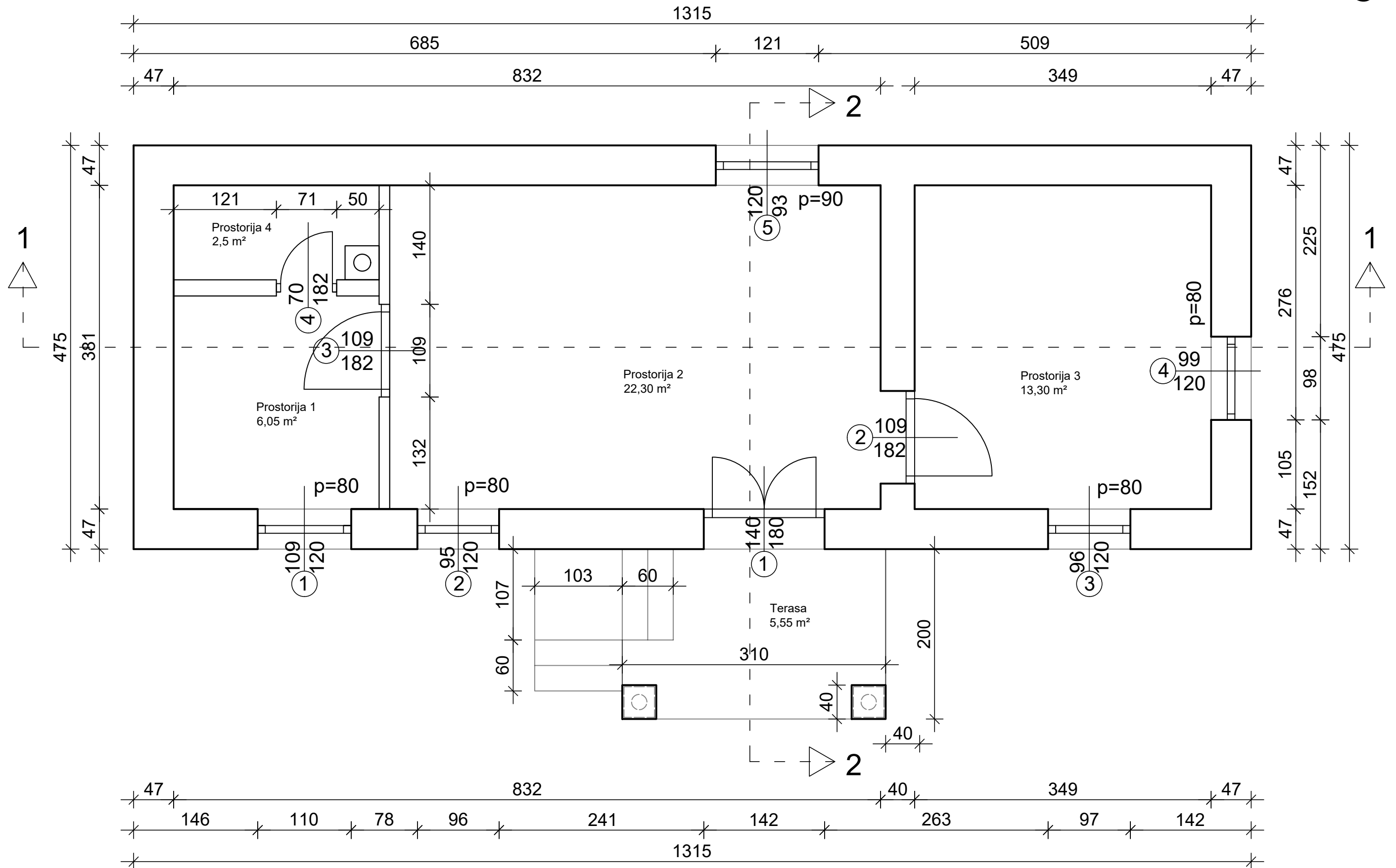
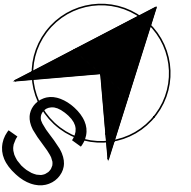
TLOCRT TEMELJA PLANIRANO



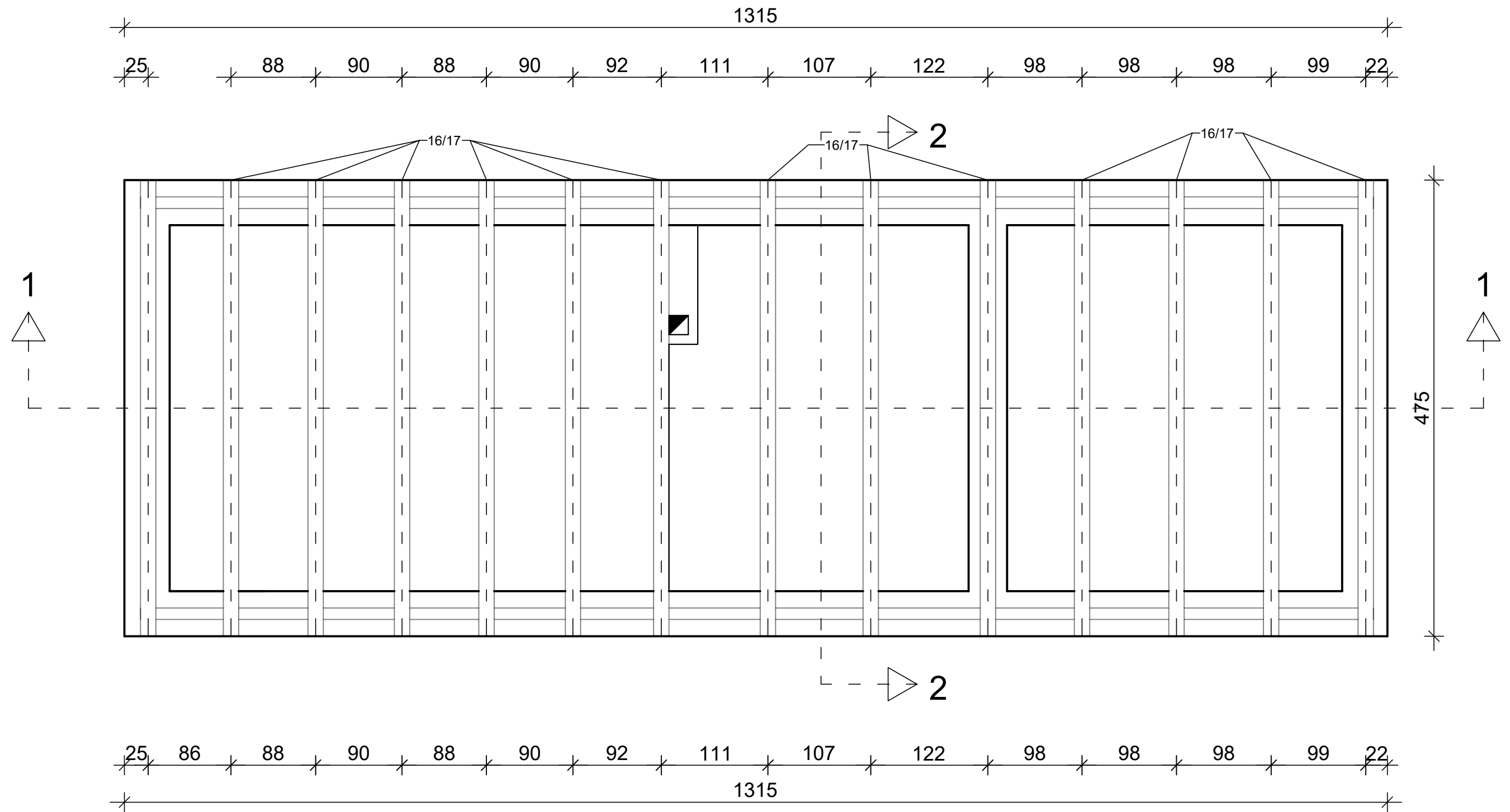
TLOCRT ZIDOVI POSTOJEĆE



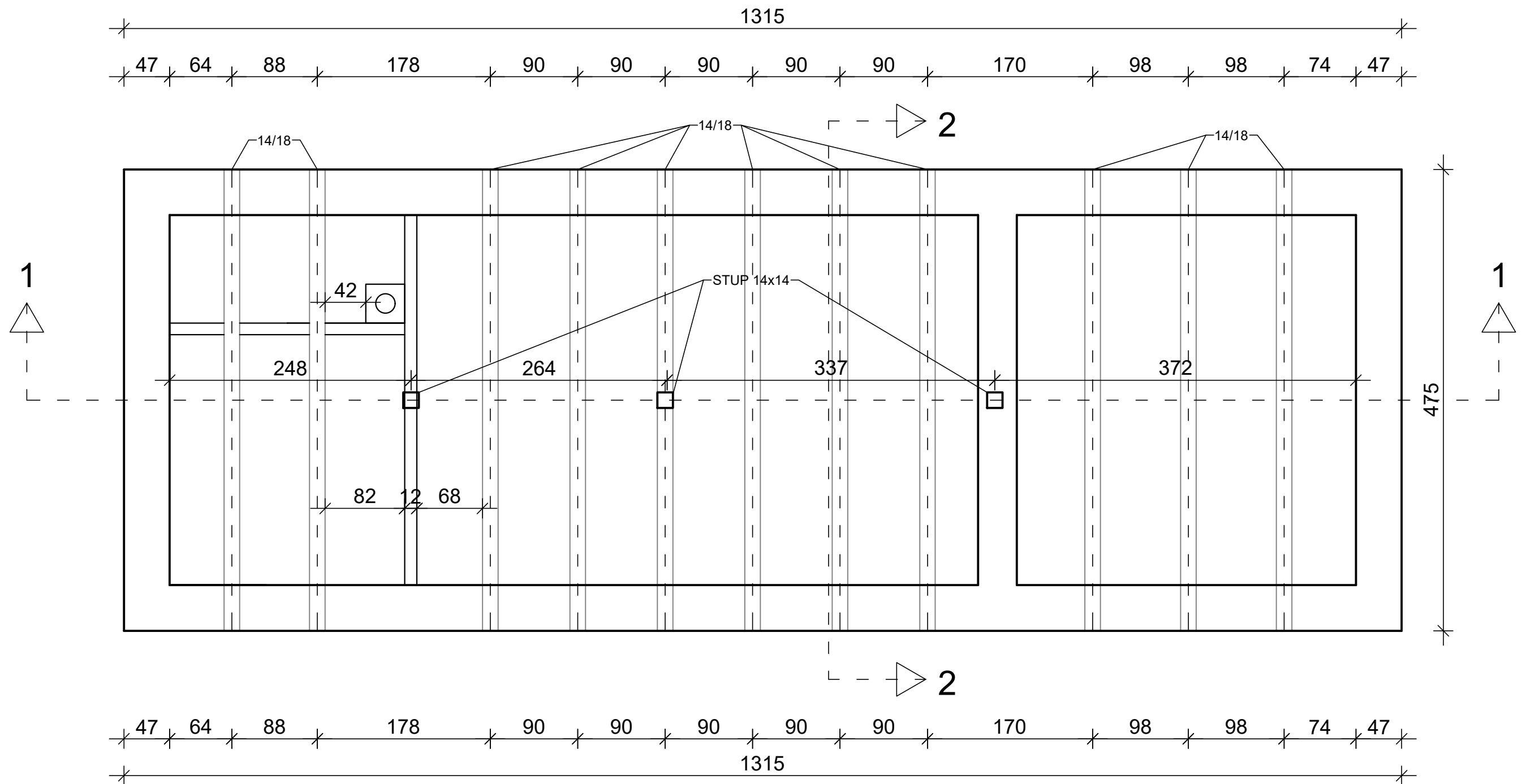
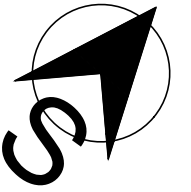
TLOCRT ZIDOVI PLANIRANO



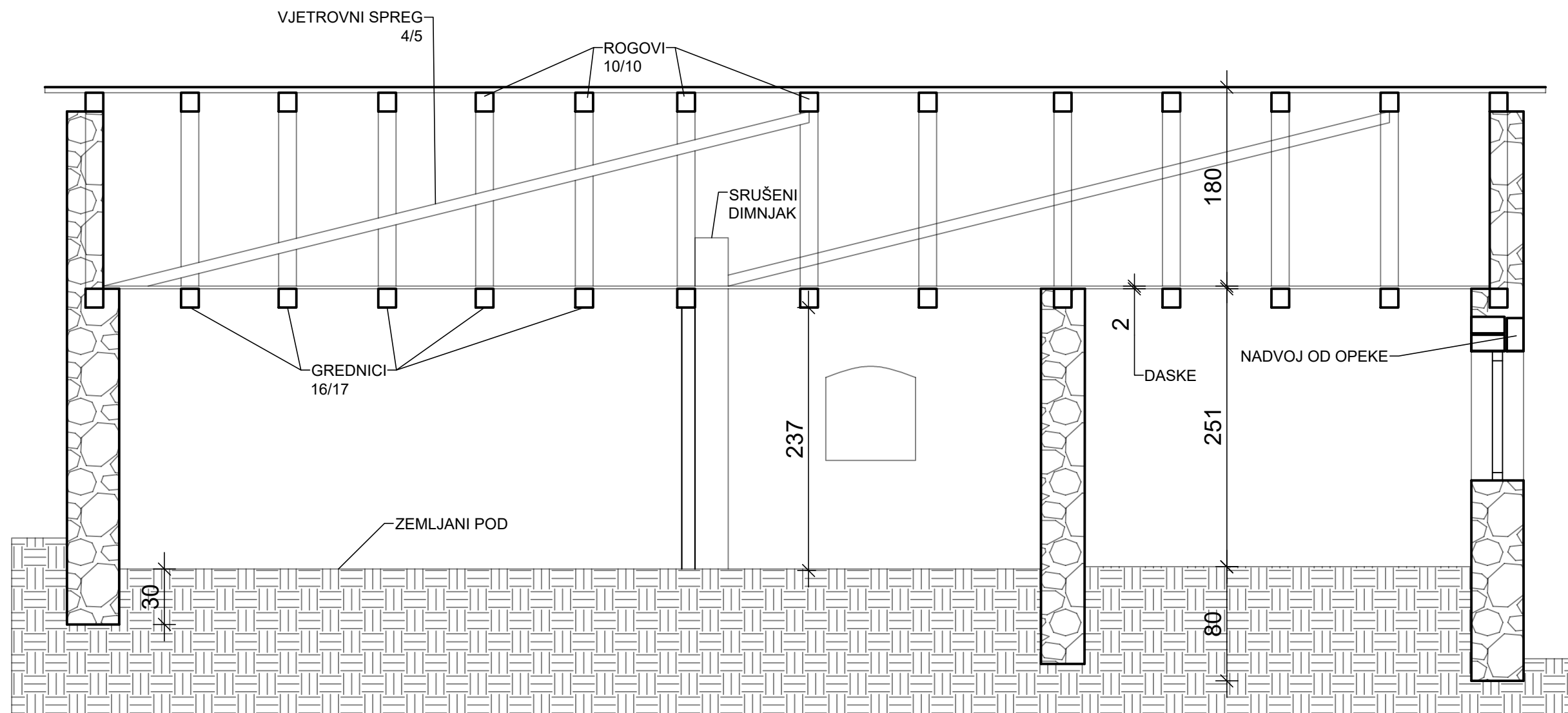
TLOCRT GREDNIKA POSTOJEĆE



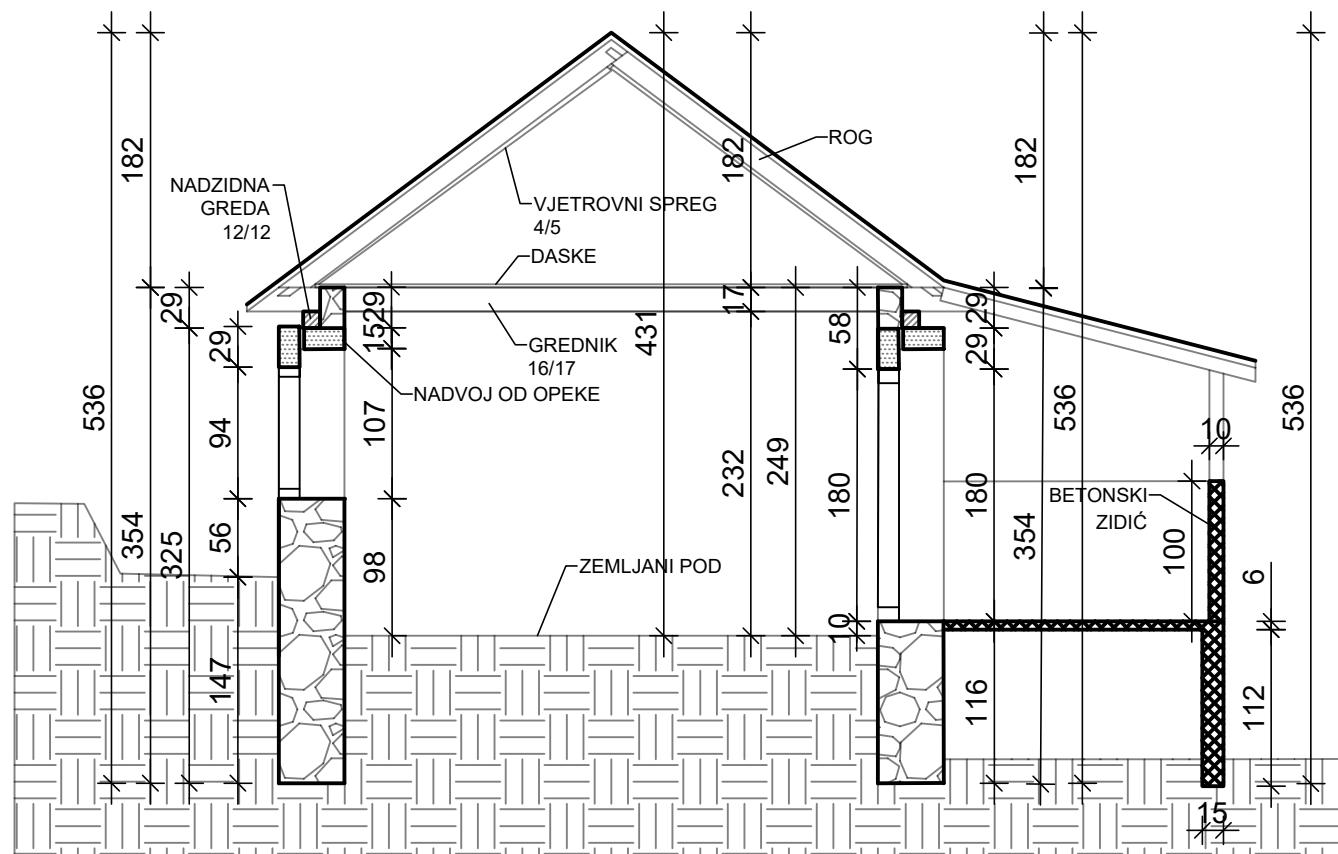
TLOCRT GREDNIKA PLANIRANO



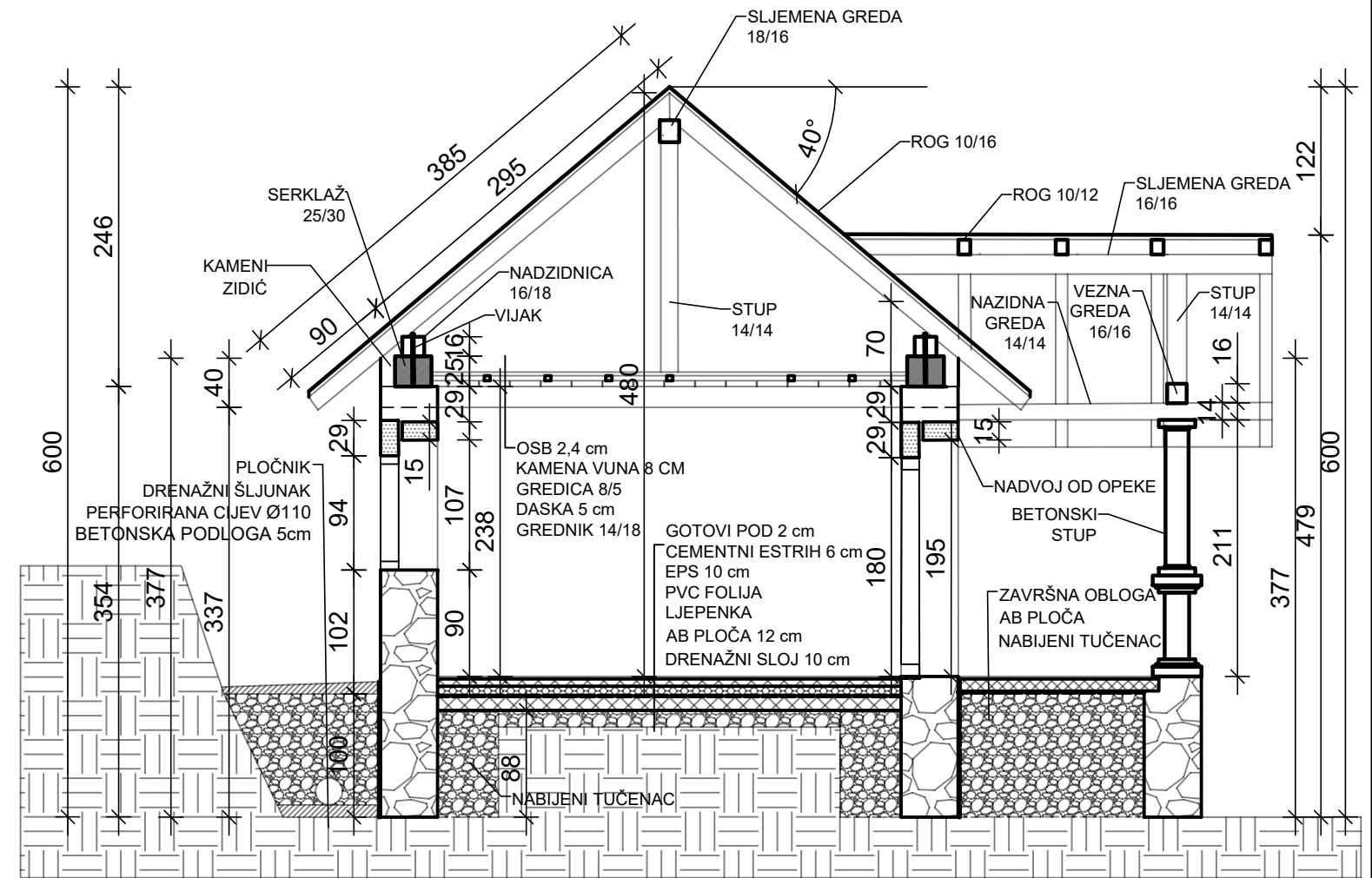
PRESJEK 1-1 POSTOJEĆE



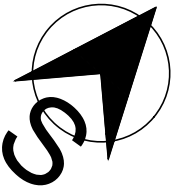
PRESJEK 2-2 POSTOJEĆE



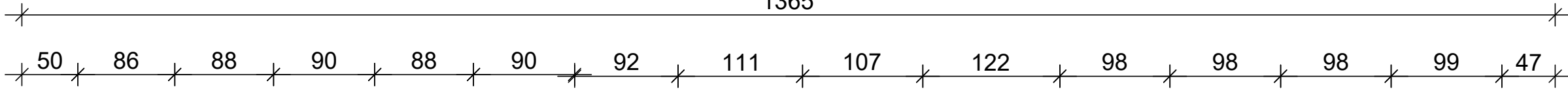
PRESJEK 2-2 PLANIRANO



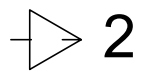
TLOCRT KROVIŠTA POSTOJEĆE



1365



50 86 88 90 88 90 92 111 107 122 98 98 98 99 47

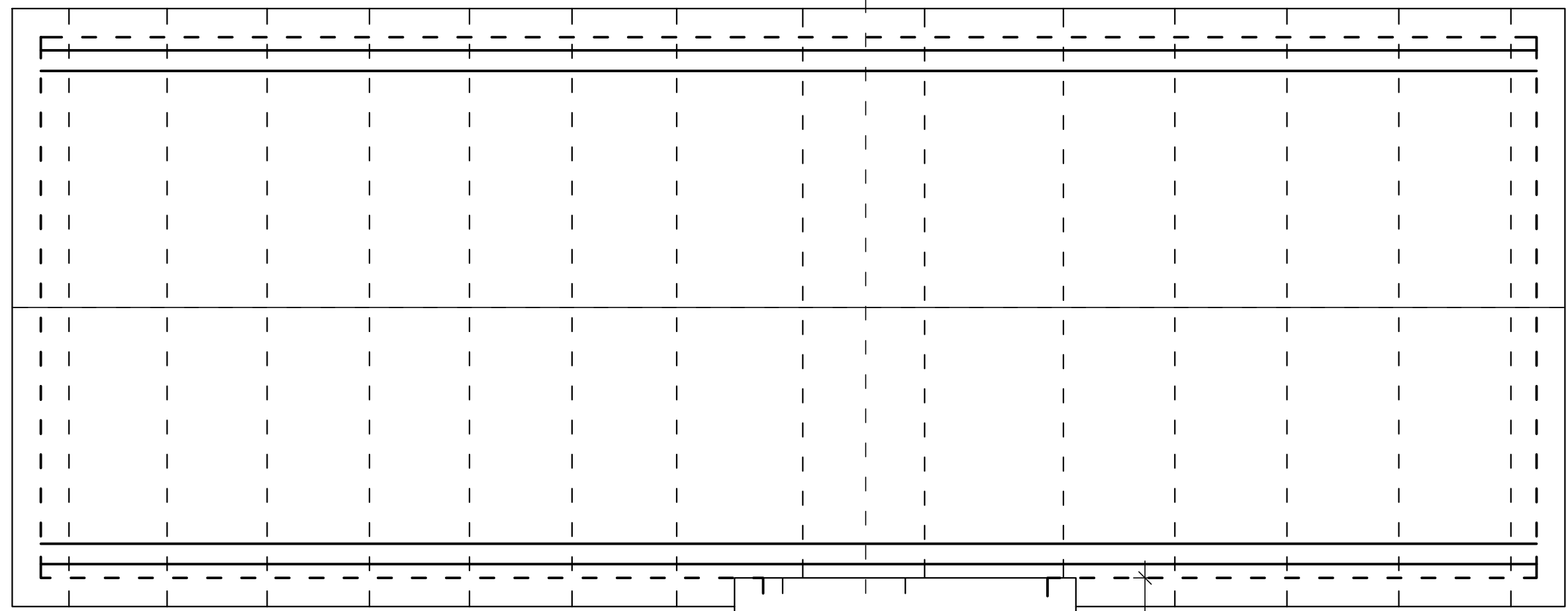


2

525



1



525

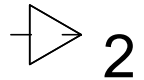


1

42 108 125 25

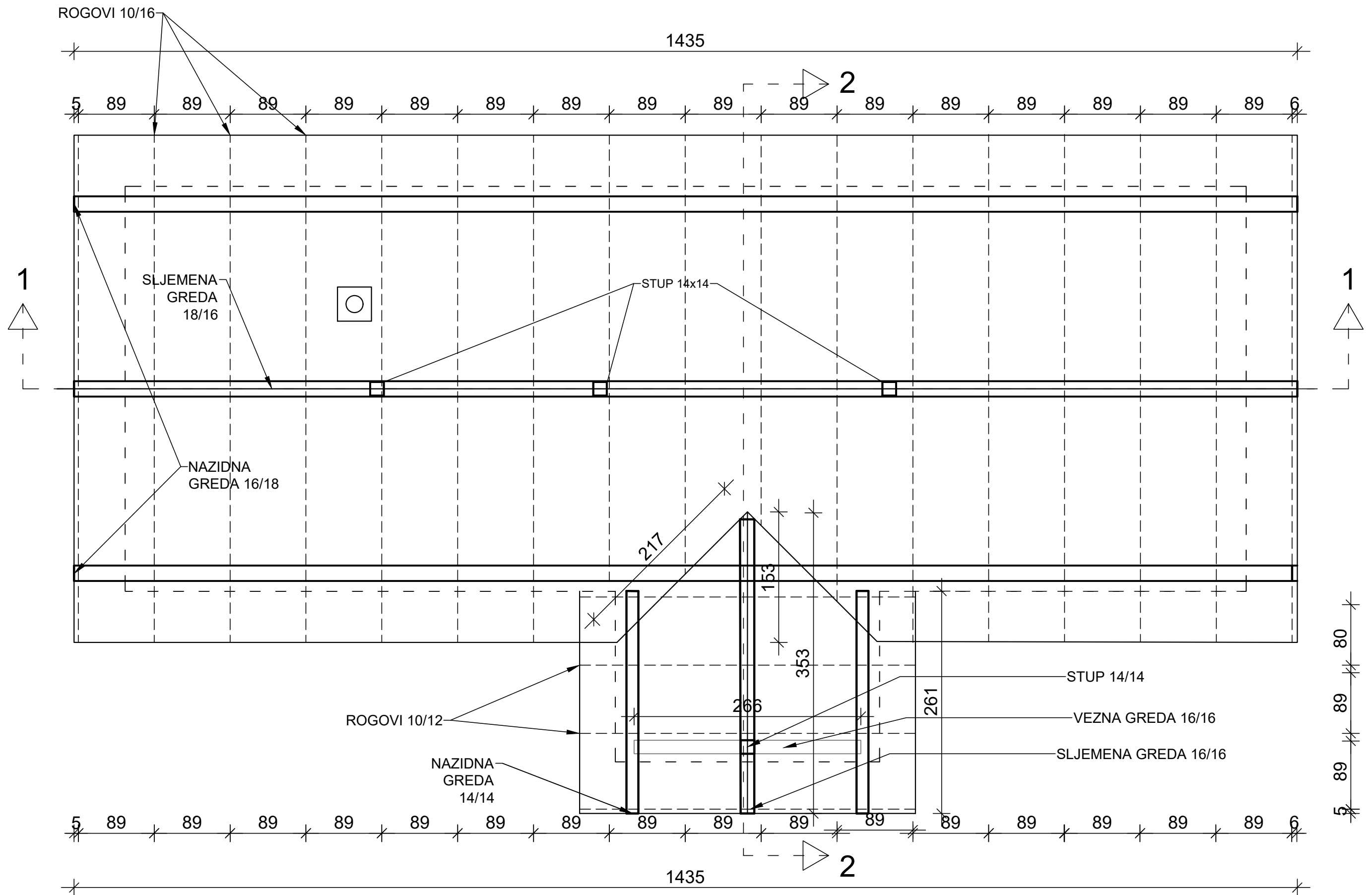
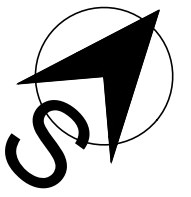
225

50 86 88 90 88 90 92 111 107 122 98 98 98 99 47

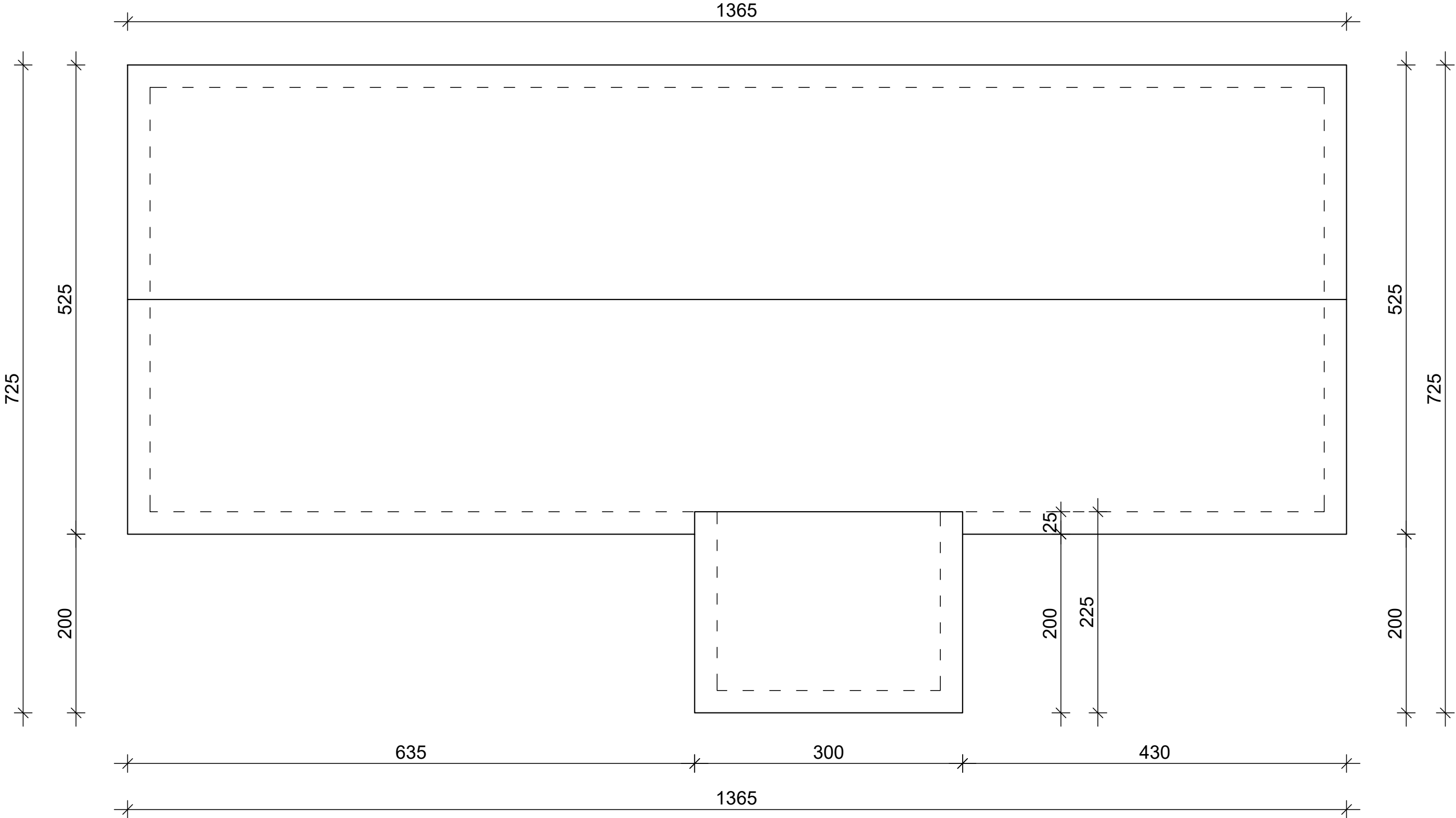
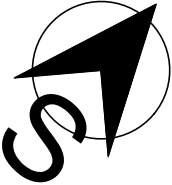


2

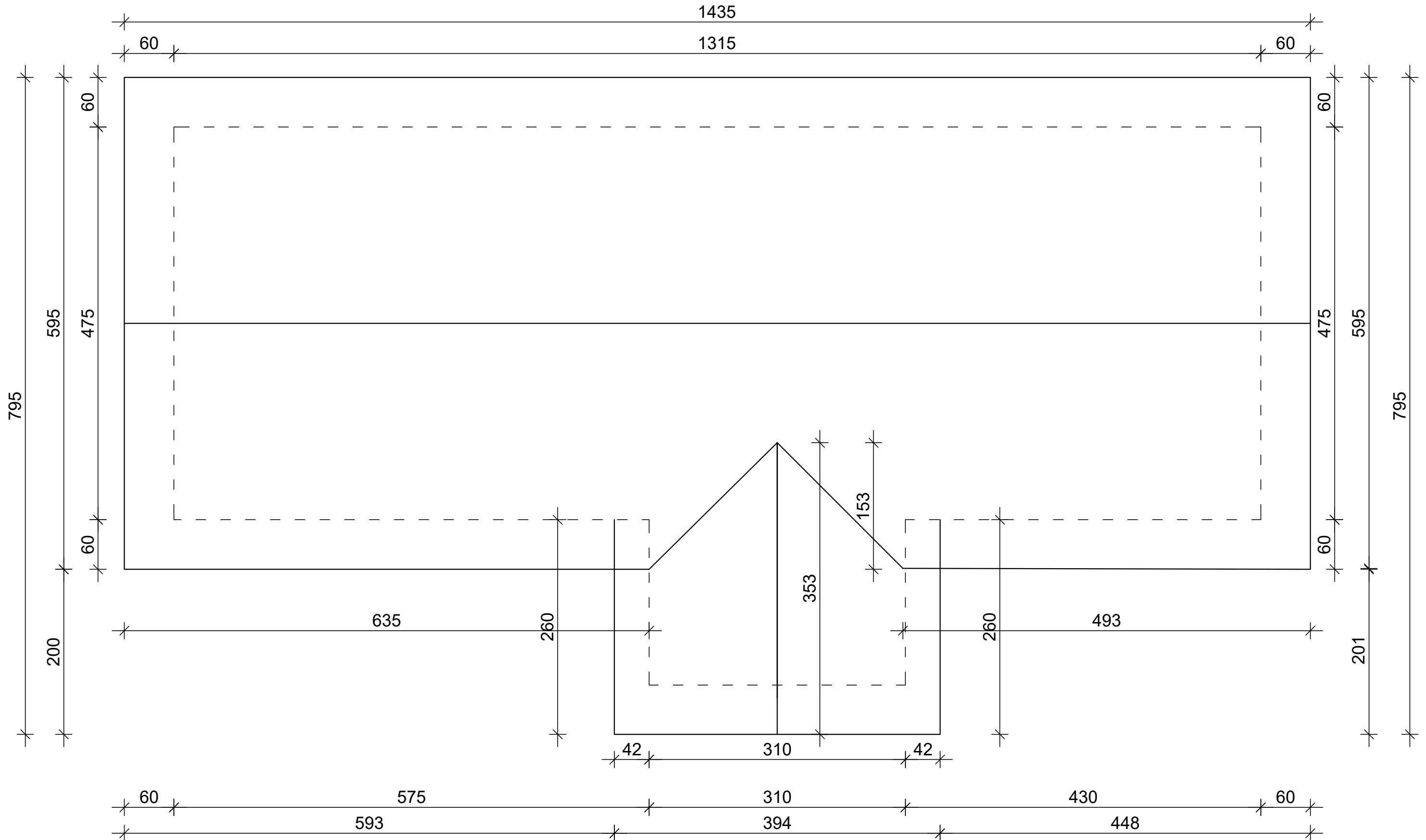
TLOCRT KROVIŠTA PLANIRANO



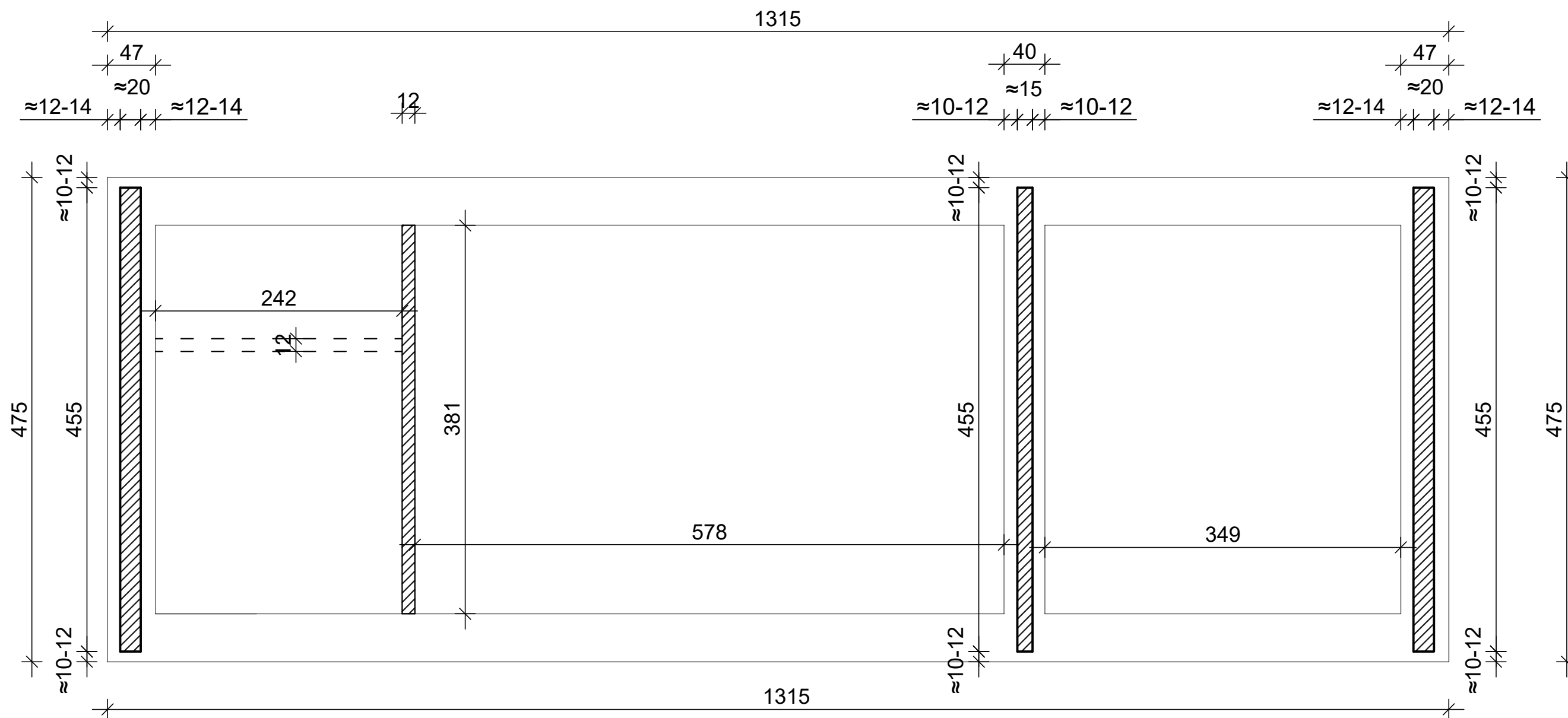
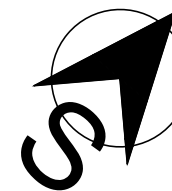
TLOCRT KROVNIH PLOHA POSTOJEĆE



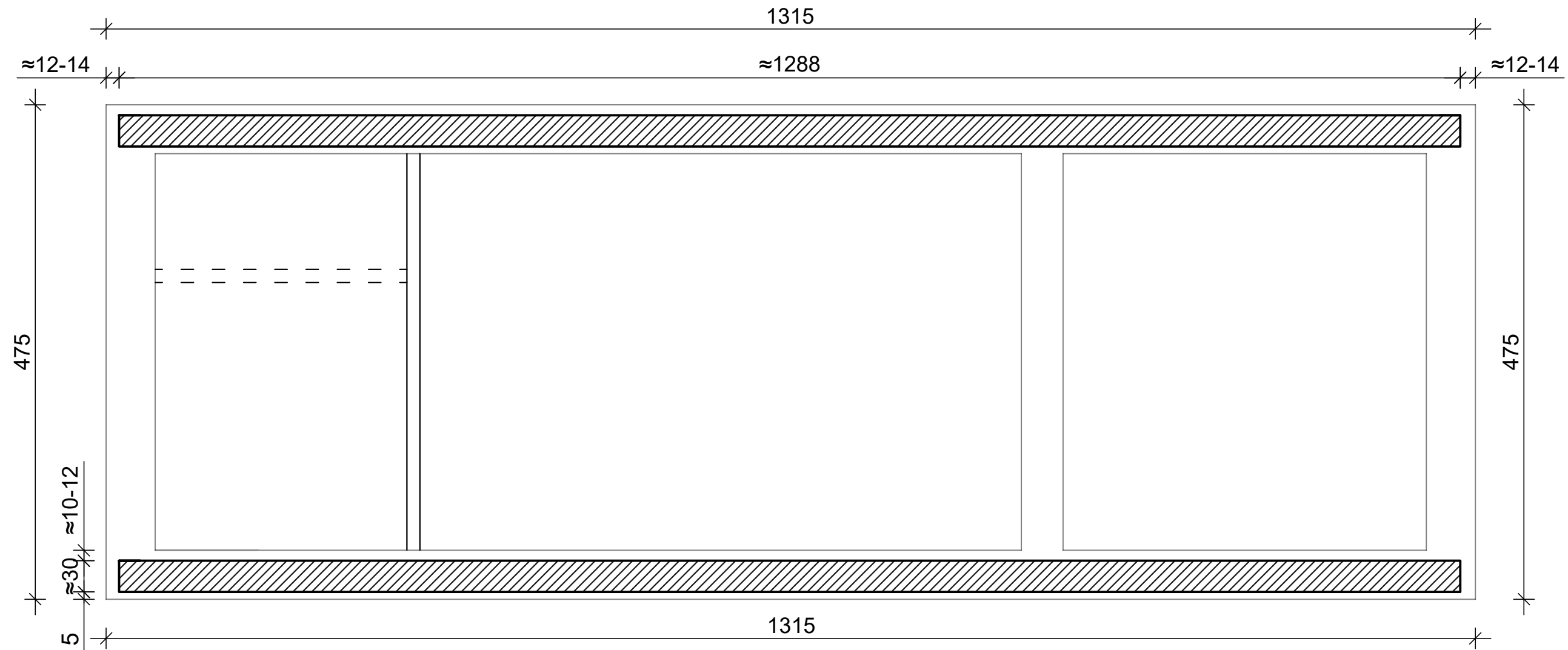
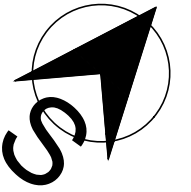
TLOCRT KROVNIH PLOHA PLANIRANO



TLOCRT SERKLAŽA U PRVOJ RAZINI



TLOCRT SERKLAŽA U DRUGOJ RAZINI

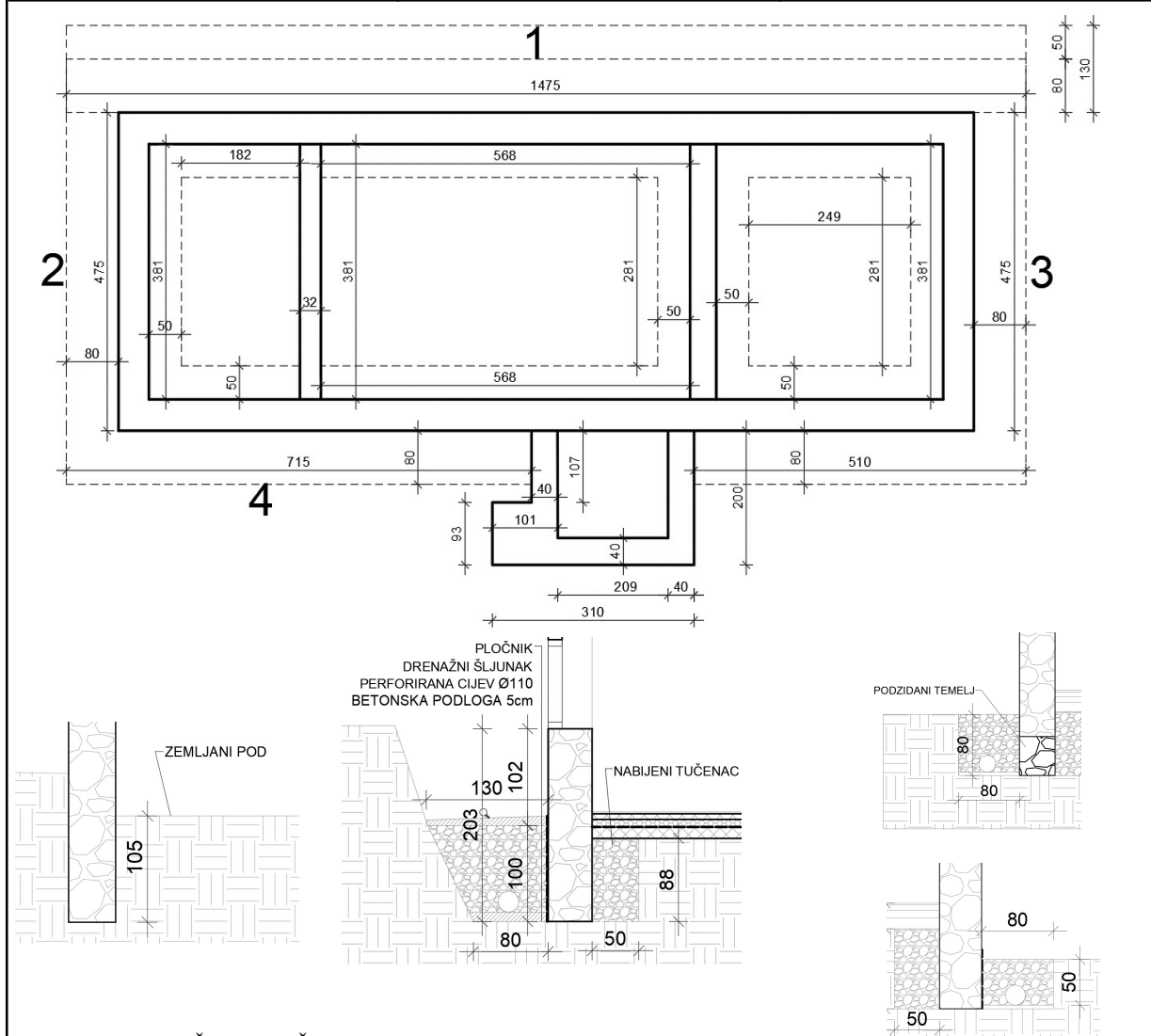


DOKAZNICA MJERA

ZEMLJANI RADOVI

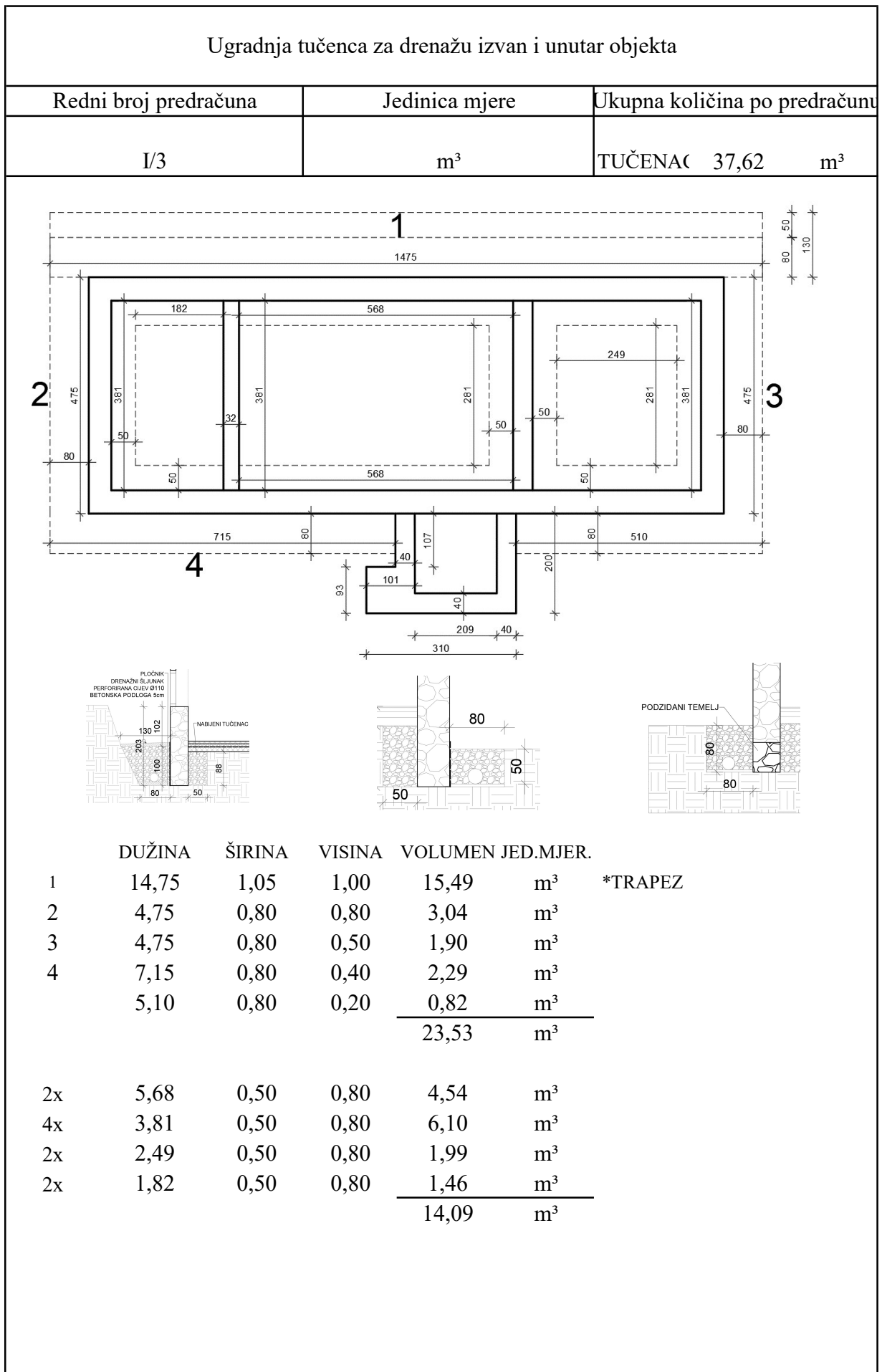
Iskop zemlje za drenažu izvan i unutar objekta

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
I/1	m ³	ZEMLJA 42,59 m ³



	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.		
1	14,75	1,05	1,00	15,49	m ³	*TRAPEZ
2	4,75	0,80	0,80	3,04	m ³	
3	4,75	0,80	0,50	1,90	m ³	
4	7,15	0,80	0,50	2,86	m ³	
4	5,10	0,80	0,20	0,82	m ³	
				24,10	m ³	
2x	5,68	0,50	1,05	5,96	m ³	
4x	3,81	0,50	1,05	8,00	m ³	
2x	2,49	0,50	1,05	2,61	m ³	
2x	1,82	0,50	1,05	1,91	m ³	
				18,49	m ³	

Iskop za temelje					
Redni broj predračuna		Jedinica mjere		Ukupna količina po predračunu	
I/2		m ³		ZEMLJA 6,47 m ³	
	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.	
2x	6,25	0,50	0,50	3,13	m ³
	4,75	0,50	0,50	1,19	m ³
	3,81	0,32	0,50	0,61	m ³
	1,10	0,93	0,50	0,51	m ³
	2,09	0,40	0,50	0,42	m ³
	2,00	0,40	0,50	0,40	m ³
	1,07	0,40	0,50	0,21	m ³
				<u>6,47</u>	<u>m³</u>



BETONSKI I AB RADOVI

Betoniranje AB ploče, d=12 cm		
Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
II/1	m ³	BETON 5,96 m ³

	POVRŠINA	d	VOLUMEN JED.MJER.	
Prostorija 1	6,05	0,12	0,73	m ³
Prostorija 2	22,30	0,12	2,68	m ³
Prostorija 3	13,30	0,12	1,60	m ³
Prostorija 4	2,50	0,12	0,30	m ³
Terasa	5,55	0,12	0,67	m ³
			<u>5,96</u>	<u>m³</u>

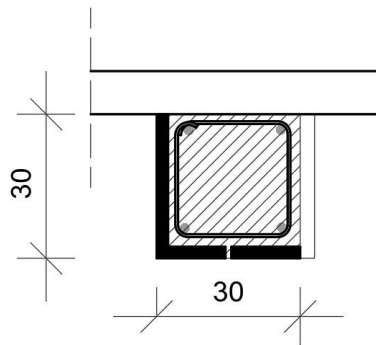
Betoniranje horizontalnih AB serklaža					
Redni broj predračuna	Jedinica mjere		Ukupna količina po predračunu		
II/2	m ²	OPLATA 8,93 m ²			
	m ³	BETON 2,71 m ³			

A) BETON	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.	
2x	12,88	0,30	0,25	1,93	m ³
2x	4,55	0,20	0,25	0,46	m ³
	4,55	0,15	0,25	0,17	m ³
	3,81	0,12	0,20	0,09	m ³
	2,42	0,13	0,20	0,06	m ³
				<u>2,71</u>	<u>m³</u>
B) OPLATA					
	DUŽINA	VISINA	UKUPNO	JED.MJER.	
2x	12,88	0,25	6,44	m ²	
2x	3,81	0,20	1,52	m ²	
2x	2,42	0,20	0,97	m ²	
			<u>8,93</u>	<u>m²</u>	

Betoniranje AB stupova i AB rukohvata ograde					
Redni broj predračuna	Jedinica mjere			Ukupna količina po predračunu	
II/3	m ³			BETON	0,60 m ³
STUP	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.	
	2,30	0,30	0,05	0,035	m ³
2x	0,40	0,40	0,06	0,019	m ³
2x	0,36	0,36	0,06	0,016	m ³
	0,21	0,21	0,70	0,031	m ³
		φ 0,18	1,12	0,007	m ³
				<u>0,107</u>	m ³
2 kom				0,21	m ³
RUKOHVAT	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.	
	2,30	0,36	0,12	0,099	m ³
	1,62	0,36	0,12	0,070	m ³
	0,53	0,36	0,12	0,023	m ³
				<u>0,192</u>	m ³
2 kom (ispod i iznad)				0,38	m ³

Betoniranje nadvoja na zabatnom zidu

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
II/4	m ²	OPLATA 1,30 m ²
	m ³	BETON 0,38 m ³



A) BETON

DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN	JED.MJER.
1,50	0,28	0,28	0,118	m ³
1,10	0,28	0,28	0,086	m ³
			0,376	m ³

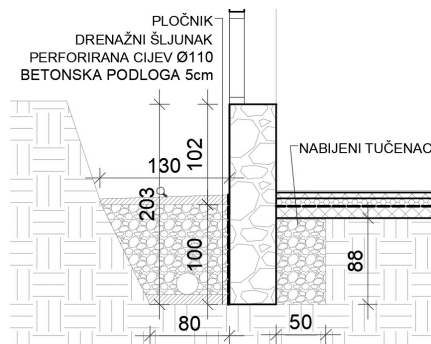
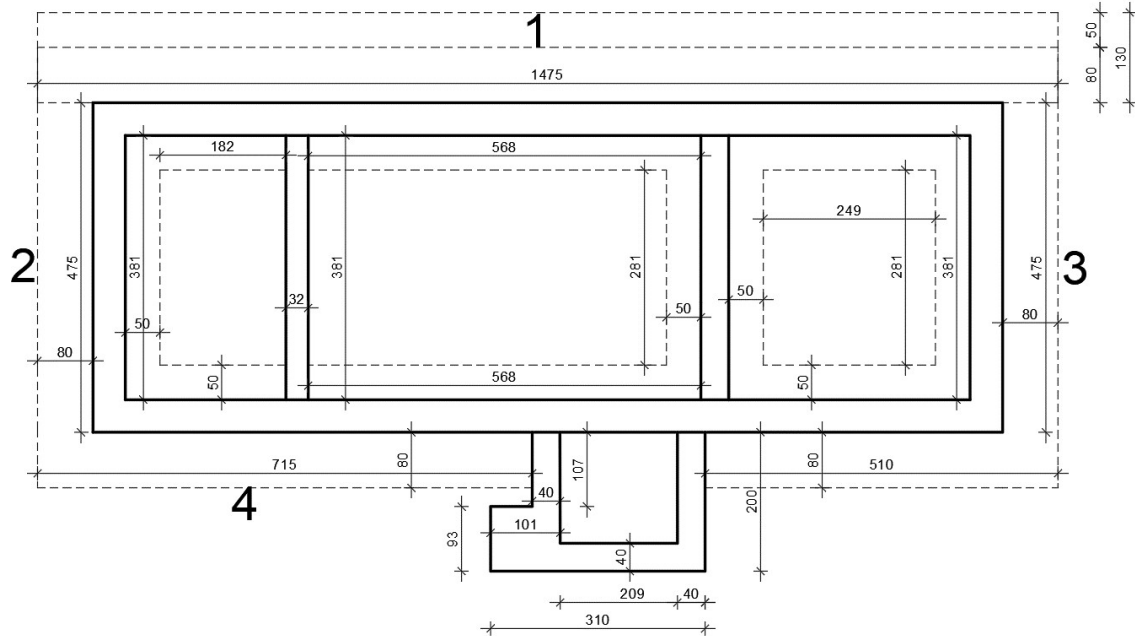
B) OPLATA

DUŽINA	VISINA	UKUPNO	JED.MJER.
1,50	0,30	0,45	m ²
1,10	0,30	0,33	m ²
		1,30	m ²

Izrada, dobava i ugradnja armature		
Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
II/5	t	ARMATURA 0,91 t
A) BETON		
	BETON	JED.MJER.
SERKLAŽI	0,38	m ³
PLOČA	5,96	m ³
STUPOVI + RUKOHVATI	0,60	m ³
NADVOJI	0,38	m ³
UKUPNO	9,10	m ³
B) ARMATURA		
	BETON	100 kg/m ³ UKUPNO
	9,10	100,00 910,06
		0,91 t

Izrada betonske podloge za odvodnju oborinskih voda

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
II/6	m ³	BETON 0,59 m ³



	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.
1	14,75	0,80	0,05	0,59 m ³

*Betonska podloga izrađena je samo s jedne strane objekta

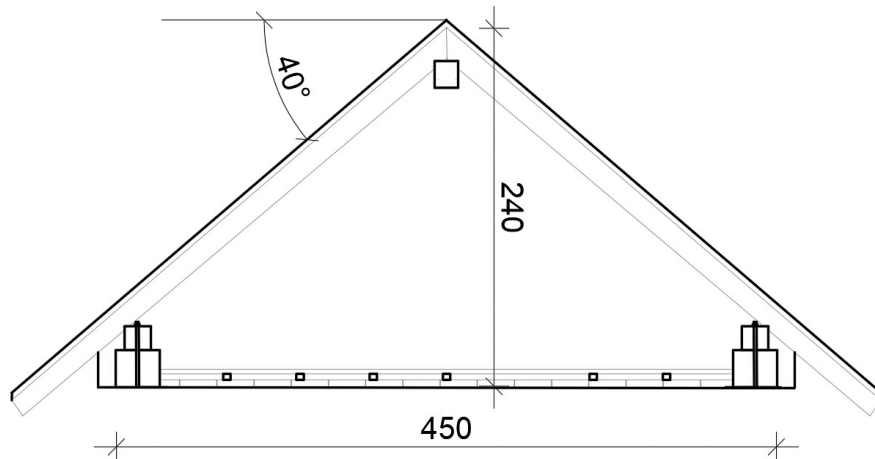
ZIDARSKI RADOVI

Fugiranje kamenih zidova					
Redni broj predračuna	Jedinica mjere			Ukupna količina po predračunu	
III/1	m ³			MORT	15,43 m ³
DUŽINA	DEBLJINA	VISINA	VOLUMEN	ODBIJENO	JED.MJER.
13,15	0,47	3,54	21,88	1,12	m ³
13,15	0,47	3,54	21,88	6,12	m ³
3,81	0,47	3,54	6,34	0,00	m ³
3,81	0,47	3,54	6,34	1,19	m ³
3,81	0,40	3,54	5,39	1,98	m ³
			61,83	10,41	m ³
UKUPNO = VOLUMEN - ODBIJENO =					51,42 m ³
Približan postotak fuga, dubine 10 cm:				30%	
Potrošnja morta:				15,43	m ³

Zidanje kamenih zidića					
Redni broj predračuna	Jedinica mjere			Ukupna količina po predračunu	
III/2	m ³			KAMEN	0,98 m ³
				MORT	0,42 m ³
		VISINA	ŠIRINA	DUŽINA	VOLUMEN JED.MJER.
4x	0,25	0,12	4,75	0,57	m ³
2x	0,25	0,12	13,75	0,83	m ³
				1,40	m ³
Približan postotak fuga:				30%	
Potrošnja morta:				0,42	m ³
Potrošnja kamena:				0,98	m ³

Zidanje kamenih zabatnih zidova

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu		
III/3	m ³	KAMEN	1,42	m ³
		MORT	0,61	m ³



VISINA	DEBLJINA	DUŽINA	/2	VOLUMEN	ODBIJENO	JED.MJER.
2,40	0,25	4,50	/2	1,35	0,24	m ³
2,40	0,25	4,50	/2	1,35	0,43	m ³
				2,70	0,67	m ³

Ukupno; 2,03 m³

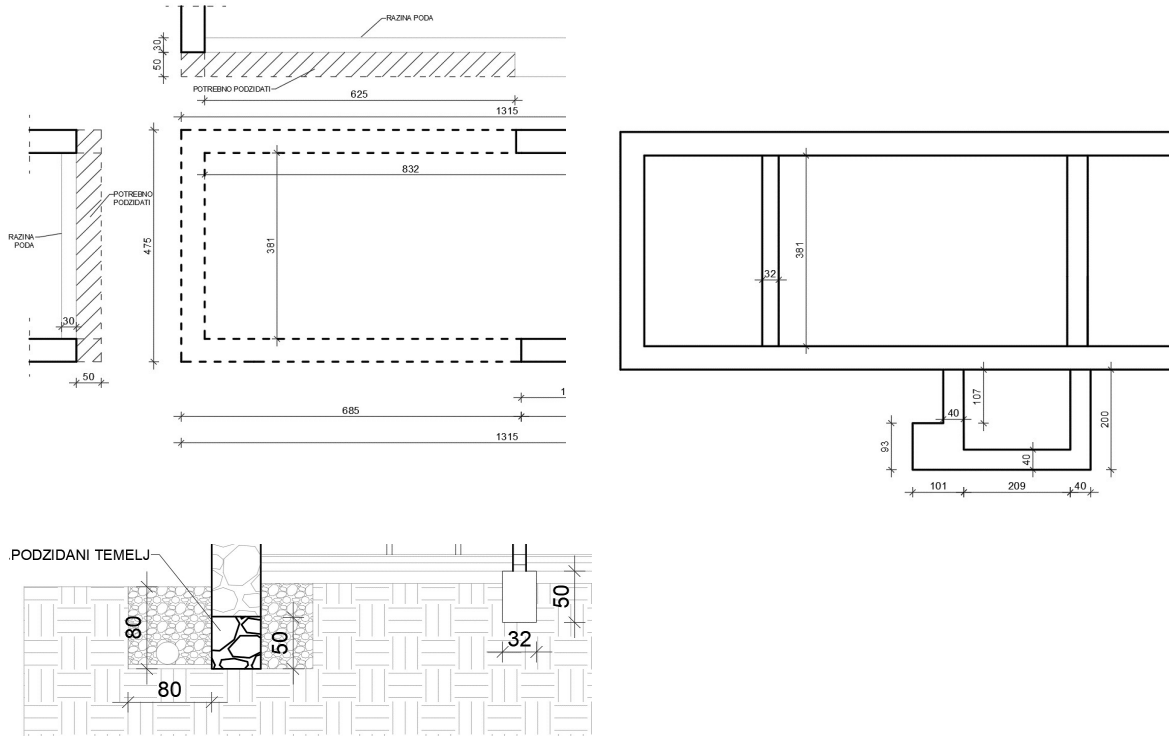
Približan postotak fuga: 30%

Potrošnja morta: 0,61 m³

Potrošnja kamena: 1,42 m³

Podzidavanje kamenih temelja

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
III/4	m ³	KAMEN 4,53 m ³ MORT 1,94 m ³



	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.	
2x	6,25	0,50	0,50	3,13	m ³
	4,75	0,50	0,50	1,19	m ³
	3,81	0,32	0,50	0,61	m ³
	1,10	0,93	0,50	0,51	m ³
	2,09	0,40	0,50	0,42	m ³
	2,00	0,40	0,50	0,40	m ³
	1,07	0,40	0,50	0,21	m ³
				6,47	m ³

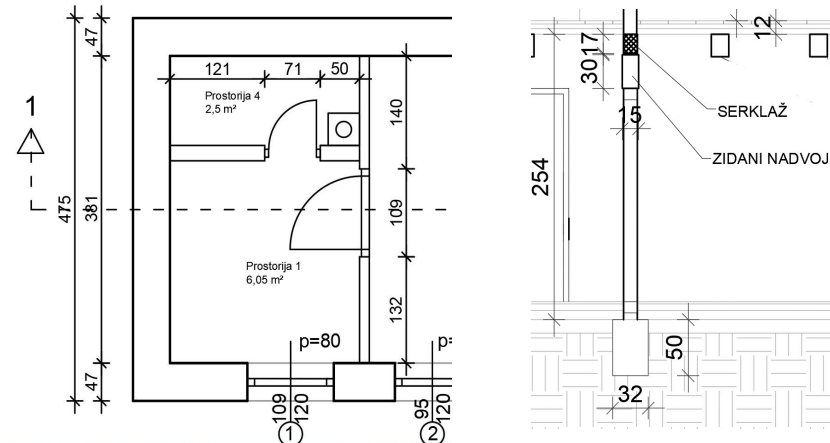
Približan postotak fuga: 30%

Potrošnja morta: 1,94 m³

Potrošnja kamena: 4,53 m³

Zidanje pregradnih zidova od opeke

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu	
III/5	m ³	OPEKA	0,98 m ³
		MORT	0,42 m ³



VISINA	DEBLJINA	DUŽINA	VOLUMEN	ODBIJENO	JED.MJER.
2,54	0,12	2,42	0,74	0,20	m ³
2,54	0,12	3,81	1,16	0,31	m ³
			1,90	0,50	m ³

Približan postotak fuga: 30%

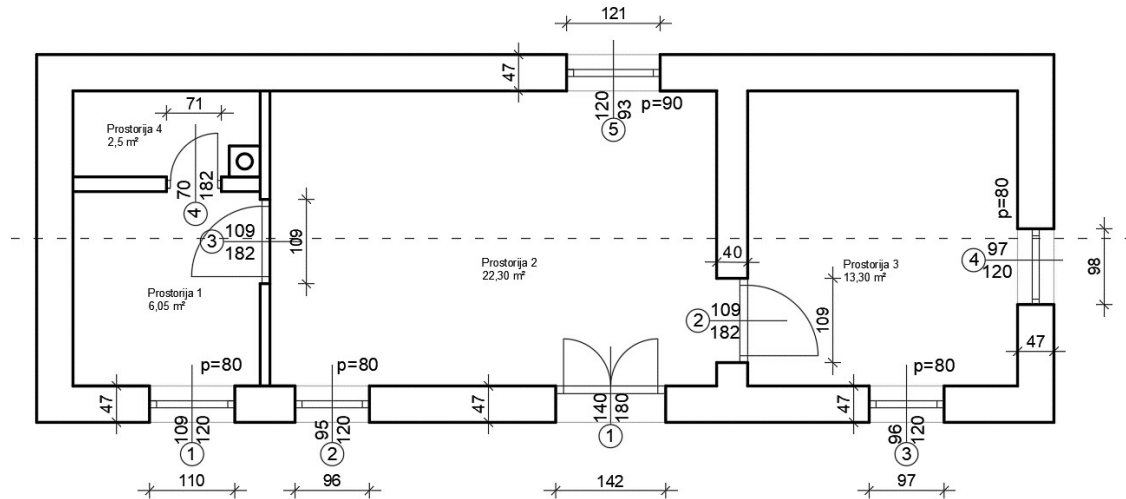
Potrošnja morta: 0,42 m³

Potrošnja opeke: 0,98 m³

Žbukanje zidova			
Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu	
III/6	m ²	ŽBUKA	54,25 m ²
*Žbukaju se samo pojedini zidovi			
	DUŽINA	VISINA	UKUPNO JED.MJER.
Prostorija 1	2,51	2,54	6,38 m ²
Prostorija 1	1,21	2,54	3,07 m ²
Prostorija 2	5,78	2,54	14,68 m ²
Prostorija 2	2,42	2,54	6,15 m ²
Prostorija 3	2,42	2,54	6,15 m ²
Prostorija 3	3,49	2,54	8,86 m ²
Prostorija 4	1,11	2,54	2,82 m ²
Prostorija 4	2,42	2,54	6,15 m ²
			<hr/> 54,25 m ²
debljina žbuke d= 2,0 cm		1,09	m ³

Izrada nadvoja iznad prozora i vrata

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu	
III/7	m ³	OPEKA	1,45 m ³
		MORT	0,62 m ³



PROZORI	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN JED.MJER.	
1	1,10	0,47	0,30	0,16	m ³
2	0,96	0,47	0,30	0,27	m ³
3	0,97	0,47	0,30	0,27	m ³
4	0,98	0,47	0,30	0,28	m ³
5	1,21	0,47	0,30	0,34	m ³
VRATA					
1	1,42	0,47	0,30	0,40	m ³
2	1,09	0,40	0,30	0,26	m ³
3	1,09	0,15	0,30	0,10	m ³
				<u>2,08</u>	<u>m³</u>

Približan postotak fuga:

30%

Potrošnja morta:

0,62 m³

Potrošnja opeke:

1,45 m³

Izrada terase od kamena i ograde od opeke					
Redni broj predračuna	Jedinica mjere			Ukupna količina po predračunu	
III/8	m ³			KAMEN	4,23 m ³
				MORT	2,03 m ³
				OPEKA	0,52 m ³
KAMEN	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	VOLUMEN	JED.MJER.
	2,00	0,40	1,16	0,93	m ³
	2,09	0,40	1,16	1,94	m ³
	1,01	0,93	1,16	2,18	m ³
	1,07	0,40	1,16	0,99	m ³
				<u>6,04</u>	<u>m³</u>
OPEKA	1,60	0,15	0,55	0,26	m ³
	2,30	0,15	0,55	0,38	m ³
	0,60	0,15	0,55	0,10	m ³
				<u>0,74</u>	<u>m³</u>
Približan postotak fuga:				30%	
Potrošnja morta:				2,03	m ³
Potrošnja kamena:				4,23	m ³
Potrošnja opeke:				0,52	m ³

IZOLATERSKI RADOVI

Izrada horizontalne i vertikalne hidroizolacije od premaza bitumenom i ljepenke

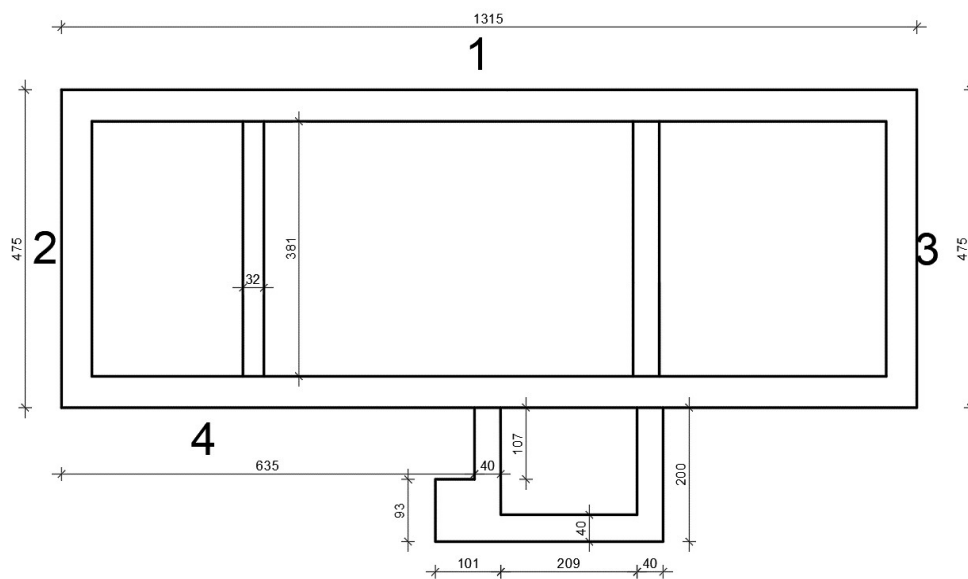
Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
IV/1	m ²	LJEPEN. 71,270 m ²

ARMIRANO BETONSKA PLOČA POVRŠINA JED.MJER.

6,05	m ²
22,30	m ²
13,30	m ²
2,50	m ²
<u>6,03</u>	m ²
50,18	m ²

ISPOD PREGRADNOG ZIDA

DUŽINA	ŠIRINA	POVRŠINA JED.MJER.
3,81	0,32	1,22 m ²



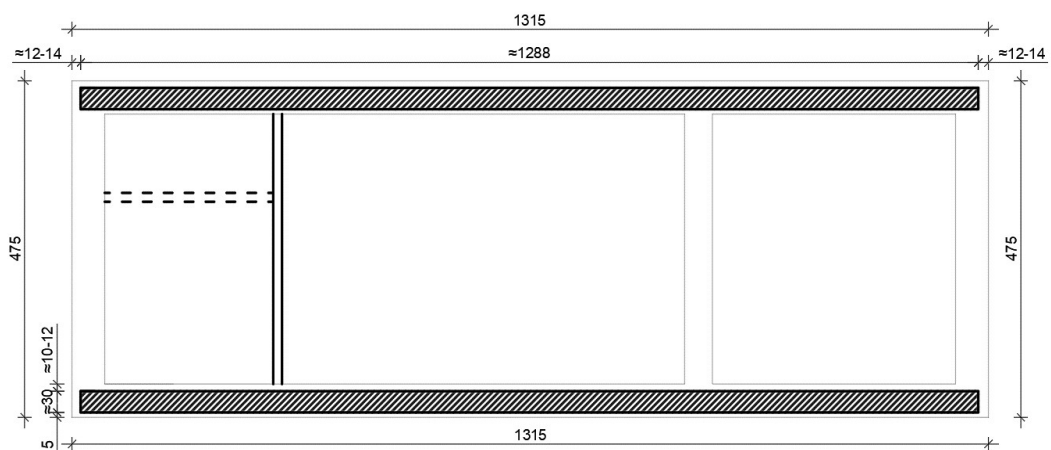
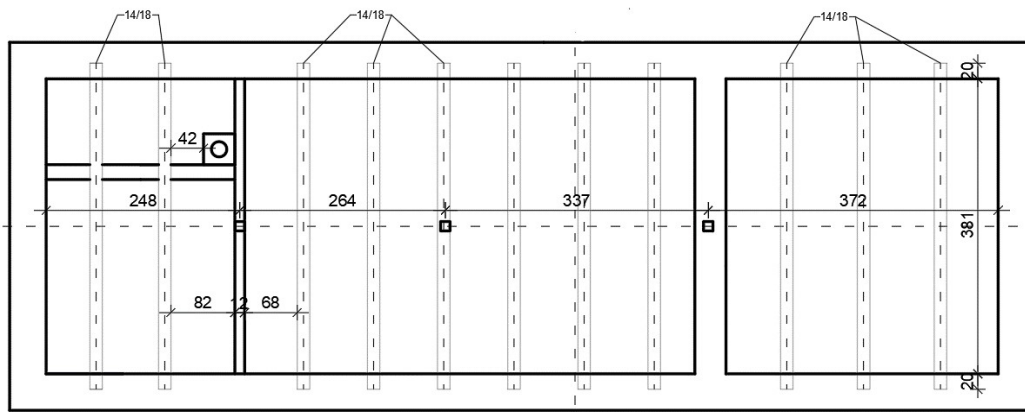
TEMELJI

	DUŽINA	VISINA	POVRŠINA JED.MJER.
1	13,15	0,80	10,52 m ²
2	4,75	0,80	3,80 m ²
3	4,75	0,50	2,38 m ²
4	6,35	0,50	<u>3,18 m²</u>
			19,87 m ²

kao zaštitu hidroizolacije potrebno postaviti čepastu foliju jednake kvadrature

Postavljanje bitumenske ljepenke ispod i iznad grednika

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
IV/2	m ²	LJEPEN. 8,45 m ²



		DUŽINA	ŠIRINA	VOLUMEN JED.MJER.	
ISPOD SERKLAŽA	2x	12,88	0,30	7,73	m ²
ISPOD GREDNIKA	11x	0,47	0,14	0,72	m ²
				<u>8,45</u>	<u>m²</u>

TESARSKI RADOVI

Obrada i ugradnja grednika		
Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
V/1	m ³	HRAST 1,32 m ³

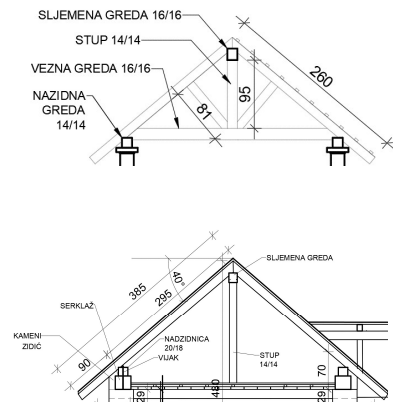
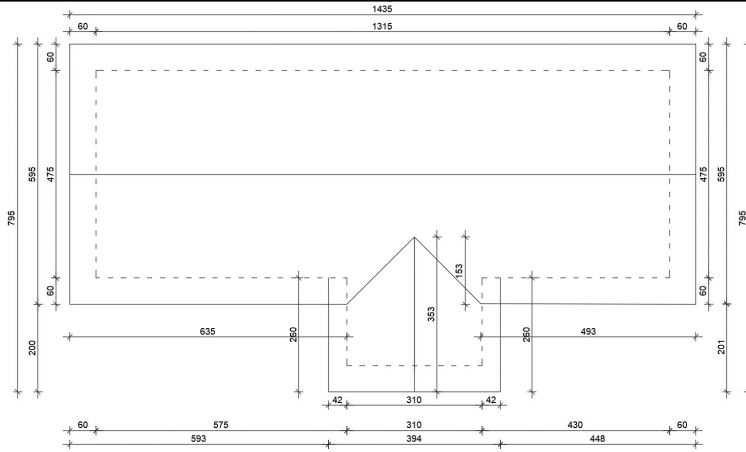
VISINA	DEBLJINA	DUŽINA	VOLUMEN	KOM	JED.MJER.
0,18	0,14	4,75	0,12	11,00	m ³
				1,32	m ³

Izrada krovne konstrukcije							
Redni broj predračuna		Jedinica mjere			Ukupna količina po predračunu		
V/2		m ³			CRNOGORIC, 3,92 m ³		
ROGOVI							
KOM	VISINA	ŠIRINA	DUŽINA	VOLUMEN	UKUPNO	JED.MJER.	
34	0,16	0,10	3,85	0,06	2,09	m ³	
8	0,12	0,10	2,60	0,03	0,25	m ³	
					2,34	m ³	
STUPOVI							
KOM	VISINA	ŠIRINA	DEBLJINA	VOLUMEN	UKUPNO	JED.MJER.	
3	2,01	0,14	0,14	0,04	0,12	m ³	
1	0,95	0,14	0,14	0,02	0,02	m ³	
					0,14	m ³	
SLJEME							
KOM	VISINA	ŠIRINA	DUŽINA	VOLUMEN	UKUPNO	JED.MJER.	
1	0,18	0,16	14,35	0,41	0,41	m ³	
1	0,16	0,16	3,53	0,09	0,09	m ³	
					0,50	m ³	
NAZIDN							
KOM	VISINA	ŠIRINA	DUŽINA	VOLUMEN	UKUPNO	JED.MJER.	
2	0,16	0,18	14,35	0,41	0,83	m ³	
2	0,14	0,14	2,71	0,05	0,11	m ³	
					0,93	m ³	

KROVOPOKRIVAČKI RADOVI

Postavljanje OSB ploči i lamperije na krovnu konstrukciju

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
VI/1	m ²	LAMPERIJ 44,66 m ² OSB 72,84 m ²



OSB

	ŠIRINA	DUŽINA	POVRŠINA ODBIJENO	UKUPNO JED.MJER.
2x	2,95	13,15	38,79	4,74
				<u>72,84</u> m ²
				<u>72,84</u> m ²
				44 kom

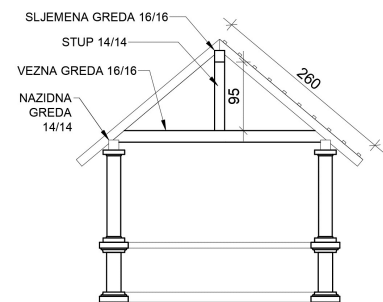
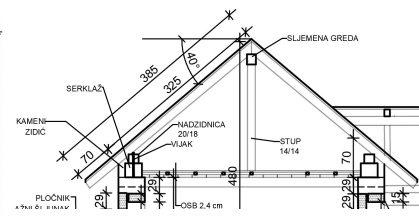
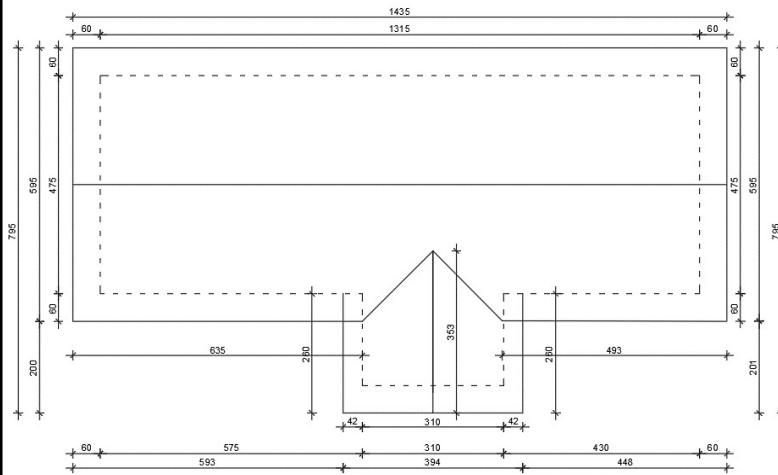
1 ploča = 2,5 x 0,675 = 1,687 m²

LAMPERIJA

	ŠIRINA	DUŽINA	POVRŠINA	UKUPNO JED.MJER.
	0,90	13,15	11,84	11,84 m ²
4x	0,60	3,85	2,31	9,24 m ²
	0,90	6,25	5,63	5,63 m ²
	0,90	4,93	4,44	4,44 m ²
2x	2,60	2,60	6,76	13,52 m ²
				<u>44,66</u> m ²

Postavljanje krovne ljepenke

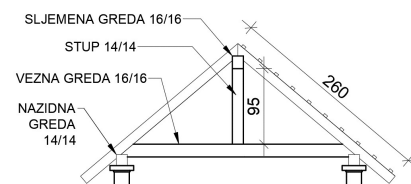
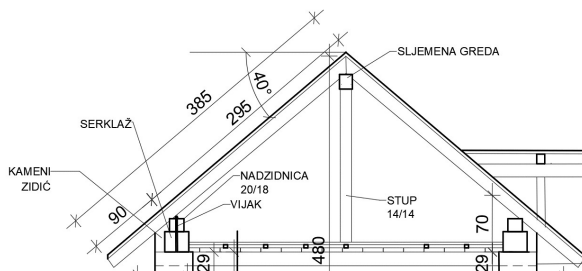
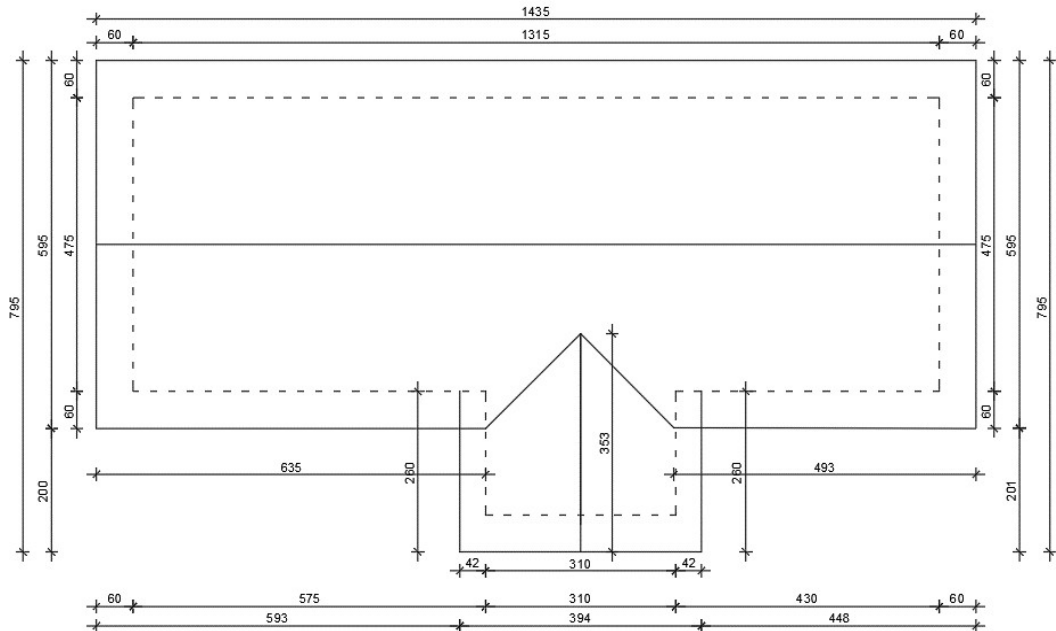
Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
VI/3	m ²	KROVNA LJEPENKA 119,41 m ²



	ŠIRINA	DUŽINA	POVRŠINA	UKUPNO JED.MJER.	
2x	3,85	14,15	54,48	108,96	m ²
2x	2,60	2,01	5,23	10,45	m ²
				<u>119,41</u>	<u>m²</u>

Postavljanje utorenog biber crijepa

Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
VI/4	kom	CRIJEP 2245,00 kom



	ŠIRINA	DUŽINA	POVRŠINA	UKUPNO	JED.MJER.
2x	3,85	14,15	54,48	108,96	m ²
2x	2,60	3,53	9,18	18,36	m ²
				<u>108,96</u>	<u>m²</u>

* potrebno 20,6 kom/m²

2245 kom

Postavljanje sljemenjaka		
Redni broj predračuna	Jedinica mjere	Ukupna količina po predračunu
VI/5	kom	SLJEMEN JAK 57,00 kom
<p>The drawing shows a plan view of a roof ridge. The total width is 1435 units, with a central ridge width of 310 units. The total length is 795 units, with a central ridge length of 394 units. Various dimensions for rafter lengths and offsets are provided, such as 1315, 635, 493, 210, 42, 575, 430, 593, 448, 595, 475, 60, and 200.</p>		
DUŽINA	KOM	UKUPNO JED.MJER. KOM.
14,15	4,72	14,15 m 45 kom
3,53	1,18	3,53 m 12 kom
		<hr/> 17,68 m 57 kom



IZJAVA O AUTORSTVU

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

Ja, IRIS ŽUTI (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom REVITALIZACIJA AUTOHTONE KAMENE KUĆE U KONTINENTALNOM DIJELU HRVATSKE S NAGLASKOM NA DETALJE IZVEDBE (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(*upisati ime i prezime*)

Iris Žuti

(*vlastoručni potpis*)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 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 znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.